



SUBGERENCIA DE ALCANTARILLADO

COMPETENCIA ABIERTA No. 012-11

**ADECUACION, OPTIMIZACION, MODIFICACION Y
NUEVA INTEGRACION DE PROCESOS PLANTA DE
TRATAMIENTO PTAR RIO FRIO ETAPA II FASE 1
GIRON SANTANDER**

CORRECCION ADENDA No. 2

**TÉRMINOS DE REFERENCIA
VOLUMEN II**

ESPECIFICACIONES TECNICAS DE CONSTRUCCION

Bucaramanga, Enero de 2012

INTRODUCCIÓN

La Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta, contrató los estudios y diseños para la adecuación, optimización, modificación y nueva integración de procesos en la planta de tratamiento de aguas residuales – de Río Frío, con nuestras Empresas, Interpro Ltda. y Cicico Ltda, las cuales en Unión Temporal PTAR, se integraron para acometer los estudios, por medio del Contrato No. 4478-04, del año 2003.

El alcance general del estudio y diseño, consiste en actualizar el sistema de tratamiento de aguas residuales domésticas, para que logre una recuperación superior o igual a los parámetros establecidos por la Autoridad competente (RAS 2000) y las normas establecidas por la CDMB, además controlar la emisión del biogás y del ácido sulfhídrico, este último generador de un olor particular molesto, para las comunidades sentadas en las áreas cercanas a la planta de tratamiento.

El proyecto está complementado entre otros, con diseños y estudios eléctricos, mecánicos, hidrológicos, hidráulicos, sanitarios, químicos, topográficos, geotécnicos, arquitectónicos, elaboración de las especificaciones técnicas de construcción, cantidades de obra, presupuestos y ambientales; con el fin de lograr un proyecto integral, que involucre todos los elementos necesarios para su construcción.

Se programó elaborar cuatro volúmenes así: el primero corresponde al estudio de las alternativas de la planta de tratamiento, el segundo volumen incluye los diseños del sistema de tratamiento de aguas residuales, en el tercer volumen se presenta el Plan de Manejo Ambiental y el cuarto es un Manual de Operación y Mantenimiento. La información que se genere de los estudios complementarios, Tales como estructurales, eléctricos, topográficos, mecánicos, urbanismo etc., se presentan como informes anexos a los volúmenes I y II.

El presente documento, corresponde al **Anexo K Versión 01 “Especificaciones Técnicas de Construcción” del Volumen II “Diseño del sistema de tratamiento Versión 06”**. Las especificaciones en él relacionadas corresponden a la generalidad de las obras, por tanto para

efecto práctico de cada licitación, deben tenerse en cuenta las correspondientes a aquellos ítems incorporados en el formulario de precios.

El profesional encargado del presente estudio corresponde al Ingeniero Luis Fernando Hoyos Carrillo, como especialista Hidráulico y Director de los estudios, el cual cuenta adicionalmente con una asesoría extranjera con el objeto de utilizar experiencias y tecnologías de punta que se han desarrollado e implementado en países tropicales, con resultados satisfactorios. Participan en la elaboración de las especificaciones el ingeniero electricista Rafael Arizmendi Weeber y el Ingeniero Mecánico Gustavo Navia.

Las especificaciones técnicas, consignadas en el presente volumen son aplicables a la Adecuación, Modificación y Nueva Integración de Procesos en la PTAR RÍO FRÍO 1, obedeciendo a los planes de trabajo que se ha trazado la Corporación de Defensa de la Meseta de Bucaramanga.

Por lo tanto, se aclara a los Contratistas que de estas especificaciones se deben utilizar aquellas normas estrictamente necesarias para licitar y construir los ítems que se consignan en el formulario de precios y todos los adicionales que la EMPAS. autorice para cada obra en particular.

TABLA DE CONTENIDO

Pág

INTRODUCCIÓN -----	2
SECCIÓN PRIMERA -----	11
1 TRABAJOS PRELIMINARES -----	11
1.00 CAMPAMENTOS Y ENCERRAMIENTO -----	11
1.00.01 CAMPAMENTOS -----	11
1.00.02 ENCERRAMIENTO -----	13
1.01 CAMINO DE ACCESO Y CAMINO DE CONSTRUCCION -----	14
1.01.01 DEFINICIONES -----	14
1.01.02 ALCANCE DE LOS TRABAJOS -----	14
1.02 REPLANTEO, CONTROL Y MEDICION DE LA OBRA -----	15
1.03 DESCAPOTE -----	16
1.04 ROTURA DE PAVIMENTOS -----	18
1.05 CERCAS -----	20
1.06 VALLAS Y SEÑALES ESPECIALES -----	22
1.07 DESMONTE Y LIMPIEZA -----	23
1.08 RETIRO DE BASURAS Y ESCOMBROS -----	25
SECCION SEGUNDA -----	28
2 MOVIMIENTO DE TIERRA -----	28
2.01 EXPLOSIVOS -----	28
2.02 CONTROL DE AGUAS DURANTE LA CONSTRUCCION -----	29
2.03 EXCAVACIONES -----	31
2.04 TERRAPLENES Y RELLENOS -----	43
2.05 ACARREOS -----	49
2.06 DERRUMBES Y DESLIZAMIENTOS -----	51
2.07 ENROCADOS -----	53
2.08 BANCOS DE PRESTAMO -----	55
2.09 REVESTIMIENTOS DE PIEDRA Y PROTECCIONES DE GRAVA -----	58
2.10 RELLENOS PARA FILTROS -----	62
2.11 AFIRMADOS -----	69
2.12 SUB-BASE GRANULAR ESPECIFICACION AASHO T-180 -----	70
2.13 BASE GRANULAR -----	73
3 TUBERÍAS PREFABRICADAS -----	77
3.01 TUBERIA PREFABRICADA DE CONCRETO REFORZADO -----	77
3.02 TUBERIA PREFABRICADA DE CONCRETO SIN REFORZAR -----	83
3.03 TUBERIA DE GRES -----	87
3.04 INSTALACION DE TUBERIAS DE GRES Y CONCRETO -----	90
3.05 TUBERIA DE POLICLORURO DE VINILO (PVC) -----	94
3.06 TUBERIA CORRUGADA DE POLICLORURO DE VINILO (PVC) -----	98
3.07 TUBERIA Y CONEXIONES PARA SISTEMAS DE GAS -----	101
3.08 MANGUERA DE POLIETILENO -----	105
3.09 TUBERIA DE PRFV -----	107
SECCION CUARTA -----	111
4 ESTRUCTURAS -----	111
4.01 RELLENOS ALREDEDOR DE LAS ESTRUCTURAS -----	111
4.02 CONCRETO -----	112

4.03	ACERO DE REFUERZO	130
4.04	COLECTORES DE CONCRETO FUNDIDOS IN SITU	141
4.05	ELEMENTOS PREFABRICADOS DE CONCRETO	141
4.06	ESTRUCTURAS EN LADRILLO	143
4.07	SIFONES DE CAIDA-CONEXIONES DOMICILIARIAS	145
4.08	DRENES	147
4.09	JUNTAS CON CINTA POLIVINILO	149
4.10	OBRAS DE URBANISMO	151
4.11	PASOS ELEVADOS SOBRE QUEBRADAS	152
4.12	SELLO DE ESTRUCTURAS	153
4.13	CONCRETO LANZADO	154
4.14	INYECCIONES DE LECHADA DE CEMENTO PARA ANCLAJES	168
4.15	PERFORACIONES HORIZONTALES	173
	SECCION QUINTA	176
5	VARIOS	176
5.01	DEMOLICION DE ESTRUCTURAS EXISTENTES	176
5.02	REMODELACION DE POZOS, SUMIDEROS Y OTRAS ESTRUCTURAS	177
5.03	REPARACION DE PAVIMENTOS	178
5.04	GAVIONES	183
5.05	REPARACION Y LIMPIEZA DE CALLES, LIMPIEZA GENERAL	188
5.06	EMPRADIZADOS	189
5.07	REJAS PARA SUMIDEROS	193
5.08	FILTROS CON TELAS NO TEJIDAS	195
5.09	ENSAYOS DE LABORATORIO	197
5.10	SARDINELES EN LADRILLO PARA FILTROS DE PANTALLA	204
5.11	DISEÑO, SUMINISTRO E INSTALACION DE EQUIPOS	205
5.12	ACCESORIOS DE HIERRO FUNDIDO	207
5.13	ACCESORIOS DE ACERO INOXIDABLE	210
5.14	BARANDAS U ESCALERAS METALICAS	211
5.15	TRATAMIENTO SUPERFICIAL BITUMINOSO SIMPLE	211
5.16	CONCRETO ASFALTICO	223
5.17	ACCESORIOS DE ACRILICO	234
5.18	SISTEMA DE POSTENSIONADO	235
5.19	POZO No.4	235
5.21	RECUBRIMIENTO DE ESTRUCTURAS	236
5.23	MANGUERAS DE MDPE (MEDIUM DENSITY POLIETHILEN)	238
5.24	BARANDAS METALICAS PARA VIAS	239
5.25	TRABAJOS POR ADMINISTRACION	240
5.26	UNIDAD GEOMEMBRANA	241
5.27	TAPA PARA REACTOR UASB Y CANALES DE EFLUENTES.	246
5.28	CHIMENEA DE VENTILACIÓN EN HG	247
5.29	ELEMENTOS EN PRFV	248
	SECCION SEXTA	250
6	EDIFICACIONES	250
6.01	PRELIMINARES	250
6.02	CIMENTACION	251
6.03	SOBRECIMENTOS	251
6.03.01	EN LADRILLO TOLETE MACIZO	251

6.03.02 EN CONCRETO REFORZADO -----	252
6.04 IMPERMEABILIZACIONES CON FRISO -----	252
6.04.01 PARA SOBRECIMENTOS -----	252
6.05 ESTRUCTURAS DE TIPO ARQUITECTONICO -----	253
6.05.01 GENERALIDADES -----	253
6.05.02 ESTRUCTURAS EN CONCRETO REFORZADO -----	253
6.05.03 ESTRUCTURAS EN MADERA -----	255
6.06 MAMPOSTERIA -----	256
6.06.01 MUROS EN LADRILLO CERAMICO -----	256
6.06.02 MURO DE CERRAMIENTO -----	257
6.07 PISOS DE SENDEROS Y GUARDAESCOBAS -----	258
6.07.01 PISOS INTERIORES Y ANDENES -----	258
6.07.02 PISOS EN LADRILLO TABLON DE 0.30 x 0.30 m -----	259
6.07.03 PISOS EN DECORPISO -----	259
6.07.04 GUARDAESCOBAS EN GRAVILLA LAVADA -----	260
6.08 ACABADOS PARA MUROS -----	261
6.08.01 ENCHAPES EN AZULEJO O BALDOSIN DE PORCELANA -----	261
6.08.02 FRISO O PAÑETE -----	261
6.08.03 FRISO RUSTICO PARA MUROS -----	262
6.08.04 ESTUCO PARA MUROS -----	263
6.08.05 PINTURA EN VINILO PARA MUROS -----	263
6.08.06 REVESTIMIENTO CON GRANIPLAST -----	264
6.08.06 PINTURA PARA CARPINTERIA DE MADERA -----	265
6.09 CUBIERTA -----	265
6.09.01 CUBIERTA EN ESTRUCTURA DE MADERA Y TEJA DE BARRO -----	265
6.09.02 CUBIERTA THERMOACOUSTICA -----	266
6.09.02.02 MATERIALES -----	266
6.09.02.03 MEDIDA Y FORMA DE PAGO -----	267
6.10 ACABADOS ARQUITECTONICOS -----	267
6.10.01 VENTANA METALICA -----	267
6.10.02 CARPINTERIA DE MADERA -----	268
6.10.03 VIDRIOS PARA VENTANERIA -----	270
6.10.04 CERRADURAS -----	270
6.10.05 PUERTAS METALICAS -----	271
6.10.06 VENTANERIA Y PUERTAS EN ALUMINIO -----	271
6.10.07 MESONES EN CONCRETO REFORZADO -----	273
6.10.08 BORDILLO PARA DUCHAS -----	273
6.10.08 APARATOS SANITARIOS -----	274
6.11 INSTALACIONES HIDRAULICAS Y SANITARIAS INTERIORES -----	275
6.11.01 SUMINISTRO E INSTALACION DE REDES SANITARIAS -----	275
6.11.02 SUMINISTRO E INSTALACION DE REDES HIDRAULICAS -----	276
6.12 INSTALACIONES ELECTRICAS INTERNAS -----	281
6.12.01 LUZ INCANDESCENTE NORMAL -----	281
6.12.02 FLUORESCENTE INDUSTRIAL AF 2*40w -----	281
6.12.03 TOMACORRIENTE MONOFASICO NORMAL -----	282
6.12.04 TOMACORRIENTE MONOFASICO 15 A -----	282
6.12.05 TOMACORRIENTE TRIFILAR 20A -----	283
6.12.06 TOMACORRIENTE TRIFASICO 20A -----	283
6.12.07 TOMA TELEFONICA -----	283
6.12.10 POSTE Y LUMINARIA DECORATIVA HONGO, Hg, 125 W -----	285
SECCION SEPTIMA -----	286

7. ESPECIFICACIONES PARTE ELECTRICA-----	286
GENERALIDADES -----	286
7.1 PAGO A FRIGORÍFICO DE SANTANDER PARA USAR LA LÍNEA	
CONSTRUIDA POR ELLA -----	288
7.2 RED AÉREA EN 3#2/0 ACSR-----	289
7.3 ESTRUCTURA DE DERIVACIÓN DE LA ACOMETIDA -----	290
7.4 PÓRTICO PARA LA SUBESTACIÓN-----	290
7.5 CERRAMIENTO EN MALLA DE LA SUBESTACIÓN -----	291
7.6 BASE EN CONCRETO PARA LA SUBESTACIÓN -----	292
7.7 SUBESTACIÓN 3,5 MVA, 34,5/13,2 KV-----	293
7.8 PUESTA A TIERRA DE LA SUBESTACIÓN-----	294
7.9 PROTECCIÓN DE LA SUBESTACIÓN CONTRA RAYOS-----	295
7.10 EQUIPO DE MEDIDA-----	295
7.11 DUCTERÍA PVC DB 2X3"-----	296
7.12 CAJAS DE INSPECCIÓN DE M. T. 1,0X1,0X1,0 m -----	297
7.13 CAJAS DE INSPECCIÓN DE M. T. 2,0X2,0X2,0 M -----	298
7.14 RED EN 3#2 XLPE-----	299
7.15 TERMINALES 3M, 15 kV, 3#2 XLPE-----	299
7.16 DERIVACIÓN EN 2T 3M, 15 kV, 3#2 XLPE -----	300
7.17 SUBESTACIÓN #1 TIPO JARDÍN 150 kVA, 13.2/.44 kV -----	301
7.18 SUBESTACIÓN #2 TIPO JARDÍN 1000 kVA, 13.2/.44kV -----	301
7.19 SUBESTACIÓN #3 TIPO JARDÍN 1000 kVA, 13.2/.44 kV -----	302
7.20 SUBESTACIÓN #4 TIPO JARDÍN 800 kVA, 13.2/.44 kV -----	303
7.21 SUBESTACIÓN #5 TIPO JARDÍN 800 kVA, 13.2/.44 kV -----	303
7.22 SISTEMAS DE PUESTA A TIERRA PARA SUBESTACIONES -----	304
7.23 GABINETE DE BAJA TENSIÓN PARA SUBESTACIÓN NUMERO 1 -----	305
7.24 GABINETE DE BAJA TENSIÓN PARA SUBESTACIÓN NUMERO 2 -----	306
7.25 GABINETE DE BAJA TENSIÓN PARA SUBESTACIÓN NUMERO 3 -----	307
7.26 GABINETE DE BAJA TENSIÓN PARA SUBESTACIÓN NUMERO 4 -----	308
7.27 GABINETE DE BAJA TENSIÓN PARA SUBESTACIÓN NUMERO 5 -----	309
7.28 TABLERO DE ACOMETIDAS -----	310
7.29 TABLERO MULTITOMAS-----	311
7.30 PEDESTAL PARA TABLEROS MULTITOMAS-----	312
7.31 PEDESTAL PARA TABLEROS GABINETES DE B. T. -----	313
7.32 INTERRUPTOR TRIPOLAR TABLERO ACOMETIDA 3X40 A -----	314
7.33 INTERRUPTOR TRIPOLAR TABLERO ACOMETIDA 3X60 A -----	315
7.34 INTERRUPTOR TRIPOLAR TABLERO ACOMETIDA 3X175 A -----	315
7.35 INTERRUPTOR TRIPOLAR TABLERO ACOMETIDA 3x300 A -----	316
7.36 INTERRUPTOR TRIPOLAR TABLERO ACOMETIDA 3x400 A -----	317
7.37 INTERRUPTOR TRIPOLAR TABLERO ACOMETIDA 3x500 A -----	318
7.38 INTERRUPTOR TRIPOLAR TABLERO ACOMETIDA 3x700 A -----	318
7.39 TABLERO DE ALUMBRADO (en torres)-----	319
7.40 DUCTERÍA PVC T.P. 1x1"-----	320
7.41 DUCTERÍA PVC EB 1x2"-----	320
7.42 DUCTERÍA PVC T.P. 2x2"-----	321
7.43 DUCTERÍA PVC T.P. 1x3"-----	322
7.44 DUCTERÍA PVC T.P. 2x3"-----	323
7.45 DUCTERÍA PVC T.P. 3x3"-----	323

7.46	DUCTERÍA PVC T.P. 4x3" -----	324
7.47	DUCTERÍA H.G. de 1/2" -----	325
7.48	DUCTERÍA H.G. de 1" -----	325
7.49	DUCTERÍA H.G. de 2" -----	326
7.50	DUCTERÍA H.G. de 3" -----	327
7.51	CAJAS DE INSPECCIÓN DE B. T. 0,6x0,6x0,6 m -----	328
7.52	ALIMENTACIÓN TRIFÁSICA TRIFILAR EN #10 -----	328
7.53	ALIMENTACIÓN TRIFÁSICA TRIFILAR EN #8 -----	329
7.54	ALIMENTACIÓN TRIFÁSICA TETRAFILAR EN #8 -----	330
7.55	ALIMENTACIÓN TRIFÁSICA TETRAFILAR EN #6 -----	331
7.56	ALIMENTACIÓN TRIFÁSICA TETRAFILAR EN #4 -----	332
7.57	ALIMENTACIÓN TRIFÁSICA TETRAFILAR EN #2 -----	333
7.58	ALIMENTACIÓN TRIFÁSICA TETRAFILAR EN 3#1/0 -----	334
7.59	ALIMENTACIÓN TRIFÁSICA TETRAFILAR EN #1/0 -----	335
7.60	ALIMENTACIÓN TRIFÁSICA TETRAFILAR EN 2 #2/0 -----	336
7.61	ALIMENTACIÓN TRIFÁSICA TETRAFILAR EN 4#1/0 -----	336
7.62	ELECTRODO HORIZONTAL EN CABLE DE COBRE DESNUDO #4 EN CEMENTO CONDUCTIVO ELECTRO-PAT -----	337
7.63	POZOS VERTICALES INDUSTRIALES TIPO ELECTRO-PAT -----	338
7.64	SOLDADURA CADWELD -----	339
7.65	BARRAJES DE PUESTA A TIERRA -----	340
7.66	MÁSTIL DE FIBRA DE VIDRIO DE 24 METROS -----	341
7.67	CANASTA EN ESTRUCTURA METÁLICA PARA REFLECTORES -----	341
7.68	DESMONTAJE, MANTENIMIENTO, MONTAJE Y ALINEACIÓN DE REFLECTORES EXISTENTES -----	342
7.69	SUMINISTRO Y MONTAJE DE REFLECTORES METAL HALIDE DE 400W, 220 V. -----	343
7.70	ASTA METÁLICA PARA PARARRAYOS -----	344
7.71	PARARRAYOS DE CUATRO PUNTAS -----	344
7.72	BAJANTE PARA PARARRAYOS EN Cu DESNUDO #2 -----	345
7.73	BARRAJE PARA PARARRAYOS -----	346
7.74	SALIDA PARA LUZ DE VAPOR DE SODIO, 150 W, 220 V -----	346
7.75	SALIDA PARA TOMACORRIENTE DOBLE CON POLO A TIERRA -----	347
7.76	ACOMETIDA A TABLERO DE AUTOMÁTICOS -----	348
7.77	TABLEROS TRIFÁSICOS DE 12 CIRCUITOS -----	348
7.78	LUMINARIA AXIAL ABIERTA SODIO, 150 W, 220 V. -----	349
	SECCION OCTAVA -----	350
	ESPECIFICACIONES PARTE MECANICA -----	350
	GLOSARIO -----	350
	INTRODUCCION -----	353
8.1	ALCANCE DE LOS TRABAJOS Y CONDICIONES GENERALES -----	354
8.1.1	ALCANCE DE LOS TRABAJOS -----	354
8.1.2	CONDICIONES GENERALES -----	355
8.1.3	OTRAS CONDICIONES -----	362
8.1.4	VERIFICACION CON OTRAS CONDICIONES Y ESPECIFICACIONES -----	363
8.1.5	FORMA DE DIRIMIR DUDAS, INCONGRUENCIAS O DIVERGENCIAS -----	363
8.2	NORMAS APLICABLES -----	364
8.2.1	FORMA DE DIRIMIR DIVERGENCIAS EN APLICAR NORMAS TECNICAS -----	367

8.3	ESPECIFICACIONES GENERALES PARA EQUIPOS E INSTALACIONES	367
8.3.1	PLANOS	367
8.3.2	MATERIALES A USAR EN LA EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS	370
8.3.3	MANO DE OBRA PARA LA EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS	370
8.3.4	EQUIPOS PARA LA EJECUCION DE LOS TRABAJOS	371
8.3.5	TRANSPORTE A OBRA DE MATERIALES Y EQUIPOS	371
8.3.6	TRANSPORTE A OBRA DEL PERSONAL	371
8.3.7	CAMPAMENTO DE OBRA Y VIGILANCIA	371
8.3.8	LIMPIEZA DE OBRAS Y EQUIPOS	371
8.3.9	LIMPIEZA FINAL DEL SITIO DE TRABAJO Y EVACUACION DE ESCOMBROS	372
8.3.10	ACABADO DE LAS OBRAS	372
8.3.11	FACTORES DE SEGURIDAD Y DE SERVICIO	372
8.3.12	NIVEL SEGURO Y CONTROL DE RUIDO	374
8.4	ESPECIFICACIONES GENERALES PARA EQUIPOS	378
8.4.1	CAUDALES DE DISEÑO	378
8.4.2	PARÁMETROS DE INFLUENTE Y EFLUENTE	379
8.4.3	ETAPAS DEL TRATAMIENTO Y DIAGRAMA DE BLOQUES DE PROCESOS	380
8.4.4	ACABADOS PARA EQUIPOS E INSTALACIONES DE SERVICIO	382
8.4.6	ANCLAJE DE EQUIPOS	383
8.4.7	IDENTIFICACION DE EQUIPOS	383
8.4.8	PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO Y RENDIMIENTO DE EQUIPOS	383
8.4.9	INSTRUCCIONES O ENTRENAMIENTO EN OPERACION Y MANTENIMIENTO	384
8.4.10	MANUAL DE OPERACION Y MANTENIMIENTO	385
8.4.11	COMPUERTAS DE CORTE PARA CANALES DE EFLUENTES	385
8.4.12	TAPA PARA REACTOR Y CANALES DE EFLUENTES	386
8.4.13	GANCHOS Y TORNILLERIA PARA SELLO HIDRAULICO DE TAPAS	387
8.4.14	REJILLA TIPO PEATONAL PARA PASARELAS Y POZOS DE BOMBEO	387
8.5	ESPECIFICACIONES GENERALES PARA INSTALACIONES	387
8.5.1	TUBERIA PARA INSTALACIONES DE SERVICIO	387
8.5.2	SOPORTERIA PARA TUBERIA DE INSTALACIONES DE SERVICIO	390
8.5.3	ANCLAJE DE TUBERIA DE INSTALACIONES DE SERVICIO	393
8.5.4	PRUEBA HIDROSTATICA DE TUBERIA DE INSTALACIONES DE SERVICIO	393
8.5.5	IDENTIFICACION DE TUBERIA DE INSTALACIONES DE SERVICIO	393
8.5.6	ACOMETIDAS ELECTRICAS PARCIALES	394
8.5.7	TABLERO ELECTRICO PARCIAL (TP) DE ACOMETIDAS ELECTRICAS	394
8.5.8	TABLERO DE FUERZA Y CONTROL (TFC) DE UNIDADES Y EQUIPOS	394
8.5.9	CANALIZACION Y CONDUCTORES DE ACOMETIDAS TP – TFC	395
8.5.10	CANALIZACION Y CONDUCTORES DE ACOMETIDAS TFC – EQUIPO	395
8.5.11	SOPORTERIA PARA ACOMETIDAS TP - TFC y TFC – EQUIPO	396
8.5.12	ANCLAJE DE TFC DE CADA EQUIPO	396
8.5.13	PRUEBA DE ACOMETIDAS Y TABLEROS ELECTRICOS	396
8.6	ESPECIFICACIONES PARTICULARES PARA EQUIPOS E INSTALACIONES	397
8.6.1	CRIBADO	397
8.6.2	DESARENADO	405
8.6.3	REACTOR ANAEROBICO UASB	414
8.6.4	TANQUE AERADOR	422
8.6.5.	UNIDAD 5. DECANTACIÓN Y TRANSPORTE DE LODOS	432
8.6.6.	UNIDAD DE PROCESO DE LODOS	451
8.6.7	CONTROL DE OLORES	509
8.6.5	APROVECHAMIENTO DEL BIOGAS	516

8.6.6	COMPRESION DE AIRE -----	520
8.6.7	UNIDAD SUPERVISORA DE OPERACION DE LA PTAR -----	527
8.6.8	MANEJO DE AGUA DE PROCESO-----	527
	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS -----	529

SECCIÓN PRIMERA

1 TRABAJOS PRELIMINARES

1.00 CAMPAMENTOS Y ENCERRAMIENTO

1.00.01 CAMPAMENTOS

1.00.01.01 GENERALIDADES

El Contratista construirá el campamento de acuerdo con las especificaciones que se dan a continuación:

a. Localización

El Contratista proveerá, mantendrá y manejará por medio de una dirección competente, los campamentos y servicios que sean necesarios para el alojamiento, la alimentación y la comodidad de su personal. La localización, construcción, manejo y mantenimiento de estos campamentos y servicios se someterán a la aprobación del Interventor. El Contratista deberá disponer en el campamento un área mínima de 7 m² para uso exclusivo de la Interventoría.

LA CORPORACION permitirá que el Contratista use para tales fines cualquier terreno disponible en las vecindades de la obra y que sea de su propiedad, exceptuando las áreas que se hayan reservado para la utilización de la misma **CORPORACION** o de otros contratistas de **LA CORPORACION** y siempre que dicho uso no interfiera con alguna sección de la obra o con las obras de la propia **CORPORACION**. Si el Contratista usa terrenos de propiedad privada para campamentos u otras construcciones, serán de cuenta de éste todas las negociaciones necesarias con el propietario, así como el pago de arrendamientos y otros gastos que ello implique.

Por lo menos veinte (20) días antes de la fecha en que el Contratista desee empezar a trabajar en cualquier aspecto de los campamentos y servicios, deberá presentar planos y especificaciones suficientemente detalladas para que sea posible determinar la conveniencia de las construcciones y su conformidad con estas especificaciones.

El Contratista se someterá a todas las leyes y normas legales que haya sobre construcción, mantenimiento y funcionamiento de tales campamentos y será responsable por cualquier perjuicio o reclamo que provenga de servicios inadecuados o impropios de ellos. **LA CORPORACION** no asume responsabilidad alguna por daños o por interferencias en los campamentos del Contratista debido al desarrollo del Contrato o a cualquier otra causa.

b. Edificaciones

No se exigen tipos costosos o permanentes de construcción, pero todos los edificios construidos en los campamentos deberán ser de construcción resistente y deberán tener un aspecto razonablemente atractivo. El Contratista deberá someter a la aprobación del Interventor los planos de construcción de los mismos y no podrá iniciar su construcción sin haber recibido previamente la autorización del Interventor.

c. Abastecimiento de agua y protección contra incendios

Los campamentos del Contratista estarán provistos de abastecimiento de agua para uso doméstico y para defensa contra incendio. El Contratista suministrará todas las tuberías, accesorios, hidrantes, tanques y todos los otros materiales e implementos necesarios para construir, operar y mantener servicios de agua completos.

Todas las tuberías que crucen o vayan por lugares sujetos a tráfico se enterrarán a una profundidad mínima de 60 cm, para impedir que los vehículos las averíen. El Contratista deberá proveer un número suficiente de extintores para incendio, localizados estratégicamente sobre toda el área y especialmente en los sitios en donde sea mayor la posibilidad de incendio.

El número, tipo y localización de los extintores de incendio deberá someterse a la aprobación del Interventor. El Contratista deberá proveer suficiente agua potable tanto en los campamentos como en el sitio mismo de la obra.

d. Reglamento de los campamentos

El Contratista será responsable del mantenimiento, de la sanidad y del orden en sus campamentos y en la obra, y con tal fin empleará policías, vigilantes y otras personas según sea necesario. Las personas no autorizadas no serán admitidas ni en los campamentos, ni en las obras. Las normas de policía se someterán a la aprobación de las autoridades competentes. El Contratista deberá mantener permanentemente servicios de primeros auxilios para el personal, con las drogas e implementos necesarios para atender los posibles accidentes que se presenten en este tipo de obra.

Este servicio de primeros auxilios deberá estar supervisado por un empleado con buena práctica en enfermería quien será responsable por el cumplimiento de las normas de sanidad en los campamentos y trabajos del Contratista y por el mantenimiento correcto de los equipos, implementos y drogas necesarios para atender los casos de accidentes.

1.00.01.02 MEDIDA

La totalidad de las edificaciones y servicios que realice el Contratista con el objeto de suministrar alojamiento, alimentación y comodidad para el personal y/o equipo a utilizar en la obra, serán medidos en forma global.

1.00.01.03 PAGO

El pago por el suministro de todos los materiales, herramientas, equipos y mano de obra, requeridos para la construcción del campamento se hará según la suma global consignada en el formulario de precios del Contrato para el ítem CAMPAMENTOS. El Contratista no tendrá derecho a ninguna modificación en el precio global estipulado por razón de modificaciones requeridas en sus instalaciones durante el transcurso del trabajo, mejoras o instalaciones adicionales.

El valor total que el Contratista recibirá por los trabajos comprendidos en la movilización, montaje del equipo para la construcción e instalaciones para el campamento, lo pagará LA CORPORACION a la terminación o ejecución de la instalación y actividades relacionadas.

En el evento que en el formulario de precios unitarios y cantidades de obra no se contemple el ítem CAMPAMENTOS, su valor no se pagará y su costo deberá incluirse dentro de los costos administrativos o los indirectos de los restantes ítems que conforman el proyecto.

1.00.02 ENCERRAMIENTO

1.00.02.01 GENERALIDADES

El Contratista construirá el encerramiento de acuerdo con las especificaciones que se dan a continuación y las consignadas en los planos.

a. Características

El encerramiento debe alcanzar una altura de 2.00 metros y construirse en hojas nuevas de zinc con soportes que garanticen su estabilidad.

Por lo menos veinte (20) días antes de la fecha en que el Contratista desee empezar a trabajar en cualquier aspecto del encerramiento, deberá presentar planos y especificaciones suficientemente detalladas para que sea posible determinar la conveniencia de su construcción y su conformidad con estas especificaciones.

b. Localización

Cuando se indique, el área de encerramiento será la localización de la obra incluyendo su área de operación y área de fabricación para el caso de obras prefabricadas en predios de LA CORPORACION, o la mostrada expresamente en los planos.

1.00.02.02 MEDIDA

El encerramiento que sea requerido será medido por metro lineal con aproximación a un decimal.

1.00.02.03 PAGO

El pago por el suministro de todos los materiales, herramientas, equipos y mano de obra; por todos los costos directos e indirectos; y por todos los demás costos requeridos para la construcción del encerramiento se hará según el precio unitario consignado por el Contratista en el formulario de precios del Contrato para el ítem ENCERRAMIENTO.

1.01 CAMINO DE ACCESO Y CAMINO DE CONSTRUCCION

1.01.01 DEFINICIONES

Camino de acceso es la vía carreteable que comunica la vía pública más próxima con la zona escogida para almacenar materiales y construir el campamento principal de la obra.

Caminos de construcción son todos los carreteables que requiera el Contratista para llegar, desde el camino de acceso o desde el campamento, a los diferentes frentes de trabajo de la obra.

1.01.02 ALCANCE DE LOS TRABAJOS

La presente norma incluye todos aquellos trabajos que sean necesarios para la correcta construcción y conservación de los caminos de acceso y de construcción.

1.01.03 NORMAS DE CONSTRUCCION

El camino de acceso se construirá de acuerdo con los planos de trazado que presente el Contratista, previamente aprobados por el Interventor, dentro del plazo estipulado para la entrega del programa de trabajo. Dichos planos deben contener el trazado del camino, su localización con respecto a la obra y las especificaciones generales de acuerdo con las necesidades del Contratista para dar paso a sus equipos, tales como: curvas mínimas, ancho de la vía, afirmados, pendientes máximas, obras de arte, etc.

Los caminos de construcción deben estar localizados y construidos con las especificaciones mínimas necesarias para permitir el fácil acceso a los diferentes frentes de trabajo de la obra.

El Contratista debe mantener en perfecto estado de funcionamiento los caminos de acceso y de construcción durante el plazo total de ejecución de las obras, y el Interventor podrá exigirle, en cualquier momento, la ejecución de los trabajos necesarios para el correcto cumplimiento de esta disposición.

El Contratista tiene la obligación de colocar, en los sitios apropiados, las señales necesarias tanto para indicar los accesos a los diferentes frentes de trabajo, como para

la prevención de accidentes por movimiento de equipos. Dichas señales deben ser claras y durables. El personal de la Interventoría y todas aquellas personas que autorice el Interventor, podrán transitar libremente por todos los caminos de acceso y de construcción.

1.01.04 MEDIDA

El camino de acceso se medirá en forma global, en concordancia con estas especificaciones.

1.01.05 PAGO

El camino de acceso se pagará de acuerdo con el precio global consignado en el formulario de precios para el ítem correspondiente. Dicho precio global, que será la única remuneración que reciba el Contratista, deberá incluir los costos necesarios para suministrar toda la planta, mano de obra, equipos y materiales para la completa ejecución de los desmontes, descapotes, excavaciones, terraplenes, afirmados, drenajes, obras de arte, la correcta disposición de los materiales de desperdicio producto de las excavaciones, etc., y la adecuada conservación del camino durante el plazo de ejecución de las obras.

Los caminos de construcción no se medirán ni se pagarán por separado al Contratista pues los costos de ejecución de los trabajos correspondientes deberán incluirse en los precios unitarios de las demás partes de la obra.

En el evento que en el formulario de precios unitarios no se contemple el ítem camino de acceso, éste no se pagará y su costo deberá ser incluido dentro de los costos administrativos indirectos de los restantes ítems que conforman el proyecto.

1.02 REPLANTEO, CONTROL Y MEDICION DE LA OBRA

1.02.01 TRABAJOS POR EJECUTAR

Consiste en la localización, nivelación, control y medición de las obras por ejecutar, realizadas por medio de una comisión de topografía, siguiendo las referencias del proyecto y con la previa aprobación del Interventor, de tal manera que ocupen la posición indicada con relación a las edificaciones existentes y a los accidentes topográficos.

Se entiende por comisión de topografía aquel grupo humano que con el apoyo del equipo topográfico convencional de precisión, esté en capacidad técnica de realizar las labores de que trata esta especificación.

El Contratista deberá evaluar el costo del personal, materiales y equipos solicitados en los formatos de Análisis de Precios Unitarios que hacen parte de los Pliegos de Condiciones, teniendo en cuenta que el replanteo, control y medición de la obra se hará durante todo el plazo del Contrato y que la utilización de la comisión de topografía podrá ser exigida por la Interventoría en cualquier momento.

La aprobación por parte del Interventor a los trabajos topográficos no releva al Contratista de su responsabilidad al cometer errores de localización o nivelación en uno o varios tramos de la obra.

La localización del proyecto se apoyará en los sistemas altimétricos y planimétricos suministrados por la Interventoría.

El error de cierre en centímetros para la nivelación no debe ser superior a la raíz cuadrada de la longitud de la línea de nivel, expresando dicha longitud en kilómetros.

1.02.02 MEDIDA

La medida de los trabajos ejecutados bajo el alcance atrás anotado se hará en forma global.

1.02.03 PAGO

El replanteo, control y medición de la obra se pagará al Contratista, al precio global consignado en el formulario de precios para el ítem correspondiente, de una manera proporcional al valor de la obra ejecutada en el mes con respecto al valor del Contrato. Dicho precio global deberá incluir la mano de obra, los materiales, los equipos, y los costos directos e indirectos requeridos para la correcta ejecución de las actividades, durante todo el plazo del Contrato.

1.03 DESCAPOTE

1.03.01 GENERALIDADES

El trabajo a que se refiere esta especificación, consistirá en la ejecución de todas las operaciones relativas al descapote de las áreas que se indican en los planos y/o que ordene el Interventor, así como en la disposición de los materiales resultantes de dichas operaciones.

Se entiende por descapote, la remoción de la capa superficial del terreno natural, (incluyendo hierbas y árboles), en un espesor suficiente para eliminar tierra vegetal, turba, cieno, material orgánico y demás materiales indeseables depositados en el suelo.

1.03.02 TRABAJOS POR EJECUTAR

En el descapote efectuado en bancos de préstamo, se deberá remover la capa superficial cuyo material no sea aprovechable para la construcción. En el efectuado en las áreas de construcción, se removerá la capa superficial que no sirva para la cimentación, o que sea inconveniente como superficie de contacto con agua en movimiento.

La operación de descapote no se limitará a la sola remoción de las capas superficiales, sino que incluirá la extracción de todas aquellas cepas y raíces que, en concepto del Interventor, sean inconvenientes para el trabajo.

1.03.03 CONSTRUCCION

El trabajo anterior se hará de tal manera que se retiren las capas de terreno natural enunciadas anteriormente hasta una profundidad límite de 0.50 m, medidos desde la superficie natural del terreno. La remoción de capas de terreno situado a una profundidad mayor de 0.50 m, será considerada como excavación de acuerdo a lo prescrito en la especificación **EXCAVACIONES**.

Deberán extraerse las raíces y salientes de más de 0.50 m de diámetro dentro de las áreas de fundaciones para estructuras y de más de 0.10 m de diámetro dentro de las áreas para construcción de terraplenes, bermas, taludes, etc.

1.03.04 DISPOSICION DE LOS MATERIALES

Inmediatamente después de efectuar el descapote, los materiales que no se fueren a utilizar deberán transportarse hasta las zonas o áreas de desperdicio indicadas en los planos o las aprobadas previamente por el Interventor, donde no interfieran los trabajos de construcción ni ocasionen perjuicios a terceros.

Allí se dispondrán en capas aproximadamente horizontales, con un espesor no mayor de 0.50 m por capa. La distancia de acarreo libre para la disposición de estos materiales se determinará como indica la especificación **ACARREOS**.

Los materiales provenientes del descapote que vayan a ser utilizados deberán disponerse en pilas longitudinales, en sitios lo más próximos posibles a la localización de las obras donde se vayan a incorporar posteriormente. Estos sitios serán determinados por el Interventor.

Las cepas, raíces y demás elementos combustibles, deberán ser acumulados por separado y dispuestos en sitios adecuados, previamente aprobados por el Interventor, para su incineración.

1.03.05 MEDIDA

La operación de descapote se medirá basándose en levantamientos topográficos del terreno, hechos antes de comenzar dicha operación y después de terminada. La unidad de medida será el metro cuadrado con aproximación a la unidad. En el evento de que el material producto del descapote deba ser retirado a distancias mayores que las fijadas para el acarreo libre, la distancia de sobreacarreo se medirá en la forma que se indica en la especificación de ACARREOS tomando como unidad de volumen el metro cúbico de descapote medido en el sitio de procedencia.

1.03.06 PAGO

El descapote de las áreas descritas, medidas según el numeral anterior, se pagará al Contratista al precio unitario fijado en el formulario de precios del Contrato, para el ítem correspondiente.

El movimiento del material producto del descapote a sitios fuera de la zona que cubre el acarreo libre determinado, le será pagado al Contratista de acuerdo con la especificación ACARREOS.

1.04 ROTURA DE PAVIMENTOS

1.04.01 GENERALIDADES

Los trabajos incluidos en esta especificación consisten en la realización de todas las operaciones para efectuar la rotura de pavimentos, asfálticos o de concreto, en aquellas calles pavimentadas en donde es necesario efectuar excavaciones para la construcción de colectores y de estructuras para el alcantarillado, de acuerdo con los alineamientos consignados en los planos, o los ordenados por el Interventor.

1.04.02 TRABAJOS POR EJECUTAR

La rotura de los pavimentos deberá hacerse por medios mecánicos que no causen destrozos al resto de la calle, los cuales deben ser sometidos a la aprobación del Interventor antes de ser utilizados. El ancho de la zona por romper no podrá ser mayor del ancho máximo fijado en los planos para las excavaciones de acuerdo con el tamaño de los tubos, o el ancho que fije previamente el Interventor. Si el Contratista excede estos anchos especificados, el exceso de rotura, disposición, excavación, los rellenos y reparaciones correrán por su cuenta.

El espesor que se indique, tanto para la rotura de pavimento flexible como para pavimento rígido, se refiere al espesor de la carpeta de rodadura y hormigón asfáltico, entendiéndose ésta como el material asfáltico y la losa de concreto para cada uno, respectivamente.

Los materiales de desperdicio, provenientes de estos trabajos, deberán ser dispuestos en las zonas de botadero aprobadas por el Interventor, paralelamente al avance de dichos trabajos. Si el Contratista no cumple con esta especificación, el Interventor puede ordenar la remoción de estos materiales de desperdicio y los costos que esto implique correrán por cuenta del Contratista.

1.04.03 MEDIDA

La rotura de pavimentos se medirá siguiendo el eje especificado en los planos y en un ancho igual al especificado en los mismos para la excavación de las zanjas, o el ordenado por el Interventor, tomando como unidad de medida el metro cuadrado con aproximación a un decimal. La disposición de los materiales de desperdicio, más allá de la distancia de acarreo libre, se medirá de acuerdo con la especificación correspondiente a ACARREOS.

1.04.04 PAGO

La rotura de pavimentos se pagará al Contratista de acuerdo con la medición efectuada según el numeral anterior y de acuerdo con el precio unitario consignado en el formulario de precios para cada espesor de pavimento especificado en el formulario de cantidades de obra y precios, así:

ITEM	CONCEPTO	UNIDAD DE MEDIDA
1.04	Rotura de pavimentos	
1	Asfáltico	
a	Espesor menor o igual a 0.05 m	m2
b	Espesor entre 0.06 m y 0.10 m	m2
2	De concreto rígido	
a	Espesor menor o igual a 0.15 m	m2
b	Espesor entre 0.16 m y 0.25 m	m2
c	Espesor mayor de 0.25 m	m2

La disposición de los materiales de desperdicio se pagará de acuerdo con las mediciones especificadas para ACARREOS y de acuerdo con los precios unitarios consignados en el formulario de precios para el ítem correspondiente a ACARREOS. El precio unitario de rotura de pavimentos debe incluir toda la planta, equipo y mano de obra que sean necesarios para realizar estos trabajos a satisfacción del Interventor y debe incluir además el acarreo libre de los materiales de desperdicio.

1.05 CERCAS

1.05.01 GENERALIDADES

La presente especificación se refiere a la construcción de las cercas de postes de concreto u horcones de madera y líneas de alambre de púas y sus puertas, que se indiquen en el proyecto y/u ordene el Interventor, las cuales se colocarán con carácter permanente o temporal, para impedir el acceso directo al área de cerramiento. El Contratista deberá suministrar toda la mano de obra, equipo y materiales necesarios para la ejecución de este trabajo.

1.05.02 MATERIALES

a. Cercas con postes de concreto

Se utilizarán postes prefabricados de concreto de $f'c= 2500$ psi, con sección no menor de 10 X 10 cm y con las longitudes, refuerzos y demás características que se indiquen en los planos, o las ordenadas por el Interventor.

b. Cercas con horcones de madera

Se utilizarán horcones de zapan, cococuna, cococrystal u otra madera similar. La longitud del horcón será de 2.20 metros, de los cuales, 0.50 metros irán enterrados y debidamente inmunizados. Los 1.70 metros restantes deberán pintarse con vinilo en colores verde y blanco, según la indicación de la Interventoría. El diámetro promedio de los horcones será de 0.20 metros.

El alambre de púas será galvanizado calibre 12, con no menos de 10 púas por metro, para los dos tipos de cercas.

c. Cercas temporales

Se utilizarán horcones de zapan, cococuna, cococrystal u otra madera similar. La longitud del horcón será de 1.70 metros, de los cuales, 0.40 metros irán enterrados. El diámetro promedio de los horcones será de 0.12 metros.

El alambre de púas será galvanizado calibre 14, con no menos de 10 púas por metro.

1.05.03 CONSTRUCCION

a. Cercas con postes de concreto

Las cercas se construirán de 10 hilos de alambre de púas, siguiendo los ejes indicados en los planos o los señalados por el Interventor.

Los alambres de púas pasarán por los orificios de los postes y, en los casos en que la Interventoría lo considere necesario, se fijarán a los postes con alambre liso.

Los postes se colocarán a una distancia de 2.50 metros entre ellos y se empotrarán en concreto de $f'c= 2000$ psi en la forma indicada en los planos. Los postes colocados en

las esquinas, o al final de una cerca, deberán ser debidamente apuntalados y afianzados.

b. Cercas con horcones de madera

Las cercas se construirán de 6 hilos de alambre de púas, siguiendo los ejes indicados en los planos o los señalados por el Interventor. Los alambres de púas se fijarán a los horcones por medio de grapas galvanizadas.

Los horcones se colocarán a una distancia de 2.50 metros entre ellos y se enterrarán 0.50 metros. Cada 10 metros, en las esquinas y al final de una cerca, los horcones deben ser debidamente apuntalados y afianzados, utilizando piedeamigos de las mismas características de los horcones.

En los sitios en que se considere conveniente, de acuerdo con el criterio del Interventor, se dejarán los accesos indicados en los planos.

c. Cercas temporales

Las cercas se construirán de 4 hilos de alambre de púas, siguiendo las indicaciones del Interventor. Los alambres de púas se fijarán a los horcones por medio de grapas galvanizadas.

Los horcones se colocarán a una distancia de 3.00 metros entre ellos y se enterrarán 0.40 metros. Cada 10 metros, en las esquinas y al final de una cerca, los horcones deben ser debidamente apuntalados y afianzados, utilizando piedeamigos de las mismas características de los horcones.

En los sitios en que se considere conveniente, de acuerdo con el criterio del Interventor, se dejarán los accesos que sean requeridos.

Una vez finalizadas las obras y desmontadas las cercas temporales a que hubo lugar, los materiales utilizados en su construcción deberán ser entregados a LA CORPORACION.

1.05.04 MEDIDA

La medición de las cercas y sus puertas, para efectos de pago, se hará a lo largo de éstas tomado como unidad el metro lineal aproximado a un decimal.

1.05.05 PAGO

Las cercas y sus puertas le serán pagadas al Contratista al precio unitario estipulado en el formulario de precios del Contrato para los siguientes conceptos de trabajo:

1. Cercas con postes de concreto

2. Cercas con horcones de madera
3. Cercas temporales

El precio unitario debe incluir los costos de toda la planta, mano de obra, equipos, materiales, excavaciones, cimentación de los postes, fijación de los alambres y apuntalamiento de postes extremos o de los horcones intermedios y extremos, y demás trabajos relacionados con su construcción; la administración, imprevistos y utilidad del Contratista, y todos los demás costos necesarios para entregar construidas las cercas de acuerdo a estas especificaciones y a satisfacción del Interventor.

1.06 VALLAS Y SEÑALES ESPECIALES

1.06.01 GENERALIDADES

La presente especificación se refiere a la construcción de las vallas, señales luminosas, barandas para peatones y pontones con baranda para el paso de los peatones, los cuales se colocarán en los sitios y en la cantidad que ordene y apruebe el Interventor.

El Contratista deberá suministrar toda la mano de obra, equipo y materiales necesarios para colocar y mantener en perfecto estado, durante todo el período de construcción de la obra, las vallas y señales especiales a que se refiere esta especificación.

1.06.02 MATERIALES

Las vallas se construirán en lámina galvanizada nueva, sobre un marco de madera o estructura metálica, según el tamaño de la misma, con las dimensiones, forma, colores y letreros claramente indicados en los planos.

Las barandas serán en madera de buena calidad con las dimensiones y demás características que se indiquen en los planos. Los pontones para el paso de peatones serán en madera de buena calidad con las dimensiones y demás características que se indiquen en los planos.

Las señales luminosas serán con bombillas de 150 vatios, protegidas con malla especial para impedir que las rompan. De todas maneras, el Contratista será el único responsable de mantener y cambiar oportunamente todas las bombillas que hayan sido sustraídas o destruidas por terceras personas, sin que este cambio implique pago adicional por parte de **LA CORPORACION**.

1.06.03 MEDIDA

La medición de las vallas se hará por unidad, para cada tipo de valla indicada en los planos.

Las barandas se medirán tomando como unidad el metro lineal aproximado a un decimal, para cada tipo de baranda indicado en los planos.

La medición de los pontones para peatones, se hará tomando como unidad el metro lineal aproximado a un decimal.

Las señales luminosas se medirán por unidad de bombilla instalada teniendo en cuenta que éstas deberán estar encendidas de las 6 p.m. a las 6 a.m. durante todo el tiempo del Contrato.

1.06.04 PAGO

Las vallas, barandas, pontones y señales luminosas le serán pagadas al Contratista al precio unitario estipulado en el formulario de precios del Contrato para el ítem correspondiente.

Todas las vallas, barandas, pontones y demás señales serán de propiedad de **LA CORPORACION**, la cual podrá hacer uso de ellas cuando juzgue conveniente.

1.06.05 VALLAS ALQUILADAS

Cuando se especifique, las vallas tipo 1 deberán ser alquiladas por el Contratista, y el precio unitario del alquiler será el incluido por el Contratista en el formulario de precios del Contrato para el ítem correspondiente.

En el precio unitario el Contratista deberá incluir todos los costos de transporte, pintura, montaje, desmontaje, mano de obra, costos directos e indirectos y todos aquellos que se requieran para cumplir a satisfacción con el alcance de esta Especificación.

1.07 DESMONTE Y LIMPIEZA

1.07.01 GENERALIDADES

Este trabajo comprende el suministro de toda la mano de obra, equipo y materiales necesarios para ejecutar las operaciones de desmontar y limpiar las áreas que lo requieran, removiendo y disponiendo, como se especifica más adelante, todos aquellos objetos que por su naturaleza impidan o sean inconvenientes, a juicio del Interventor, para el desarrollo normal de las labores de construcción. Se excluirán de las operaciones de desmonte y limpieza aquellos objetos y/o construcciones para los cuales se especifique claramente en el formulario de cantidades de obra y precios unitarios, que su remoción se hará y pagará de acuerdo con el ítem 5.01 DEMOLICIONES. En este último caso, el Contratista deberá regirse por las especificaciones dadas para esa clase de trabajos.

1.07.02 TRABAJOS POR EJECUTAR

Las áreas de construcción y las áreas de los bancos de préstamo que se indican en los planos, así como otras que a juicio del Interventor lo requieran, se deberán desmontar y limpiar.

El desmonte consistirá en la tala, desarraigo y/o remoción de todos los árboles, arbustos, troncos y cualquiera otra vegetación que haya necesidad de remover para poder efectuar correctamente el descapote y que estorbe la construcción de las obras objeto del Contrato. La limpieza consistirá en el retiro de los materiales, producto del desmonte, así como de los que se encuentren en las áreas desmontadas y que impidan el desarrollo normal de las labores de construcción o pongan en peligro la estabilidad de las obras o el tránsito del personal tanto de Interventoría como del Contratista.

El área en la cual el Contratista ejecutará los trabajos de desmonte será determinada previamente por el Interventor. Se considera también como parte de las operaciones descritas, la demolición de edificaciones menores localizadas dentro de las áreas desmontadas y el retiro y disposición de sus materiales, siempre y cuando estos trabajos no queden excluidos por lo prescrito en el numeral 1.07.01 de esta especificación.

1.07.03 CONSTRUCCION

Las operaciones de desmonte y limpieza podrán ser efectuadas, indistintamente, a mano o mediante el empleo de equipos mecánicos; sin embargo, estas operaciones deberán efectuarse, invariablemente, en forma previa a los trabajos de construcción y con la anticipación necesaria para no entorpecer el normal desarrollo de éstos.

En aquellas áreas donde una vez efectuados el desmonte y la limpieza, el descapote y/o la excavación, se observe que la operación produjo sobreexcavación, será requisito indispensable para la aprobación de la mencionada operación, que el Contratista rellene los huecos hasta la altura de la línea de descapote y/o excavación, de tal manera que la densidad del relleno quede aproximadamente igual a la del terreno natural adyacente.

1.07.04 DISPOSICION DE MATERIALES

Todos los materiales provenientes del desmonte y limpieza de áreas deberán colocarse fuera de ellas; de no ser esto posible, el Contratista los dispondrá en sitios seleccionados por el Interventor, de tal manera que no interfieran los trabajos de construcción que deben ejecutarse posteriormente.

Los árboles, arbustos y demás materiales combustibles que el Interventor estime conveniente, deberán ser amontonados en pilas, en las áreas aprobadas por el Interventor y serán quemados oportunamente, tomando las precauciones necesarias para evitar la propagación del fuego a sus vecindades.

Si durante las operaciones de desmonte y limpieza de áreas, se observa que hay en ellas materiales aprovechables, éstos deberán ser colocados en los sitios que indique el Interventor, y serán de propiedad de LA CORPORACION. El Contratista no podrá utilizar dichos materiales sin la autorización previa del Interventor.

Los daños y perjuicios a propiedad ajena, producidos por operaciones inadecuadas en la ejecución del desmonte y limpieza o por una disposición errada de los materiales, serán de responsabilidad del Contratista.

1.07.05 MEDIDA

El trabajo de desmonte y limpieza descrito anteriormente se medirá sobre el área desmontada y limpiada, tomando como unidad el metro cuadrado con aproximación de un decimal. No se tendrá en cuenta para estas mediciones el desmonte y limpieza que efectúe el Contratista fuera de las áreas que se indiquen en el proyecto o que ordene el Interventor.

1.07.06 PAGO

El desmonte y limpieza medido como se indica en el numeral anterior, se pagará al Contratista al precio unitario estipulado en el ítem correspondiente del formulario de precios del Contrato; por consiguiente, en este precio unitario se deberán incluir todos los gastos que el Contratista haga para ejecutar los trabajos que se describen en esta especificación, incluyendo el costo del acarreo de los materiales producto del desmonte y limpieza a los sitios de disposición y su adecuada disposición.

Si los materiales producto del desmonte y limpieza, no hubieren podido disponerse en forma conveniente de acuerdo con lo prescrito en el numeral 1.07.04 de esta especificación, por razones no imputables al Contratista, se computará para efectos de pago únicamente un avance, que a juicio del Interventor, puede variar entre el 70% y el 90% del desmonte y limpieza efectuados; el porcentaje restante se pagará cuando se hayan dispuesto correctamente los materiales.

Los trabajos que ejecute el Contratista para seleccionar y colocar en sitios adecuados los materiales aprovechables por LA CORPORACION, se le pagarán separadamente por el sistema de COSTO REAL DIRECTO MAS EL 10% o el ítem y 5.25 TRABAJOS POR ADMINISTRACION.

1.08 RETIRO DE BASURAS Y ESCOMBROS

5.1.08.01. GENERALIDADES

Este trabajo comprende el suministro de toda la mano de obra, equipo y materiales necesarios para ejecutar la operación de retiro de basuras y escombros existentes en

el área de construcción antes de la iniciación de los trabajos, que interfieran con la ejecución de las obras, a juicio del Interventor, y/o se especifique su retiro en los planos o en el formulario de cantidades aproximadas de obra y precios del Contrato.

1.08.02. CONSTRUCCION

La operación de retiro de basuras y escombros podrá ser efectuada, indistintamente, a mano o mediante el empleo de equipos mecánicos; sin embargo, esta operación deberá efectuarse, invariablemente, en forma previa a los trabajos de construcción en las áreas afectadas por las basuras y escombros, y con la anticipación necesaria para no entorpecer el normal desarrollo de las obras.

1.08.03. DISPOSICION DE MATERIALES

Todos los materiales provenientes del retiro de basuras y escombros de las áreas de construcción deberán colocarse fuera de ellas; de no ser esto posible, el Contratista los dispondrá en sitios seleccionados por el Interventor, de tal manera que no interfieran los trabajos de construcción que deben ejecutarse posteriormente.

Los materiales combustibles que el Interventor estime conveniente, deberán ser amontonados en pilas, en las áreas aprobadas por el Interventor y serán quemados oportunamente, tomando las precauciones necesarias para evitar la propagación del fuego a sus vecindades.

Si durante las operaciones de retiro de basuras y escombros de las áreas de construcción, se observa que hay en ellas materiales aprovechables, éstos deberán ser colocados en los sitios que indique el Interventor, y serán de propiedad de LA CORPORACION. El Contratista no podrá utilizar dichos materiales sin la autorización previa del Interventor.

Los daños y perjuicios a propiedad ajena, producidos por operaciones inadecuadas en la ejecución del retiro de basuras y escombros o por una disposición errada de los materiales, serán de responsabilidad del Contratista.

1.08.04. MEDIDA

La medida de los trabajos ejecutados bajo el alcance de la presente especificación, se hará en el sitio del botadero de basuras y escombros, utilizando el método de promedio de las áreas extremas entre estaciones de 20 metros, o las que se requieran según la naturaleza de la obra, tomadas antes y después de ejecutados los trabajos, dentro de los alineamientos dados en los planos o los aprobados por el Interventor.

La unidad de medida será el metro cúbico con aproximación a un decimal de basuras y escombros retirados.

1.08.05 PAGO

El retiro de basuras y escombros medido como se indica en el numeral anterior, se pagará al Contratista al precio unitario estipulado en el ítem correspondiente del formulario de precios del Contrato; por consiguiente, en este precio unitario se deberán incluir todos los gastos que el Contratista haga para ejecutar los trabajos que se describen en esta especificación, incluyendo el costo del acarreo de los materiales producto del retiro de basuras y escombros a los sitios de disposición y su adecuada disposición.

Si los materiales producto del retiro de basuras y escombros, no hubieren podido disponerse en forma conveniente de acuerdo con lo prescrito en el numeral 1.08.03 de esta especificación, por razones no imputables al Contratista, se computará para efectos de pago únicamente un avance, que a juicio del Interventor, puede variar entre el 70% y el 90% del retiro de basuras y escombros efectuado; el porcentaje restante se pagará cuando se hayan dispuesto correctamente los materiales.

Los trabajos que ejecute el Contratista para seleccionar y colocar en sitios adecuados los materiales aprovechables **por LA CORPORACION**, se le pagarán separadamente por el sistema de **COSTO REAL DIRECTO MAS EL 10%** o el ítem 5.25 **TRABAJOS POR ADMINISTRACION**.

SECCION SEGUNDA

2 MOVIMIENTO DE TIERRA

2.01 EXPLOSIVOS

2.01.01 GENERALIDADES

a. Almacenamiento y transporte

Los fulminantes, espoletas y detonadores de cualquier clase no deberán ser almacenados o transportados en los mismos sitios o vehículos en que se almacenen o transporten la dinamita y demás explosivos. La localización, diseño y organización de los polvorines, los métodos de transporte de los explosivos y en general, las precauciones que se tomen para prevenir accidentes, estarán sujetos a la aprobación del Interventor, pero esta aprobación no exime al Contratista de su responsabilidad en caso de accidentes.

b. Utilización

En general, no se permite el uso de explosivos dentro del perímetro urbano ni en zonas residenciales, recreacionales, comerciales o industriales.

En el evento en que se requiera el uso de explosivos, éste estará condicionado a la aprobación escrita del Interventor. Sólo se permitirá cuando se hayan tomado las medidas indispensables para proteger a las personas, los semovientes, las obras y las propiedades públicas o privadas. Estas medidas consisten en la instalación de vallas, señales, sirenas, semáforos vivos, todo tipo de sistemas de protección que no permitan que pedruscos o esquirlas, producto de la voladura, sean expelidos fuera de la zanja y en general, toda clase de medidas preventivas que sean necesarias.

La autorización e instrucciones que el Interventor pueda dar al Contratista para el uso de los explosivos, no relevará al Contratista de las responsabilidades consiguientes.

El uso de explosivos no será permitido cuando exista peligro de fracturación excesiva del material circundante, o de aflojar o perturbar, de alguna manera, terrenos vecinos en los cuales vayan a cimentarse estructuras.

No se permitirá el uso de explosivos a distancias menores de 1.50 metros de cualquier tubería, conducto o estructura que intercepte la excavación.

El Contratista estará obligado a reparar a su costa los daños que causen las voladuras y será responsable por todos los daños, siniestros, accidentes y perjuicios de cualquier clase que ocasione el empleo de explosivos.

2.01.02 PAGO

No se hará al Contratista ningún pago por separado por los trabajos relacionados con el uso de explosivos, pues su costo deberá quedar incluido en los precios unitarios del formulario de precios, para los ítems en los cuales el Contratista se proponga utilizarlos.

2.02 CONTROL DE AGUAS DURANTE LA CONSTRUCCION

2.02.01 GENERALIDADES

Esta especificación se refiere al manejo de las aguas de cualquier origen, (residuales, subterráneas, superficiales, etc.), durante la ejecución de los diferentes trabajos especificados en esta sección. **El trabajo comprende el suministro de todos los medios, materiales, mano de obra y equipo necesarios para mantener libres de agua las obras en ejecución.**

2.02.02 TRABAJOS POR EJECUTAR

El Contratista deberá suministrar, instalar y operar toda la maquinaria, la tubería, los aparatos y los equipos necesarios para mantener las excavaciones razonablemente libres de agua durante las construcciones y deberá drenarlas de acuerdo con las instrucciones del Interventor. El Contratista deberá tener disponibles, en todo tiempo, suficientes equipos de bombeo y maquinarias en buenas condiciones de trabajo para todas las contingencias que puedan presentarse y dispondrá también, en todo momento, de operarios y mecánicos competentes para su operación. Además deberá suministrar todos los medios necesarios para llevar agua a las bombas para su cebamiento y operación correctos.

El Contratista deberá ejecutar todas las obras provisionales y trabajos que sean necesarios para desaguar y proteger contra inundaciones las zonas de construcción de las obras, las zonas de préstamo y demás zonas donde la presencia de aguas afecte la calidad o la economía de la construcción o la conservación de las obras.

El Contratista deberá mantener continuamente estas condiciones de trabajo, durante el tiempo que sea necesario a juicio del Interventor. En los bancos de préstamo las mencionadas obras deberán evitar su inundación o encharcamiento, aún después de concluida su explotación.

Las zanjas y todas las excavaciones deben mantenerse totalmente libres de agua durante la colocación de las tuberías, y hasta el momento en que el concreto, o el mortero, o el material para juntas hayan fraguado totalmente.

Siempre que el Contratista lo juzgue necesario, podrá construir subdrenajes para el desagüe de las aguas subterráneas que lleguen a las zanjas o túneles y descargar hacia los sitios que el Interventor le autorice. Tales subdrenajes deben seguir las especificaciones dadas para DRENES en las estructuras.

El Contratista no recibirá pagos adicionales por la instalación de los subdrenajes, a menos que ellos hayan quedado específicamente en los planos de construcción, o hayan sido ordenados por el Interventor como obras permanentes.

El Contratista deberá tener especial cuidado en evitar la rotura de instalaciones, tuberías y conexiones existentes, siempre que ello sea posible, pero cuando la rotura de tuberías resulte inevitable, y cuando la construcción de los nuevos colectores se efectúe en forma suficientemente rápida, para que la reconstrucción definitiva de los colectores rotos pueda hacerse casi inmediatamente, o en un lapso que a juicio del Interventor no vaya a causar condiciones sanitarias inconvenientes, los colectores rotos podrán taponarse, provisionalmente, en su lado de aguas arriba hasta el momento de la reconexión definitiva.

En caso contrario, deberán hacerse conexiones provisionales que conduzcan las aguas hacia la porción de aguas abajo del colector roto, de manera que se restablezca el flujo de aguas en condiciones equivalentes a su forma original. Cuando se trate de la reconstrucción de un colector hacia el cual deban conectar forzosamente otros colectores existentes, el flujo de las aguas se restablecerá mediante tuberías provisionales que vayan a entregar a un sitio adecuado del colector que se está reemplazando, aguas abajo de la construcción. De ninguna manera podrán efectuarse entregas provisionales, y mucho menos permanentes, a cauces que se encuentren saneados.

Solamente en los casos en que resulte imposible hacer otra cosa, el Interventor autorizará por escrito que las aguas negras circulen por dentro del nuevo colector que se está construyendo, pero en ningún caso se permitirá que dichas aguas estén en contacto con los materiales de las juntas de la tubería mientras éstos estén frescos o no hayan fraguado de manera adecuada.

El Contratista debe proveer y mantener suficiente equipo en la obra, para las emergencias previsibles en los trabajos que abarca esta especificación.

Antes de iniciar los trabajos a que se refiere esta especificación, el Contratista deberá someter a la aprobación del Interventor, el plan detallado que piensa poner en marcha, indicando la localización y características de las obras provisionales que llevará a cabo para este propósito, así como el tipo y las capacidades del equipo de bombeo, o sistema de desecación que se propone usar. El Contratista deberá tener aprobado el plan, 10 días antes de la iniciación de cada trabajo específico.

La aprobación por parte del Interventor a dicho plan de trabajo, la forma de pago y la autorización para que ejecute cualquier otro trabajo con el mismo fin, no releva al Contratista de su responsabilidad por el mismo; por consiguiente, deberá tener el cuidado suficiente de ejecutar las obras y trabajos de control del agua durante la construcción, de tal manera que no ocasione daños ni perjuicios a terceros y será el único responsable por los que se produzcan por causas derivadas de estos trabajos.

El Contratista deberá efectuar todos los trabajos necesarios para remover las obras de control de aguas o anular su efecto cuando lo indiquen los planos y/o el Interventor lo ordene; en general, deberá adelantar los trabajos que sean necesarios para que las zonas afectadas por las obras de control queden en el estado más conveniente, de acuerdo con lo ordenado por el Interventor.

2.02.03 PAGO

En general, los gastos que ocasionen los trabajos aquí enumerados, de manera taxativa, no se pagarán al Contratista por separado puesto que **su costo deberá estar incluido dentro de los precios unitarios establecidos en el formulario de precios del Contrato para los ítems en que se requiera el control de aguas.**

Sin embargo, cuando el control de aguas superficiales sea particularmente complejo y requiera de elementos, materiales y trabajos cuyos costos representan un porcentaje importante del valor de la obra, LA CORPORACION reconocerá dichos costos al Contratista a los precios consignados en el formulario de precios del contrato, para el siguiente concepto de trabajo: OBRAS PARA CONTROL DE AGUAS SUPERFICIALES. En este caso, el Contratista presentará el diseño correspondiente a las obras de control de cauce, que a su juicio, considera se requieren para manejar adecuadamente las aguas superficiales.

La aprobación por parte de la Interventoría, de los diseños que presente el Contratista, no exonera a éste de los daños y perjuicios en que se incurra cuando las obras de control de aguas superficiales sean insuficientes para manejar el caudal que se presente durante la ejecución de la obra.

2.03 EXCAVACIONES

2.03.01 OBJETO

Esta especificación comprende las exigencias mínimas para la ejecución tanto de las excavaciones con acarreo libre, como de las excavaciones sin acarreo libre y la construcción de entibados que sean necesarios para la construcción de las obras.

2.03.02 ALCANCE DE LOS TRABAJOS

a. La presente especificación da normas para las siguientes clases de excavación:

a.1. Excavaciones en zanja

a.1.1. Excavaciones en zanja para alcantarillado, con o sin entibados.

a.1.2. Excavaciones en zanja para construcción de filtros de desecación y drenaje, con o sin entibados.

a.1.3. Excavaciones para la cimentación de estructuras, rellenos, etc.

a.2 Excavaciones a tajo abierto

a.2.1. Excavaciones a tajo abierto en cauces

a.2.2. Excavaciones a tajo abierto en taludes

a.2.3. Excavaciones a tajo abierto para estructuras

b. Los siguientes trabajos se considerarán implícitamente incluidos dentro del alcance tanto de las excavaciones con acarreo libre como de las excavaciones sin acarreo libre.

b.1. *Control de aguas durante todo el proceso de construcción de la obra.*

b.2. *Las vallas y señales para seguridad en la zona donde se efectúen los trabajos.*

b.3. Los trabajos correspondientes al uso de explosivos.

b.4. La reparación de conexiones domiciliarias y redes de servicios públicos que se dañen, los trabajos de excavación de zanjas para alcantarillados.

b.6. La adecuada disposición de los materiales.

b.7. Para la excavación sin acarreo libre, quedará incluido el transporte y disposición del material a una distancia máxima de 12.50 m, medidos desde el centro de gravedad del sitio de excavación hasta el centro de gravedad del lugar de utilización, banco de almacenamiento o botadero.

b.8. Para las excavaciones con acarreo libre, quedará incluido además el acarreo libre cargue y transporte dentro de la distancia de acarreo libre), como se indica en la especificación ACARREOS.

c. Los siguientes trabajos quedarán excluidos, tanto para las excavaciones con acarreo libre como para las excavaciones sin acarreo libre.

c.1. Las excavaciones efectuadas en bancos de préstamo de materiales.

c.2. El sobreacarreo del material producto de la excavación, determinado según la especificación ACARREOS.

c.3. Las excavaciones realizadas por fuera de las líneas de proyecto definidas en los planos o por el Interventor, las cuales se considerarán como sobreexcavaciones.

d. Para las excavaciones sin acarreo libre, quedará excluido además el acarreo libre como se define en la especificación ACARREOS.

2.03.03 NORMAS DE CONSTRUCCION

Las siguientes disposiciones mínimas deberán tenerse en cuenta en todo tipo de excavaciones:

1. Las operaciones de excavación se harán respetando en un todo las dimensiones indicadas en los planos u ordenadas por el Interventor.

2. El Interventor, si lo considera del caso, podrá modificar las líneas y taludes de excavación por solicitud del Contratista. Si se aprueba la solicitud del Contratista, el Interventor debe hacerlo por escrito, mediante un acta aceptada por el Subdirector Técnico, en la cual se fijen los nuevos límites de excavación, se indiquen las razones de tal modificación y se califique si la cantidad adicional de excavaciones se considerará como sobreexcavación o como obra adicional.

3. Las excavaciones para cimentaciones deben llevarse hasta obtener un piso de cimentación que satisfaga al Interventor, aunque el nivel así obtenido sea inferior al indicado en los planos.

4. El Contratista debe tomar todas las precauciones necesarias para controlar la estabilidad de los taludes de excavación así como de los terrenos vecinos.

5. **La sobreexcavación será sufragada a su costa por el Contratista**, así como el relleno posterior que sea necesario ejecutar, de acuerdo con las indicaciones del Interventor y los materiales escogidos por éste.

2.03.03.01 EXCAVACIONES EN ZANJA PARA ALCANTARILLADO Y FILTROS

a. Generalidades

Las zanjas deberán excavar a lo largo de los alineamientos y según las secciones y rasantes que se indiquen en los planos o las que autorice por escrito el Interventor.

Las excavaciones de zanjas para alcantarillado no deben llevarse más allá de 50 metros del punto en donde se haya construido el colector, a menos que el Interventor autorice lo contrario por escrito. Las excavaciones de zanjas para filtros no deben llevarse más allá de 10 metros del punto en donde se haya construido la conducción o descole, a menos que en los planos se especifique algo diferente o el Interventor autorice lo contrario por escrito.

Cuando se trate de reposiciones, la longitud permitida de excavación se definirá durante la construcción, de acuerdo con las condiciones que determinen las redes de servicios públicos existentes en la zona, de tal forma que la excavación que se permita no ocasione deterioro por exposiciones prolongadas o las haga susceptibles a daños por accidentes.

b. Excavaciones en túnel

Las excavaciones en túnel se permitirán solamente en los sitios claramente indicados en los planos, o cuando resulte necesario colocar la tubería bajo otras estructuras existentes y de acuerdo con la autorización escrita del Interventor.

Para proceder a realizar esta clase de excavaciones, el Contratista deberá obtener aprobación escrita del Interventor sobre el método propuesto para entibar el túnel y rellenarlo.

Los espacios que queden alrededor de la tubería colocada en el túnel, deben ser suficientes para que el relleno pueda compactarse en forma adecuada a mano, de tal manera que asegure que el material compactado tenga características por lo menos iguales a las del material que lo rodea.

El Contratista será totalmente responsable por la seguridad del entibado del túnel, por cualquier hundimiento del terreno vecino a la excavación, por los daños a las estructuras existentes, por los métodos de excavación y por el control de aguas.

c. Profundidad de excavación

Las excavaciones a máquina deben llevarse hasta una profundidad máxima de 0.20 metros por encima de la cota de excavación final, para permitir la terminación de la zanja a mano hasta el nivel especificado de cimentación.

En el caso de encontrarse roca en el fondo de cimentación, ésta debe excavarse mínimo 0.20 metros por debajo de la superficie de apoyo inferior de las tuberías prefabricadas.

d. Ancho de excavación para zanjas

El ancho de excavación para las zanjas será siempre igual al especificado en los planos para cada diámetro, clase de tubería y tipo de filtro. La tolerancia nunca debe ser mayor de $\pm 5\%$ del ancho especificado en los planos o el que autorice por escrito el Interventor. El exceso determinado de acuerdo con esta especificación será tratado como sobreexcavación.

En el caso de excavaciones de zanjas no previstas en los planos, se adoptará un ancho igual al diámetro exterior de la tubería más 0.40 m, previa autorización del Interventor.

e. Taludes en las zanjas

En general, los taludes de las zanjas serán verticales para tuberías, o los indicados en planos para filtros. Cuando porque se presenten indicios de inestabilidad, o por conveniencias de construcción, sea necesario tender los taludes de las zanjas, se tendrá en cuenta lo siguiente:

Los taludes de las zanjas podrán ser más suaves que el vertical desde 30 cm por encima del extradós superior del tubo hacia arriba, siempre y cuando no se afecte la estabilidad de las edificaciones vecinas, ni se intercepten servicios públicos.

Sin embargo, la zanja deberá ser rigurosamente vertical entre el fondo de cimentación y la altura correspondiente al extradós superior de los tubos, más 30 cm, en todos los casos.

El cambio de los taludes de las zanjas especificados en los planos deberá ser aceptado por escrito por el Interventor, antes de su ejecución, mediante un acta aprobada por el Subdirector Técnico, en la cual se fijen los nuevos taludes de las zanjas y se califique si la modificación es por conveniencia del Contratista (sobreexcavación) o por inestabilidad del terreno (obra adicional).

f. Estabilidad-Entibados-Protección de zanjas

Cuando el Contratista considere indispensable entibar una excavación para preservar la estabilidad de las áreas vecinas a la zanja, o para prevenir accidentes de sus propios trabajadores y poder adelantar en forma apropiada la excavación, deberá solicitar la autorización del Interventor para el respectivo entibado, presentándole esquemas detallados del sistema que se propone emplear.

El Interventor deberá autorizar por escrito los entibados, cuando a su juicio sean indispensables para ejecutar las excavaciones, señalando claramente las abscisas y profundidades entre las cuales aprueba entibar la zanja. Cuando el Interventor considere que el trabajo puede avanzar satisfactoriamente sin necesidad de hacer entibados, o éstos pueden reemplazarse por otras precauciones y medidas que deben efectuarse por cuenta del Contratista, como un eficiente control de aguas, negará su autorización.

En cualquier caso, el Contratista será el único responsable por cualesquiera daños o perjuicios que se produzcan con motivo de los trabajos, si a juicio de la Interventoría hubiere podido prevenirlos o evitarlos en alguna forma, de manera que la no autorización para entibar, no releva al Contratista de las responsabilidades que sobrevengan por efecto de derrumbes y/o deslizamientos.

LA CORPORACION únicamente reconocerá precios pactados para los conceptos de: EXCAVACIONES EN TIERRA CON ENTIBADOS y EXCAVACIONES EN MATERIAL GRANULAR CON ENTIBADOS, cuando el Interventor haya autorizado por escrito los entibados, cuando éstos a juicio del mismo hayan reunido las condiciones o características necesarias para cumplir satisfactoriamente la función de entibamiento, y cuando dicho entibamiento sea necesario por inestabilidad del terreno únicamente. Si no se cumplen todas estas condiciones, el entibado será a costa del Contratista.

En el caso de presentarse derrumbes y deslizamientos en las zanjas, se aplicarán las especificaciones correspondientes a DERRUMBES y DESLIZAMIENTOS.

2.03.03.02 EXCAVACIONES PARA CIMENTACION DE ESTRUCTURAS

Las excavaciones para estructuras deberán hacerse de acuerdo con las secciones dadas en los planos y de acuerdo con un plano aprobado por el Interventor, empleando equipos de excavación apropiados, cuidando siempre de no alterar las condiciones de estabilidad del terreno y/o estructuras e instalaciones existentes.

Las excavaciones se perfilarán de tal manera que ninguna saliente del terreno interfiera con la construcción de la estructura.

Cuando los taludes o la base de las excavaciones vayan a recibir vaciado directo de concreto, deberán ser pulidos hasta las líneas o niveles indicados en los planos o autorizados por el Interventor, y la excavación deberá hacerse con la menor anticipación posible a la construcción de la estructura.

Cuando las superficies de las excavaciones no vayan a quedar en contacto directo con las superficies de concreto, y las líneas de excavación no se hayan determinado en los planos, se hará la excavación con las dimensiones que, a juicio del Interventor, permitan la colocación de las formaletas.

2.03.03.03 EXCAVACIONES A TAJO ABIERTO

Las excavaciones a tajo abierto para rectificación de cauces, vías, corte y/o perfilación de taludes, etc; se harán utilizando el equipo apropiado para obtener las secciones

especificadas en los planos, las autorizadas por el Interventor, o aquellas que se requieran para garantizar la estabilidad de los taludes resultantes.

Todas las zonas en donde se efectúen las excavaciones deberán ser descapotadas previamente.

El Contratista debe remover y reemplazar los materiales que haya disgregado o removido innecesariamente, sustituyéndolos por otro material adecuado.

2.03.04 CARACTERISTICAS DEL MATERIAL POR EXCAVAR

Toda excavación se deberá clasificar dentro de uno de los siguientes ítems:

- a. Excavación en tierra.
- b. Excavación en material granular.
- c. Excavación en roca.

a. Excavación en tierra

Se entiende por excavación en tierra, la efectuada en todos aquellos depósitos sueltos o cohesivos, con nula o muy poca cementación, tales como: gravas o cantos rodados con tamaños que no exceden de quince (15) centímetros (6 pulgadas) en su mayor dimensión, arenas, limos, arcillas, turbas, cienos y materiales orgánicos, materiales de desecho, sueltos o cualesquiera de sus mezclas, formadas natural o artificialmente, que puedan ser excavados con herramientas de mano o con maquinaria convencional para este tipo de trabajo.

El Contratista podrá utilizar, previa aprobación del Interventor, el método de excavación que considere conveniente para aumentar sus rendimientos, puesto que este hecho, por sí solo, no influirá en la clasificación del material.

b. Excavaciones en material granular

Se especifican como excavaciones en material granular todas aquellas ejecutadas en depósitos granulares o redondeados, tales como bolos, gravas, piedras o peñascos con tamaños mayores a quince (15) centímetros (6 pulgadas) en su menor dimensión y menores de cincuenta y tres (53) centímetros (21 pulgadas) en su mayor dimensión, y que puedan ser excavados con herramienta de mano o maquinaria pesada convencional para este tipo de trabajo.

c. Excavaciones en roca

Se considerarán como roca, para efectos de pago, todas aquellas piedras o peñascos con tamaños mayores o iguales de cincuenta y tres (53) centímetros (21 pulgadas) en su menor dimensión, o todas aquellas formaciones o mantos naturales provenientes de la agregación natural de granos minerales conectados mediante fuerzas cohesivas permanentes y de gran intensidad.

Sin embargo, será requisito para clasificar un material como roca, que éste tenga dureza y contextura tal, que no pueda ser aflojado o resquebrajado con herramientas de mano y/o que sólo pueda removerse con el uso de la maquinaria pesada convencional para esta clase de material o con la utilización previa de explosivos, cuñas o barrenos.

Cuando sea necesario emplear explosivos para efectuar las excavaciones, el Contratista se deberá regir por lo estipulado en la especificación EXPLOSIVOS.

2.03.05 ACCESO Y SEÑALES

El Contratista proveerá vigilantes para proteger a los habitantes y animales de posibles accidentes en los sitios que determine el Interventor.

El Contratista deberá dejar completamente accesibles los hidrantes, cajas de válvulas de acueducto, cajas de inspección de los teléfonos, etc. Los sumideros existentes deben ser protegidos adecuadamente para que sus bocas no se obstruyan con la tierra de las excavaciones.

Se entiende que la negligencia, descuido o incumplimiento del Contratista en lo que respecta a accesos o señales para la protección de personas, vehículos o animales, lo harán responsable ante LA CORPORACION y/o ante terceros por los perjuicios que puedan ocasionarse.

2.03.06 DISPOSICION DE LOS MATERIALES

Cuando los materiales producto de las excavaciones llenen los requisitos para ser utilizados en rellenos o terraplenes, deberán colocarse lateralmente a las excavaciones, o en sitios previamente determinados por el Interventor, para formar bancos de almacenamiento, o en el propio lugar en que vayan a ser utilizados.

Cuando el Contratista no atienda esta disposición o deje perder, por no disponer debidamente protegidos los materiales atrás indicados, la Interventoría calculará los volúmenes de rellenos comunes en zanja o terraplenes en los cuales hubieran podido utilizarse tales materiales, y considerará que dichos volúmenes fueron suministrados por LA CORPORACION al Contratista

En el caso de que los materiales producto de las excavaciones no sean utilizables, el Interventor ordenará llevar estos materiales a los sitios de botadero previamente determinados por él.

Los materiales colocados lateralmente a las excavaciones o en bancos de almacenamiento o en botaderos, deben ser nivelados o compactados o apilados (en el caso de materiales de desperdicio) de acuerdo con las indicaciones escritas por el Interventor.

Los sobreacarreos a que haya lugar para la disposición de materiales, se pagarán de acuerdo con la especificación ACARREOS.

2.03.07 MEDIDA

La medida del volumen de las excavaciones ejecutadas bajo el alcance de la presente especificación, se hará por el método del promedio de áreas extremas entre estaciones de 20 metros, o las que se requieran según la configuración del terreno, calculando dichas áreas, desde las secciones transversales del terreno, tomadas antes de la ejecución de la excavación, o los niveles dejados por la excavación a tajo abierto en el evento que ésta la preceda, hasta las secciones correspondientes definidas en el proyecto, con las modificaciones que por inestabilidad de los taludes haya autorizado por escrito el Interventor.

A medida que se vayan ejecutando las excavaciones, el Interventor irá determinando el tipo de material encontrado para posteriormente calcular el volumen correspondiente a cada clase de material que entra en la composición del volumen total.

La clasificación de acuerdo con las características del material se hará, por consiguiente, cada vez que haya variaciones en el tipo de material excavado. El tramo de máxima longitud para efectos de esta clasificación será de 200 metros.

También para efectos de pago, la Interventoría determinará las profundidades de excavación, y anotará las abscisas y cotas de nivel entre las cuales se tengan entibados previamente autorizados por el Interventor, y debidamente aprobados por éste.

Cuando la tierra se encuentre entremezclada con el material granular en una proporción igual o menor al 20% del volumen total considerado, en tal forma que no pueda ser excavado por separado, todo el material se considerará como MATERIAL GRANULAR.

Cuando la tierra o el material granular se encuentren entremezclados con la roca, en una proporción igual o menor al 20% del volumen total considerado, todo el material se considerará como ROCA.

En el caso de que el Contratista efectúe excavaciones por fuera de las líneas del proyecto, o de las que haya autorizado por escrito el Interventor, se procederá a tratarlas como SOBREECAVACION, de acuerdo con el numeral 2.03.03 (ordinal quinto) de esta especificación.

Para fines de pago no se medirán las sobreexcavaciones, ni aquellos volúmenes de excavación cuyos materiales no hayan sido correctamente dispuestos de acuerdo con lo prescrito en el numeral 2.03.06 de esta especificación.

La clasificación de las excavaciones y la estimación de porcentajes la efectuará el Interventor en el terreno.

2.03.08 PAGO

Las excavaciones medidas y clasificadas de acuerdo con lo prescrito en esta especificación, (o sea de acuerdo con las profundidades, el empleo de entibados aprobados por el Interventor, la clasificación de los materiales y los acarrees libres que se hubiesen presentado) serán pagadas al Contratista a los precios unitarios consignados en el formulario de precios de la propuesta para los siguientes ítems:

2.03.1 EXCAVACIONES EN ZANJA PARA ALCANTARILLADO

A EXCAVACIONES CON ACARREO LIBRE

- 01. En tierra con entibados
 - a. De 0.00 a 2.50 metros de profundidad
 - b. De 2.51 a 5.00 metros de profundidad
 - c. A más de 5.00 metros de profundidad

- 02. En tierra sin entibados
 - a. De 0.00 a 2.50 metros de profundidad
 - b. De 2.51 a 5.00 metros de profundidad
 - c. A más de 5.00 metros de profundidad

- 03. En material granular con entibados
 - a. De 0.00 a 2.50 metros de profundidad
 - b. De 2.51 a 5.00 metros de profundidad
 - c. A más de 5.00 metros de profundidad

- 04. En material granular sin entibados
 - a. De 0.00 a 2.50 metros de profundidad
 - b. De 2.51 a 5.00 metros de profundidad
 - c. A más de 5.00 metros de profundidad

- 05. En roca a cualquier profundidad

B EXCAVACIONES SIN ACARREO LIBRE

- 01. En tierra con entibados
 - a. De 0.00 a 2.50 metros de profundidad
 - b. De 2.51 a 5.00 metros de profundidad
 - c. A más de 5.00 metros de profundidad

- 02. En tierra sin entibados
 - a. De 0.00 a 2.50 metros de profundidad
 - b. De 2.51 a 5.00 metros de profundidad
 - c. A más de 5.00 metros de profundidad

- 03. En material granular con entibados
 - a. De 0.00 a 2.50 metros de profundidad
 - b. De 2.51 a 5.00 metros de profundidad
 - c. A más de 5.00 metros de profundidad

- 04. En material granular sin entibados
 - a. De 0.00 a 2.50 metros de profundidad
 - b. De 2.51 a 5.00 metros de profundidad
 - c. A más de 5.00 metros de profundidad

- 05. En roca a cualquier profundidad

Estarán incluidas dentro de esta clasificación las excavaciones en zanja efectuadas para la instalación de tuberías, estructuras de concreto y mampostería. Las profundidades de excavación se medirán a partir del nivel del terreno antes de ejecutar la excavación, o el resultante una vez realizada la excavación a tajo abierto, en el evento de que ésta la preceda.

2.03.2 EXCAVACIONES EN ZANJA PARA FILTROS

A EXCAVACIONES CON ACARREO LIBRE

01 En tierra con entibados
a De 0.00 a 2.50 metros de profundidad
b De 2.51 a 5.00 metros de profundidad
c A más de 5.00 metros de profundidad

02 En tierra sin entibados
a De 0.00 a 2.50 metros de profundidad
b De 2.51 a 5.00 metros de profundidad
c A más de 5.00 metros de profundidad

03 En material granular con entibados
a De 0.00 a 2.50 metros de profundidad
b De 2.51 a 5.00 metros de profundidad
c A más de 5.00 metros de profundidad

04 En material granular sin entibados
a De 0.00 a 2.50 metros de profundidad
b De 2.51 a 5.00 metros de profundidad
c A más de 5.00 metros de profundidad

05 En roca a cualquier profundidad

B EXCAVACIONES SIN ACARREO LIBRE

01 En tierra con entibados
a De 0.00 a 2.50 metros de profundidad
b De 2.51 a 5.00 metros de profundidad
c A más de 5.00 metros de profundidad

02 En tierra sin entibados
a De 0.00 a 2.50 metros de profundidad
b De 2.51 a 5.00 metros de profundidad
c A más de 5.00 metros de profundidad

03 En material granular con entibados
a De 0.00 a 2.50 metros de profundidad
b De 2.51 a 5.00 metros de profundidad

c A más de 5.00 metros de profundidad

04 En material granular sin entibados

a De 0.00 a 2.50 metros de profundidad

b De 2.51 a 5.00 metros de profundidad

c A más de 5.00 metros de profundidad

05 En roca a cualquier profundidad

Estarán incluidas dentro de esta clasificación las excavaciones en zanja efectuadas para la construcción de filtros de desecación y drenaje. Las profundidades de excavación se medirán a partir del nivel del terreno antes de ejecutar la excavación, o del resultante una vez realizada la excavación a tajo abierto, en el evento de que ésta la preceda.

2.03.3 EXCAVACIONES A TAJO ABIERTO EN CAUCES

A EXCAVACIONES CON ACARREO LIBRE

01 En tierra a cualquier profundidad

02 En material granular a cualquier profundidad

03 En roca a cualquier profundidad

B EXCAVACIONES SIN ACARREO LIBRE

01 En tierra a cualquier profundidad

02 En material granular a cualquier profundidad

03 En roca a cualquier profundidad

Estarán incluidas dentro de esta clasificación las excavaciones efectuadas para la rectificación de cauces y construcción de obras de canalización y/o control de cauces.

2.03.4 EXCAVACIONES A TAJO ABIERTO EN TALUDES

A EXCAVACIONES CON ACARREO LIBRE

01 En tierra a cualquier profundidad

02 En material granular a cualquier profundidad

03 En roca a cualquier profundidad

B EXCAVACIONES SIN ACARREO LIBRE

- 01 En tierra a cualquier profundidad
- 02 En material granular a cualquier profundidad
- 03 En roca a cualquier profundidad

Estarán incluidas dentro de esta clasificación las excavaciones efectuadas para terraceo y perfilación de taludes.

2.03.5 EXCAVACIONES A TAJO ABIERTO PARA ESTRUCTURAS

A EXCAVACIONES CON ACARREO LIBRE

- 01 En tierra a cualquier profundidad
- 02 En material granular a cualquier profundidad
- 03 En roca a cualquier profundidad

B EXCAVACIONES SIN ACARREO LIBRE

- 01 En tierra a cualquier profundidad
- 02 En material granular a cualquier profundidad
- 03 En roca a cualquier profundidad

Estarán incluidas dentro de esta clasificación las excavaciones efectuadas para la construcción de vías, diques, lagunas, lechos de secado, etc., y las realizadas con el objeto de nivelar las áreas generales donde se localizarán las estructuras de concreto.

Cuando, por las condiciones del proyecto, o por las órdenes del Interventor, haya necesidad de colocar el material producto de la excavación, en zonas retiradas más allá de la zona lateral de colocación, se estimará y pagará por separado al Contratista este movimiento en la forma que se indica en la especificación ACARREOS.

Los precios unitarios consignados en el formulario de precios, comprenderán la compensación total y única, por el suministro de toda la mano de obra, planta y equipo, **control de aguas** y todos los demás gastos necesarios para la correcta ejecución de las excavaciones, de acuerdo con lo prescrito en esta especificación.

Se considera excavación sin acarreo libre, cuando los materiales producto de la excavación se disponen en una zona lateral.

Esta zona estará limitada por una franja de 25 metros de ancho, cuyo eje longitudinal será el mismo de la excavación.

Para los materiales que se lleven más allá de esta zona, se estimará, y pagará por separado, el movimiento correspondiente en la forma como se indica en la especificación ACARREOS.

2.04 TERRAPLENES Y RELLENOS

2.04.01 OBJETO

2.04.01.01 DESCRIPCION

Esta especificación comprende las exigencias mínimas para la construcción de terraplenes y de rellenos en zanjas en los sitios indicados en los planos y los ordenados por el Interventor.

2.04.01.02 EXTENSION DEL TRABAJO

Esta sección comprende los siguientes trabajos:

1. Suministro en obra de materiales para rellenos en zanjas y en terraplenes.
2. Conformación y compactación de rellenos en zanjas y en terraplenes.
3. Conformación de rellenos en zanjas y en terraplenes.
4. Preparación del terreno de cimentación.

2.04.02 MATERIALES

Los materiales que se utilicen para los trabajos de esta especificación se clasificarán así:

a. Material común

Se denominará material común el material proveniente de excavaciones o bancos de préstamo, el cual debe estar libre de escorias, desperdicios, materias vegetales, suelos caracterizadamente orgánicos y piedras de diámetro mayor al especificado más adelante. Los materiales para los rellenos y terraplenes, antes de ser transportados al sitio de utilización, deberán someterse a la aprobación del Interventor.

b. Material seleccionado

Se denominará material seleccionado al proveniente de zonas diferentes a los sitios de excavación de la obra, constituido por una mezcla densa de grava y arena, con un contenido de material que pase al tamiz No.200, no menor del 5% ni mayor del 15%. El material seleccionado debe estar libre de materia orgánica, y en general, cualquier material objetable a juicio del Interventor.

El material seleccionado deberá someterse a la aprobación del Interventor antes de ser transportado al sitio de utilización.

c. Material granular para cimentación de tubería

Se denomina así a aquel material proveniente de zonas diferentes a los sitios de excavación de la obra, y que se ajuste a los siguientes límites de gradación:

Diámetro tubería	Tamiz	% que pasa
> 75 cm	3/4"	100-95
< 75 cm	1/2"	100-95
Todos	No. 4	20
Todos	No. 200	<5

La densidad máxima seca del material deberá ser mayor de 1.7 ton/m³, el material granular utilizado en la cimentación de tuberías deberá estar libre de material objetable a juicio del Interventor.

d. Material Impermeable

Se denomina así a aquel material proveniente de zonas diferentes a los sitios de excavación de la obra y que se ajuste a las siguientes características:

- a) Más del 50% pasa el tamiz No.200
- b) Límite líquido menor de 50
- c) La coordenada de límite líquido e índice de plasticidad se halle por encima de la línea de la carta de plasticidad en la Clasificación Unificada de Suelos (Ver Figura 1 en la siguiente hoja).
- d) Índice de plasticidad mayor que 10.

2.04.03 PREPARACION DE SUPERFICIES DE CIMENTACION

2.04.03.01 CIMENTACION DE TERRAPLENES

Antes de iniciar la construcción de un terraplén, la superficie de terreno natural, previamente descapotada y explanada, se debe compactar a la densidad óptima correspondiente al contenido de humedad propio del material. Antes de colocar el material de relleno, se escarificará la superficie y se humedecerá, según lo indique el Interventor, para lograr una mejor adherencia entre la fundación y el terraplén. Si el material resulta muy húmedo, deberá dejarse secar trabajando, si es necesario, con equipo de discos hasta que el contenido de humedad se reduzca a límites aceptables. El Contratista deberá buscar el suelo de cimentación aceptable, excavando hasta la profundidad que acuerde con el Interventor.

2.04.03.02 CIMENTACION DE RELLENOS EN ZANJAS

La superficie inferior de las zanjás, especificada en los planos o la ordenada por el Interventor, se compactará a la densidad óptima correspondiente al contenido de humedad propio del material, previa evacuación de las aguas lluvias o freáticas almacenadas en la zanja.

2.04.04 NORMAS DE CONSTRUCCION

Las normas de construcción de terraplenes y rellenos que se describen a continuación tienen el carácter de generales. Cuando para una determinada obra se requieran especificaciones de construcción diferentes a las aquí estipuladas, se consignarán en los respectivos planos y primarán sobre las normas indicadas en el presente numeral.

2.04.04.01 CONSTRUCCION DE TERRAPLENES Y RELLENOS

a. En material común

El material común que se especifique para rellenos o terraplenes compactados, se extenderá en capas sensiblemente horizontales menores de 30 centímetros de espesor compactado. Antes de compactar cada capa, se procederá a retirar los granos mayores de 10 centímetros y a desmenuzar los terrones orgánicos que pueda haber en los materiales, utilizando rastrillo de discos u otro equipo similar; en caso de que no sea posible la destrucción de estos grumos, deberán retirarse del relleno o terraplén. Una vez que se compruebe que el contenido de humedad y las condiciones del material de una capa son satisfactorias, se procederá a la compactación con el equipo apropiado, a juicio del Interventor, hasta obtener una densidad entre el 95% y el 110% de la máxima densidad seca obtenida en el ensayo Proctor Standard.

El material que se especifique para rellenos o terraplenes semicompactados, se extenderá en capas sensiblemente horizontales menores de 40 centímetros de espesor compactado. Antes de compactar cada capa, se procederá a retirar los granos mayores de 15 centímetros y a desmenuzar los terrones orgánicos que pueda haber en los materiales, utilizando rastrillo de discos u otro equipo similar; en caso de que no sea posible la destrucción de estos grumos, deberán retirarse del relleno o terraplén. Una vez que se compruebe que el contenido de humedad y las condiciones del material de una capa son satisfactorias, se procederá a la compactación con el equipo apropiado, a juicio del Interventor, hasta obtener una densidad entre el 80% y el 85% de la máxima densidad seca obtenida en el ensayo Proctor Standard.

El material que se especifique para rellenos o terraplenes conformados, se extenderá en capas sensiblemente horizontales menores de 50 centímetros de espesor compactado. Antes de compactar cada capa, se procederá a retirar los granos mayores de 20 centímetros y a desmenuzar los terrones orgánicos que pueda haber en los materiales, utilizando para ello el mismo equipo con el que se realice la conformación; en caso de que no sea posible la destrucción de estos grumos, deberán retirarse del relleno o terraplén. La compactación del relleno o terraplén será la producida por la maquinaria en el proceso de conformación.

b. En material seleccionado o granular

El material seleccionado se extenderá en capas sensiblemente horizontales de 20 centímetros de espesor compactado. Una vez se compruebe que el contenido de humedad y los materiales de una capa son satisfactorios, se procederá a la compactación con un equipo apropiado, a juicio del Interventor, hasta obtener una densidad relativa mínima del 70%.

c. En material impermeable

El material impermeable por utilizar será arcilla de clasificación CL, prevista en la Clasificación Unificada de Suelos, con un límite líquido menor de 50 y un índice de plasticidad mayor de 10.

Las arcillas se compactarán en capas de 10 centímetros de espesor compactado. Antes de compactar cada capa se procederá a retirar los materiales indeseables. Una vez que se compruebe que el contenido de humedad se halla en su contenido óptimo, o hasta un 2% inferior al óptimo, se procederá a la compactación con rodillo patecabra para zonas extensas y con apisonador de 500 a 800 golpes por minuto o rodillo vibratorio en los bordes y zonas angulares, hasta obtener una densidad del 98% de la máxima densidad obtenida en el ensayo Proctor Standard.

El equipo de compactación será de especificaciones tales que el grado de compactación requerido se obtenga en un número de pasadas no inferior a 4.

La compactación será cuidadosamente verificada con ensayos de densidad de campo para evitar sobrecompactaciones que afecten la textura de la arcilla.

Una vez compactada un área determinada, ésta deberá ser protegida de la desecación hasta la terminación de la obra o su llenado. El Contratista propondrá el método a la Interventoría para su consideración y aplicación.

2.04.05 MEDIDA

La medida de los trabajos ejecutados bajo el alcance de la presente especificación, se hará en el sitio de construcción del relleno o del terraplén, utilizando el método de promedio de las áreas extremas entre estaciones de 20 metros, o las que se requieran según la naturaleza de la obra, tomadas antes y después de ejecutados los trabajos, dentro de los alineamientos dados en los planos o los aprobados por el Interventor.

La unidad de medida será el metro cúbico con aproximación a un decimal de material compactado y/o conformado en el sitio de la obra.

Si hubiere necesidad de mezclar materiales de diferentes lugares de procedencia, para obtener el tipo de material especificado en el relleno o terraplén, se medirá el volumen total de material mezclado y compactado y se calculará la cantidad de éste que corresponda a cada lugar de procedencia, teniendo en cuenta la proporción en que intervino en la mezcla.

En la medida no se incluirán volúmenes adicionales causados por descuidos del Contratista, por deficiencia en el control de aguas, o por derrumbes y hundimientos que él hubiere podido evitar, a juicio del Interventor.

2.04.06 PAGO

Los descapotes que sean necesarios para la correcta cimentación de rellenos y terraplenes, se pagarán dentro de los términos de la especificación DESCAPOTE.

Dentro de los precios unitarios que contemplen conformación y compactación de terraplenes y rellenos o conformación de terraplenes y rellenos, queda incluida, para efecto de pago, la preparación del terreno de cimentación ejecutada en un todo de acuerdo con la especificación 2.04.03.

Dentro de los precios unitarios que contemplen conformación y compactación de terraplenes y rellenos impermeables, queda además incluido, para efecto de pago, el mantenimiento del contenido de humedad del material compactado hasta su entrega final a la Interventoría.

La construcción de terraplenes y rellenos en zanjas, se pagará al Contratista a los precios unitarios consignados en el formulario de precios, para los siguientes conceptos de trabajo:

1. Suministro, conformación y compactación de rellenos seleccionados.
2. Suministro, conformación y compactación de rellenos comunes en zanjas o en terraplenes.
3. Conformación y compactación de rellenos comunes en zanjas o en terraplenes, sin acarreo libre.
4. Conformación y compactación de rellenos comunes en zanjas o en terraplenes, con acarreo libre.
5. Suministro, conformación y compactación de rellenos granulares para cimentación de tuberías.
6. Selección y conformación de rellenos comunes en zanjas o en terraplenes.
7. Conformación de rellenos comunes en zanjas o en terraplenes, sin acarreo libre.
8. Conformación de rellenos comunes en zanjas o en terraplenes, con acarreo libre.

En concordancia con los anteriores conceptos de trabajo, las diferentes maneras de obtener los materiales, y la construcción de los rellenos o terraplenes, se pagarán según lo conceptúe el Interventor, de acuerdo con lo indicado a continuación.

a) El suministro en obra de los materiales (incluidos su explotación y transporte), todos los acarreos, la selección, la conformación, el riego y la compactación de los materiales para rellenos seleccionados, se pagarán al Contratista al precio unitario consignado en el formulario de precios para el concepto de trabajo: Suministro, conformación y compactación de rellenos seleccionados.

b) El suministro en obra de los materiales (incluidos su explotación y transporte), todos los acarreos, la selección, la conformación, el riego y la compactación de los materiales para rellenos comunes se pagarán al Contratista al precio unitario consignado en el formulario de precios para el concepto de trabajo: Suministro, conformación y compactación de rellenos comunes en zanjas o en terraplenes.

c) La selección, la conformación, el riego y la compactación de materiales procedentes de zonas de préstamo, canteras, excavaciones o zona lateral de almacenamiento, se pagarán al Contratista al precio unitario consignado en el formulario de precios, para el concepto de trabajo: Conformación y compactación de rellenos comunes en zanjas o en terraplenes, sin acarreo libre.

d) La selección, la conformación, el riego y la compactación de materiales procedentes de bancos de almacenamiento se pagarán al Contratista al precio unitario consignado en el formulario de precios para el concepto de trabajo: Conformación y compactación de rellenos comunes en zanjas o en terraplenes, con acarreo libre.

e) Cuando el material proceda de bancos de almacenamiento, los sobreacarreos se pagarán dentro de los términos de la especificación **ACARREOS**. El acarreo libre quedará pago dentro del concepto de trabajo: Conformación y compactación de rellenos comunes en zanjas o en terraplenes, con acarreo libre.

f) Cuando el material para terraplenes y rellenos proceda de excavaciones efectuadas para construir las obras, la explotación y suministro de dichos materiales y el acarreo libre, se pagarán dentro de los términos de la especificación **EXCAVACIONES**. Los sobreacarreos que sean necesarios para llevar el material a los sitios de utilización o a los bancos de almacenamiento, se pagarán dentro de los términos de la especificación **ACARREOS**.

En el evento que el material proveniente de excavaciones, por su conformación granulométrica, a juicio de la Interventoría, pueda ser considerado apto para su utilización como material de cimentación de tuberías o como relleno seleccionado, su selección, conformación, riego y compactación se pagará bajo los ítems: Conformación y compactación de rellenos comunes en zanjas o en terraplenes, con o sin acarreo libre.

g) Si no existen precios para "Suministro, conformación y compactación de rellenos comunes en zanjas o en terraplenes", y el material procede de bancos de préstamo o canteras, todos los trabajos de explotación y el acarreo libre se pagarán al Contratista de acuerdo con la especificación: **BANCOS DE PRESTAMO**. Los sobreacarreos que sean necesarios para llevar el material a los sitios de utilización o a los bancos de almacenamiento se pagarán dentro de los términos de la especificación **ACARREOS**.

h) El relleno de cimentación de las tuberías se pagará al Contratista al precio unitario consignado en el formulario de precios para el concepto de trabajo: Suministro, conformación y compactación de rellenos granulares para cimentación de tuberías.

Este pago será la única compensación que reciba el Contratista por concepto del suministro, colocación y compactación del material granular, por toda la planta, mano de obra, prestaciones sociales utilidad e imprevistos y por todos los otros costos necesarios para la correcta cimentación de las tuberías de acuerdo con la presente norma.

i) La selección, la conformación y el riego de los materiales procedentes de zonas de préstamo, canteras, excavaciones o zona lateral de almacenamiento, se pagará al Contratista al precio unitario consignado en el formulario de precios, por el concepto de trabajo: Conformación de rellenos comunes en zanjas o en terraplenes, sin acarreo libre.

j) La selección, la conformación y el riego de materiales procedentes de bancos de almacenamiento, se pagarán al Contratista al precio unitario consignado en el formulario de precios para el concepto de trabajo: Conformación de rellenos comunes en zanjas o en terraplenes, con acarreo libre.

2.05 ACARREOS

2.05.01 GENERALIDADES

2.05.01.01 DESCRIPCION

Esta norma tiene por objeto fijar los criterios básicos para el transporte de materiales utilizables y de desperdicios.

2.05.01.02 ALCANCE DE LOS TRABAJOS

Los trabajos incluidos dentro de la presente especificación se clasifican dentro de los conceptos de trabajo:

1. Acarreo libre

Los trabajos incluidos dentro del concepto de **Acarreo libre** son:

- a) Cargue de material.
- b) Transporte de material hasta la distancia de acarreo libre. **Para todos los conceptos de trabajo en que se incluya el Acarreo Libre, la distancia de acarreo libre será de 50 metros.**
- c) Descargue del material en el sitio de utilización, almacenamiento o botadero.

2. Sobreacarreo

Dentro del concepto de **sobreacarreo** queda incluido únicamente el transporte del material desde el sitio de obtención, excluida la distancia de acarreo libre, hasta el sitio de utilización, almacenamiento, o botadero.

2.05.02 NORMAS DE EJECUCION

El acarreo de materiales debe hacerse siempre con los equipos apropiados para cada distancia de acarreo especificada y para las condiciones de acceso y localización de las obras. Si la obra no es homogénea en su localización y acceso, el Contratista podrá dividirla en partes homogéneas y calcular los precios de acarreo de acuerdo a sus características particulares.

2.05.03 MEDIDA

2.05.03.01 VOLUMENES

a. Materiales utilizables

El volumen de material acarreado desde cualquier fuente de abastecimiento (excavaciones, bancos de préstamo, bancos de almacenamiento, canteras, etc.) hasta

el sitio de utilización, será el mismo calculado para el pago de rellenos, terraplenes, etc., medido en su sitio de utilización final.

b. Materiales de desperdicio y producto de demoliciones

El volumen de material de desperdicio acarreado desde el lugar de procedencia hasta el sitio de botadero, se medirá en el lugar de procedencia o cuando ello sea imposible, en el sitio de botadero, tomando como unidad de medida el metro cúbico, compactado, con aproximación a la unidad. En el caso de que esta operación no se pueda realizar fácilmente, se pagarán los costos directos reales del transporte más el 10%.

2.05.03.02 DISTANCIA DE ACARREO

La distancia de acarreo del material, para efectos de pago, se determinará midiendo la distancia más corta, o la ruta que previamente apruebe el Interventor, desde el centro de gravedad del sitio de excavación, o del banco de préstamo, o de un banco de almacenamiento, hasta el centro de gravedad del lugar de utilización, o de un banco de almacenamiento o de un botadero.

La distancia de sobreacarreo será la que resulte de restar la distancia de acarreo libre de la distancia total de acarreo.

La distancia de sobreacarreo, calculada según lo dispuesto en esta norma, se dividirá en estaciones determinadas así:

- a) Para distancias totales de acarreo entre 0 y 200 metros, la distancia de sobreacarreo se dividirá en estaciones de 25 metros, aproximando las fracciones a un decimal.
- b) Para distancias totales de acarreo entre 0 y 500 metros, la distancia de sobreacarreo se dividirá en estaciones de 50 metros, aproximando las fracciones a un decimal.
- c) Para distancias totales de acarreo entre 0 y 1.000 metros, la distancia de sobreacarreo se dividirá en estaciones de 100 metros, aproximando las fracciones a un decimal.
- d) Para distancias totales de acarreo mayores de 1 Km, la distancia de sobreacarreo se dividirá en estaciones de 1 Km, aproximando las fracciones a un decimal.

2.05.03.03 MEDIDA DE SOBRECARREROS

Para efectos de pago, los sobreacarros se miden en METROS CUBICOS-ESTACION. La cantidad de metros cúbicos-estación se obtiene multiplicando el volumen de material transportado, medido en su sitio de utilización final, por el número de estaciones determinadas de acuerdo con lo prescrito en esta especificación.

2.05.04 PAGO

a. Acarreo Libre

El acarreo libre no se pagará al Contratista por separado puesto que su costo quedará incluido en los precios de los ítems que expresamente contengan este concepto de trabajo.

b. Sobreacarreos

El sobreacarreos de materiales se pagará al Contratista a los precios unitarios de metro cúbico-estación, consignados por el Contratista en el formulario de precios para el ítem correspondiente. Dichos precios unitarios deberán incluir todos los costos necesarios para el simple transporte de los materiales; no para el cargue y descargue, que están incluidos dentro del acarreo libre (ver numeral 2.05.01.02).

Se aclara que es requisito indispensable para el pago de sobreacarreos, que los materiales transportados hayan sido correctamente dispuestos.

2.06 DERRUMBES Y DESLIZAMIENTOS

2.06.01 GENERALIDADES

Se entenderá por deslizamiento el desplazamiento inusitado de materiales sobre una superficie de falla formada en la masa de material considerado. Por derrumbe se entenderá la precipitación repentina de materiales, desde un lugar alto o eminencia, siguiendo una trayectoria cualquiera.

Durante la construcción de cualquier obra, el Contratista deberá llevar a cabo las obras de protección necesarias, para reducir al mínimo la posibilidad de que se presenten derrumbes o deslizamientos, y serán de su cuenta todas las precauciones que crea convenientes para prevenirlos.

2.06.02 TRABAJOS POR EJECUTAR

El Contratista ejecutará las excavaciones de manera tal que se reduzcan al mínimo las posibilidades de derrumbes o deslizamientos; particularmente cuando emplee explosivos, evitará aflojar el material en los taludes más allá de las líneas del proyecto fijadas en los planos y/o autorizadas por el Interventor.

En general, en los casos en que resulten defectos de construcción y ocurran derrumbes o deslizamientos durante la ejecución de una obra, o durante el período de vigencia de la garantía de estabilidad que, en concepto del Interventor, hayan sido ocasionados por negligencia del Contratista, éste deberá retirar el material derrumbado, deslizado, o que se encuentre inestable, reparar o submurar la obra inmueble o instalación afectada; el retiro de materiales y la reparación o submuración de la obra inmueble o instalación afectada, será en este caso por cuenta del Contratista

Se considerará como negligencia del Contratista el apilamiento inconveniente de los materiales, el tráfico cerca a los bordes de las excavaciones en tierra inestable, la omisión de las precauciones necesarias para prevenir derrumbes y todos aquellos factores que, a juicio del Interventor, pongan en peligro la estabilidad de la obra por acción u omisión del Contratista.

Todos los materiales provenientes de derrumbes y deslizamientos, serán retirados por el Contratista cómo y cuándo lo ordene el Interventor y si éste lo considera necesario, aquél deberá reparar los perfiles y secciones transversales afectadas.

La disposición de los materiales provenientes de derrumbes o deslizamientos se deberá hacer en la forma y lugar que indique el Interventor.

2.06.03 MEDIDA

Cuando los derrumbes o deslizamientos fueren ocasionados por causa que a juicio del Interventor no hubiese podido evitar el Contratista, antes de su remoción y de la reparación de la obra afectada, se deberán efectuar las medidas necesarias como se indica a continuación:

a) El material proveniente de derrumbes o deslizamientos que sea necesario remover, se medirá tomando como unidad el metro cúbico, con aproximación a la unidad, de dicho material, cargado, transportado hasta la distancia de acarreo libre (determinada como se indica en la especificación ACARREOS) y dispuesto según la forma y en el sitio que ordene el Interventor.

La determinación del volumen se hará en el lugar de origen, utilizando el método del promedio de áreas extremas entre estaciones de 20 metros, o las que se requieran según la configuración del terreno, y calculando dichas áreas desde las secciones transversales antes de empezar a remover el derrumbe o deslizamiento, hasta las secciones correspondientes tomadas después de efectuada su remoción.

b) Si por las características de los materiales, las condiciones del lugar de donde hay que removerlos, o cualquier otra causa, es imposible la determinación del volumen por el método anteriormente expuesto, el Interventor podrá ordenar al Contratista el retiro del derrumbe o deslizamiento reconociéndole el valor de dicho trabajo por el sistema de costo real directo más el 10%.

c) Si fuese necesario reparar una obra, inmueble o instalación afectado por algún derrumbe o deslizamiento, cuyas causas no sean imputables al Contratista, el Interventor determinará la forma de medida para los efectos del pago.

2.06.04 PAGO

Si de acuerdo con lo prescrito en el numeral anterior, hubiere lugar a pago por la remoción de cualquier derrumbe o deslizamiento ocurridos en una obra, éstos se medirán y clasificarán como se indica en el numeral anterior de esta especificación y se pagarán al Contratista a los mismos precios unitarios para excavaciones en tierra, estipulados en el formulario de precios.

En estos casos, si el Interventor considera que no hay responsabilidad del Contratista, el acarreo del material producto del derrumbe o deslizamiento, a sitios fuera de la zona que cubre el acarreo libre, determinado como indica la especificación ACARREOS, le será pagado al Contratista de acuerdo con lo indicado en dicha especificación.

Si el Interventor ordena la restauración de una obra, inmueble o instalación afectada, se pagarán al Contratista los costos de la reparación, medida como se indica en el numeral anterior (literal c), a los correspondientes precios unitarios estipulados en el formulario de precios de la propuesta para el respectivo trabajo.

No se estimarán, para fines de pago, aquellos volúmenes removidos cuyos materiales no hayan sido correctamente dispuestos según las instrucciones del Interventor.

Los daños a terceros ocasionados por derrumbes o deslizamientos ocurridos antes del recibo de la obra por el Interventor, causados por negligencia, falta de previsión, métodos o equipos inadecuados, fallas en el control de aguas, o por cualesquiera otras causas de responsabilidad del Contratista, a juicio del Interventor, serán a cargo de aquél y correrán por su cuenta la remoción de los materiales producto de los derrumbes o deslizamientos, la construcción de los rellenos y todos los demás trabajos y/o pagos necesarios para restaurar la obra, inmueble o instalación afectada y reponer los perjuicios ocasionados.

2.07 ENROCADOS

2.07.01 OBJETO

2.07.01.01 DESCRIPCION

Esta norma tiene por objeto dar las indicaciones generales para la construcción de rellenos basándose en materiales granulares, seleccionando especialmente los granos de mayor tamaño.

2.07.01.02 EXTENSION DEL TRABAJO

Esta norma comprende los siguientes trabajos:

1. Suministro en obra (para concepto que incluya suministro) y selección de los materiales

para enrocados.

2. El acarreo de los materiales dentro de la obra.

3. Colocación de los materiales en los sitios de relleno.

4. El control de aguas durante la construcción.

2.07.02 MATERIAL PARA ENROCADOS

Los materiales para la construcción de rellenos a base de enrocado se podrán obtener del lecho de las quebradas en donde van a quedar localizados dichos rellenos y/o de canteras previamente aprobadas por el Interventor.

El material debe seleccionarse de acuerdo con los tamaños dados en los planos y/o los que indique el Interventor.

El control de la calidad de los materiales lo hará la Interventoría en el sitio de explotación, y el costo de los ensayos correspondientes será por cuenta del Contratista.

2.07.03 COLOCACION DEL MATERIAL

El suelo de fundación para la colocación del enrocado debe tratarse debidamente, limpiando la zona, excavando hasta encontrar suelos adecuados y, si es necesario, construyendo filtros.

El enrocado se colocará por volteo simple, seguido por una acomodación manual de los materiales en hiladas sensiblemente horizontales hasta alcanzar los alineamientos indicados en los planos, distribuyéndolos de tal manera que se obtenga una adecuada gradación. El Contratista deberá hacer el control de aguas durante la construcción.

2.07.04 MEDIDA

El volumen de enrocado efectivamente colocado, se medirá tomando como unidad de medida el metro cúbico con aproximación a un decimal, utilizando el método del promedio de las áreas extremas entre secciones de 10 metros, o las que indique el Interventor, medidas a partir de la superficie de cimentación y según la sección indicada en los planos y/o aprobada por la Interventoría.

2.07.05 PAGO

Las excavaciones necesarias para preparar el suelo de cimentación, se pagarán de acuerdo con la especificación EXCAVACIONES.

Los filtros necesarios se pagarán de acuerdo con la especificación de FILTROS.

Los costos de toda la planta, equipo y mano de obra para la correcta ejecución de los trabajos objeto de esta especificación, se pagarán al Contratista a los precios unitarios consignados en el formulario de precios para el ítem ENROCADOS y para los conceptos de trabajo:

1. Suministro, selección y colocación de enrocados
2. Selección y colocación de enrocados, sin acarreo libre
3. Selección y colocación de enrocados, con acarreo libre

En concordancia con los anteriores conceptos de trabajo, las diferentes maneras de obtener los materiales, y la construcción de los enrocados se pagarán según lo conceptúe el Interventor, de acuerdo con lo indicado a continuación:

a) El suministro en obra de los materiales (incluidos su explotación y transporte), todos los acarrees, la selección, la colocación y la conformación de materiales para enrocados, incluido el control de aguas durante la construcción, se pagarán al Contratista al precio unitario consignado en el formulario de precios para el concepto de trabajo: Suministro, selección y colocación de enrocados.

b) El control de aguas durante la construcción, la selección, la colocación y la conformación de materiales para enrocados procedentes de bancos de préstamo, cauces naturales o canteras, se pagarán al Contratista al precio unitario consignado en el formulario de precios para el concepto de trabajo: Selección y colocación de enrocados, sin acarreo libre.

c) El control de aguas durante la construcción, la selección, la colocación y la conformación de materiales para enrocados procedentes de bancos de almacenamiento, se pagarán al Contratista al precio unitario consignado en el formulario de precios para el concepto de trabajo: Selección y colocación de enrocados, con acarreo libre.

d) Cuando el material proceda de bancos de almacenamiento, los sobreacarreos se pagarán dentro de los términos de la especificación ACARREOS. El acarreo libre quedará pagado dentro del concepto de trabajo: Selección y colocación de enrocados, con acarreo libre.

e) Cuando el material de enrocado proceda de excavaciones efectuadas para construir las obras, la explotación y suministro de dichos materiales (incluido el acarreo libre), se pagará dentro de los términos de la especificación EXCAVACIONES. Los acarrees que sean necesarios para llevar los materiales a los sitios de utilización o a los bancos de almacenamiento se pagarán dentro de la especificación ACARREOS.

f) Si no existen precios para "Suministro, selección y colocación de enrocados" y el material de enrocado procede de bancos de préstamo, cauces naturales o canteras, todos los trabajos de explotación (incluido el acarreo libre) se pagarán al Contratista de acuerdo con la especificación BANCOS DE PRESTAMO. Los sobreacarreos que sean necesarios para llevar el material al sitio de utilización o almacenamiento se pagarán dentro de los términos de la especificación ACARREOS.

2.08 BANCOS DE PRESTAMO

2.08.01 OBJETO

La presente norma tiene por objeto dar las indicaciones generales para obtener los materiales necesarios para la construcción de terraplenes, rellenos, filtros, enrocados, etc.

2.08.02 CLASIFICACION - DEFINICIONES

Los bancos de préstamo se clasifican como bancos de préstamo propiamente dichos y bancos de almacenamiento.

a) Se llama banco de préstamo, el lugar en el cual se adelantan trabajos con el único fin de obtener materiales para la construcción de la obra objeto de estas especificaciones.

b) Se entenderá por banco de almacenamiento el lugar relativamente lejano del sitio de explotación en donde se almacenen, si ello es necesario a juicio del Interventor, los materiales producto de excavaciones o provenientes de un banco de préstamo.

c) Todas las operaciones que deban realizarse para la extracción de los materiales en los bancos de préstamo, se definirán como Explotación de materiales para rellenos, para terraplenes, para filtros, para enrocados, etc.

2.08.03 NORMAS DE CONSTRUCCION

a. Descapote

Todas las zonas que sean escogidas como bancos de préstamo deben ser descapotadas de acuerdo a la especificación DESCAPOTE, si ello es necesario a juicio del Interventor. Los materiales producto de la operación de descapote deberán retirarse a los bancos de desperdicio o zonas de botadero indicados en los planos o autorizados por el Interventor, para que no se mezclen con el material utilizable.

b. Protección de las excavaciones

El Contratista debe adelantar las operaciones de excavación de manera que en todo momento se garantice la estabilidad del fondo y de los taludes.

El Interventor podrá ordenar, si lo considera conveniente o necesario, cambios en la extensión, profundidad, taludes y forma del fondo de las excavaciones, a fin de disminuir la posibilidad de derrumbes, deslizamientos, accidentes y para mejorar la calidad del material obtenido y los rendimientos de explotación, y el Contratista deberá mantener las líneas de excavación señaladas por el Interventor.

En los bancos de préstamo el Contratista deberá construir drenajes, diques, etc. para el correcto control de aguas superficiales y freáticas.

c. Uso de explosivos

El uso de explosivos para la explotación de materiales en los bancos de préstamo, debe ser autorizado por el Interventor y debe cumplir en un todo lo prescrito en la especificación EXPLOSIVOS.

d. Aprobación del banco o cantera

Antes de proceder a las labores de explotación, el Contratista debe hacer tres apiques o trincheras que permitan evaluar las características y rendimientos probables del yacimiento.

En estos apiques se practicarán los ensayos necesarios, a juicio del Interventor, para establecer la extensión de la explotación. Si el sitio escogido no resulta apto para la explotación, el Contratista debe rellenar los apiques correspondientes a satisfacción del Interventor. Si el material es adecuado en calidad y cantidad, el Contratista podrá proceder a la explotación del banco o la cantera, atendiendo las indicaciones o pautas del Interventor. El costo de los ensayos será por cuenta del Contratista.

e. Almacenamiento de materiales

El almacenamiento de materiales utilizables, dentro de los bancos de préstamo o cerca de las excavaciones para las obras, deberá hacerse en sitios secos, protegidos de las aguas superficiales y limpios de todo material vegetal, basura u otra materia objetable que se pueda mezclar con ellos.

Los materiales utilizables almacenados en los bancos de almacenamiento deben cumplir con lo dispuesto en el párrafo anterior pero necesitan la aprobación expresa del Interventor en cuanto a almacenamiento y a selección de acuerdo con las especificaciones que se den para la clase de obra a que estén destinados dichos materiales.

Se aclara explícitamente que en los bancos de almacenamiento se deben almacenar los materiales estrictamente utilizables y que no se reconocerán al Contratista los acarrees del material de desperdicio, o del material desechable que se encuentre en un banco de almacenamiento. La remoción y disposición de estos materiales correrán por cuenta del Contratista.

f. Derrumbes, daños y perjuicios

Los daños que se ocasionen con motivo de la explotación de materiales serán de la exclusiva responsabilidad del Contratista.

g. En el evento de utilización, por parte del Contratista, de un camino de acceso existente al banco de préstamo adoptado, el Contratista deberá dejarlo al final de su utilización en las mismas condiciones originales encontradas.

2.08.04 MEDIDA

La explotación de materiales para utilizar en la construcción de rellenos, terraplenes, filtros, enrocados, etc., se medirá en el sitio de utilización de acuerdo a las normas correspondientes dadas para la medición de rellenos, terraplenes, filtros, enrocados, etc.

2.08.05 PAGO

Todos los costos de apertura y mantenimiento del camino de acceso, de la planta, equipos, mano de obra, control de aguas, descapote, explosivos, señales, disposición de materiales y acarreo libre, se pagarán al Contratista a los precios unitarios consignados en el formulario de precios para los siguientes conceptos de trabajo:

1. Explotación de materiales para terraplenes y rellenos comunes.
2. Explotación de materiales para rellenos seleccionados.
3. Explotación de materiales para enrocados.
4. Explotación de materiales para rellenos de cimentación de tubería.
5. Explotación de materiales para filtros.

1. Explotación de materiales para terraplenes y rellenos impermeables.

La explotación de los materiales que posteriormente resulten desechables, como consecuencia de la selección o trituración, no se le pagarán al Contratista, por lo tanto, estos costos deben estar

incluidos en los costos de selección de materiales. Los sobreacarreos de los materiales al sitio de utilización se pagarán al Contratista según la especificación ACARREOS.

No se considerarán como explotación de materiales, los trabajos que se realicen en los bancos de almacenamiento puesto que ellos se reducen a descargue y a cargue de materiales, trabajos que están incluidos en los acarreos libres, y a trabajos de disposición de materiales, unos y otros incluidos en otros ítems de trabajo.

2.09 REVESTIMIENTOS DE PIEDRA Y PROTECCIONES DE GRAVA

2.09.01 GENERALIDADES

Se entenderá por revestimiento de piedra y por protección de grava, una capa de fragmentos de roca especialmente seleccionados y granulados, usada para proteger superficies de tierra contra la erosión causada por corrientes de agua. Los revestimientos de piedra difieren de las protecciones de grava en el tamaño de los materiales utilizados en su construcción. El trabajo a que se refiere la presente especificación, comprende el suministro de toda la mano de obra, materiales, instalaciones, equipos y combustibles necesarios para construir revestimientos de piedra o protecciones de grava en las áreas expuestas a la acción erosiva del agua, tales como entradas y salidas de estructuras, sitios de confluencia o de reducción de cauces, taludes de terraplenes y demás sitios que se indiquen en los planos y/o que ordene el Interventor.

2.09.02 MATERIALES

La roca utilizada para revestimientos y protecciones deberá ser de buena calidad, dura, homogénea, densa y en general debe asegurar su permanencia en la estructura sin alteraciones. Por consiguiente, el Contratista no podrá utilizar material descompuesto, fracturado, agrietado o con cavidades, sucio, con granulometría inadecuada o aquél que, de acuerdo con los ensayos de durabilidad y abrasión, no sea lo suficientemente durable para asegurar la protección que requieren las obras.

Se utilizarán pedruscos angulares naturales o rocas de cantera en la construcción de los mencionados revestimientos y protecciones; excepcionalmente, en revestimientos y protecciones de superficies horizontales, se aceptarán cantos rodados ligeramente redondeados.

Los materiales deberán ser esencialmente angulares y tendrán una gradación uniforme. Se tendrá en cuenta que las lajas y los fragmentos de roca alargados y delgados son indeseables y por lo tanto se desecharán aquellos en los cuales la mínima dimensión sea menor de 1/4 de su máxima dimensión. Se permitirá en los revestimientos o protecciones polvo de roca, tierra o arena cuyo volumen no exceda de 5% del volumen total de materiales. En ningún caso se permitirá que el volumen de astillas de roca y finos sea mayor de un 10% del volumen total de materiales.

El Contratista proveerá el material para revestimientos y protecciones del tamaño que indiquen los planos y/o ordene el Interventor. En general, los tamaños límites permisibles del material se regirán por la siguiente tabla:

TAMAÑOS PERMISIBLES DE FRAGMENTOS DE ROCA PARA VARIOS ESPESORES DE REVESTIMIENTOS DE PIEDRA Y PROTECCIONES DE GRAVA				
CARACTERISTICAS	REVESTIMIENTOS DE PIEDRA			PROTECCIONES DE GRAVA
	Para losas de fondo		Para muros	
Espesor nominal	45 cm	30 cm	25 cm	15 a 20 cm cm
Espesor total Incluyendo la base	60 cm	45 cm	30 cm	15 a 20 cm cm
Fragmento máximo permisible	100 dm3	30 dm3	15 dm3	13.5 dm3
Fragmento mínimo	3 dm3	4 dm3	4 dm3	0.5 dm3

La Interventoría hará los análisis de solidez y abrasión del material, por cuenta del Contratista, por lo menos en 5 muestras representativas del material, obtenidas en el lugar de origen. Los resultados de dichos análisis deberán reunir los siguientes requisitos:

a) Cuando el material se haya sometido a 5 ciclos del ensayo de solidez por sulfato de sodio, la pérdida de peso no deberá ser mayor del 12%.

b) El material sometido al ensayo de abrasión en la máquina de Los Angeles no presentará un porcentaje de desgaste mayor del 50%.

La Interventoría podrá tomar todas las muestras que considere necesarias para efectuar los ensayos.

2.09.03 CONSTRUCCION

El revestimiento de piedra para losas de fondo y las protecciones de grava se asentarán directamente sobre el terreno, debidamente preparado y compactado. Para las protecciones de grava los vacíos entre las partículas de grava se rellenarán con mortero de mezcla 1:4. Para los revestimientos de piedra los vacíos entre las piedras se rellenarán en concreto de $f'c=2.500$ psi, conformando el espesor de base indicado en los planos.

Los revestimientos de piedra para losas de fondo y las protecciones de grava deberán colocarse de tal forma que se obtenga una masa rocosa bien gradada, con mínimo porcentaje de vacíos, que se ciña a las líneas y pendientes que se muestren en los planos y/o a las indicadas por el Interventor.

Los revestimientos de piedra para losas de fondo y las protecciones de grava deberán colocarse a mano, en los sitios de unión con estructuras y en aquellos paramentos para los cuales se especifiquen o los ordene el Interventor. Cuando se utilice el método de volteo se reacomodarán las piedras de la superficie exterior, de tal manera que se aprovechen sus mejores caras con el fin de obtener una adecuada uniformidad en los paramentos exteriores.

La tolerancia en los espesores con referencia a las líneas del proyecto, será de 5 cm para espesores nominales menores de 60 cm y de 10 cm para espesores mayores de 60 cm; se cuidará de que en ningún caso se reduzca la sección útil del cauce en más de un 10%. Se deberá asegurar que el material en su localización definitiva sea estable y no tenga tendencia a deslizar.

Los revestimientos de piedra deberán hacerse en tal forma que se obtenga el espesor requerido en cada punto en una sola operación.

Los vacíos que se presenten una vez colocado el material, deberán rellenarse con fragmentos de piedra o grava, de tal manera que se obtenga una superficie uniforme, capaz de resistir la acción del agua.

Los revestimientos de piedra para muros deberán tener un espesor total de 30 cm. Los primeros 5 cm serán de concreto de $f'c=2500$ psi y servirán de base para la colocación de la piedra. A continuación, y sin que el concreto haya fraguado, se instalará la piedra seleccionando los tamaños a utilizar, de tal manera que el espesor de las paredes terminadas no exceda de 0.30 m. Una vez colocadas las piedras y rellenados los vacíos de acuerdo con el numeral 5.2.09.03, y sin que el concreto haya fraguado, se dará un acabado con mortero 1:1.5 para lograr una textura uniforme sin que sobresalga la piedra. La apariencia de las paredes será tal, que deberán distinguirse las unidades de piedra utilizadas. La formaleta requerida para este concepto deberá ser analizada y evaluada dentro del precio unitario del ítem correspondiente.

En los revestimientos de piedra o las protecciones de grava, no deberán quedar zonas con acumulación de piedra de tamaño pequeño.

La distribución de los tamaños de roca podrá obtenerse, a opción del Contratista, seleccionando los materiales en la fuente de abastecimiento, haciendo la selección durante la colocación, o combinando ambos métodos. No se permitirá la construcción de revestimientos de piedra o protecciones de grava por medio de canalones o cualquier otro método que pueda producir segregación de tamaños durante su colocación.

Donde se requiera una protección de grava y se justifique cambiarla por un revestimiento de piedra, el Contratista puede, previa autorización del Interventor, proveer y colocar un revestimiento de piedra de igual espesor al especificado para la protección.

2.09.04 MEDIDA

Los revestimientos de piedra y las protecciones de grava se medirán utilizando como unidad el metro cuadrado, con aproximación de un decimal y de acuerdo con los espesores especificados en el formulario de cantidades de obra.

Se deberán calcular por separado las cantidades de revestimiento de piedra y protecciones de grava a fin de liquidarlas de acuerdo con

uno de los siguientes conceptos de trabajo:

1. Revestimiento de piedra asentada en concreto de $f'c=2500$ psi.
 - a. Para losas de fondo
 - b. Para muros
2. Protección de grava asentada en mortero

No se medirán para fines de pago las cantidades de revestimiento o protección construidas fuera de las secciones del proyecto y/o las aprobadas por el Interventor.

En un tramo considerado no se medirán para fines de pago las cantidades de revestimiento o protección que no hayan sido totalmente terminadas y recibidas a satisfacción por el Interventor.

Cuando se trate de revestimientos o protecciones del cauce de un canal, se considerarán para efectos de pago, tramos cuya longitud no exceda de 60 metros.

2.09.05 PAGO

La construcción de revestimientos de piedra y protecciones de grava, medida como se indica en el numeral anterior, se pagará al Contratista al precio unitario consignado en el formulario de precios para el ítem correspondiente. En estos precios deberá incluir el Contratista el costo de todas las instalaciones, el suministro en obra de los materiales (incluidos su explotación y transporte), equipos, formaletas, mano de obra y

administración necesarios para construir los revestimientos de piedra y/o las protecciones de grava de acuerdo con lo indicado en los planos, lo prescrito en esta especificación y/o lo aprobado por el Interventor.

En el precio unitario para la construcción de revestimientos de piedra y protecciones de grava deberá incluirse el costo correspondiente a la preparación del terreno.

2.10 RELLENOS PARA FILTROS

2.10.01 GENERALIDADES

El trabajo a que se refiere la presente especificación consiste en el conjunto de operaciones que deberá efectuar el Contratista para suministrar los materiales y construir los rellenos para los diferentes tipos de filtros y drenes, en los sitios y dentro de los alineamientos, perfiles y secciones indicados en los planos y/o los que ordene el Interventor.

2.10.02 ALCANCE DE LOS TRABAJOS

Los siguientes trabajos se consideran implícitamente incluidos dentro del alcance de la presente especificación:

1. Preparación del terreno de cimentación.
2. Suministro en obra de materiales para rellenos.
3. Conformación y compactación de rellenos.
4. Para la conformación y compactación de rellenos con acarreo libre queda incluido el acarreo libre (ver alcance de la especificación ACARREOS).

Los siguientes trabajos quedan excluidos del alcance de la presente especificación:

1. Control de aguas durante todo el proceso de construcción (este concepto está incluido dentro de los ítems de las excavaciones).
2. Los sobreacarreos de los materiales.
3. Para la conformación y compactación de rellenos sin acarreo libre, queda excluido el Acarreo libre (ver el alcance de la especificación ACARREOS).

2.10.03 CLASIFICACION

Según el tipo de filtros o drenes en los que se vayan a utilizar, los rellenos para filtros se clasifican así:

- a. Rellenos filtrantes en zanjas y drenes
- b. Rellenos granulares para filtros con telas no tejidas
- c. Rellenos granulares para lechos filtrantes
- d. Rellenos filtrantes con arena media

2.10.04 MATERIALES

El material para la construcción de filtros podrá ser producto de las excavaciones que sea necesario efectuar para construir las obras, o bien se obtendrá en bancos de préstamo, de cauces naturales, o de canteras, según se indique en los planos y/o el Interventor lo autorice. En los casos en que sea necesario, se procederá a triturar los materiales obtenidos en las mencionadas fuentes de abastecimiento, para conseguir las gradaciones exigidas en los planos y/o en las especificaciones.

Para la aprobación del material, el Interventor tendrá en cuenta los resultados obtenidos en los ensayos de gradación, desgaste y solidez. El costo de los ensayos será por cuenta del Contratista.

La arena que se emplee como material para filtros, deberá estar constituida por materiales durables y libres de partículas descompuestas; las gravas deberán ser materiales sanos, durables y no podrán contener cantidades apreciables de materia orgánica, ni de partículas muy delgadas, planas o alargadas. En general, todos los materiales para filtros deberán estar razonablemente limpios y libres de cantidades apreciables de materia orgánica y vegetal. El Contratista eliminará las lentes o bolsas de arcilla, limos o arena muy fina que se encuentren en el material para filtros.

A continuación se enumeran los requisitos que deben cumplir los diferentes materiales:

a. Rellenos filtrantes en zanjas y drenes

La gradación de los materiales para filtros en zanjas y drenes será la indicada en los planos y/o en las especificaciones. Todo el material que se emplee para filtros será razonablemente bien gradado; se entenderá por material razonablemente bien gradado aquél que contenga una buena distribución de todos los tamaños de partículas, desde los más grandes a los más finos, sin que haya una falta apreciable de un tamaño o grupo de tamaños.

Los siguientes criterios son la guía para escoger el material para filtros usados en estructuras hidráulicas sometidas a altas cabezas de agua, en donde se requiere una rápida disipación de la sub-presión.

Para obtener en el filtro la permeabilidad apropiada, el D15 del material del filtro debe ser igual o mayor que 5 veces el D15 del material protegido.

$$\mathbf{D15 \text{ filtro} > 5 * (D15 \text{ suelo})}$$

Los valores del D15 del filtro y D15 del suelo se determinarán con ensayos de granulometría.

Para evitar el arrastre de materiales a través del filtro, el D15 del material del filtro debe ser igual o menor que 5 veces el D85 del material protegido.

$$\mathbf{D15 \text{ filtro} < 5 * (D85 \text{ suelo})}$$

El porcentaje de material de filtro que pasa el tamiz ASTM No.200 debe ser siempre menor del 5%.

La determinación de los límites del material de filtros, se hará considerando solamente la fracción del material protegido (o por proteger) que pasa el tamiz No.4, cuando este material posea una cantidad de grava (material retenido en el tamiz No.4) mayor del 10% y una cantidad de suelos finos (material que pasa el tamiz No.200) mayor del 10%.

El Interventor tendrá especial cuidado en comprobar que las curvas de gradación del material para filtro y del material protegido sean aproximadamente paralelas.

b. Rellenos granulares para filtros con telas no tejidas

El material constitutivo de estos rellenos estará compuesto por cantos rodados con un tamaño máximo de 20 cm (8") y un tamaño mínimo de 7.5 cm (3"). Debe tenerse especial cuidado en eliminar cualquier material que tenga aristas vivas.

c. Rellenos granulares para lechos filtrantes

El material utilizable para la construcción de los lechos filtrantes estará constituido por una mezcla de arenas, gravas y piedras de un tamaño máximo de 6". Este material se obtendrá en los lechos de los ríos y quebradas. Debe ajustarse aproximadamente a la siguiente granulometría:

TAMAÑO DEL TAMIZ	PORCENTAJE QUE PASA
6"	100
2-1/2"	95-100
1-1/2"	90-100
3/4"	60-80
No.4	40-60
No. 30	5-15
No. 50	0-10
No. 200	0-5

d. Rellenos filtrantes con arena media

El material utilizable para este tipo de rellenos serán arenas con tamaño de partículas entre 4.76 mm y 0.42 mm (tamiz No.4 y No.40).

La arena que se utilice deberá estar constituida por materiales durables y libres de partículas descompuestas o materia orgánica.

El material utilizable deberá ajustarse aproximadamente a la siguiente granulometría:

TAMAÑO DEL TAMIZ	PORCENTAJE QUE PASA
No. 4	100
No. 40	0 a 15
No. 200	0 a 5

2.10.05 CONSTRUCCION

Cuando el material para un filtro proceda de diferentes bancos y/o excavaciones, el Contratista escogerá las zonas de la obra en donde colocará cada carga de materiales, con el fin de distribuirlos en tal forma que la gradación obtenida en la mezcla sea la indicada en los planos y/o en las especificaciones. Las superficies sobre las cuales se colocarán las capas de material de filtros deberán ser aprobadas por el Interventor antes de comenzar dicha operación.

El Contratista deberá hacer la distribución de los materiales dentro de un filtro de tal manera que considerando capas paralelas a la superficie exterior del material protegido, cada una de ellas quede constituida por un material lo más homogéneo posible.

En la construcción de un filtro, la tolerancia máxima será de 5 centímetros, con relación a los espesores, pendientes y alineamientos definitivos.

Cualquier asentamiento que se produzca en los filtros, deberá repararlo el Contratista por su cuenta, a satisfacción del Interventor. El Contratista deberá tomar las precauciones necesarias para mantener las entradas y salidas de los filtros libres de obstrucciones, basuras y hasta que haga entrega definitiva de la obra; en caso de que se presenten obstrucciones o se pierdan parcial o totalmente las características de funcionamiento de un filtro, el Contratista por su cuenta deberá limpiarlo o reconstruirlo, si fuere el caso, en forma aceptable para el Interventor.

Además de las anteriores normas generales, en la construcción de los rellenos para filtros se deberán cumplir los siguientes requisitos:

a. Rellenos filtrantes en zanjas y drenes

La superficie inferior de las zanjas, terminada a la profundidad especificada en los planos y/u ordenada por el Interventor, se compactará a la densidad óptima correspondiente al contenido de agua propio del material, previa evacuación de las aguas lluvias y freáticas almacenadas en la zanja. El material se extenderá en capas de un espesor máximo de 30 centímetros que se compactarán en la forma señalada para esta clase de compactaciones en la especificación de **TERRAPLENES**.

Los materiales de mayor tamaño deberán colocarse alejados de la superficie de suelo a proteger.

Durante el proceso de compactación, sea cual fuere el método utilizado por el Contratista, deberá mantenerse un riego de agua continuo y uniforme que asegure la humedad adecuada del material que se está compactando; se exceptúan aquellos casos en los cuales el Interventor juzgue que el agua ablanda excesivamente la superficie de cimentación del filtro. Se considera que el contenido de agua es suficiente, si la superficie de contacto del implemento utilizado para la compactación aparece húmeda inmediatamente después de pasar sobre el material y siempre y cuando éste no se adhiera a ella; cuando el material aparezca muy suelto o produzca polvo al transitar sobre él, habrá necesidad de adicionarle agua.

El Contratista deberá tomar precauciones especiales durante el cargue, transporte, descargue, riego y compactación de los materiales, para evitar segregaciones o mezclas inadecuadas de los mismos; por consiguiente, deberá retirar o reemplazar cualquier material de filtro que en concepto del Interventor, haya sufrido segregación o mezcla inadecuada.

b. Rellenos granulares para filtros con telas no tejidas

Una vez que se haya hecho la excavación y colocado el geotextil de acuerdo con lo especificado en la sección 5.5.08, el material granular se descargará y extenderá sobre la tela hasta conformar el filtro de acuerdo con las secciones indicadas en los planos y/o las ordenadas por el Interventor. En las zonas donde la unión cosida de la tela sea cambiada por traslapos, autorizados por escrito por el Interventor, deberá cuidarse que la conformación del relleno no produzca desacomodaciones de dichos traslapos.

La conformación del relleno podrá realizarse en casos especiales con equipo mecánico, para lo cual se requerirá la aprobación previa del Interventor. En tales casos deberán tomarse todas las precauciones para impedir el contacto directo entre la tela y el equipo y por lo tanto las capas de relleno en contacto con la tela siempre deberán ser colocadas a mano.

c. Rellenos granulares para lechos filtrantes

El material se colocará en las zonas indicadas en los planos y/o en las ordenadas por el Interventor, después de haber ejecutado las operaciones de desmonte y descapote hasta una profundidad de 0.50 metros o mayor, si así lo ordena el Interventor. El material se volcará o botará en el sitio especificado y se conformará hasta obtener el espesor indicado en los planos. Si en algunos sitios se requiere un espesor mayor, con

el fin de obtener estabilidad y uniformidad en la superficie del relleno, la capa se aumentará lo necesario para este fin, de acuerdo con las indicaciones del Interventor.

d. Rellenos filtrantes con arena media

Una vez que se haya hecho la excavación y antes de colocar la tela geotextil, deberá colocarse en el fondo de la excavación una capa de arena media de un espesor máximo de 0.05 metros para asentar sobre ella la tela geotextil.

Luego se irá colocando la arena media, con espesores máximos de 0.05 metros, entre la pared de excavación y la tela, labor que se adelantará a medida que se va colocando el relleno granular dentro de la tela. Una vez alcanzada la altura total del filtro, indicada en los planos y/u ordenada por el Interventor, y cerrada la tela, esta se cubrirá con una capa de arena media de espesor máximo 0.05 metros.

Los rellenos filtrantes con arena media se utilizan para aislar la tela geotextil de los rellenos con material común y de las paredes de las excavaciones.

2.10.06 MEDIDA

Los volúmenes de los rellenos para filtros, contruidos de acuerdo con las secciones mostradas en los planos, lo prescrito en estas especificaciones y/o lo autorizado por el Interventor, se determinarán para efectos de pago tomando como unidad de medida el metro cúbico, con aproximación de un decimal, de material compactado y/o conformado en el sitio de la obra.

La medición de volúmenes parciales se hará, según el avance de los trabajos por obra correctamente ejecutada de acuerdo con estas normas.

2.10.06.01 PAGO

La construcción de filtros le será pagada al Contratista a los precios unitarios consignados en el formulario de precios, para los siguientes conceptos de trabajo:

1. Rellenos filtrantes en zanjas y drenes
 - a. Suministro del material, conformación y compactación.
 - b. Conformación y compactación, sin acarreo libre.
 - c. Conformación y compactación, con acarreo libre.

2. Granulares para telas no tejidas
 - a. Suministro del material y conformación.
 - b. Conformación, sin acarreo libre.
 - c. Conformación, con acarreo libre.

3. Granulares para lechos filtrantes
 - a. Suministro del material y conformación.
 - b. Conformación, sin acarreo libre.
 - c. Conformación, con acarreo libre.

4. Suministro del material y conformación de filtros con arena media.

En consecuencia con los anteriores conceptos de trabajo, las diferentes maneras de obtener los materiales y la construcción de los rellenos se pagarán según lo conceptúe el Interventor, de acuerdo con lo indicado a continuación:

a) El suministro en obra de los materiales (incluidos su explotación y transporte), todos los acarreos, la selección, la conformación, el riego y la compactación de rellenos se pagarán al Contratista al precio unitario consignado en el formulario de precios para el concepto de trabajo: Suministro, conformación y compactación de rellenos filtrantes en zanjas y drenes.

b) El suministro en obra de los materiales (incluidos su explotación y transporte), todos los acarreos, la selección, la conformación y el riego de rellenos se pagarán al Contratista a los precios unitarios consignados en el formulario de precios para el concepto de trabajo: Suministro y conformación de cada uno de los rellenos.

RELLENOS PARA FILTROS

c) La selección, la conformación, el riego y la compactación (si se requiere) de los materiales procedentes de bancos de préstamo, canteras o excavaciones, se pagarán al Contratista de acuerdo con los precios unitarios, consignados en el formulario de precios, para los conceptos de trabajo: Conformación y compactación, sin acarreo libre, de cada uno de los diferentes rellenos y conformación, sin acarreo libre, de cada uno de los diferentes rellenos.

d) La selección, la conformación, el riego y la compactación (si se requiere) de los materiales procedentes de bancos de almacenamiento se pagarán al Contratista de acuerdo con los precios unitarios, consignados en el formulario de precios, para los conceptos de trabajo: Conformación y compactación, con acarreo libre, de cada uno de los diferentes rellenos y conformación, con acarreo libre, de cada uno de los diferentes rellenos.

e) Cuando el material proceda de bancos de almacenamiento, los sobreacarreos se pagarán dentro de los términos de la especificación ACARREOS. El acarreo libre quedará pagado dentro de los conceptos de trabajo: Conformación y compactación, con acarreo libre, de cada uno de los diferentes rellenos y conformación, con acarreo libre, de cada uno de los diferentes rellenos.

f) Cuando el material de filtro proceda de excavaciones efectuadas para construir las obras, la explotación y suministro de dichos materiales y el acarreo libre se pagarán dentro de los términos de la especificación EXCAVACIONES. Los sobreacarreos que sean necesarios para llevar el material a los sitios de utilización o a los bancos de almacenamiento se pagarán dentro de los términos de la especificación ACARREOS.

g) Si no existe precio para "Suministro, conformación y compactación de filtros" y el material de filtros procede de bancos de préstamo, cauces naturales o de canteras, todos los trabajos de explotación y el acarreo libre se pagarán al Contratista de acuerdo con la especificación: BANCOS DE PRESTAMO. Los sobreacarreos que

sean necesarios para llevar el material a los sitios de utilización o a los bancos de almacenamiento, se pagarán dentro de los términos de la especificación ACARREOS.

2.11 AFIRMADOS

2.11.01 OBJETO

2.11.01.01 DESCRIPCION

Esta norma tiene por objeto dar las indicaciones generales para la construcción de afirmados, en los caminos de acceso y en aquellos otros sitios que indique el Interventor.

2.11.01.02 EXTENSION DEL TRABAJO

Esta norma comprende los siguientes trabajos:

1. Suministro en obra del material para afirmados.
2. Preparación del suelo de cimentación.
3. Colocación, riego y compactación de los materiales.

2.11.02 MATERIAL PARA AFIRMADOS

El material utilizable para afirmados será material bien gradado, con un contenido de finos (material que pasa el tamiz No.200) no mayor del 30%.

2.11.03 CONSTRUCCION

Los afirmados se colocarán en capas de un máximo de 10 centímetros de espesor compactado y se compactarán mediante el uso del equipo apropiado para cada caso en particular, hasta alcanzar una densidad mínima del 95% de la máxima obtenida en el ensayo Proctor Standard. Cuando hubiere lugar al pago separado de afirmados, por no hacer parte el afirmado de otro ítem del formulario de precios, su construcción deberá someterse previamente a la autorización escrita del Interventor, quien determinará el espesor del afirmado.

2.11.04 MEDIDA

En caso de que se requiera construir afirmados que no hagan parte de otro de los ítems del formulario de precios, los afirmados se medirán por metro cuadrado con base en un espesor de 10 centímetros. La unidad de medida será el metro cuadrado, con aproximación a la unidad.

2.11.05 PAGO

Cuando hubiere lugar al pago de afirmados como ítem independiente, el costo para la construcción de afirmados, medidos según el numeral anterior, se pagarán al Contratista al precio unitario consignado en el ítem correspondiente del formulario de precios.

En dicho costo unitario debe incluirse los costos de toda la planta, mano de obra, equipos, suministro en obra de los materiales (incluidos su explotación y transporte), riego y compactación, así como todos los costos directos e indirectos para la realización del ítem de acuerdo con esta especificación.

2.12 SUB-BASE GRANULAR ESPECIFICACION AASHO T-180

2.12 SUB-BASE GRANULAR

2.12.01 DESCRIPCION

Este trabajo consiste en el suministro y la colocación del material aprobado, sobre la sub-rasante preparada de acuerdo con lo especificado en la sección 2.04.03, en una o varias capas y de acuerdo con los alineamientos aprobados por el Interventor. El trabajo se extenderá a las bermas o sub-bermas, según lo indiquen los planos del respectivo proyecto.

2.12.02 MATERIALES

Los materiales de sub-base incorporados en la obra deben ser pétreos o granulares y de características uniformes, libres de terrones de arcilla, materia orgánica u otros elementos objetables.

2.12.02.01 GRANULOMETRIA

Los materiales deben cumplir con la siguiente gradación:

TAMIZ ASTM	PORCENTAJE QUE PASA
3"	-
1-1/2"	100
1"	-
1/2"	50-90
No. 4	30-70
No.200	0-15

Los trabajos requeridos para obtener esta gradación deberán incluir la selección en la fuente de materiales, clasificación de tamaños o trituración y clasificación, mediante el uso de equipos apropiados y de acuerdo con las características de la respectiva fuente.

2.12.02.02 LIMITES DE CONSISTENCIA

La fracción del material que pasa por el tamiz No.40 deberá tener un índice de plasticidad entre 4 y 9.

2.12.02.03 .EXPLOTACION DE MATERIALES Y ELABORACION DE AGREGADOS

Las fuentes de materiales, así como los procedimientos y equipos usados para la explotación de éstos, y para la elaboración de los agregados requeridos, deben ser aprobados por el Interventor; esta aprobación no implica necesariamente la aceptación posterior de los agregados que el Contratista suministre o elabore de tales fuentes, ni lo exime de su responsabilidad de cumplir con todos los requisitos de esta especificación.

Los procedimientos y equipos de explotación, clasificación, eventual trituración o lavado y el sistema de almacenamiento, deben permitir el suministro de un producto de características uniformes. Si el Contratista no cumple con estos requisitos, el Interventor podrá exigir los cambios que considere necesarios.

Todos los trabajos de clasificación de agregados y en especial la separación de partículas de tamaño mayor que el máximo especificado para cada gradación, se deben ejecutar en el sitio de explotación o elaboración y no será permitido efectuarlos en la vía.

2.12.02.04 TRANSPORTE DE MATERIALES

No se permitirá el transporte de los materiales sobre la sub-rasante o sub-base terminada cuando, a juicio de la Interventoría, ello resulte perjudicial para dichas superficies debido a su estado de humedad o a otras causas.

El Contratista está obligado a conservar y restaurar todo camino público sobre el que se efectúe el acarreo de material, dejándolo en condiciones tan satisfactorias como las que presentaba antes de iniciar los acarreos.

Cuando no haya camino para efectuar el transporte de los materiales, la construcción de éste será por cuenta del Contratista y de acuerdo con lo establecido en el respectivo Contrato.

2.12.03 PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCION

2.12.03.01 EQUIPOS

Los equipos para la ejecución de los trabajos especificados comprenden:

Motoniveladora, carrotanque de agua, cilindro metálico, compactador de llanta o vibratorio y vehículos de transporte.

Las respectivas capacidades de producción o elaboración, transporte, conformación y compactación deben permitir un progreso armónico de la construcción.

2.12.03.02 PREPARACION DE LA SUB-RASANTE

El Interventor autorizará la colocación de material de sub-base solamente cuando la sub-rasante haya sido satisfactoriamente terminada, de acuerdo con lo especificado en la sección 2.04.03, inclusive la construcción de las cunetas, desagües y filtros necesarios para el drenaje de la calzada.

2.12.03.03 COLOCACION Y COMPACTACION

El material de sub-base se colocará y extenderá en capas de diez (10) a quince (15) centímetros de espesor, medido después de la compactación. El material se mojará, si esto fuere necesario, hasta obtener un contenido de humedad adecuado, y se compactará a un mínimo del 95% de la densidad máxima, determinada según la Especificación T-180 de la AASHO, Método D (Proctor Modificado).

2.12.03.04 CONSERVACION

Una vez aceptada la sub-base, y por todo el tiempo de construcción, el Contratista deberá reparar a su costa todos los daños en la sub-base que ésta presentare y restablecerla al mismo estado en que se aceptó.

2.12.04 TOLERANCIAS

Las tolerancias admisibles para la aceptación de la sub-base serán las siguientes:

La distancia entre los ejes y el borde no será menor que la distancia indicada en los planos o definida por el Interventor.

La cota de cualquier punto de la sub-base conformada y compactada, no deberá variar en más de dos (2) centímetros de la cota proyectada. El espesor verificado por medio de perforaciones en la sub-base terminada, no deberá ser menor del noventa por ciento (90%) del espesor de diseño; sin embargo, la máxima deficiencia admisible para el espesor será de dos (2) centímetros.

En los proyectos de mejoramiento que no se ajustan a rasantes calculadas y en que el afirmado existente forma parte de la sub-base, el Interventor determinará el procedimiento de control de espesores, cotas y pendientes transversales, según lo estime más conveniente.

Las tolerancias para la calidad de los materiales empleados y de la sub-base terminada son las especificadas en el numeral 2.12.02 de esta especificación.

2.12.05 MEDIDA

La medida de la sub-base será el número de metros cúbicos de material compactado, aproximado a un decimal, colocado y terminado de acuerdo con esta especificación y las dimensiones y cotas señaladas en los planos u ordenadas por el Interventor.

No se medirán cantidades en exceso de las especificadas, especialmente cuando tales excesos se deben a sobre-excavación de la sub-rasante por parte del Contratista.

2.12.06 PAGO

El pago se hará por metro cúbico de sub-base compactada, al respectivo precio unitario del Contrato y para toda obra aceptada a satisfacción del Interventor.

El precio unitario deberá cubrir todos los costos de adquisición o explotación, selección, clasificación, ensayos ordenados por la Interventora, trituración eventual, cargue, transporte, descargue, colocación, nivelación, humedecimiento y compactación de los materiales utilizados; los costos de adquisición, obtención de derechos de explotación o alquiler de las fuentes de materiales o canteras, la preparación de las zonas por explotar, las instalaciones provisionales, los costos de arreglo o construcción de las vías de acceso a las fuentes de materiales y, en general, todo costo relacionado con la correcta construcción de la sub-base.

2.13 BASE GRANULAR

2.13.01 DESCRIPCION

Este trabajo comprende la construcción de una base de grava triturada o de roca triturada, colocada sobre la sub-base del proyecto o el afirmado de la carretera existente, de acuerdo con las dimensiones y cotas señaladas en los planos u ordenadas por el Interventor.

2.13.02 MATERIALES

El material consistirá en grava triturada dura y resistente, que cumpla con los requisitos establecidos en esta sección; debe presentar no menos del 50% de las partículas de agregado grueso, en peso, con caras fracturadas. El agregado grueso es la parte del material retenida en el tamiz ASTM No.4.

El material de base deberá estar libre de materia orgánica, terrones de arcilla y otras sustancias deletéreas. El agregado triturado no debe mostrar señales de desintegración ni de pérdida mayor del 12%, al someterlo a 5 ciclos en la prueba de solidez en sulfato de sodio, según el ensayo MOP-E-20.

2.13.02.01 GRANULOMETRIA

La gradación de los materiales será la siguiente:

TAMIZ ASTM
1-1/2"
1"
3/4"
3/8"
No. 4
No. 10
No. 40
No. 200

PORCENTAJE QUE PASA
100
70-100
60-90
45-75
30-60
20-50
10-30
5-15

2.13.02.02 LIMITES DE CONSISTENCIA

La fracción del material que pasa por el tamiz No.40 no debe tener un índice de plasticidad mayor de 6, determinado de acuerdo con las normas MOP-E-3 y E-4.

2.13.02.03 DESGASTE

El material, al ser sometido al ensayo de abrasión en la máquina de los Angeles (MOP-E-15) deberá presentar un desgaste menor del 50%, según la gradación A.

2.13.02.04 EXPLOTACION DE MATERIALES Y ELABORACION DE AGREGADOS

Las fuentes de materiales, así como los procedimientos y equipos usados para la explotación de éstos y para la elaboración de los agregados requeridos deben ser aprobados por el Interventor; esta aprobación no implica necesariamente la aceptación posterior de los agregados que el Contratista suministre o elabore de tales fuentes, ni lo exime de su responsabilidad de cumplir con todos los requisitos de esta especificación. Los procedimientos y equipos de explotación, clasificación, trituración y eventual lavado, así como el sistema de almacenamiento, deben permitir el suministro de un producto de características uniformes. Si el Contratista no cumple con estos requisitos, el Interventor podrá exigir los cambios que considere necesarios.

2.13.03 PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCION

2.13.03.01 EQUIPOS

Los equipos para la ejecución de los trabajos especificados comprenden:

Motoniveladora, carrotanques de agua, cilindro metálico, compactador de llantas o vibratorio y vehículos de transporte.

Las respectivas capacidades de elaboración, transporte, conformación y compactación deben permitir un progreso armónico de la construcción.

2.13.03.02 PREPARACION DE LA SUB-BASE

Antes de proceder a depositar materiales para la construcción de la base, la sub-base o el afirmado existente deberán estar terminados de acuerdo con lo especificado en las respectivas secciones.

2.13.03.03 COLOCACION Y COMPACTACION

El material se colocará y extenderá en una sola capa o en dos capas de espesores aproximadamente iguales, para obtener un espesor de 10 cm. La compactación mínima será del 100% de la densidad máxima, determinada según la especificación T-180 de la AASHO, método D (Proctor Modificado).

2.13.03.04 CONSERVACION

Si después de aceptada la base el Contratista demorare la construcción del pavimento, deberá reparar a su costa todos los daños en la base y restablecerla al mismo estado en que se aceptó.

2.13.04 TOLERANCIAS

Las tolerancias admisibles para la aceptación de la base serán las siguientes:

La distancia entre el eje y el borde no será menor que la distancia indicada en los planos o determinada por el Interventor.

El espesor, verificado por medio de perforaciones en la base terminada, no deberá ser más de uno y medio centímetros menos que el espesor proyectado. La comprobación de la regularidad de la base con reglón de tres metros de largo, no deberá acusar diferencias superiores a uno y medio centímetros en ninguno de sus puntos.

Las tolerancias para la calidad de los materiales empleados y de la base terminada son las especificadas en el numeral 2.13.02 de esta especificación.

2.13.05 MEDIDA

La medida será el número de metros cúbicos de base compactada, aproximados a un decimal, colocados y terminados de acuerdo con esta especificación y las dimensiones señaladas en los planos u ordenadas por el Interventor. No se medirán cantidades en exceso de las especificadas.

2.13.06 PAGO

El pago se hará por metro cúbico de base compactada, al precio unitario del Contrato, por toda obra aceptada a satisfacción del Interventor.

El precio unitario deberá cubrir todos los costos de explotación, trituración, clasificación, cargue, transporte, descargue, colocación, nivelación, humedecimiento y compactación de los materiales utilizados en la construcción de la base.

Deberá cubrir además, todos los costos de adquisición, obtención de derechos de explotación o alquiler de las fuentes de materiales o canteras, el costo de los ensayos ordenados por el Interventor, el descapote y preparación de las zonas por explotar, los costos de las instalaciones provisionales, los costos del arreglo o construcción de las vías de acceso a las fuentes de materiales y, en general, todo costo relacionado con la correcta construcción de la base.

SECCION TERCERA

3 TUBERÍAS PREFABRICADAS

3.01 TUBERIA PREFABRICADA DE CONCRETO REFORZADO

3.01.01 GENERALIDADES

El objeto de la presente especificación es el de dar criterios que sirvan de base para fabricar tuberías de concreto reforzado con destino a la construcción de alcantarillados.

Todas las tuberías prefabricadas de concreto reforzado deben cumplir con la especificación ASTM C76, con las adiciones que se indican en los numerales que siguen.

La tubería debe ser de sección circular con una longitud máxima para cada unidad de 2.50 metros. La superficie interior de los tubos debe ser uniforme, libre de asperezas, muescas, desviaciones e irregularidades de cualquier especie.

3.01.02 CONCRETO

Los materiales utilizados para las mezclas de concreto deben seguir las normas dadas en la especificación 4.02 CONCRETO.

En ningún caso se permitirá una proporción menor a 350 kilos de cemento Portland por metro cúbico de concreto. La tubería debe ser curada por agua o al vapor, y nunca se aceptará curado de los concretos al aire.

El despacho de tubería se hará cuando el concreto tenga una resistencia mínima de 210 kilogramos por centímetro cuadrado.

La Interventoría autorizará, por escrito, el uso de aditivos para acelerar el tiempo de fraguado.

La absorción del concreto, completamente fraguado, debe ser como máximo del 5% del peso en seco.

3.01.03 REFUERZO

Se aceptarán los aceros de refuerzo producidos en el país, siempre y cuando cumplan con las especificaciones de resistencia determinadas en el diseño de la tubería, aprobado por la Interventoría, y las especificaciones ASTM para aceros de refuerzo.

3.01.03.01 COLOCACION DEL REFUERZO

a) Cuando se utilice una sola canasta de refuerzo circular, ésta deberá quedar a una distancia de la cara interior del tubo que esté comprendida entre el 35% y el 50% del espesor del mismo, salvo cuando se trate de paredes de menos de 64 mm de espesor en las cuales el recubrimiento será de 19 mm.

En tubería circular que tenga dos canastas de refuerzo, cada una se colocará de manera que el recubrimiento del refuerzo sea de 25 mm.

En la tubería circular que tenga refuerzo elíptico con un espesor de pared de 64 mm o más, el refuerzo se colocará de modo que el recubrimiento sobre el refuerzo a lo largo del diámetro horizontal del tubo sea de 25 mm desde la superficie exterior del mismo.

En toda tubería con diámetro de 90 centímetros o más, la campana o el espigo tendrá refuerzo circular con área igual a la de un solo anillo de refuerzo del tubo.

La variación en posición del refuerzo estará sometida, sin embargo, a las tolerancias dadas en la sección 3.01.05.

b) Una canasta de refuerzo circular de un área dada, puede estar formada por dos capas, si éstas no están separadas por más espesor que el de una varilla longitudinal de 6 mm. Las dos capas se amarrarán una a otra para formar una sola canasta rígida. Todas las demás especificaciones, tales como traslapos, soldaduras y tolerancias de colocación, etc., serán aplicables a este caso.

c) El espacio centro a centro de anillos adyacentes de refuerzo circular en una canasta, no excederá de 10 centímetros para tubería cuya pared sea hasta 10 centímetros, ni será mayor del espesor de la pared cuando se trata de tubería más grande, pero en ningún caso será mayor de 15 centímetros. La continuidad del refuerzo circular no se destruirá durante la fabricación de la tubería.

3.01.03.02 TRASLAPOS Y SOLDADURAS

Si los empalmes del refuerzo no se sueldan, el refuerzo irá traslapado en no menos de 20 diámetros para varillas corrugadas y en no menos de 40 diámetros para varillas lisas.

Además, cuando se tienen canastas superpuestas de alambre soldado y se usan sin soldar una con otra, el traslapo contendrá un alambre longitudinal. Cuando los empalmes se sueldan, las pruebas de tracción en las muestras representativas habrán de desarrollar por lo menos 50% de la resistencia máxima especificada para el acero y habrá un traslapo mínimo de 5 centímetros. En caso de que se suelde un extremo con otro de las varillas, las pruebas de tracción deben mostrar por lo menos un 75% de la resistencia mínima especificada del acero.

3.01.04 VARIACIONES PERMITIDAS EN DIMENSIONES

a) La tolerancia en el diámetro interior de la tubería entre 70 centímetros y 2.70 metros no será mayor de 1% del diámetro nominal o 9.5 mm, tomándose el valor más alto de los dos.

El espesor de los tubos no será menor de un 5% al especificado en los planos o 4.8 mm tomándose el valor mayor.

Un espesor mayor del requerido no será causa del rechazo de la tubería. Sin embargo, se aceptarán las tuberías cuyas variaciones en espesor excedan a las especificadas, si su resistencia por el método de los tres apoyos y el recubrimiento mínimo del refuerzo cumplen las especificaciones.

b) Las variaciones en longitud de los lados opuestos de la tubería no serán de más de 1% del diámetro, siendo la tolerancia máxima de 6 mm para cualquier longitud de tubería, excepto cuando se especifique tubería chaflanada para colocación en curvas.

c) No se aceptará tubería cuya diferencia en longitud con la longitud especificada sea mayor del 1% siendo la tolerancia máxima de 27 mm para cualquier longitud de tubería.

3.01.05 VARIACIONES PERMITIDAS EN EL REFUERZO

a) La variación máxima en la posición del refuerzo será 10% del espesor del tubo, o 12.7 mm, tomándose la magnitud mayor. Las tuberías cuya variación en la posición del refuerzo exceda la que ha sido especificada, se aceptarán si la resistencia por el método de los tres apoyos (obtenida de una muestra representativa) cumple las especificaciones. Sin embargo, en ningún caso se aceptará tubería en la cual el recubrimiento del refuerzo sea menor de 12.7 mm.

b) Cuando se utiliza una sola canasta de refuerzo en tubería circular y para el refuerzo elíptico, se considerará que un área de refuerzo no menor del 97% del área mostrada en los planos cumple con los requerimientos del área de refuerzo.

3.01.06 ALTERNATIVAS EN EL DISEÑO Y DISEÑO ESPECIAL

Los fabricantes pueden someter a la Interventoría, para su aprobación por parte de ésta y con anterioridad a comenzar la producción de tubería, diseños diferentes de los especificados en las normas ASTM C76. Dicha tubería debe cumplir con todas las pruebas y requerimientos de funcionamiento especificados por la Interventoría.

3.01.07 UNIONES PARA TUBERIA DE CONCRETO REFORZADO

3.01.07.01 GENERALIDADES

Las uniones para tubería de concreto serán del tipo de campana y espigo, con una ranura en el espigo para utilizar un empaque redondo (O - Ring) de un compuesto de caucho.

El compuesto de caucho que se especifica aquí se utilizará para fabricar empaques en anillo continuo o empalme para uniones de tubería cuyas superficies de unión sean ambas de concreto o que una de ellas sea de acero o de plástico.

El compuesto de caucho no contendrá aceites vegetales, caucho regenerado o cualquier sustancia dañina. Todos los empaques de caucho contendrán superficies lisas y serán producidos a presión o moldeados al diámetro especificado con una tolerancia de 0.8 mm y curados de tal manera que cualquier sección transversal sea densa, homogénea y libre de porosidad, ampollas y otras imperfecciones.

El compuesto de caucho cumplirá con los siguientes requisitos físicos cuando se someta a análisis:

1.	Caucho natural (al volumen), mínimo	65%
2.	Esfuerzo a la tensión, mínimo	196 Kg./cm ²
3.	Alargamiento a la ruptura, mínimo	500%
4.	Durómetro Shore, Tipo A	50 + 5
5.	Compresión residual, porcentaje de la deflexión original. Método B (un fragmento de empaque de 13 mm de longitud a deflexión constante durante 22 horas a 70°C), máximo	20%
6.	Disminución en esfuerzo a la tensión por envejecimiento acelerado al aire (96 horas a 70°C), tomado como porcentaje	20%
7.	Absorción del agua al peso (24 horas a 70°C), máximo	1.5%
8.	Extracto de acetona, máximo	15%
9.	Peso específico 1.10 a 1.20	1.10 a 1.20

3.01.07.02 EMPALMES DE EMPAQUE

Los empalmes deben cumplir con todos los requerimientos de las especificaciones del material utilizado, con las adiciones que se indican en los numerales que siguen:

1. El esfuerzo a la tensión será como mínimo 98 Kg./cm².
2. Cada empalme se someterá a un alargamiento del 100% ó dos veces su longitud inicial sin que haya separación visible.
3. El cinco por mil de todos los empalmes será sometido a un alargamiento del 250% sin que muestre ruptura completa.

3.01.07.03 ALMACENAMIENTO Y DESPACHO

Los empaques deben almacenarse en un lugar frío y bien ventilado, y protegerse de los rayos directos del sol durante el almacenamiento y el transporte.

3.01.08 REPARACIONES DE LA TUBERIA

En los patios de almacenamiento del fabricante, el Contratista de la construcción o un representante de la Interventoría rechazará la tubería que no sea satisfactoria o esté deteriorada, o la marcará para que se ejecuten reparaciones menores.

Si la Interventoría rechaza o devuelve tubería, previamente aceptada por el Contratista, a la fábrica para reparaciones menores, los costos de transporte y reparación serán a cargo del Contratista de la construcción de la obra.

Solamente se pueden reparar las imperfecciones, cuando la Interventoría así lo haya aprobado y después de que el fabricante así lo haya demostrado para obtener una reparación permanente y fuerte.

El mortero de cemento que se utilice debe alcanzar a los siete días para cada diámetro, espesor y clase de tubería, la resistencia a la compresión señalada en los diseños y una resistencia adicional, a los 28 días, por lo menos de 70 Kg./cm². Estas resistencias se comprobarán en cilindros de 7.5 cm por 15 cm, curados y probados en el laboratorio que indique el Interventor.

3.01.09 DIBUJOS DE FABRICA

Con anterioridad a la fabricación de la tubería el fabricante presentará a la Interventoría, para su aprobación, dibujos que muestren el refuerzo, las uniones y otros detalles. Toda la tubería suministrada bajo este Contrato será fabricada solamente de acuerdo con los dibujos aprobados.

3.01.10 DESPACHOS

Solamente aquellas tuberías fabricadas completamente de acuerdo con las especificaciones y que hayan sido aceptadas por el Contratista de la construcción y/o por la Interventoría, podrán ponerse en lista para despacho y pago.

3.01.11 MARCADO

Cada tubo se marcará en la parte interior con la fecha de producción, tamaño, clase de tubería y la marca del fabricante.

Cuando el refuerzo de la tubería sea elíptico, se marcará la tubería en un extremo, en el interior y exterior de las paredes donde queda el eje de la elipse de refuerzo.

Todas las marcas serán grabadas o pintadas con pintura a prueba de agua y siempre estarán en el mismo extremo de la tubería.

3.01.12 ACEPTACION

La aceptación de la tubería se basará en:

- a) Calidad de los materiales
- b) Proceso de fabricación
- c) Detalles de la tubería
- d) Pruebas de resistencia y absorción
- e) Inspección del producto terminado

3.01.13 ENSAYOS

3.01.13.01 ENSAYOS INICIALES

Al comenzar la fabricación de la tubería se efectuarán ensayos de compresión en series de muestras compuestas de un cilindro de prueba curado de la manera aprobada y un cilindro de prueba curado al vapor al tiempo con la tubería (cuando se cura la tubería al vapor). Los cilindros se tomarán en los días en que se fabrique la tubería para el proyecto y se tomarán por lo menos cinco de estas series de muestras para conseguir resultados uniformes.

3.01.13.02 ENSAYOS REGULARES

Para los ensayos regulares de compresión se tomarán dos cilindros (cuatro cuando la tubería se cura al vapor) cada día.

3.01.13.03 REQUERIMIENTOS ADICIONALES

Los cilindros serán de 15 cm por 30 cm. A menos que el fabricante tenga equipo para ensayos de laboratorio que haya sido aprobado por la Interventoría, los ensayos se harán en el laboratorio que indique el Interventor. El costo de los ensayos y de transporte será por cuenta del fabricante.

3.01.14 INSPECCION Y PRUEBAS DE RESISTENCIA

La inspección se efectuará en el sitio de fabricación, en el sitio de la obra después del descargue, o en ambos sitios, y la tubería podrá rechazarse en cualquier momento por no cumplir cualquiera de los requisitos de las especificaciones aún cuando se haya aceptado la tubería en el sitio de la fabricación. La tubería que se rechace después de la descarga en el sitio, se marcará para poderla identificar y se removerá de la obra inmediatamente.

La inspección incluirá, pero no se limitará, a lo siguiente:

1. Inspección a la campana y espigo de cada tubo sobre posibles daños que impidan una unión satisfactoria.
2. Verificar si algún acero de refuerzo sobresale del tubo.
3. Buscar grietas que pasen a través del cuerpo del tubo, o de la campana y que afecten la utilización de la tubería (se exceptúa una sola grieta en cualquier extremo de la tubería y cuya longitud no sea mayor que la profundidad de la campana).
4. Examen de tees y otros accesorios en busca de defectos o daños.
5. Inspección de la superficie interior de la tubería en busca de protuberancias cuya superficie esté rota o sobresalga más de 3 mm.
6. Examen sobre la derecha y longitud del tubo.
7. Verificación del espesor de la tubería.

Los tres últimos ítems estarán de acuerdo con las limitaciones específicas dadas en Variaciones Permitidas en Dimensiones.

Si cualquiera de los ítems anteriores no es satisfactorio y no se pueden hacer reparaciones, se rechazará la tubería y se pintará una X larga cerca del defecto, seguida por el número del defecto tomado de la lista anterior (ej: X-1 indicaría una campana o espigo roto).

Toda la tubería entregada en la obra será del tipo y clase que se pide en los planos y especificaciones.

3.01.15 MEDIDA Y PAGO

Las medida para efecto de pago y el pago del suministro de la tubería de concreto reforzado se especifican en la sección 3.04.

3.02 TUBERIA PREFABRICADA DE CONCRETO SIN REFORZAR

Todas las tuberías de concreto sin reforzar deben cumplir con la especificación ASTM C14, con las adiciones que se indican en los numerales que siguen.

3.02.01 CONCRETO

Los materiales utilizados para las mezclas de concreto deben seguir las normas dadas en la especificación **4.02 CONCRETO**. En ningún caso se permitirá una proporción menor de 350 kilos por metro cúbico de concreto.

La absorción del concreto totalmente fraguado, debe ser como máximo del 8% del peso en seco.

3.02.02 CURADO

La tubería será sometida a cualquiera de los sistemas de curado que se describen en los párrafos (a) (b) y (c) o cualquier otro método o combinación de métodos,

aprobados por la Interventoría y que den resultados satisfactorios. La tubería habrá de curarse durante un espacio de tiempo suficiente para que el concreto pueda desarrollar la resistencia especificada a los 28 días o menos.

a. Curado al vapor

La tubería podrá colocarse en una cámara de curado protegida de corrientes de aire exterior, para curarla en una atmósfera húmeda mantenida por la inyección de vapor de agua, durante el tiempo y a la temperatura que sean necesarios para poner a la tubería en condiciones de satisfacer los requisitos de resistencia. La cámara de curado se construirá de manera que permita la circulación del vapor alrededor de la totalidad de la tubería.

b. Curado por agua

La tubería de concreto puede curarse con agua cubriéndola con un material empapado o mediante un sistema de tubos perforados, rociadoras mecánicas, mangueras porosas o cualquier otro procedimiento aprobado, que conserve la tubería húmeda durante el período de curación especificado.

c. El fabricante puede optar por una combinación de los métodos descritos en los párrafos a y b siempre que consiga la necesaria resistencia del concreto a la compresión.

3.02.03 ALTERNATIVAS EN EL DISEÑO Y DISEÑO ESPECIAL

El fabricante puede someter a la Interventoría, para aprobación por parte de ésta y con anterioridad a comenzar la producción de la tubería, diseños diferentes de los especificados en la norma ASTM C14. La tubería fabricada de acuerdo con estos diseños debe cumplir todas las pruebas y requerimientos de diseño especificados por la Interventoría.

3.02.04 TOLERANCIAS EN DIMENSIONES

- a) Las variaciones en el diámetro interno no serán mayores de 6mm.
- b) El espesor de las paredes de los tubos no será menor de 2 mm al especificado en los diseños.
- c) La longitud mínima de la tubería será de 90 cm y nunca será menor de esta longitud en un 2%.
- d) Las variaciones en longitud de los lados opuestos de la tubería no serán mayores de 8 mm.
- e) El espesor de la campana no debe ser menor de 6 mm del especificado en los diseños.

3.02.05 UNIONES PARA TUBERIA DE CONCRETO SIN REFORZAR

a) Las extremidades de todos los tubos serán conformadas de manera que cuando la tubería se coloque y se una, formará una línea continua y uniforme con superficie interior lisa y regular. Las uniones serán de un diseño tal que faciliten una junta eficaz a fin de reducir la exfiltración y la infiltración a un mínimo satisfactorio y facilitar la instalación sin anomalías apreciables en la línea de flujo. Las uniones deberán permitir una deflexión en cualquier sentido del 2% de la longitud de la tubería en cualquier diámetro.

b) Las uniones para tubería de concreto sin reforzar serán del tipo de campana y espigo con un empaque redondo (O - Ring) de un compuesto de caucho de acuerdo con lo señalado en el numeral 3.01.07 de estas Especificaciones Técnicas.

3.02.06 ACCESORIOS

a) Los accesorios tendrán un extremo de espigo sencillo y un extremo de campana que corresponda, por todo concepto, a las dimensiones especificadas para los tubos de los respectivos diámetros internos. Las derivaciones que se suministren tendrán la misma longitud de la tubería recta. Todos los accesorios corresponderán, en el acabado, a las normas dadas en las presentes especificaciones.

b) Las piezas de conexión tendrán los extremos de los espigos cortados a un ángulo de 45°, aproximadamente, con relación al eje longitudinal.

c) Las curvas tendrán ángulos de 90, 45 y 22½ grados, según se requiera, y el diámetro interno debe mantenerse en toda la longitud de la curva.

d) Las tuberías de derivación se suministrarán con la derivación del tamaño o tamaños especificados, las cuales quedarán aseguradas de manera firme y completa al cuerpo de la tubería durante el proceso de fabricación. Las tees y las dobles tees tendrán sus ejes perpendiculares al eje longitudinal de la tubería. Las yees y las dobles yees, así como las derivaciones en V, tendrán sus ejes aproximadamente a 35° del eje longitudinal del tubo, medidos desde el extremo de la campana. Todas las derivaciones terminarán en campana y el cuerpo de la derivación tendrá extensión suficiente para que se pueda hacer un empate adecuado cuando el tubo que se conecta sea introducido en la campana de la derivación.

3.02.07 REPARACIONES

La tubería puede ser reparada, si fuere necesario, por razón de imperfecciones ocasionadas en la fabricación, o de daños accidentales durante el manejo. Las reparaciones serán aceptables si en concepto de la Interventoría están bien hechas, si se ha hecho debidamente el acabado y curado y si la tubería reparada se ajusta a los requisitos de estas especificaciones.

3.02.08 MARCAS

Los siguientes datos serán claramente marcados en cada sección de tubería:

a) Clase de tubo

b) Fecha de fabricación

c) Nombre del fabricante o marca de fábrica

d) Diámetro de la tubería

Las marcas serán grabadas en las secciones de la tubería o pintadas en ellas con pintura a prueba de agua.

3.02.09 INSPECCION Y RECHAZO

A más de las pruebas físicas que se efectúen en muestras de tubería, como las especificadas en las secciones **3.01.13 ENSAYOS** y **5.09.02.02 ENSAYOS DE LABORATORIO EN TUBERIAS DE CONCRETO SIN REFORZAR**, todos los tubos estarán sujetos a inspección por parte de un representante de la Interventoría en la fábrica, en la zanja o en cualquier punto de entrega. El objeto de la inspección será rechazar tubería por alguno de los motivos siguientes:

a) Variaciones en cualquier dimensión que excedan las diferencias tolerables.

b) Roturas o grietas que atraviesen el cuerpo del tubo o la campana. Sin embargo, una sola grieta en el espigo cuya longitud no sea mayor de la mitad de la profundidad de la campana; o en ésta, una sola rotura o grieta cuya longitud sea menor de 75 mm, y cuya profundidad sea menor que la mitad de la campana, no se considerarán causa para rechazo a menos que estos defectos existan en más del 5% de la totalidad del cargamento o remesa.

c) Burbujas cuya superficie esté rota o cuando sobresalgan más de 3 mm sobre la superficie del tubo.

d) Defectos que indiquen mezcla o vaciado imperfectos.

e) Grietas suficientes para menoscabar la resistencia, durabilidad y utilización de la tubería.

f) Variaciones de más de 1% en el alineamiento de la tubería recta.

g) Cuando no se produce un sonido claro al colocar el tubo sobre un extremo y darle golpe seco con martillo liviano.

h) Adherencia insegura de las derivaciones al cuerpo principal del tubo.

i) La falta total de corrugados en la superficie externa de la tubería ocasionada por algún proceso en el cual las formaletas son removidas inmediatamente después del vaciado del concreto, lo cual es indicativo de alguna deficiencia de agua en la mezcla del concreto, a menos que todas las muestras entregadas para prueba, que no tengan tales señales, hayan pasado las pruebas físicas exigidas por estas especificaciones.

3.02.10 MARCADO DE MUESTRAS RECHAZADAS

Toda la tubería rechazada será marcada claramente con una X grande por el representante de la Interventoría y se reemplazará por el fabricante o el Contratista con tubería que llene los requisitos de estas especificaciones. Este reemplazo correrá por cuenta del fabricante o del Contratista de construcción.

3.02.11 MEDIDA Y PAGO

La medida para efecto de pago y el pago del suministro de la tubería de concreto sin reforzar, se especifican en la sección 3.04.

3.03 TUBERIA DE GRES

3.03.01 CLASE

La tubería fabricada de conformidad con las siguientes especificaciones se denominará "Tubería de gres de Resistencia Normal".

Todas las tuberías de gres deben cumplir con la especificación ICONTEC-357 y 212 Primera Revisión, con las adiciones que se indican en los numerales que siguen.

3.03.02 MATERIALES Y FABRICACION

La tubería de gres se fabricará de arcilla superficial, arcilla refractaria o arcilla esquistosa, o de una combinación de estos materiales.

Estos materiales o alguna combinación de los mismos, al moldear con ellos tubos y someterlos a temperatura apropiada, darán un producto que será a la vez fuerte, duradero y utilizable, libre de defectos inadmisibles y que se ajustará a las presentes especificaciones.

3.03.03 TAMAÑO Y DIMENSIONES

La tubería será suministrada en los tamaños y dimensiones especificados y de acuerdo al diseño de la norma ASTM C13.

3.03.04 RECTITUD DE TUBERIAS

La máxima flecha en tubería recta será del 1% de la longitud del tubo.

3.03.05 BURBUJAS

No se aceptarán tubos con burbujas que tengan un diámetro mayor de 75 mm y las burbujas o granos no deben sobresalir más de 3 mm de la superficie de tubos con diámetro interno hasta 18 pulgadas. Para tubos de diámetro interno mayor a 18 pulgadas, las burbujas no tendrán más de 50 mm de diámetro por cada 12 pulgadas de diámetro del tubo, ni sobresaldrán de la superficie más de un 1% del diámetro interior.

3.03.06 ACABADO DE LOS EXTREMOS

Los extremos de los tubos estarán a escuadra con sus ejes longitudinales. La superficie interior de la campana y la superficie exterior del espigo deberán ser estriadas con aros en forma triangular o semi circular de 3 mm de profundidad.

La cantidad mínima de las estrías será la siguiente:

TAMAÑO DEL TUBO (pulgadas)	CANTIDAD MINIMA DE ESTRIAS
6	1
8 y 10	2
12 a 36	3

Podrá suprimirse el estriado cuando su eliminación sea conveniente para la clase de unión que ha de usarse.

3.03.07 ACCESORIOS

Los espigos y las campanas de los accesorios corresponderán, por todo concepto, a las dimensiones especificadas para la tubería del tamaño que se trate. La longitud nominal para tees y yeas será de 60 centímetros para accesorios hasta 14 pulgadas de diámetro, y la longitud nominal del tubo recto para accesorios mayores de 14 pulgadas. Las tolerancias en las dimensiones de accesorios serán las mismas de la tubería recta. Todos los accesorios se ajustarán, en cuanto al acabado, a los requisitos indicados para tubería en las secciones correspondientes.

Las tees y las yeas serán suministradas, con la derivación o derivaciones del tamaño o tamaños especificados, las cuales estarán aseguradas firme y completamente al cuerpo de la tubería durante el proceso de fabricación. Las tees y dobles tees tendrán sus ejes perpendiculares al eje longitudinal de la tubería. Las yeas y las dobles yeas tendrán sus ejes a 60 grados, aproximadamente, del eje longitudinal del tubo, midiéndose el ángulo entre los extremos con campana. Todas las derivaciones terminarán en campana y el cuerpo de la derivación tendrá extensión suficiente para que pueda hacerse un empate adecuado cuando el tubo que se conecta sea introducido en la campana de la derivación.

3.03.08 UNIONES

Las uniones para tubería de gres serán del tipo campana y espigo. El espacio anular de las uniones, ya sean juntas con mortero o juntas con empaque de caucho, debe llenarse con mortero, exterior e interiormente. El relleno interior de las uniones se colocará a mano, utilizando mortero de mezcla 1:2, tacándolo con varillas apropiadas. El relleno exterior para tuberías de gres de diámetro mayor a 14" se hará con lechada de mortero mezcla 1:2, colocando previamente una banda de fibra de fique asfaltado alrededor de la junta. Para diámetros menores o iguales a 14", la

unión deberá hacerse con anillo de caucho, el cual deberá cumplir los requisitos exigidos en el numeral 3.01.07 de este volumen.

3.03.09 MARCAS

Cada tramo de tubería estará marcado con las iniciales o el nombre de la persona, compañía o corporación que lo fabricó y el tamaño del tubo. Las marcas serán grabadas en el exterior del tubo, cerca a la campana y serán claramente legibles para efectos de identificación.

3.03.10 INSPECCION Y RECHAZO

Además de las pruebas físicas que se efectúen en muestras de tubería, como las especificadas en la sección **5.09.02.03 ENSAYOS DE LABORATORIO EN TUBERIAS DE GRES**, todos los tubos estarán sujetos a inspección por parte de un representante de la Interventoría en la fábrica, en la zanja o en cualquier punto de entrega.

El objeto de la inspección será rechazar tubería por alguno de los motivos siguientes:

- a) Variaciones en cualquiera de sus dimensiones que excedan las tolerancias señaladas en la norma ASTM C 13.
- b) Roturas o grietas que atraviesen el cuerpo de la campana teniendo en cuenta que puede permitirse una sola grieta en el extremo del espigo cuya longitud no exceda el 75% de la profundidad de la campana, o una sola rotura en la campana menor de 75 mm de longitud alrededor de la circunferencia o de 50 mm en el sentido longitudinal.
- c) Astillas o fracturas en el interior del tubo que excedan 50 mm de largo, 2.5 mm de ancho o con profundidad de más de un cuarto del espesor de la pared.
- d) Burbujas que se hayan roto o que excedan las dimensiones especificadas en la sección respectiva.
- e) Variación de más de uno por ciento en el alineamiento de la tubería recta.
- f) Derivaciones que no estén unidas de manera segura al cuerpo del tubo.

Si alguno de los ítems anteriores se cumple, la tubería se rechazará y se pintará con una X grande.

3.03.11 MEDIDA Y PAGO

La medida para efectos de pago y el pago del suministro de la tubería de gres se especifican en la sección 3.04.

3.04 INSTALACION DE TUBERIAS DE GRES Y CONCRETO

3.04.01 GENERALIDADES

El trabajo a que se refiere la presente especificación consiste en el conjunto de operaciones que deberá efectuar el Contratista para instalar adecuadamente las tuberías de concreto, reforzado o sin reforzar, y de gres, en los sitios especificados en los planos y de acuerdo con los alineamientos, perfiles y secciones indicados en ellos.

3.04.02 MANEJO DE TUBERIAS

El Contratista será responsable de todos los deterioros o daños que se produzcan en las tuberías como consecuencia de los cargues, descargues y transportes, tanto de la fábrica a la obra como dentro de la misma, y los reparará a su costa de acuerdo con lo indicado por el Interventor. Las tuberías y todos sus accesorios serán cargados, transportados, descargados, almacenados y manejados en forma cuidadosa y utilizando dispositivos adecuados para ejecutar dichas actividades, tales como separadores de madera entre los tubos, entre éstos y el piso del sitio de almacenamiento y ganchos de izaje con superficie lo suficientemente ancha para no dañar los bordes de los tubos.

Las tuberías deberán almacenarse en tal forma que permanezcan en seco y nunca en contacto directo con el suelo. No se permitirá al Contratista abrir huecos en los tubos para facilitar el izaje.

Se aclara que cuando **LA CORPORACION** suministre la tubería al Contratista, su responsabilidad sobre el manejo de ella comienza en el sitio de suministro, para lo cual el Contratista y el Interventor suscribirán un acta en la cual se determine el estado de la tubería suministrada.

3.04.03 COLOCACION DE LAS TUBERIAS

3.04.03.01 PREPARACION DE LAS SUPERFICIES DE CIMENTACION

La superficie inferior de las zanjas debe prepararse para apoyar las tuberías de acuerdo con lo especificado en el numeral 2.04.03.02 y lo ordenado por el Interventor.

En general, las zanjas deberán estar secas y limpias antes de iniciar la colocación de materiales de base y atraque de tuberías.

3.04.03.02 CIMENTACION Y ATRAQUE DE LAS TUBERIAS

El fondo de las zanjas se excavará hasta las elevaciones especificadas en los planos o por el Interventor. No se permitirá que la superficie inferior de la tubería quede localizada a menos de 20 cm de un suelo rocoso.

a. Cimentación de tuberías

Las tuberías se cimentarán sobre material granular de acuerdo con lo especificado en el numeral 2.04, o concreto de acuerdo con lo siguiente:

Cuando las tuberías se cimenten sobre concreto, por exigencia de los planos o porque las condiciones locales modifiquen las hipótesis de carga de la tubería a juicio del Interventor, se construirá primero una capa de base del espesor especificado en los planos, se lo dejará endurecer lo suficiente para resistir, sin deformarse o fracturarse, la instalación de la tubería, y luego se colocará cuidadosamente una capa de concreto formando una cañuela de dimensiones apropiadas, ajustadas al diámetro del tubo, y con un espesor máximo igual a 1/4 del diámetro interior de la tubería.

La cimentación de las tuberías con concreto se construirá de acuerdo con lo especificado en el numeral 4.02.

b. Atraque de las tuberías

El relleno de atraque que se colocará alrededor de las tuberías y sobre el material de cimentación, se ejecutará en un todo de acuerdo con lo especificado en el numeral 2.04 para material seleccionado.

Cuando lo especifiquen los planos o las condiciones locales exijan aumentar el factor de carga de la tubería a juicio del Interventor, se construirá un bloque de concreto, reforzado o no, con un ancho igual a 1.25 veces el diámetro exterior de la tubería más 20 cm y una altura igual a 1.25 veces el diámetro interior de la tubería medido sobre el diámetro horizontal de la misma. El concreto que se utilizará en esta clase de atraque se construirá en un todo de acuerdo con la especificación 4.02. El relleno que se construirá alrededor y sobre el bloque de concreto de atraque será seleccionado y se colocará a mano y se apisonará cuidadosamente. En esta clase de atraque el relleno de cimentación deberá llevarse hasta el diámetro horizontal de la tubería.

3.04.03.03 COLOCACION DE TUBERIAS

Todos los tubos deben colocarse sin interrupciones y sin cambios de pendientes, en sentido ascendente, de estructura en estructura, con las campanas, los enchufes hembras o collares en la dirección aguas arriba. La tubería debe colocarse sobre una cimentación estable, siguiendo exactamente los alineamientos y las rasantes prescritas y debe quedar soportada en toda la longitud del tubo. Para la instalación de tubería deben tenerse en cuenta siempre las instrucciones del fabricante. Se excavarán siempre cajas apropiadas para alojar todas las campanas de las tuberías que posean este tipo de unión.

Los tubos deberán bajarse perpendicularmente mediante el uso de poleas o grúas apropiadas al peso de los mismos.

Antes de la colocación del material para juntas, todo el espacio anular y la superficie del tubo que queda alrededor de él debe limpiarse cuidadosamente para eliminar el

polvo, la tierra, la arena, los fragmentos de roca o piedra, el agua y cualquier otra sustancia.

El espacio anular de las uniones, ya sean juntas con mortero o juntas con empaque de caucho, debe llenarse con mortero, exterior e interiormente. El relleno interior de las uniones se colocará a mano, utilizando mortero de mezcla 1:2, tacándolo con varillas apropiadas. El relleno exterior para tuberías de gres de diámetro mayor a 14" se hará con lechada de mortero mezcla 1:2, colocando previamente una banda de fibra de fique asfaltado alrededor de la junta. Para diámetros menores o iguales a 14", la unión deberá hacerse con anillo de caucho. No se permitirá tránsito por encima de los tubos una vez que las uniones hayan quedado hechas.

El enchufe de los tubos puede hacerse utilizando palas o gatos, pero lo importante será que el tubo esté suspendido en el momento de la operación de enchufe para que el empalme sea suave sin dañar los sellos, espigos y campanas. Los anillos de caucho y los extremos de los tubos deben lubricarse con jabón o sebo.

En todos los sitios en donde una porción de los tubos o de las conexiones domiciliarias queden localizados a una distancia menor de 3 m de un árbol (distancia medida horizontalmente desde el centro del tubo hasta el centro del árbol) cuya remoción no esté prevista, las juntas deben quedar incrustadas en un bloque de concreto de $f'c=2500$ psi, o de mortero de cemento y arena en proporción 1:2.

Este bloque debe extenderse a lo largo del tubo en una longitud no menor de 15 centímetros de distancia desde el centro de la junta, en ambos sentidos, y su espesor, en la parte superior y alrededor de la campana, el collar o el diámetro mayor del tubo, será por lo menos de 10 cm.

Al terminar la jornada de trabajo, y en todos aquellos casos en que la labor se suspenda por cualquier causa, el extremo de los tubos debe protegerse por medio de un tapón bien ajustado.

El interior de los tubos debe conservarse siempre libre de tierra, mortero y otros materiales extraños a medida que el trabajo progresa, y se dejará perfectamente limpio en el momento de la terminación.

El último tubo bajado y que va a unirse con el resto del colector ya atracado, debe colocarse a una distancia máxima de 30 centímetros del último tubo, con el objeto de permitir la adecuada preparación de la junta y de evitar los daños que se podrían causar a la base por un transporte largo del tubo.

El tubo debe colocarse sobre la base en una posición tal que no se presente una desviación superior a los 5 grados del eje menor de la elipse de refuerzo con relación a la vertical.

Antes de colocar cada tubo, el anterior debe estar debidamente atracado, lo cual se logra mediante un relleno con material seleccionado compactado que se extiende desde la base ya construida hasta la mitad del diámetro exterior del tubo.

Una vez concluida la instalación de la tubería y siempre que este trabajo cuente con la aprobación del Interventor, el Contratista procederá a construir el relleno seleccionado compactado que se indica en los planos de acuerdo con lo estipulado en la sección 2.04 TERRAPLENES.

Este relleno deberá compactarse hasta una cota de 30 cm por encima de la clave exterior del tubo, antes de continuar el trabajo con maquinaria pesada.

3.04.04 MEDIDA

La cimentación y el atraque de tuberías, ejecutado con material granular y seleccionado respectivamente, se medirán de acuerdo con lo estipulado en el numeral 2.04.05.

La cimentación y el atraque de tuberías ejecutados con concreto se medirán de acuerdo con lo estipulado para la medición de concretos en la sección 4.02.

El suministro e instalación de tuberías de concreto reforzado, sin reforzar y de gres se medirá tomando como unidad de medida el metro lineal con aproximación a dos decimales.

La longitud total de la tubería, para cada diámetro y cada material, se determinará contando los módulos instalados a satisfacción del Interventor y multiplicando el número resultante por la longitud efectiva de cada módulo según el catálogo de cada clase de tubería.

3.04.05 PAGO

a) Tuberías de concreto reforzado, sin reforzar y de gres suministradas por el Contratista.

El suministro y la instalación de tuberías se pagará al Contratista a los precios unitarios consignados en el formulario de precios del Contrato para los siguientes conceptos de trabajo:

- Suministro e instalación de tuberías de concreto reforzado.
- Suministro e instalación de tuberías de concreto sin reforzar.
- Suministro e instalación de tuberías de gres.

Dichos precios serán la compensación total y única que reciba el Contratista por el suministro en obra de las tuberías; por toda la planta; por la mano de obra, manejo de tuberías y demás trabajos relacionados con la instalación de tuberías; por los sellos y morteros para juntas; por la administración, imprevistos y utilidad del Contratista; y por todos los demás costos necesarios para entregar instaladas las tuberías de acuerdo con estas especificaciones y a satisfacción del Interventor.

b) Tuberías de concreto reforzado, sin reforzar y de gres suministradas por LA CORPORACION.

La instalación de tuberías se pagará al Contratista a los precios unitarios consignados en el formulario de precios del Contrato para los siguientes conceptos de trabajo.

- Instalación de tuberías de concreto reforzado.

■ Instalación de tuberías de concreto sin reforzar.

■ Instalación de tuberías de gres.

Dichos precios unitarios serán la compensación total y única que reciba el Contratista por toda la planta; por la mano de obra, manejo y transporte de la tubería dentro de la obra, necesarios para instalar la tubería; por los sellos y morteros para juntas; por la administración, imprevistos y utilidad del Contratista; y por todos los demás costos necesarios para entregar instaladas las tuberías de acuerdo con estas especificaciones y a satisfacción del Interventor.

c) Cimentación y atraques de tuberías

La cimentación de material granular y los rellenos de material seleccionado se pagarán según lo estipulado en la sección 2.04.06.

La cimentación y atraques de tuberías en concreto se pagarán de acuerdo con lo estipulado en la sección 4.02.

d) Ensayos de resistencia y absorción

Los ensayos de resistencia a la compresión para las tuberías de concreto, serán por cuenta del fabricante. Los ensayos necesarios para determinar la resistencia de las tuberías por el método de los tres apoyos, así como los ensayos de absorción requeridos en tuberías de concreto sin reforzar y de gres, se pagarán al Contratista de acuerdo con lo estipulado en las secciones 5.09.02.01, 5.09.02.02 y 5.09.02.03.

3.05 TUBERIA DE POLICLORURO DE VINILO (PVC)

3.05.01 FABRICACION

La tubería de policloruro de vinilo (PVC) estará de acuerdo con lo especificado en la norma ICONTEC 382 y en las normas D-2241-68 y D2466-65 T de ASTM, y será adecuada para la presión de diseño. Los tubos serán fabricados con compuestos de policloruro y vinilo rígido virgen, tipo 1, grado 1, y cumplirá con la norma ICONTEC 369.

El material será homogéneo y de color, opacidad y densidad uniforme. La presión mínima de rotura será la indicada en la tabla 1 de la norma ICONTEC 382. Los tubos no producirán olor ni sabor y tendrán capacidades físicas y químicas de acuerdo con lo especificado en las normas mencionadas anteriormente y cumplirán con los requisitos sobre toxicidad de la norma ICONTEC 359.

Las superficies externas e internas de los tubos serán lisas, libres a simple vista de grietas, fisuras, perforaciones o incrustaciones de material extraño. La relación diámetro externo-espesor de la pared o RDE será la indicada en los planos.

La longitud de cada tubo será de 6 metros y estarán rotulados en el exterior siguiendo el procedimiento indicado en el numeral 7 de la norma ICONTEC 382.

Las uniones serán del tipo de campana y espigo de acople a presión, en los casos de tubería de alcantarillado o de presión de diámetro mayor o igual a 2 1/2", con empaque de anillos de caucho fabricados de acuerdo con los requisitos de la norma

del Comercial Standard US-CS 272-65 o similar. En los casos de tubería sanitaria y tubería de presión de diámetros inferiores o iguales a 2", las uniones serán del tipo soldadas.

En todos los casos, las uniones y accesorios deben ser de la misma marca de la tubería y adecuados para resistir la presión de trabajo y pruebas especificadas para la tubería.

3.05.02 INSTALACION

La instalación y unión de las tuberías deberá hacerse limpiando previamente la unión, siguiendo las recomendaciones del fabricante, para garantizar que las uniones queden herméticas. La tubería deberá quedar colocada totalmente de acuerdo con la localización indicada en los planos y con las instrucciones de la Interventoría. 2/5

a. Instalación de tuberías suspendidas

Cuando la tubería se instale de forma que quede suspendida, la fijación de los tubos y accesorios se hará por medio de abrazaderas. En los cambios de dirección abruptos, seguidos por tramos muy cortos, se utilizarán abrazaderas fijas provistas de empaque flexible. En los cambios de dirección seguidos por un tramo largo, equivalente a 20 diámetros o más, se utilizarán abrazaderas corredizas, sin empaque.

Las abrazaderas se asegurarán a los techos o muros por medio de tornillos de acero o se empotrarán por medio de un gancho de platina metálica. Los soportes deben colocarse cada tres metros en los tramos verticales y cada 2 metros en los tramos horizontales.

b. Instalación de tuberías en mampostería

Para instalación de tubería en muros de mampostería de ladrillo se abrirá una regata en el muro ya construido, se colocará la tubería y se recubrirá con mortero 1:2. La tubería deberá quedar rodeada por una capa de mortero de 2 cms de espesor en todas direcciones. En los pozos de inspección la regata se hará en la superficie interna del pozo.

c. Instalación de tuberías en concreto

Cuando la tubería va a quedar empotrada en concreto deberá colocarse fijamente unida a la formaleta, especialmente los accesorios, antes de procederse al vaciado de la mezcla. Al fundir la mezcla es necesario compactar bien alrededor de los accesorios y evitar cualquier vacío que permita un movimiento posterior de los mismos.

Todas las redes, antes de ser tapadas las tuberías, se someterán a pruebas hidráulicas de funcionamiento durante 24 horas, con una presión igual al doble de la que soportará la red, pero no menor que la presión de trabajo especificada. Los

escapes o fugas que se presenten deberán repararse adecuadamente y hasta que la Interventoría las acepte.

3.05.03 ALMACENAMIENTO

Para su almacenamiento en la obra, la tubería debe soportarse horizontalmente en toda su longitud. Si se dejan a la intemperie, los tubos y los accesorios deberán cubrirse con polietileno o papel encerado. La soldadura líquida no debe someterse a extremos de calor o frío y debe almacenarse en un lugar ventilado ya que la soldadura es inflamable. El tarro de soldadura debe permanecer cerrado, excepto cuando se esté aplicando la soldadura.

3.05.04 MEDIDA

La unidad de medida para la tubería PVC será el metro lineal efectivo, suministrado, instalado y debidamente hechas las pruebas hidráulicas.

3.05.05 PAGO

El valor unitario de cada uno de los ítems medidos según el párrafo anterior se pagará a los precios por metro lineal especificados en el formulario de precios del Contrato, e incluirán el suministro y todos los costos de mano de obra, uniones y materiales empleados y demás costos directos e indirectos que se originen para la construcción, prueba hidráulica y puesta en funcionamiento de las redes hidráulicas y sanitarias con tubería de policloruro de vinilo.

Se exceptúan de este pago los accesorios, para los que exista ítem específico en el formulario de precios unitarios y cantidades de obra del Contrato.

3.05.06 TUBERIA PVC PARA REDES HIDRAULICAS

3.05.06.01 GENERALIDADES

El suministro de tubería PVC y accesorios cumplirá con lo especificado en las normas ICONTEC 382 y será adecuada para presión de trabajo de 14.06 kg./cm² a 22°C. Los tubos serán fabricados con compuestos de policloruro de vinilo rígido, virgen, tipo 1, grado 1 y cumplirá con las normas ICONTEC 369.

El material será homogéneo, de color, opacidad y densidad uniformes. Los tubos no producirán olor, ni sabor y tendrán propiedades físicas y químicas de acuerdo con lo especificado en las normas ICONTEC 382 y 369 y cumplirá con los requisitos sobre toxicidad de la norma ICONTEC 359.

Las superficies externas e internas de los tubos serán lisas, libres de grietas, fisuras, perforaciones o incrustaciones de material extraño. Los accesorios PVC serán los normales en la línea de fabricación y de la misma marca de la tubería.

La longitud de los tubos será de 6 metros y estarán rotulados en el exterior siguiendo el procedimiento indicado en el numeral 7 de la norma ICONTEC 382 y la relación de diámetro externo a espesor de la pared (RDE) será la indicada en los planos.

La instalación y unión de las tuberías deberá hacerse limpiando previamente la unión y siguiendo las recomendaciones del fabricante, para garantizar que las uniones queden herméticas. La tubería deberá quedar cubierta totalmente en pisos, pero no empotrada en las placas, o podrá ser colgada por medio de soportes colocados en cielos rasos falsos de acuerdo con la localización indicada en los planos y con las instrucciones de la Interventoría.

Todas las redes, tanto de agua fría como caliente, antes de ser tapadas las tuberías, se someterán a pruebas hidráulicas de funcionamiento durante 24 horas, con una presión igual al doble de la que soportará la red, pero no menor que la presión de trabajo especificada. Los escapes o fugas que se presenten deberán repararse adecuadamente por cuenta del Contratista, hasta que la Interventoría las acepte.

3.05.06.02 UNIONES UNIVERSALES

Se colocará por lo menos una unión universal después de cada válvula o registro de paso directo, lo mismo que en los globos.

Tuberías de diámetro de 3" y mayores llevarán flanges en vez de universales.

3.05.06.03 VALVULAS O REGISTROS Y CHEQUES

Las válvulas o registros y cheques para interrumpir el paso del agua serán del tipo de paso directo para presiones de 100 metros donde no estén indicadas de otra clase. Los cheques serán de cortina de tres puntos sin empaquetaduras de fibra.

Todas las válvulas serán de la mejor calidad y de la misma marca para toda la instalación.

El Contratista presentará al Interventor muestras de las válvulas que instalará antes de hacer la compra del material, a fin de que sean aprobadas.

Las válvulas y cheques de diámetro de 2 ½" y menores serán todas construidas en bronce, semejantes al tipo Stockman No. 3-115, Jenkins Fing-370 o similares, con rosca estándar, con disco de cuna sólido.

Las válvulas de 3" de diámetro y mayores pueden ser de bronce o cuerpo de hierro fundido provistas de disco y asiento de bronce sólido, semejantes al tipo Jenkins Fing-326.

Sobre el bajante de distribución de agua desde el tanque alto, se instalará la válvula de paso directo, que permita suprimir el servicio.

Los hidrantes serán de tipo estándar contra incendio, de 2" de diámetro y antes de cada uno se instalará una válvula de compuerta de 2".

Las válvulas de descarga para las mangueras de lavado serán de tipo Venturi estándar, de las utilizadas en contraincendio, de diámetro 2" con boquilla restrictora de salida en bronce de 1/2".

3.05.07 MEDIDA

a) La unidad de medida para la tubería a presión PVC será el metro lineal efectivo con aproximación de dos decimales para cada uno de los diámetros utilizados, mayores o iguales a 1", suministrados, instalados y debidamente hechas las pruebas hidráulicas.

b) La unidad de medida para la tubería a presión PVC con diámetro inferior a 1", será el punto hidráulico.

Para su evaluación debe medirse la totalidad de tubería de diámetro inferior a 1" junto con los accesorios contemplados en planos y dividir esta longitud por el número de salidas hidráulicas previstas.

c) La unidad de medida para tees, codos, yees, flanges, llaves de paso y válvulas de paso directo, válvulas de guarda y válvulas de cheque, instaladas en tuberías mayores o iguales a 1", será por accesorio en el diámetro especificado, suministrado, instalado, probado y entregado en perfecto estado de funcionamiento y no incluido específicamente en otro ítem del Contrato.

d) La unidad de medida para las mangueras de lavado será por unidad de 15 metros con acoples estandar en ambos extremos.

3.05.08 PAGO

El precio unitario de cada uno de los ítems de esta sección, TUBERIA PVC PARA REDES HIDRAULICAS, incluirá el suministro y todos los costos de mano de obra, accesorios y materiales empleados y demás costos directos e indirectos que se originen para la construcción, pruebas hidráulicas y puesta en funcionamiento de las redes hidráulicas, de acuerdo con los detalles indicados en los planos de construcción y con las instrucciones de la Interventoría.

No se incluirán, para efectos de pago, las uniones de cualquier tipo requeridas en la tubería, las cuales estarán incluidas dentro del pago del metro lineal de tubería del diámetro especificado.

3.06 TUBERIA CORRUGADA DE POLICLORURO DE VINILO (PVC)

3.06.01 GENERALIDADES

El trabajo al que se refiere la presente especificación consiste en el conjunto de operaciones que deberá efectuar el Contratista para suministrar e instalar la tubería (manguera) corrugada de PVC y accesorios, en los sitios señalados en los planos y/o los ordenados por el Interventor.

3.06.02 MATERIALES

La tubería y los accesorios serán fabricados con resinas de policloruro de vinilo (PVC), por el sistema de extrusión. El producto resultante será prácticamente irrompible, resistente a la corrosión y a los agroquímicos. Debe tolerar cualquier grado de acidez del suelo y ser inmune a los agentes bioquímicos.

3.06.03 ALMACENAMIENTO

La presentación de la tubería (manguera) corrugada de PVC es en rollos de 100 a 150 metros, según el diámetro, los cuales deben almacenarse, al igual que los accesorios, en un sitio adecuado en el campamento de la obra. Si se dejan a la intemperie, los rollos de tubería (manguera) y los accesorios deberán cubrirse con polietileno o papel encerado, cuidando que queden alejados de zonas de tráfico o disposición de otros materiales.

La soldadura líquida no debe someterse a extremos de calor o frío y debe almacenarse en un lugar ventilado ya que la soldadura es inflamable. El tarro de soldadura debe permanecer cerrado excepto cuando se esté aplicando la soldadura.

3.06.04 UNIONES

En las uniones de tubería (manguera) y accesorios se utilizará soldadura líquida de PVC. Antes de aplicar la soldadura, deberá constatarse que el tubo no quede flojo dentro del accesorio y que tanto el extremo del tubo como el accesorio estén completamente secos y limpios posteriormente al uso de un limpiador removedor.

La soldadura deberá aplicarse generosamente con una brocha de cerda natural cuyo tamaño deberá ser igual a la mitad del diámetro de la tubería que se está instalando. No debe quitarse el exceso de soldadura que queda en las uniones ya que deberá quedar un cordón de soldadura entre el accesorio y el tubo.

Una vez realizada la unión, deberá dejarse secar la soldadura durante 15 minutos antes de mover la tubería (manguera). Por ningún motivo debe permitirse el contacto de la soldadura líquida con el agua.

3.06.05 CLASES DE TUBERIA (MANGUERA) CORRUGADA PVC

Existen dos presentaciones para diversos usos:

- a) Tuberías (manguera) sin filtro

b) Tuberías (manguera) con filtro

En terrenos de arenas muy finas o suelos de turba altamente descompuesta, se utiliza la tubería (manguera) corrugada PVC con filtro. El filtro está formado por un tejido de fibras sintéticas que envuelven el tubo como un forro y no permiten el paso de partículas indeseables.

El tipo de tubería a utilizar será el definido en los planos o el ordenado por el Interventor.

3.06.06 INSTALACION

La tubería (manguera) corrugada sin filtro se debe instalar dentro del filtro con tela geotextil no tejida, siguiendo las secciones indicadas en los planos y/o lo ordenado por la Interventoría.

La tubería (manguera) corrugada con filtro se debe instalar rodeada de material granular debidamente gradado, de acuerdo con las secciones y especificaciones indicadas en los planos y/o lo ordenado por la Interventoría.

En ningún caso debe instalarse la tubería corrugada PVC sobre salientes o aristas que puedan eventualmente romper o punzonar la tubería.

Para efectos de mantenimiento, es conveniente que los extremos de la tubería lleven cajas o pozos de inspección, de acuerdo con lo que indiquen los planos o lo ordenado por la Interventoría.

3.06.07 MEDIDA

La medida de la tubería corrugada de PVC se hará por separado para cada diámetro especificado y utilizando como unidad de medida el metro lineal con aproximación a un decimal. Los accesorios se medirán por unidad para cada diámetro y tipo de accesorio especificado.

3.06.08 PAGO

Las longitudes de tubería corrugada de PVC y los accesorios, medidos según el numeral anterior, se pagarán al Contratista a los precios unitarios consignados en el formulario de precios del Contrato, para los siguientes conceptos de trabajo:

1. Suministro e instalación de tubería (manguera) corrugada de PVC, sin filtro.
2. Suministro e instalación de tubería (manguera) corrugada de PVC, con filtro.
3. Suministro e instalación de accesorios para tubería (manguera) corrugada de PVC, sin filtro.
4. Suministro e instalación de accesorios para tubería (manguera) corrugada de PVC, con filtro.

Dichos precios serán la compensación total y única que reciba el Contratista por el suministro en obra de las tuberías y accesorios; por toda la planta; por la mano de obra; por la administración, imprevistos y utilidad del Contratista; y por todos los demás costos necesarios para entregar instaladas las tuberías (mangueras) de acuerdo con estas especificaciones y a satisfacción del Interventor.

3.07 TUBERIA Y CONEXIONES PARA SISTEMAS DE GAS

3.07.01 GENERALIDADES

Se refiere la presente especificación a las normas y procedimientos que deben seguirse para la correcta instalación de tubería rígida o flexible, cuyo objeto sea la conducción de gas.

En todos los casos, el Contratista deberá suministrar e instalar la tubería y los accesorios necesarios para su funcionamiento, de acuerdo con las condiciones previstas en los Pliegos de Condiciones.

3.07.02 TUBERIA RIGIDA

Las conducciones aéreas de gas deberán hacerse en tuberías rígidas de acero-carbón o hierro galvanizado o PVC según normas ICONTEC 14, ASTM A-53, ASTM A-120, ICONTEC 369 o similares, no admitiéndose curvas o dobleces, debiendo absorberse cualquier cambio de dirección por medio de accesorios.

POR NINGUN MOTIVO se podrán conectar a tuberías rígidas para gas las "tierras" de redes y aparatos eléctricos de cualquier naturaleza.

3.07.02.01 UNION DE TUBERIAS Y ACCESORIOS

La unión entre tuberías deberá hacerse por roscas o soldaduras que garanticen la hermeticidad de la unión.

Las roscas a utilizar son las siguientes:

DIAMETRO (PULGA)	No. DE HILOS (POR PULGADA)	DIST. QUE EL TUBO PEN. EN LA CONEX. (mm)	No. APROX. DE HILOS
2	5.0	15.0	11
3	8.0	24.0	12
4	8.0	27.0	13

En las uniones roscadas se utilizarán de preferencia trabas químicas, cinta teflón o pasta sellante, quedando prohibido el uso de cáñamo y pintura. Si las roscas se encuentran rotas o incompletas, deberá cortarse el tramo roscado y rehacer la rosca.

No se aceptan uniones en tramos rectos menores de 1.2 metros excepto cuando se requieran desviaciones rígidas y éstas deberán hacerse por medio de bridas.

3.07.02.02 ANCLAJE DE LAS TUBERIAS RIGIDAS

La fijación de las tuberías horizontales superficiales en contacto con el aire se hará por medio de abrazaderas, ganchos u otros soportes adecuados, preferiblemente de acero negro o galvanizado, y separados como máximo cada 3 m.

3.07.02.03 REVESTIMIENTO

Cuando las tuberías y accesorios queden en contacto con agentes o medios corrosivos, se revestirán con materiales resistentes a la corrosión, eliminando previamente toda presencia de óxido. Para el efecto, podrán utilizarse materiales bituminosos, fibra de vidrio o cintas plásticas que brinden un aislamiento adecuado.

Tal es el caso de las próximas a las campanas de gas de los reactores UASB.

Cualquier daño al revestimiento durante el transporte o la instalación de tuberías o accesorios deberá repararse en forma inmediata y correrá por cuenta del Contratista.

Cuando se trate de tuberías y accesorios galvanizados que queden embebidos en paredes, la protección aislante consistirá en pintura imprimadora de base asfáltica.

3.07.02.04 PRESION DE TRABAJO

Las tuberías y accesorios a utilizar, aunque tendrán una presión de trabajo inferior, deberán soportar como mínimo una presión de 480 Kpa (70 psi).

3.07.03 TUBERIAS FLEXIBLES

La conducción subterránea de gas podrá hacerse en tuberías de polietileno de media densidad (hasta 70 p.s.i.) que cumpla con las especificaciones de las normas ASTM D-3035, D-2737 Y D-2513.

3.07.03.01 TRANSPORTE

Al transportar los tubos o rollos de polietileno se deberá evitar el roce con aristas cortantes, que puedan provocar rayones profundos o cortaduras difíciles de detectar en el momento de la instalación.

3.07.03.02 ALMACENAMIENTO

La tubería de polietileno no debe quedar expuesta a la intemperie, salvo por períodos cortos de tiempo. En caso de tuberías que hayan permanecido más de un

año a la intemperie, deberán efectuarse pruebas de laboratorio para conocer su resistencia a la presión, todo por cuenta del Contratista.

3.07.03.03 INSTALACION

Los extremos de la tubería deberán ser protegidos contra la suciedad mediante tapones plásticos o similares, y deberán sujetarse con cinta para enmascarar o cualquier otro procedimiento parecido. También debe evitarse el roce de los tubos con piedras o con superficies cortantes.

La tubería estará colocada a una profundidad mínima de 40 cm, sobre un lecho libre de piedras o aristas cortantes, conformado por una capa de arena de 5 cm de espesor.

Las tuberías enterradas deberán estar retiradas de árboles (mínimo 3.0 m) y a una distancia mínima de 2.0 m de otros servicios. Se utilizarán camisas de acero para proteger las tuberías cuando se crucen fundaciones, muros de contención, vigas o cualquier obstáculo que ofrezca riesgos para la estabilidad y futuro funcionamiento de la obra, teniendo la precaución de sellar herméticamente los extremos del pasamuro, o camisa de protección a fin de evitar la entrada de agua.

No se permitirá la instalación de tuberías de polietileno incrustadas o embebidas en muros, paredes o techos sin utilizar camisas metálicas. Se prohíbe expresamente la instalación de tuberías de polietileno en cualquier lugar expuesto al ambiente.

3.07.03.04 CONEXIONES

Todas las conexiones, a excepción de los dispositivos intermedios, deberán ser del mismo material y con las mismas especificaciones indicadas para las tuberías objeto de la conexión.

Para su instalación deberán utilizarse sistemas de termofusión o electrofusión, estando absolutamente prohibido el uso de pegantes o sellantes químicos.

3.07.03.05 RELLENOS

Una vez colocada la tubería en el fondo de la zanja, se procederá a cubrir con una capa de 20 cm del mismo material de la excavación, separando únicamente las piedras que pudieran quedar en contacto con la tubería y compactando con apisonador manual.

Luego se colocará una cinta de señalización a lo largo de la tubería y se terminará de efectuar el relleno con la compactación adecuada. En aquellos sitios donde exista paso de vehículos sobre la excavación, se deberá construir un paso en concreto, calculando su resistencia para evitar el hundimiento y posterior aplastamiento de la tubería.

3.07.04 ACCESORIOS DE CONEXION

Los accesorios a utilizar en el sistema de gas deberán cumplir con la norma ASTM A-47.

El sello de los cuerpos que integran la unión deberá efectuarse con empaques planos de neopreno, Buna-N o materiales similares.

3.07.04.01 VALVULAS

Las válvulas deben ser de cierre esférico, con asientos de teflón, preferiblemente en acero forjado.

3.07.04.02 MEDIDOR

El medidor de gas para efectos de registro y control del funcionamiento de la planta debe tener capacidad para medir desde 3.6 m³/hora hasta 500 m³/hora.

Características

El medidor de gas debe ser liviano, compacto, fácil de instalar, resistente a la corrosión, y con un error máximo de medición de aproximadamente 2%. Además deberá cumplir con las siguientes especificaciones:

1. La lectura deberá ser digital, en metros cúbicos (m³), con un mínimo de 2 decimales. El mecanismo de medición no necesariamente tiene que ser hermético. Los números del odómetro deberán ser de color blanco sobre fondo negro con una altura no menor de 7 mm, que permita una fácil lectura.
2. La resistencia a la presión de operación del medidor debe ser igual a la presión de funcionamiento de la tubería.

El Contratista deberá entregar a LA CORPORACION todos los datos técnicos del medidor para que ésta apruebe su utilización.

El medidor deberá instalarse en el tramo de tubería de conducción de gas que transporte este combustible hacia el quemador.

3.07.05 MEDIDA

La unidad de medida para la tubería de gas es el metro lineal con aproximación a dos decimales, para cada uno de los diámetros utilizados, suministrados, instalados y debidamente probados.

Los accesorios se medirán por unidad.

3.07.06 PAGO

El precio unitario para cada uno de los ítems medidos según el numeral anterior, se pagará a los precios unitarios especificados en el formulario de precios del Contrato e incluirán el suministro y todos los costos de mano de obra, materiales empleados, accesorios no contemplados específicamente en otros ítems del Contrato, excavación, relleno y cinta de señalización en el evento de ser subterráneas, anclajes y soportes en el evento de ser aéreas, y demás costos directos o indirectos que se originen para la construcción, prueba y puesta en funcionamiento del sistema de gas.

3.08 MANGUERA DE POLIETILENO

3.08.01 GENERALIDADES

La conducción subterránea de aguas residuales podrá hacerse en mangueras de polietileno de media densidad (hasta 70 p.s.i.) que cumpla con las especificaciones de las normas ASTM D-3035, D-2737 y D-2513, cuando lo indiquen los planos o sea ordenado por la Interventoría.

En todos los casos el Contratista deberá suministrar e instalar la manguera y los accesorios necesarios para su funcionamiento, de acuerdo con las condiciones previstas en los Pliegos de Condiciones.

El Contratista deberá someter a la consideración de la Interventoría los cambios en el diseño, especificaciones, reparaciones o demás aspectos relacionados con las mangueras.

3.08.02 TRANSPORTE

Al transportar los tubos o rollos de polietileno se deberá evitar el roce con aristas cortantes, que puedan provocar rayones profundos o cortaduras difíciles de detectar en el momento de la instalación.

3.08.03 ALMACENAMIENTO

La manguera de polietileno no debe quedar expuesta a la intemperie, salvo por períodos cortos de tiempo. En caso de tuberías que hayan permanecido más de un año a la intemperie, deberán efectuarse pruebas de laboratorio para conocer su resistencia a la presión, todo por cuenta del Contratista.

3.08.04 INSTALACION

Los extremos de la manguera deberán ser protegidos contra la suciedad mediante tapones plásticos o similares, y deberán sujetarse con cinta para enmascarar o cualquier otro procedimiento parecido. También debe evitarse el roce de los tubos con piedras o con superficies cortantes.

La manguera estará colocada a una profundidad mínima de 40 cm, sobre un lecho libre de piedras sin aristas cortantes, conformado por una capa de arena de 5 cm de espesor.

Las mangueras enterradas deberán estar retiradas de árboles (mínimo 3.0 m) y a una distancia mínima de 2.0 m de otros servicios.

Se utilizarán camisas de acero para proteger las mangueras cuando se crucen fundaciones, muros de contención, vigas o cualquier obstáculo que ofrezca riesgos para la estabilidad y futuro funcionamiento de la obra, teniendo la precaución de sellar herméticamente los extremos del pasamuro, o camisas de protección a fin de evitar la entrada de agua.

No se permitirá la instalación de mangueras de polietileno incrustadas o embebidas en muros, paredes o techos sin utilizar camisas metálicas. Se prohíbe expresamente la instalación de mangueras de polietileno en cualquier lugar expuesto al ambiente.

3.08.05 CONEXIONES

Todas las conexiones, a excepción de los dispositivos intermedios, deberán ser del mismo material y con las mismas especificaciones indicadas para las mangueras objeto de la conexión.

Para su instalación deberán utilizarse sistemas de termofusión o electrofusión, estando absolutamente prohibido el uso de pegantes o sellantes químicos.

3.08.06 RELLENOS

Una vez colocada la manguera en el fondo de la zanja, se procederá a cubrir con una capa de 20 cm del mismo material de la excavación, separando únicamente las piedras que pudieran quedar en contacto con la tubería y compactando con apisonador manual.

En aquellos sitios donde exista paso de vehículos sobre la excavación, se deberá construir un paso en concreto, calculando su resistencia para evitar el hundimiento y posterior aplastamiento de la manguera.

3.08.07 MEDIDA

La unidad de medida para la manguera de polietileno es el metro lineal con aproximación a dos decimales, para cada uno de los diámetros utilizados, suministrados, instalados y debidamente probados.

3.08.08 PAGO

El precio unitario para el ítem medido según el numeral anterior, se pagará a los precios unitarios especificados en el formulario de precios del Contrato e incluirá el suministro y todos los costos de mano de obra, materiales empleados, accesorios no contemplados específicamente en otros ítems del Contrato y demás costos directos o indirectos que se originen para la construcción, prueba y puesta en funcionamiento de la manguera de polietileno.

3.09 TUBERIA DE PRFV

3.09.01 GENERALIDADES

El objeto de la presente especificación es el de dar criterios que sirvan de base para fabricar tuberías de Poliéster Reforzado con Fibra de Vidrio con destino a la conducción de efluentes.

La tubería debe ser de sección circular con una longitud estándar de fábrica y de acuerdo a las necesidades de la obra y aval por parte del interventor y según lo estipulado en los planos de construcción. La superficie interior de los tubos debe ser uniforme, libre de asperezas, muescas, desviaciones e irregularidades de cualquier especie.

3.09.02 FABRICACION

Las tuberías PRFV se fabrican con el proceso de mandril de avance continuo. Este proceso permite la incorporación de refuerzos continuos de fibra de vidrio en el sentido circunferencial del tubo. En tuberías usadas en aplicaciones enterradas o de alta presión, la tensión se concentra en la circunferencia del tubo, por lo que al incorporar refuerzos continuos en dicha dirección se obtiene un producto de mayor rendimiento a menor costo.

Se usan dos tipos de refuerzo de fibra de vidrio (hilos continuos y discontinuos) para lograr una mayor resistencia tangencial y axial. También se utiliza arena, situándola en el núcleo, cerca del eje neutro, para robustecer el laminado y aumentar la rigidez del tubo. Finalmente, el sistema de doble alimentación de resinas permite al equipo aplicar resinas especiales en el revestimiento interior del tubo para aplicaciones altamente corrosivas, al mismo tiempo que aplica resinas menos costosas en la parte exterior y estructural del laminado.

3.09.03 INSTALACION

Es preciso realizar una manipulación e instalación adecuadas para beneficiarse de las excelentes ventajas de la tubería. Largos años de experiencia han demostrado que los materiales granulares correctamente compactados son ideales para el relleno de las zanjas. Juntos, la tubería y el material circundante forman un "sistema tubería- suelo" de alto rendimiento.

La información que se presenta a continuación, que es un resumen parcial de los procedimientos de instalación, y deben complementarse con las recomendaciones dadas por los fabricantes. bajo

Zanja:

Por lo general la zanja debe ser lo suficientemente ancha para permitir el

emplazamiento de la tubería y la compactación del material de relleno. El ancho estándar es 1,75 x DN.

Lecho de la tubería:

El lecho de la zanja debe estar formado de material adecuado para ofrecer un apoyo continuo y uniforme para la tubería.

Material de relleno:

Para garantizar la consecución de un buen sistema tubería-suelo se debe utilizar el material de relleno adecuado. La mayoría de suelos de partículas gruesas (según el sistema unificado de clasificación de suelos) son buenos como materiales de relleno. Donde las recomendaciones de instalación admitan el uso del suelo natural como material de relleno, se debe tener especial cuidado que el material no incluya rocas, escombros, material congelado u orgánico. La siguiente tabla muestra los materiales de relleno aceptables.

Clasificación del tipo de material de relleno	
Tipo de suelo de relleno	Descripción
A	Roca triturada y grava, < 12% finos
B	Grava con arena, arena, < 12% finos
C	Grava limosa y arena, 12-35% finos, LL < 40%
D	Arena arcillosa con limos, 35-50% finos, LL < 40%
E	Limo arcilloso con arena, 50-70% finos, LL < 40%
F	Suelo de grano fino de baja plasticidad, LL < 40%

Deflexión vertical de la tubería instalada

La máxima deflexión vertical inicial permitida se debe ajustar a los siguientes valores.

Máxima deflexión inicial	
DN \geq 300	DN \leq 300
3%	2,5%

La máxima deflexión vertical admisible a largo plazo es el 5% para tubos de diámetro igual o superior a 300 mm. Estos valores son aplicables a todas las clases de rigidez. No se admiten abultamientos, zonas planas y otros cambios bruscos de la curvatura de la pared del tubo. Si las instalaciones no cumplen estos requisitos, es posible que los tubos no funcionen como es debido.

Instalación tipo:

Lecho construido adecuadamente. Relleno compactado al nivel especificado hasta 300 mm por encima de la clave del tubo.

Tráfico:

Cuando existan cargas debidas al tráfico se debe compactar toda la zona de relleno hasta el nivel del suelo. Las restricciones de profundidad mínima pueden reducirse con instalaciones especiales tales como losas de hormigón, revestimientos de hormigón, etc.

Presión negativa:

La presión negativa admisible depende de la rigidez del tubo, del tipo de suelo natural, de la profundidad de la zanja y del tipo de instalación de que se trate.

Alta presión:

Las aplicaciones de alta presión (> 16 bar) requieren mayor profundidad de enterramiento mínima de 1,2 metros.

Nivel freático alto:

Para evitar que una tubería sumergida vacía pueda flotar es necesario cubrirla con relleno a una altura equivalente a 0,75 veces el diámetro del tubo (densidad mínima del suelo seco: 1900 Kg/m³). Otra posibilidad incluye anclar los tubos.

3.09.04 MEDIDA

La unidad de medida para la tubería PRFV será el metro lineal efectivo, suministrado, instalado y debidamente hechas las pruebas hidráulicas.

3.09.05 PAGO

El valor unitario de cada uno de los ítems medidos según el párrafo anterior se pagará a los precios por metro lineal especificados en el formulario de precios del Contrato, e incluirán el suministro y todos los costos de mano de obra, uniones y materiales empleados y demás costos directos e indirectos que se originen para la construcción, prueba hidráulica y puesta en funcionamiento de las redes hidráulicas y sanitarias con tubería de Poliéster Reforzado con Fibra de Vidrio.

Se exceptúan de este pago los accesorios, para los que exista ítem específico en el formulario de precios unitarios y cantidades de obra del Contrato.

SECCION CUARTA

4 ESTRUCTURAS

4.01 RELLENOS ALREDEDOR DE LAS ESTRUCTURAS

4.01.01 GENERALIDADES

El trabajo a que se refiere esta especificación, consiste en la ejecución de todas las operaciones relativas a la construcción de rellenos alrededor de las estructuras, con el objeto de reemplazar el material que para facilitar la construcción de aquéllas, o para subsanar deficiencias del terreno, fue excavado en exceso del volumen del concreto por colocar. Por consiguiente, el Contratista deberá suministrar toda la mano de obra, equipo, materiales e instalaciones que se requieran.

4.01.02 MATERIALES

Todos los rellenos alrededor de estructuras se harán con relleno seleccionado compactado. El material seleccionado deberá cumplir con lo estipulado en la norma TERRAPLENES Y RELLENOS.

4.01.03 CONSTRUCCION

El relleno deberá depositarse en capas horizontales con un espesor que, compactado, no exceda de 20 centímetros y se compactará por medios manuales o mecánicos hasta lograr una densidad relativa por lo menos igual al setenta por ciento (70%) de la densidad relativa del material.

Se debe tener especial cuidado en evitar presiones desiguales alrededor de las estructuras así como daños en las mismas, causados por el material o equipo que caiga, ruede o se deslice. La reparación de dichos daños correrá por cuenta del Contratista.

En el caso de producirse asentamientos por causas imputables al Contratista, a juicio del Interventor, el relleno deberá ser reparado a costa de aquél.

4.01.04 MEDIDA

Para fines de pago, los rellenos se medirán en volumen, tomando como unidad el metro cúbico con aproximación a un decimal, efectivamente colocado y compactado de acuerdo con lo prescrito en estas especificaciones y/o las instrucciones del Interventor.

4.01.05 PAGO

Los rellenos alrededor de las estructuras serán pagados al Contratista a los precios unitarios fijados en el formulario de precios para el correspondiente ítem. En este precio, el Contratista deberá incluir el costo de toda la mano de obra, equipo, el suministro de materiales e instalaciones y demás pagos requeridos para efectuar las operaciones de construcción de rellenos alrededor de estructuras.

4.02 CONCRETO

4.02.01 GENERALIDADES

Bajo esta sección se construirán todas las estructuras de concreto que se muestren en los planos o se necesiten para completar la obra a juicio del Interventor.

El concreto consistirá en una mezcla de cemento Pórtland, agua, agregado fino y agregado grueso, combinados en las proporciones aprobadas por el Interventor. El concreto deberá ser hecho con los materiales, colocado y terminado en la forma y con la consistencia que estipulan estas especificaciones.

4.02.02 MATERIALES

Las especificaciones de los materiales para el concreto son las siguientes:

a. Cemento

El cemento para todos los concretos debe ser cemento Pórtland de la marca aprobada por el Interventor y que cumpla con las normas ICONTEC 30, 121 y 321 para el Tipo I cuando no se especifique otro tipo en planos. Cemento de la misma marca pero que provenga de diferentes fábricas no se mezclará a menos que el Interventor lo permita.

b. Agregado grueso

El agregado grueso consistirá en piedra triturada o grava y estará acorde con la norma ICONTEC 174, con las excepciones y modificaciones establecidas en estas especificaciones o las ordenadas por el Interventor.

En cinco ciclos de la prueba con sulfato de sodio ejecutada según la norma ICONTEC 126, el agregado grueso no deberá tener una pérdida mayor a la especificada en la norma ICONTEC 174.

El agregado grueso se clasificará en tres tamaños que se manejarán por separado para después combinarlos en forma adecuada, de manera que se obtengan las muestras que posean la resistencia y la trabajabilidad requeridas.

Los tres tamaños para los agregados gruesos son los siguientes:

Tamaño 1 de 4.8 a 19.0 mm

Tamaño 2 de 19.0 a 38.0 mm

Tamaño 3 de 38.0 a 64.0 mm

Los tres tamaños tendrán una gradación comprendida entre los límites especificados en la norma ICONTEC 174, Tabla 2.

El Interventor aprobará la utilización de cada uno de los tamaños según el diámetro y la separación de las varillas de refuerzo y la clase de concreto de acuerdo a la norma 3.3.3 del ACI 318-77.

Si el Interventor considera que la calidad del agregado grueso de una fuente dada puede mantener las calidades especificadas antes, el material podrá aceptarse con base únicamente en los resultados de las granulometrías.

c. Agregado fino

El agregado fino consistirá en arena natural que cumpla con la norma ICONTEC 174. Arena artificial o fabricada no se aceptará.

El contenido de materia orgánica se ensayará y analizará de acuerdo con la norma ICONTEC 127.

El agregado fino para el concreto no podrá contener arcilla, limo u otras sustancias extrañas.

La granulometría de la arena natural, según los análisis de tamices, deberá conformarse a los requisitos de la norma ICONTEC 174.

El módulo de finura estará entre 2.3 y 3.1 de acuerdo a la norma ICONTEC 174.

El agregado fino deberá tener no menos del 100% de la resistencia a la tensión y a la compresión obtenidas con morteros de las mismas proporciones y consistencia, fabricados con el mismo cemento y arena estándar de Ottawa, resistencia medida según el ensayo de resistencia de mortero ejecutado según la norma ICONTEC 579.

Si el Interventor considera que la calidad del agregado fino de una fuente dada puede mantener las calidades especificadas antes, el material podrá aceptarse con base únicamente en los resultados de las granulometrías.

d. Agua

El agua que se utilice en la fabricación de concreto o mortero, como también en el proceso de curado, debe decirse a la norma ACI 318-77 numeral 3.4.

Toda agua que se utilice en la fabricación de concreto deberá ser aprobada por el Interventor antes de utilizarla.

e. Acero de refuerzo

El acero de refuerzo incluirá todas las varillas de acero que se usen como refuerzo en las estructuras de concreto.

Las especificaciones para acero de refuerzo deben consultarse en la sección 4.03.

f. Aditivos

Los aditivos que se podrán agregar a la mezcla, previa aprobación u orden del Interventor, son:

1. Acelerantes: Sikacrete de Sika, o similar.
2. Retardadores: Plastiment VZ de Sika; Daratard HC de Grace; MB-HC de Master Builders; Protard de Protex, o similares.
3. Plastificantes: Plastocrete de Sika; WRDA-HC de Grace, o similares.
4. Plastificantes densificadores: Plastocrete DM de Sika; Concreplast N de (de uso obligado) Toxement, o similares.
5. Curadores de concreto: Antisol Rojo de Sika, Curaseal de Toxement, (de uso obligado) o similares.
6. Incluidores de aire: Sika Aer, o similar.
7. Reparaciones: Sika Top 121 y 122, Sikadur 41 mortero de Sika, o similares.
8. Adhesivos: Colmadur 31 de Sika, o similar.

Todos los aditivos utilizados en el concreto deberán cumplir con la norma ICONTEC 1299.

4.02.03 TRABAJOS PRELIMINARES

La fuente y calidad de los materiales para el concreto y las proporciones en que se mezclarán para el trabajo deberán presentarse al Interventor para su revisión antes de iniciar cualquier obra de concreto.

Se deben presentar informes certificados de un laboratorio independiente para los materiales y el diseño de la mezcla.

La revisión de estos informes será la base para la aceptación general solamente; Esto no exonera al Contratista del cumplimiento continuado de los requisitos estipulados en las presentes especificaciones.

a. Agregados

Los informes de los ensayos sobre agregados deben incluir los siguientes datos:

Agregados Finos

1. Localización y descripción de la fuente.

2. Gradación y dureza.
3. Sustancias Extrañas.

Agregados Gruesos

1. Localización y descripción de la fuente.
2. Gradación y pérdida por abrasión.
3. Sustancias extrañas.
4. Resultados de las pruebas con sulfato de sodio o magnesio.

El Interventor podrá ordenar cualquier tipo de prueba para verificar el cumplimiento de la norma ICONTEC 174.

b. Diseño de Mezcla

Con los materiales para el concreto, aceptados por el Interventor, el Contratista diseñará una mezcla tentativa, la cual se ensayará para cada uno de los tamaños de gradación de los agregados y para cada consistencia que se desee para obtener y usar en la obra.

El informe para cada mezcla tentativa deberá contener los siguientes datos:

- Esfuerzo de compresión basado en las pruebas a los 7, 28 y 56 días.
- Asentamiento sobre el cual se basó el diseño.
- Tiempo de fraguado inicial.
- Relación agua-cemento.
- Marca, tipo, composición y cantidad de cemento.
- Gravedad específica y gradación de cada agregado.
- Relación de los agregados finos al total de agregados.
- Peso (Seco, superficialmente) de cada agregado por metro cúbico de concreto.
- Marca, tipo, norma ICONTEC de los aditivos y su cantidad en la mezcla.

c. Pruebas

Las proporciones de cemento, agregados y agua necesarias para producir un concreto de la resistencia requerida, serán controladas por el Interventor por medio de pruebas y ensayos en los agregados y el concreto resultante, los cuales se le harán con la frecuencia que designe el Interventor, por cuenta del Contratista.

Los agregados deberán ser muestreados y separados según la norma ICONTEC 129. La gradación de los agregados se hará de acuerdo a la norma ICONTEC 77; se sacará una muestra por cada 50 toneladas de agregado y por cada 100 toneladas de agregado grueso.

Las gravedades específicas de cada agregado se calcularán bajo las normas ICONTEC 176 y 237.

Las pruebas de asentamiento deberán hacerse por cada mezcla de 30 m³ de acuerdo a la norma ICONTEC 396.

Una muestra para el ensayo de resistencia a la compresión constará de tres series de tres cilindros cada una. Se tomará una muestra por cada 10 m³ de mezcla y por cada clase de concreto. Si el Interventor lo estima necesario, ordenará la toma de muestras adicionales.

Las tres series se ensayarán, la primera a los 7 días, la segunda a los 28 días, y la tercera a los 56 días, utilizando como guía las curvas de coeficientes de resistencia de LA CORPORACION.

Los cilindros para los ensayos deberán ser hechos, curados y almacenados de acuerdo con la norma ICONTEC 673.

Las pruebas de fraguado inicial se deberán hacer de acuerdo a la norma ICONTEC 890.

d. Almacenamiento

Los materiales se almacenaran de forma tal que sean accesibles a la inspección.

El cemento se almacenará en un edificio que lo proteja de la intemperie y la humedad. Los sacos se colocaran en pilas sobre pisos que no permitan el humedecimiento del cemento y a una distancia no menor de 30 cm de las paredes. Se deberá retirar primero el cemento que tenga mayor tiempo de almacenado.

No se permitirá la utilización de cemento endurecido o con grumos.

Los agregados se almacenaran sobre plataformas de madera. Los distintos tipos y tamaños de agregados fino y grueso, se deberán almacenar en montones separados.

4.02.04 REQUISITOS DE LA MEZCLA

Las mezclas de concreto deberán diseñarse y el concreto deberá controlarse dentro de los siguientes límites:

a. Contenido de cemento

El contenido de cemento en la mezcla será de tal forma que el concreto cumpla con las condiciones especificadas en el diseño de la mezcla.

Para cumplir este propósito, el Contratista deberá chequear constantemente el diseño de la mezcla con base en los ensayos.

b. Agua

El contenido total de agua en el concreto no deberá exceder de 54 litros por cada 100 kilos de cemento en la mezcla.

c. Asentamientos

El asentamiento no deberá ser mayor de 10 cm, a menos que el Interventor lo autorice por escrito.

d. Relación de agregados finos al total de agregados

La relación de agregados finos al total de agregados, con base en los volúmenes de sólidos, deberá ser:

Tamaño agregado grueso	Relación mínima	Relación máxima
13 mm	0.40	0.55
19 mm	0.35	0.50
25 mm	0.30	0.46

e. Fraguado inicial

El fraguado inicial, determinado según el ensayo de ICONTEC 890, deberá ocurrir 5 1/2 ∇ 1 horas después de efectuada la mezcla.

f. Aditivos

La aplicación de los aditivos, en relación con el método y el tiempo de añadirlos, estará de acuerdo con las recomendaciones del fabricante de manera que se cumpla con estas especificaciones.

4.02.05 FORMALETA

La formaleta deberá diseñarse para producir un concreto endurecido que tenga la forma, los alineamientos y las dimensiones que se muestran en los planos. Las formaletas deberán cumplir con la norma ACI 347 y las condiciones adicionales que se dan a continuación:

a. Materiales

La madera que se use en la construcción de las formaletas para la estructura de concreto será laminada, o deberá ser cepillada o machihembrada del lado de las superficies que hayan de quedar expuestas. Deberá estar exenta de bombeos, abultamientos y nudos flojos, ser sana y de espesor uniforme. La madera sin ser cepillada, de no más de 20 cm de ancho, de bordes sanos y cuadrangulares, podrá usarse para respaldar superficies que no hayan de quedar expuestas al finalizar la obra. No se permitirá el uso de madera de menos de 2.5 cm de espesor nominal, excepto cuando se la use como revestimiento de las formaletas.

El Contratista deberá utilizar formaletas fabricadas con madera laminada, prensada o machihembrada cepillada, para las superficies que quedarán a la vista y superficies proyectadas para trabajar en contacto con agua.

Las formaletas para las superficies a la vista y para las superficies proyectadas para trabajar en contacto con agua, deberán ser colocadas de manera regular y uniforme con la mayor dimensión de los paneles en el sentido vertical y todas las juntas alineadas. La formaleta no deberá producir superficies cóncavas, convexas o irregulares. La desviación máxima de la superficie plana no deberá exceder de 2 mm por metro.

Formaletas planas de segmentos no mayores de 60 cm podrán usarse para formar superficies curvas de diámetro mayor de 7 m.

La superficie de los sitios en donde se vaya a colocar el concreto sobre gravas o roca partida, que contenga por lo menos un 25% del material que pase por el tamiz No.4, deberá cubrirse, para prevenir que el concreto pierda agua, con una capa de 5 cm de concreto para solados.

Las formaletas se podrán usar por segunda vez, siempre que se las haya limpiado cuidadosamente y no presenten abultamientos ni combaduras y el Contratista se comprometa a no utilizar las formaletas que rechace el Interventor.

b. Diseño

Las formaletas deberán ser fuertes y ajustadas para prevenir el escape del mortero. Las formaletas deberán ser arriostradas con los tensores para mantenerlas en la posición requerida, para que conserven la forma y los alineamientos durante y después de la colocación del concreto.

La cimbra que se use para soportar las formaletas se deberá apoyar sobre durmientes que se asienten en fundaciones firmes, de manera que no ocurran asentamientos ni deformaciones de las formaletas cuando el concreto se vacíe en ellas.

Las vigas y las losas que se apoyarán en columnas de concreto deberán ser formaleteadas de manera de permitir el retiro de las formaletas de las columnas sin que se disturben los apoyos de las formaletas de dichas vigas o placas.

Cuando las partes superiores de los muros vayan a quedar expuestas a la intemperie, la formaleta de por lo menos uno de los lados no deberá sobresalir de la superficie superior del muro y deberá ser alineada y colocada a la cota indicada. En otros puntos, las formaletas para el concreto de muros se terminarán en pendiente o según contornos establecidos, se deberán colocar según el alineamiento y el nivel o se colocará un listón de madera como guía al nivel apropiado, de manera que la superficie pueda ser terminada con regla o plantilla. En las juntas de construcción horizontales de los muros, la formaleta de un lado no deberá sobresalir más de 60 cm por encima de la junta.

El diseño de las formaletas deberá ser aprobado por el Interventor antes de construirlas.

c. Separadores y Tensores

No se permitirá el uso de separadores de concreto o madera para espaciar parrillas de acero de refuerzo entre sí; deberá hacerse con ganchos del mismo refuerzo de tal forma que se soporten las presiones de formateado y fundida conservando la separación entre las mismas. Para la separación de las parrillas contra la formaleta para garantizar el recubrimiento mínimo, se podrán utilizar separadores de concreto en forma, dimensiones y calidad aprobadas por el Interventor, únicamente en la cara que no esté en contacto con el agua o quede a la vista. Para la separación entre formaletas, se deberán utilizar separadores y tensores de extremos removibles, con una parte que quede permanentemente embebida en el concreto y que tenga suficiente fortaleza y rigidez para soportar y mantener la formaleta en la posición y alineamientos adecuados, sin tener que recurrir a separadores auxiliares. Se deberán colocar conos en los extremos de cada tensor para permitir que la porción embebida quede por lo menos a 3 cm de la cara del concreto.

Las partes embebidas de los tensores que no tengan extremos roscados, deberán construirse de manera que se puedan romper fácilmente sin dañar el concreto para remover los extremos.

Todos los bocales deberán ser rectos, de anchura uniforme y cepillados.

d. Recubrimientos

Antes de vaciar el concreto en las formaletas, el interior de éstas deberá recubrirse con una capa de compuesto aprobado y que no manche el concreto; este compuesto se deberá aplicar antes de colocar el hierro de refuerzo.

e. Remoción de las formaletas

Las formaletas no deberán removerse o aflojarse hasta que el concreto haya alcanzado resistencia suficiente para soportar con seguridad todas las cargas vivas o muertas. Los soportes debajo de las vigas y losas deberán dejarse en sitio y reforzarse como sea necesario para soportar el equilibrio de construcción o los materiales que se coloquen sobre las losas. La remoción de las formaletas deberá hacerse con cuidado para evitar desportillar las esquinas o aristas y causar otros daños al concreto.

4.02.06 REFUERZO

El refuerzo deberá ser doblado con exactitud y estar libre de óxido, escamas y sustancias contaminantes que puedan reducir su adherencia. A menos que se muestre en otra forma en los planos, o se especifique, los detalles de doblaje deberán hacerse de acuerdo con las normas 315 y 318 del ACI.

a. Doblado

Para acomodarse en la forma indicada en los planos, las varillas de acero se doblarán en frío. No se permitirá doblar las varillas salientes del concreto una vez que éste haya sido colocado.

LA CORPORACION entregará al Contratista instrucciones completas sobre la manera de reforzar todos los elementos de las estructuras según los planos que acompañan estas especificaciones.

b. Colocación

Todo el acero de refuerzo ha de quedar colocado en su debido sitio sobre soportes de cubos de mortero, de dosificación igual a la del concreto en cuanto a cemento y arena, distanciadores, colgantes u otros elementos y deberá ser asegurado en su sitio con amarres adecuados. No se permitirá soldadura en los puntos de cruce.

El espacio entre el acero y las formaletas se mantendrá mediante amarres, espaciadores y otros soportes que deben ser aprobados por el Interventor. No se permitirá el uso de bloques de madera.

c. Recubrimientos

El recubrimiento de las varillas de refuerzo deberá ser, para cada parte de la obra, el mostrado en los planos respectivos.

d. Traslapos

Los traslapos deberán ser hechos de acuerdo con los detalles que se muestran en los planos. Los traslapos que sea necesario hacer en sitios diferentes a los que se muestran en los planos, deberán ser aprobados por el Interventor antes de la ejecución.

La soldadura de refuerzo estará prohibida con excepción de los sitios que se muestran en los planos. Todos los empalmes para los sitios no especificados en los planos deberán tener una longitud no menor de 40 veces el diámetro nominal de las varillas.

4.02.07 MEZCLADO DE CONCRETO

El concreto se preparará en mezcladoras de concreto adecuadas para el tipo de obra y volumen a fundir, garantizando una distribución uniforme de todos los materiales en toda la masa. El Contratista deberá tener en la obra por lo menos otra unidad de suplencia.

Los agregados y el cemento se medirán por peso. El agua se medirá por peso o por volumen e incluirá la humedad superficial y el agua libre contenida en los agregados que entran en la mezcla. El medidor de agua deberá tener una exactitud del 1%. La

cantidad de agua requerida para mantener una relación agua-cemento constante, deberá ajustarse frecuentemente a fin de compensar cualquier variación en el contenido de humedad de los agregados.

El concreto se mezclará sólo en las cantidades que se requiera para uso inmediato. No se deberá usar ningún concreto que haya iniciado fraguado o que se haya mezclado con más de 20 minutos de anterioridad.

Después de que todos los materiales estén en el tambor, la carga se deberá mezclar durante un período no menor de 2 ½ minutos a fin de asegurar una mezcla uniforme y homogénea. Antes de colocar los materiales dentro del tambor de la mezcladora, para la carga siguiente, todo el contenido de la mezcla precedente deberá haberse vaciado.

En caso de emergencia, verbigracia, una falla en la mezcladora, se deberá mezclar con la unidad de suplencia suficiente concreto para completar el trabajo que se esté ejecutando hasta una junta de construcción.

No se permitirá la adición de agua a la mezcla una vez que ésta haya salido de la mezcladora.

a. Consistencia

En general, la consistencia de las mezclas de concreto deberá ser adecuada para las condiciones en que se van a colocar. Esta deberá ser tal que:

1. El mortero se adhiera al agregado grueso.
- 2...El concreto sea lo suficientemente fluido, como para que no se segregue al transportarlo.
3. Al sacarlo de la mezcladora, al mortero no se le vea agua libre.
4. Al vaciarlo, el concreto deberá asentarse en su lugar; deberá deslizarse y no fluir cuando se le lleve a su lugar por medio de canaletas que formen un ángulo de 30° con la horizontal.
5. La capa superior del concreto ya fraguado debe tener una película de cemento en la superficie, pero no deberá estar exenta de lechada.
6. El resultado de la prueba de asentamiento deberá ser uniforme.

4.02.08 COLOCACION

Los límites de cada fundida de concreto deberán ser establecidos por el Contratista y aprobados por el Interventor. Dentro de estos límites el concreto deberá ser colocado en una operación continua y en el caso de muros, no podrá transmitirse vibración a través del acero o la formaleta al concreto colocado en la parte inferior que haya entrado en proceso de fraguado inicial, de tal forma que se deberán utilizar los métodos, la maquinaria y el personal necesarios para lograr la colocación del concreto en un tiempo máximo de tres horas.

Antes de la colocación del concreto, las formaletas, el refuerzo, los sellos y demás elementos embebidos deberán ser asegurados firmemente en su posición correcta; se deberán retirar todos los desperdicios, agua y salpicaduras de concreto del sitio en donde se colocará el concreto; todo el trabajo deberá ser aceptado por el Interventor antes de que comience la fundida del concreto.

a. Colocación sobre superficies de concreto endurecido

Las superficies de concreto sobre las cuales se continuará con concreto fresco deberán ser ásperas, limpias y húmedas. El mortero de superficie deberá retirarse para que los agregados queden expuestos.

La superficie endurecida deberá estar limpia de toda sustancia extraña (incluyendo aditivos para el curado), lavada con agua limpia y mantenerse saturada durante un período de 24 horas anteriores a la colocación del concreto fresco.

Los agregados gruesos deberán retirarse de las primeras mezclas de concreto que se coloquen sobre superficies endurecidas en los muros. Este mortero preparado en relación 2:1, deberá cubrir toda el área endurecida y tener una profundidad de 5 cm.

b. Transporte del concreto

El concreto deberá ser transportado hasta el sitio donde se va a depositar finalmente con los métodos que eviten la segregación o pérdida de los ingredientes. En cuanto fuere posible, se deberá colocar el concreto en su posición final a fin de evitar el manipuleo o hacerlo fluir; no deberá moverse lateralmente dentro de las formaletas a una distancia mayor de 1.5 m.

c. Colocación del concreto

Todo el concreto se depositará en capas aproximadamente horizontales, continuas, adecuadas para una captación efectiva; sin embargo, la profundidad de una capa no deberá exceder 60 cm. Cada capa de concreto deberá ser plástica cuando se cubra con la capa siguiente y las formaletas deberán llenarse a una rata vertical no menor de 60 cm por hora.

d. Compactación

Tan pronto como el concreto haya sido colocado en las formaletas, se lo deberá compactar usando vibradores mecánicos aprobados, aplicados directamente al concreto. Deberá hacerse uso además de varillas y paletas, para compactar el concreto vecino a, o en las esquinas de las formaletas, y el que rodea al acero de refuerzo o los elementos empotrados. Los vibradores mecánicos deberán usarse de manera que se tengan por lo menos 9.000 ciclos por minuto cuando estén sumergidos dentro del concreto. Cada vibrador deberá ser movido por un motor de más de 1.5 HP. El número y tipo de los vibradores deberá ser aprobado por el Interventor.

A fin de garantizar la compactación de cada capa antes de la colocación de la próxima, sin interrupción o demoras en el vaciado, se habrá de tener un número suficiente de vibradores en cada frente de la obra.

Los vibradores se aplicarán al concreto en el punto en donde éste se deposite y en el área del concreto recién depositado. El concreto se colocará a intervalos cortos para evitar el hacerlo fluir demasiado. El vibrador deberá penetrar en la capa colocada inmediatamente anterior a la que se esté colocando, pero sin atravesarla.

Si se notare combadura o asentamiento de las formaletas mientras se está colocando el concreto, la operación de colocación se interrumpirá hasta tanto se haya hecho la debida corrección.

En el colocado del concreto no se permitirá el uso de práctica alguna que tienda a provocar separación o segregación de los materiales, tal como dejar caer el concreto desde alturas mayores de 2.00 metros, sin el uso de una canal cerrada y articulada (Trompa de elefante) u otros medios aprobados.

4.02.09 PIEZAS EMBEBIDAS

Todas las tuberías, codos de ventilación, escalones, anclajes, pernos, placas, entramados, barandales, mojones, sellos, etc., que han de embeberse en el concreto, habrán de asegurarse en forma tal que no se desplacen durante la colocación del concreto.

Tanto la colocación como el suministro de partes embebidas en el concreto, cuyo suministro, colocación o montaje no estén específicamente cotizados en otro ítem, se considerarán como incluidas en el costo del concreto.

4.02.10 JUNTAS

Todas las estructuras que van en contacto con el agua deberán ser, en lo posible, de construcción monolítica.

Las juntas de construcción deberán hacerse en los sitios indicados en los planos, según se especifican aquí o de acuerdo con las instrucciones del Interventor.

A menos que se especifique diferente, las varillas de refuerzo serán continuas a través de las juntas de construcción.

Todas las juntas de construcción, a menos que los planos lo especifiquen, deberán llevar cinta termoplástica de cloruro de polivinilo, especificación ASTM D2240, de ancho 15 cm.

Las juntas de contracción y expansión se construirán en los sitios y de acuerdo con lo que se muestra en los planos.

En donde se indique en los planos se deberá colocar cinta termoplástica de cloruro de polivinilo, norma ASTM D2240, de ancho 22 cm; en caso contrario, deberán llenarse con material bituminoso.

4.02.11 CONCRETO BAJO AGUA

El concreto no se deberá depositar bajo agua excepto con permiso del Interventor. Para el concreto que se deposite bajo agua deberá ajustarse el diseño para que el asentamiento sea menor de 6" y aumentar la cantidad de cemento en un saco por metro cúbico.

El concreto bajo agua deberá colocarse con bajantes que tengan tolvas en la parte superior. Después de que el concreto haya empezado a moverse, la parte inferior del bajante deberá mantenerse por debajo de la superficie del concreto depositado. Se evitará agitar el concreto depositado.

Cuando sea necesario mover la bajante, deberá levantarse del concreto y bajarse verticalmente en un nuevo sitio. La masa de concreto deberá colocarse tan rápido como sea posible en un sitio sin que sea necesario moverla horizontalmente debajo del agua.

El agua debe estar quieta cuando el concreto se deposite. La velocidad del agua no deberá exceder a 60 cm/min en cualquier dirección dentro del espacio donde se coloque el concreto. Después de colocado, el nivel de agua en el espacio debe conservarse estático hasta que el concreto haya endurecido.

4.02.12 ACABADOS DE SUPERFICIES

El acabado de superficies en concreto para las distintas partes de la obra, deberá cumplir con los requisitos que se dan a continuación:

a. Acabados sin formaleta

No se requiere dar ningún tratamiento superficial a las superficies de concreto enterradas o permanentemente sumergidas que no forman parte integral de una estructura, excepto las que se requieran para obtener las elevaciones, contornos y superficies libres de lechada. Las superficies sin formaleta, en todas las demás estructuras de concreto, deberán ser regladas y dárseles un terminado inicial con

llana, seguido de un segundo tratamiento con llana de madera o metálica donde se requiera.

b. Reglado

El reglado de concreto debe producir superficies a las elevaciones y contornos establecidos, con todos los agregados completamente embebidos en el mortero. Todas las superficies regladas deberán estar libres de irregularidades con una altura o profundidad que no exceda de 5 mm, medida desde una regla de 3 metros de longitud.

c. Terminado con llana

Las superficies regladas deberán arreglarse con un terminado con llana de madera tan pronto como el concreto haya endurecido lo suficiente para ser trabajado. Cualquier agregado grueso que se mueva con el paso de la llana, o que cause irregularidades en la superficie, deberá retirarse y reemplazarse con mortero. El acabado inicial deberá producir superficies de textura uniforme y buena apariencia.

El acabado inicial deberá ser seguido por un segundo acabado en el momento en que se inicie el fraguado. El segundo acabado deberá producir una superficie de textura y color uniformes. A menos que se especifique acabado adicional al que produzca el segundo paso de la llana, ésta será la superficie terminada.

El acabado puede ser ejecutado por medio de llanas de madera o compactadores mecánicos adecuados.

d. Terminado de superficie con formaleta

Los salientes y salpicaduras de la superficie deberán quitarse de todas las superficies con formaleta, excepto las superficies exteriores que estarán en contacto con los rellenos en tierra. Se utilizará un pulidor eléctrico, si es necesario, para retirar los salientes y producir una superficie lisa.

e. Huecos de los tensores

Los huecos dejados en las superficies por los tensores de la formaleta al ser removidos sus extremos, deberán ser limpiados, humedecidos y rellenados con mortero. Este mortero deberá ser terminado liso y su textura igual a la del concreto adyacente.

f. Acabados con mortero

El acabado con mortero deberá hacerse de acuerdo a la norma ACI 301 Capítulo 10, del párrafo correspondiente a terminados con mortero.

No debe dar como resultado el que se pañete toda la superficie, pero debe producir un acabado suave, libre de marcas, vacíos y polvo de cemento. Este acabado sólo se utilizará en superficies que no vayan a tener contacto permanente con el agua.

g. **Aristas**

A menos que se especifique que sean chaflanadas, todas las aristas expuestas de las superficies que se acaben con llana o palustre mecánicos, deberán terminarse con una herramienta que tenga una esquina con radio de 6 mm.

h. **Protección del acabado**

El Contratista tomará todas las precauciones necesarias para proteger las superficies terminadas de manchas o daños. No se permite hacer fuego cerca del concreto en ningún momento. Las superficies o bordes de concreto que puedan dañarse durante la construcción, se protegerán debidamente dejando la formaleta sin retirar o colocando una protección aprobada por el Interventor.

Donde lo ordene el Interventor, el Contratista deberá cubrir con aserrín o tablas las superficies de concreto por el tiempo que el Interventor considere necesario.

4.02.13 CURADO

El concreto deberá protegerse de pérdidas de humedad por lo menos 7 días después de colocado; todas las superficies de concreto se protegerán de la lluvia fuerte, el agua corriente y de los elementos mecánicos que puedan hacer daño.

El curado de concreto deberá hacerse por métodos que conserven las superficies de concreto durante un período especificado.

a. **Curado con agua**

Las superficies del concreto deberán ser saturadas con agua tan pronto como sea posible, después del fraguado inicial del concreto. La rata de aplicación del agua deberá regularse para dar un cubrimiento completo a la superficie con una escorrentía mínima.

Cuando se dejen las formaletas en su sitio para el curado, se mantendrán húmedas todo el tiempo para evitar la abertura de sus juntas y el secado del concreto. El agua del curado debe ser limpia y debe cumplir las mismas condiciones que el agua con que se prepara el concreto.

b. **Curado de compuestos**

Será obligado para el curado del concreto el uso un de líquido que forme una película retenedora de agua que cumpla la norma ASTM C-309. Su aplicación estará de acuerdo con las recomendaciones de la casa productora.

4.02.14 TOLERANCIAS

Las obras que excedan las tolerancias especificadas a continuación deberán ser reparadas o demolidas por cuenta del Contratista si el Interventor lo ordena:

1. Dimensiones de columnas, vigas, placas y partes de las estructuras hidráulicas que vayan a estar en contacto con el agua:
 - Por defecto, 5 mm
 - Por exceso, 10 mm

2. Otras dimensiones de estructuras no cubiertas en el punto anterior, en la planta:
 - Por defecto, 10 mm
 - Por exceso, 10 mm

3. Desviaciones en la vertical o en las inclinaciones indicadas en los planos:
 - En 5 m, 10 mm
 - En 10 m, 15 mm

4. Desviaciones en cotas y pendientes de vigas y losas:
 - Visibles:
 - En 3 m, 10 mm
 - En 10 m o más, 20 mm
 - Enterradas:
 - El doble de la anterior

5. Variación en el recubrimiento de la armadura: 5 mm.

6. Variaciones en los espaciamientos de las varillas: 15 mm.
7. Variaciones en dimensiones de elementos prefabricados: Ver sección 4.05.

4.02.15 REPARACIONES DEL CONCRETO

Las reparaciones de las superficies de concreto deberán hacerse únicamente con el personal experto en este tipo de trabajo, y bajo la vigilancia del Interventor.

El Contratista deberá corregir, a su costa, todas las imperfecciones que se encuentren para que las superficies de concreto se conformen con todos los requisitos exigidos por estas especificaciones.

a. Superficies que no vayan a estar en contacto con el agua

En donde el concreto haya sufrido daños o defectos, las superficies de concreto deberán picarse hasta retirar totalmente el concreto imperfecto, o hasta donde el Interventor lo indique y rellenarse con concreto o con mortero de consistencia seca hasta las líneas requeridas.

b. Superficies que vayan a estar en contacto con el agua

Para las reparaciones de superficies que vayan a estar en contacto permanente con el agua corriente, será obligado el uso de mortero epóxico como Sikadur 41, mortero de SIKA o similar. La colocación de tales morteros se hará de acuerdo con las recomendaciones de la casa fabricante.

4.02.16 CLASES DE CONCRETO

Se consideran 9 clases de concreto, de las características enumeradas a continuación:

1. Concreto Clase 1

Se refiere al concreto reforzado o simple para estructuras, con una resistencia a la compresión a los (28) días de 350 Kg/cm² (5.000 psi).

2. Concreto Clase 2

Se refiere al concreto reforzado o simple para estructuras, con una resistencia a la compresión a los (28) días de 315 Kg/cm² (4.500 psi).

3. Concreto Clase 3

Se refiere al concreto reforzado o simple para estructuras, con una resistencia a la compresión a los (28) días de 281 Kg/cm² (4.000 psi).

4. Concreto Clase 4

Se refiere al concreto reforzado o simple para estructuras, con una resistencia a la compresión a los (28) días de 245 Kg/cm² (3.500 psi).

5. Concreto Clase 5

Se refiere al concreto reforzado o simple para estructuras, con una resistencia a la compresión a los (28) días de 210 Kg/cm² (3.000 psi).

6. Concreto Clase 6

Se refiere al concreto reforzado o simple para estructuras, con una resistencia a la compresión a los (28) días de 175 Kg/cm² (2.500 psi).

7. Concreto Clase 7

Se refiere al concreto reforzado o simple para estructuras, con una resistencia a la compresión a los (28) días de 140 Kg/cm² (2.000 psi).

8. Concreto Ciclópeo

Consiste en un concreto clase 6, adicionado con piedras sanas, limpias, resistentes y durables hasta por un volumen igual al 35% del volumen del concreto ciclópeo. Cada piedra deberá quedar rodeada de una capa de concreto con un espesor mínimo de 5 cm.

9. Concreto Pobre en Solados

Consiste en un concreto de bajo contenido de cemento, mezclado en las proporciones 1:5:5, aproximadamente, el cual se colocará con el objeto de emparejar las superficies sobre las cuales se van a cimentar las estructuras. La extensión y el espesor de los solados serán los indicados en los planos o los que el Interventor prescriba.

El solado reposa sobre un piso sólido y en lo posible no alterado. No se aceptará ningún relleno como base para los cimientos, a menos que el Interventor lo autorice expresamente, o se especifique en los planos.

4.02.17 MEDIDA

El concreto se medirá para el pago según los volúmenes obtenidos a partir de los contornos netos de las estructuras mostrados en los planos y que hayan sido construidas en un todo de acuerdo con estas especificaciones y lo prescrito por el Interventor.

La unidad de medida será el metro cúbico aproximado a dos decimales.

Del volumen medido no se deducirán los orificios de drenaje o desagüe para alivio de subpresión, pasamuros de diámetro inferior a 10", los pernos de anclaje, ni el volumen ocupado por el acero de refuerzo y los sellos.

4.02.18 PAGO

El pago del concreto se hará al Contratista a los precios unitarios consignados en el formulario de cantidades de obra y precios unitarios del Contrato, para los siguientes conceptos de trabajo:

Item	4.02.1	Concreto Clase 1
------	--------	------------------

Item	4.02.2	Concreto Clase 2
Item	4.02.3	Concreto Clase 3
Item	4.02.4	Concreto Clase 4
Item	4.02.5	Concreto Clase 5
Item	4.02.6	Concreto Clase 6
Item	4.02.7	Concreto Clase 7
Item	4.02.8	Concreto Clase Ciclópeo1
Item	4.02.9	Concreto pobre en solados

Estos precios unitarios serán la compensación total y única que reciba el Contratista por el suministro en la obra de todos los materiales para la mezcla del concreto y para sellos; por toda la planta, equipo, herramientas y mano de obra, por todos los transportes, dentro y fuera de la obra; por la administración, la utilidad y por todos los demás costos necesarios para construir la estructura de concreto a satisfacción del Interventor.

Deberá incluirse también el costo de los aditivos necesarios y de las muestras y ensayos de laboratorio que la Interventoría ordene sobre los materiales que el Contratista se proponga utilizar.

Si los resultados de los ensayos de resistencia a la compresión a los 28 días no están de acuerdo con la norma 4.8.4.1 del ACI 318-77, el Interventor procederá a efectuar un análisis de los ensayos a los 56 días con base en los coeficientes de resistencia que posee LA CORPORACION.

Si en estos ensayos continúa la discordancia con la norma mencionada, se efectuarán ensayos de núcleo (coredrill) de acuerdo con la norma 4.8.4.2. del ACI 318 - 77.

Los resultados de tales pruebas deberían concordar con lo exigido por la norma 4.8.4.4. del ACI 318 - 77; en caso contrario, LA CORPORACION ordenará la demolición de la estructura.

Si se cumple con la norma 4.8.4.4, la disminución en la resistencia a la compresión afectará el precio unitario como lo muestra la siguiente tabla:

Los costos de las pruebas de control de calidad sobre concretos que hayan sido rechazados con prueba de control preliminar, según por cuenta del Contratista.

4.03 ACERO DE REFUERZO

4.03.01 GENERALIDADES

El trabajo a que se refiere esta especificación consiste en el suministro del acero y la ejecución de las operaciones de corte, doblado, amarre y colocación de las varillas de refuerzo en las estructuras de concreto.

4.03.02 MATERIAL

Se aceptará el acero de refuerzo liso fabricado por Paz del Río tipo A-37 o similar, en aquellas estructuras donde el valor f_y especificado sea igual a 2590 kg/cm^2 . Se aceptará el acero de refuerzo corrugado fabricado por Paz del Río tipos PDR 40 y PDR 60 o similares, en aquellas estructuras donde el f_y especificado sea igual a 2800 kg/cm^2 y 4200 kg/cm^2 , respectivamente. Se aceptará malla electrosoldada en las estructuras que se especifique, de acuerdo con las especificaciones y detalles incluidos en los planos.

4.03.03 DOBLADO

Las varillas de acero se doblarán en frío para acomodarse a las formas indicadas en los planos. No se permitirá doblar las varillas salientes del concreto una vez que este haya sido colocado.

4.03.04 COLOCACION Y FIJACION

El acero de refuerzo, al colocarlo en la estructura, ha de estar libre de mugre, escamas, exceso de oxido, polvo, pintura, aceite u otra materia extraña.

Todo el acero de refuerzo ha de quedar colocado en su debido sitio y durante el vaciado del concreto se le mantendrá firmemente en las posiciones indicadas en los planos.

El espacio entre acero y formaletas se mantendrá mediante soportes, bloques, amarres o suspensores aprobados por la Interventoría. Los bloques que evitan el contacto del acero con la formaleta deberán ser de mortero cuya dosificación será igual a la del concreto que se está fundiendo en cuanto a cemento y arena, de formas y dimensiones aprobadas por la Interventoría. Su colocación no será permitida en la cara que estará en contacto con el agua o quede a la vista, de tal forma que el ajuste de las parrillas del refuerzo se hará mediante amarres entre la formaleta, bloques, acero de refuerzo y ganchos espaciadores en la cara contraria.

Las hiladas o parrillas se separarán con ganchos del mismo refuerzo que soporten el trabajo de la formaleteada y fundida del concreto. Los bloques que se utilicen serán lo suficientemente cortos como para permitir que sus extremos se cubran de concreto.

No se permitirá el uso de guijarros, trozos de piedra o ladrillo, tubería metálica o bloques de madera.

Antes de empezar el vaciado del concreto, todo el acero de refuerzo de cualquier sección deberá estar en su sitio y haber sido inspeccionado y aprobado por el Interventor.

Todos los empalmes deberán tener una longitud no menor de 40 veces el diámetro nominal de las varillas y deberán estar bien distribuidos y situados en puntos de esfuerzo tensorial bajo.

Los empalmes de varillas de diámetro superior a 3/4" podrán ser soldados con doble cordón en una longitud no menor de 25 cm, con la aprobación del Interventor.

El recubrimiento para el refuerzo deberá hacerse como se indica en los planos; en donde no se especifica se hará como sigue:

1. Cuando el concreto queda a la intemperie o permanentemente sumergido, o en contacto con tierra, pero colocado con formaletas, no deberá ser menor de 8 cm.
2. En muros que no están colocados en contacto con tierra, pero colocados con formaletas, no deberá ser menor de 5 cm.

4.03.05 MALLA ELECTROSOLDADA

Las especificaciones anteriores para el acero de refuerzo se aplican, en general, cuando se utilice malla electrosoldada para estructuras de concreto lanzado en taludes o para protección de geomembranas que puedan entrar en contacto con elementos que puedan deteriorarla.

Antes de colocar la malla deberá ejecutarse la perfilación manual del talud que sea requerida, con el objeto de producir una superficie libre de promontorios y salientes. Lo anterior como preparación de la superficie para la aplicación del concreto lanzado.

Deberá utilizarse mortero 1:3 para eliminar las cavidades existentes en el talud.

En los sitios que indiquen los planos y/o sean ordenados por la Interventoría, deberá instalarse malla electrosoldada con abertura cuadrada de 0.10 metros de lado. El alambre con que se fabrique dicha malla deberá ser galvanizado, de calibre No.10 BWG (3.4 mm).

La malla debe soportarse con varillas de 3/8", tipo A-37 de Paz del Río o similar, de 0.50 metros de longitud (incluyendo el gancho), espaciadas 0.40 metros como

máximo. Los amarres entre secciones de malla se harán con alambre galvanizado calibre No.12 BWG (2.77 mm).

Cuando se utilice para proteger geomembranas, se deberá instalar malla de acuerdo a lo especificado en los planos y aceptado por la interventoría. Se deberá tener mucho cuidado al maniobrar el refuerzo, garantizando que no se produzca daño alguno a la geomembrana.

4.03.05 ANCLAJES

4.03.06.01 GENERALIDADES

Estas especificaciones se refieren al suministro y colocación de anclajes de acero, incluyendo todos los elementos que conforman la estructura del anclaje; los trabajos de taller requeridos, tales como roscas, perfilado de varillas, soldaduras etc.; y la colocación del anclaje en la perforación, de acuerdo con los planos, las especificaciones y lo ordenado por la Interventoría.

4.03.06.02 ESTRUCTURA DEL ANCLAJE

Los elementos que hacen parte de la estructura del anclaje y los trabajos de taller requeridos, son los siguientes:

a. Cuerpo del anclaje

Para el cuerpo del anclaje se utilizará varilla de acero corrugada STEM A 706-76 sismo-resistente, o el acero especificado en la sección 4.03.02, según las exigencias de resistencia presentadas en el diseño. Cualquier cambio a lo especificado debe ser aprobado por la Interventoría.

En el cuerpo del anclaje se incluyen los ganchos en lámina de acero soldados en la zona del bulbo y la platina de separación entre el bulbo y la parte exterior del anclaje. La soldadura de los ganchos y de la platina se especifica en la sección 4.03.06.03 SOLDADURA PARA ANCLAJES.

La zona del anclaje desde el extremo roscado hasta la platina de separación del bulbo, debe recibir dos (2) manos de pintura anticorrosiva.

Una vez aplicada la pintura anticorrosiva, el Contratista deberá colocar una manguera de polietileno en el tramo pintado, asegurada a la platina de separación del bulbo, de tal manera que se pueda garantizar que no existirá contacto entre esta parte del anclaje y la lechada de inyección.

b. Roscado

Se construirá rosca ordinaria en el extremo exterior de la varilla para la colocación de la tuerca mediante la cual se tensará el anclaje. La Interventoría deberá dar aprobación a los elementos roscados, previa a su utilización.

c. Tuerca de tensionamiento

La tuerca para el tensionamiento del anclaje deberá fabricarse de acuerdo con las dimensiones y especificaciones de los planos. La Interventoría deberá verificar el cumplimiento de las especificaciones y la compatibilidad de la tuerca con el extremo roscado de la varilla, para dar su aprobación.

d. Unión de varillas

Cuando la longitud del anclaje especificada en planos, sea mayor que la máxima longitud comercial de las varillas, será necesario ejecutar uniones, las cuales serán del tipo especificado en los planos o el ordenado por la Interventoría.

Si se especifica la unión de varillas por medio de rosca y manguito, se debe ejecutar el roscado de las varillas y el suministro de los manguitos de unión. La Interventoría deberá dar aprobación a los elementos roscados, previa a su utilización.

Si se especifica la unión de varillas por medio de soldadura a tope, los extremos de la varilla se deben perfilar como se indica en los planos, por medio de esmeril o cualquier otro método aprobado por la Interventoría, para conformar la garganta que recibirá el metal de aporte. Los trabajos se ejecutarán de acuerdo con lo especificado en la sección 4.03.06.03 SOLDADURA PARA ANCLAJES.

e. Platina

La platina de soporte para ajuste de la tuerca podrá ser de cualquier tipo producido en el país que cumpla con las especificaciones de diseño y sea aprobada por la Interventoría.

4.03.06.03 SOLDADURA PARA ANCLAJES

4.03.06.03.01 GENERALIDADES

Esta sección contiene las especificaciones referentes a la aplicación de soldaduras para la unión de las varillas que conforman el cuerpo del anclaje, colocación de ganchos en el extremo del anclaje y platina de separación. Este trabajo deberá realizarse de acuerdo con los planos, las especificaciones y las instrucciones del Interventor. Los trabajos deben cumplir con las Normas AWS D2.0 (American Welding Society).

4.03.06.03.02 MATERIALES

Los materiales empleados deberán cumplir con las normas más recientes de la ASTM (American Society for Testing and Materials).

El Contratista deberá suministrar, sin costo adicional, muestras y certificaciones de las características físicas y químicas de cada uno de los materiales que propone usar.

4.03.06.03.03 ALMACENAMIENTO DE LOS MATERIALES

Las varillas de acero se almacenarán sobre plataformas u otros soportes adecuados, de manera que no queden en contacto con la superficie del terreno y se protegerán de la intemperie y de cualquier condición que pueda producir corrosión. Los electrodos deben mantenerse en horno a una temperatura de 120° C.

4.03.06.03.04 CORTE Y PREPARACION DE LAS PIEZAS

Las varillas de acero deberán ser perfiladas en sus extremos para recibir el metal de aporte. Esta inclinación debe corresponder a la especificada en los planos y puede realizarse con esmeril o cualquier otro método aprobado por el Interventor. Las platinas de separación y los ganchos serán cortados con soplete y su superficie se esmerilará, teniendo siempre en cuenta la aprobación del Interventor.

4.03.06.03.05 UNIONES SOLDADAS

Los trabajos de soldadura y los materiales empleados en ellos se ajustarán a lo establecido en la norma AWS D2.0.

Todas las piezas que componen el anclaje, se ajustarán perfectamente a los alineamientos indicados en los planos y carecerán de torceduras, dobleces, uniones irregulares o cualquier otra falla. El Interventor podrá rechazar cualquier pieza que no cumpla con estos requisitos. Cualquier enderezamiento de piezas deformadas se hará con procedimientos que no produzcan rotura u otros daños y deberán ser aprobados previamente por el Interventor.

4.03.06.03.06 SOLDADORES

Todos los soldadores deberán ser precalificados de acuerdo con los procedimientos estipulados en la norma AWS D2.0, u otros similares aceptados por el Interventor. Los certificados de calificación serán expedidos por Instituciones que dispongan del equipo adecuado para los exámenes, y deberán indicar el nombre del soldador, el nombre y cargo del examinador, el tipo y posición de las soldaduras ejecutadas, el resultado de las pruebas radiográficas y la fecha del examen.

Los certificados deberán ser presentados al Interventor, para que éste pueda permitir que el soldador trabaje en la estructura materia del contrato, ya sea en el taller o en el sitio de las obras.

4.03.06.03.07 INSPECCION

Hasta que el Interventor no haya aceptado todas las pruebas de inspección radiográfica en el taller, no autorizará utilizar ningún elemento en el sitio de las obras. Las soldaduras defectuosas, no serán reparadas hasta que el Interventor haya revisado las correspondientes radiografías. Después de la reparación, la soldadura deberá ser radiografiada para la aprobación del Interventor. El Contratista deberá presentar un registro completo de las pruebas e inspecciones, para la aprobación del Interventor. El procedimiento radiográfico, la técnica y las normas de aceptación, deberán estar de acuerdo con los requisitos de las normas AWS D2.0. Serán a cargo del Contratista todos los gastos referentes a la inspección radiográfica en el taller y en la obra. Las radiografías serán de propiedad de la Interventoría, una vez se haya terminado el trabajo.

4.03.06.03.08 SOLDADURAS A TOPE

Deberán ser inspeccionadas por medio de radiografías todas las soldaduras de elementos principales que estén sometidos a tracción y todos los empalmes sujetos a esfuerzos reversibles.

4.03.06.03.09 SOLDADURA DE FILETE

Cada tipo y tamaño de soldadura de filete en elementos principales, serán ensayados por lo menos en treinta (30) centímetros de cada tres (3) metros de longitud, por el método de inspección "Partícula Magnética en Polvo Seco", de acuerdo con la especificación ASTM E 109. Los ensayos deberán ejecutarse en presencia del Interventor.

Los ensayos serán localizados al azar en los sitios que sean típicos de cada longitud y tipo de soldadura. El Interventor examinará los ensayos de partícula magnética y deberá dar su aprobación a las soldaduras, antes de que los elementos sean aceptados. Si se encuentran defectos inaceptables, se harán nuevos ensayos en la longitud total de la soldadura.

Las soldaduras que por medio de la inspección de partícula magnética, indiquen tener defectos no permitidos de acuerdo con la norma AWS D2.0, serán rechazadas o reparadas según métodos permitidos por la misma norma o serán removidas y reemplazadas. Las soldaduras serán nuevamente ensayadas después de la reparación.

4.03.06.04 MONTAJE

4.03.06.04.01 PROCEDIMIENTO Y EQUIPOS

Antes de iniciar los trabajos de montaje y colocación del anclaje en la perforación correspondiente, el Contratista deberá someter a la aprobación del Interventor, los planos, gráficos y demás elementos explicativos de los procedimientos propuestos, así como los equipos que pretenda utilizar.

En caso de que el montaje implique obra falsa, andamios, etc., deberán ser diseñados por el Contratista dando consideración a los factores que puedan afectar su estabilidad, teniendo en cuenta que los apoyos deben distribuirse de tal manera que se impidan deflexiones excesivas en el cuerpo del anclaje.

4.03.06.04.02 RESPONSABILIDAD DEL CONTRATISTA

La aprobación de los procedimientos y programas de montaje, por parte del Interventor, no eximirá al Contratista de la responsabilidad por la seguridad de sus métodos, o por fallas o deformaciones que pueda sufrir el anclaje.

Los costos de reparación o reemplazo de cualquier parte del anclaje que se dañe o deforme durante su colocación, debido a negligencia o procedimientos inadecuados del Contratista, serán de cargo de éste y no causarán erogación adicional a LA CORPORACION. Los daños deberán repararse a satisfacción de la Interventoría o reemplazarse, si así lo exige ésta.

4.03.06.05 ANCLAJES SUMINISTRADOS POR LA CORPORACION

Cuando sea LA CORPORACION quien suministre los anclajes al Contratista, éste deberá encargarse de transportarlos al sitio de la obra desde el depósito de LA CORPORACION; de la aplicación de dos manos de pintura anticorrosiva a la zona del anclaje comprendida entre el extremo roscado y la platina de separación del bulbo; de la instalación de la manguera de polietileno en la zona pintada y del montaje y colocación del anclaje en la perforación.

El Contratista será responsable del anclaje y de todos sus elementos, tales como platina, tuerca, etc., desde el momento de la entrega en el depósito de LA CORPORACION, hasta su colocación en la perforación a satisfacción de la Interventoría.

Cualquier pérdida o daño del anclaje serán de responsabilidad del Contratista, quien deberá reemplazarlo a satisfacción de la Interventoría sin que esto implique ninguna erogación adicional para LA CORPORACION.

4.03.06.06 TENSIONAMIENTO DE ANCLAJES

4.03.06.06.01 GENERALIDADES

En esta sección se especifican los aspectos técnicos que se deben cumplir para el tensionamiento de los anclajes instalados de acuerdo con lo especificado en la

sección 4.03.06 ANCLAJES, e inyectados según lo especificado en la sección 4.14 INYECCIONES DE LECHADA DE CEMENTO PARA ANCLAJES.

4.03.06.06.02 EQUIPO

El tensionamiento debe hacerse por medio de gato(s) hidráulico(s), accionado(s) por una bomba eléctrica equipada con su respectivo manómetro, que permita verificar los incrementos de carga hasta la tensión de diseño definida en los planos.

Por ningún motivo se permitirá el empleo de equipos que no dispongan de manómetro en perfecto estado de funcionamiento. El Contratista no tendrá derecho a solicitar extensión de plazo, o compensación de cualquier otra índole, por atrasos ocasionados en el tensionamiento de anclajes por no disponer de manómetros en perfectas condiciones de funcionamiento.

4.03.06.06.03 PROCEDIMIENTO

Una vez que la lechada de cemento de inyección del anclaje y su zapata y dado, hayan alcanzado la resistencia de diseño, se procederá al tensionamiento del anclaje.

No deberán quedar anclajes sueltos si ya se tiene dicha resistencia, mínimo se tensarán a un 30% de la carga total diseñada.

Durante el proceso de tensionamiento, el Contratista deberá llevar un registro de las elongaciones para cada incremento de carga, con el fin de entregar un reporte final de la labor de tensionamiento.

4.03.07 MEDIDA

La medida del acero de refuerzo será el peso, expresado en kilogramos, aproximado a dos decimales, resultante de multiplicar la longitud de la armadura incorporada en la estructura, por los pesos unitarios correspondientes a cada diámetro usado y especificado en la tabla que se transcribe a continuación:

DIAMETRO	PESO EN Kg./m
1/4"	0.25
3/8"	0.56
1/2"	1.00
5/8"	1.55
3/4"	2.24

7/8"	3.04
1 "	3.97

La longitud medida debe incluir los ganchos y traslapos que figuran en los planos, o los que ordene el Interventor, así como los hierros adicionales que sean autorizados por el mismo. Los ganchos y traslapos que para su conveniencia añada el Contratista, así como los alambres de amarre, separadores, suspensores y elementos similares no se computarán para efectos del pago.

La medida de la malla electrosoldada para estructuras de concreto lanzado en taludes, será el área sobre la cual se coloca, que corresponderá siempre a la línea de excavación. La unidad de medida será el metro cuadrado con aproximación a dos decimales.

Los soportes en varilla de D=3/8" se medirán como se especifica en este numeral para el acero de refuerzo.

La medida para el pago de los anclajes será por unidad de anclaje colocado en la respectiva perforación, incluyendo todos los elementos exigidos en la presente especificación.

La medida para el pago del tensionamiento de anclajes se hará por unidad de anclaje tensionado de acuerdo con estas especificaciones y aceptado por la Interventoría.

4.03.08 PAGO

El acero de refuerzo, incluidas las varillas de soporte para la malla electrosoldada, se pagará al Contratista de acuerdo con el precio unitario estipulado en el formulario de precios del Contrato bajo el ítem correspondiente, el cual deberá incluir el costo de todas las instalaciones, materiales, equipos, mano de obra, etc, necesarios para ejecutar el trabajo de acuerdo con los planos y las especificaciones. Así mismo, no se reconocerá valor adicional por concepto de anticorrosivo para el acero de los escalones de acceso a los pozos de inspección o a cualquier otra estructura en la que deba disponerse de escalera de acceso y ésta quede expuesta a agentes que causen efectos de corrosión

La malla electrosoldada para estructuras en concreto lanzado, se pagará al Contratista de acuerdo con el precio unitario estipulado en el formulario de precios del Contrato bajo el ítem correspondiente, el cual deberá incluir todos los costos de transporte, celaduría, campamento, mano de obra, andamios, equipos, herramientas, materiales (malla, mortero, etc.); perfilado manual del talud para eliminar promontorios y salientes; suministro y colocación de mortero 1:3 para eliminar cavidades; y todas las demás labores y materiales necesarios para ejecutar los trabajos de acuerdo con los planos y las especificaciones.

Los anclajes se pagarán al Contratista a los precios unitarios consignados en el formulario de cantidades de obra y precios del Contrato bajo el ítem correspondiente, el cual deberá incluir todos los costos de materiales, planta,

equipo, trabajos de taller, herramientas y mano de obra; obra falsa que se requiera para el montaje y colocación de los anclajes; pruebas, certificaciones, inspecciones radiográficas e inspecciones por el método de partícula magnética en polvo seco para las soldaduras; transportes dentro y fuera de la obra; administración, imprevistos y utilidad; y todas las demás labores y materiales necesarios para ejecutar los trabajos de acuerdo con los planos y las especificaciones.

El tensionamiento de anclajes se pagará al Contratista a los precios unitarios consignados en el formulario de cantidades de obra y precios del Contrato bajo el ítem correspondiente, el cual deberá incluir todos los costos de materiales, planta, equipo, energía eléctrica, herramientas y mano de obra; accesorios (estructura metálica para tensionamiento, etc.); transportes dentro y fuera de la obra; administración, imprevistos y utilidad; y todas las demás labores y materiales necesarios para ejecutar el tensionamiento de anclajes, de acuerdo con los planos y las especificaciones.

Todo costo de los trabajos especificados deberá estar cubierto por los precios unitarios cotizados por el Contratista en su propuesta para el siguiente ítem:

Ítem	Concepto	Unidad de Medida
4.03	Acero de refuerzo	
1.	Suministro y colocación de acero de refuerzo $f_y = 2590$ kg/cm ²	Kg
2.	Suministro y colocación de acero de refuerzo $f_y = 4200$ kg/cm ²	Kg
3	Suministro y colocación de malla electrosoldada calibre 10, abertura de 0.10 x 0.10 metros	m ²
4	Suministro y colocación de anclajes	Un
a.	D= 3/4", L= 6.00 m	Un
b.	D= 1", L= 10.00 m	Un
c.	D= 1 1/2", L= 15.00 m	
5	Colocación de anclajes	Un
a.	D= 3/4", L= 6.00 m	Un
b.	D= 1", L= 10.00 m	Un

c.	D= 1 1/2", L= 15.00 m	Un
6	Tensionamiento de anclajes	Un

4.04 COLECTORES DE CONCRETO FUNDIDOS IN SITU

4.04.01 GENERALIDADES

Los colectores fundidos in situ deberán construirse de acuerdo con las normas dadas para concreto y para acero de refuerzo en estas especificaciones, con las especificaciones dadas en los planos correspondientes y/o las ordenadas por el Interventor.

4.04.02 MEDIDA

Para efectos de pago, los colectores fundidos in situ se medirán a lo largo del eje especificado en los planos, utilizando como unidad el metro lineal, con aproximación a dos decimales.

Para el análisis de los precios unitarios correspondientes a esta sección, el Contratista deberá utilizar las cantidades de obra, para cada diámetro de tubería, consignadas en los planos respectivos a esta clase de estructuras.

4.04.03 PAGO

La longitud medida según el numeral anterior, le será pagada al Contratista de acuerdo con el valor unitario consignado por éste en el ítem correspondiente del formulario de precios.

Este pago será la única compensación que reciba el Contratista por concepto de suministro de toda la planta, equipos, materiales, mano de obra, necesarios para ejecutar el trabajo de acuerdo con los planos y las especificaciones.

Se aclara que si, por alguna circunstancia no imputable al Contratista, se hace necesario cambiar el diseño de esta clase de estructuras, aumentando los espesores de concreto y la cuantía de armadura, el exceso en cantidades de obra se pagará a los precios unitarios consignados en el formulario de precios para concreto y acero, deducidos para estructuras similares.

4.05 ELEMENTOS PREFABRICADOS DE CONCRETO

4.05.01 GENERALIDADES

Los elementos prefabricados de concreto deberán construirse de acuerdo con las normas dadas para concreto y para acero de refuerzo en estas especificaciones, con las especificaciones y medidas dadas en los planos correspondientes.

Las tolerancias dadas para las estructuras de concreto en el numeral 4.02.14 deberán tomarse tan sólo como una guía, ya que será requisito indispensable para la aceptación de los elementos prefabricados, su total acople entre los elementos prefabricados y los elementos fundidos in situ o diferentes elementos prefabricados, instalados en la forma y a los niveles especificados en los planos.

Todos los elementos prefabricados deben ser construidos con formaletas de acero indeformable calibre 14 con refuerzos en ángulo, a menos que se especifique algo diferente en los planos, las cuales deben ser sometidas a la aprobación de la Interventoría previa presentación de los diseños, planos, número de formaleta a usar y cronograma de construcción.

El Contratista podrá presentar como alternativa, la construcción fundida in situ de los elementos prefabricados solicitados.

Después de usar las formaletas deben ser limpiadas y revisadas las dimensiones originales.

4.05.02 CLASES DE CONCRETO

Todos los elementos prefabricados deberán ser construidos en concreto reforzado para estructuras, con la resistencia a la compresión después de 28 días especificada en los planos.

Los agregados gruesos para todos los elementos prefabricados deberán ser de Tamaño 1 (4.8 a 19.0 mm), a menos que se especifique algo diferente en los planos.

4.05.03 MEDIDA

Para efectos de pago los elementos prefabricados se medirán en la unidad que se especifique en el formulario de precios unitarios.

Para el análisis de los precios unitarios correspondientes a esta sección, el Contratista deberá extraer de los planos las cantidades de obra para cada elemento tomando en cuenta concretos, acero, pasamuros, sellador elástico de dos componentes con base en polisulfuro (cuando se especifique), así como los elementos de fijación u otros no contemplados en otros ítems.

4.05.04 PAGO

El elemento medido según el numeral anterior, le será pagado al Contratista de acuerdo con el valor unitario consignado por éste en el ítem correspondiente del formulario de precios.

Este pago será la única compensación que reciba el Contratista por concepto de suministro de toda la planta, equipos, formaleta de acero indeformable, materiales, elementos de fijación, pasamuros, mano de obra, y todos los demás elementos o actividades requeridos para el suministro e instalación de los elementos prefabricados de acuerdo con estas especificaciones y a satisfacción de la Interventoría.

Finalizado el uso de las formaletas de acero indeformable para la construcción de los elementos prefabricados, éstas pasarán en propiedad a La CORPORACION.

Estas formaletas deben ser entregadas junto con los elementos necesarios para su operación, tales como tornillos, pernos y todos aquellos que hagan parte integral de la misma, además deben estar protegidas con pintura anticorrosiva y engrasadas para garantizar su conservación.

4.06 ESTRUCTURAS EN LADRILLO

4.06.01 GENERALIDADES

Esta especificación se refiere a la construcción de pozos, cajas, sumideros y muros utilizando la mampostería de ladrillo. El trabajo comprende el suministro de toda la planta, materiales, mano de obra, y demás elementos embebidos para la construcción de estructuras de pozos, cajas, sumideros y muros, de acuerdo con los planos y lo ordenado por el Interventor.

4.06.02 MAMPOSTERIA DE LADRILLO

El espesor de los muros de ladrillo de todas las estructuras estará indicado en los planos de construcción respectivos. No se permitirá la colocación de mampostería de ladrillo sobre fundaciones de concreto, sino tres días después de que dichas fundaciones hayan sido vaciadas, a menos que en el concreto se haya incorporado un acelerante de fraguado aprobado por el Interventor. Cuando dicho acelerante sea cloruro de calcio en proporción del 2%, la colocación de los muros puede comenzar después de 36 horas del vaciado del concreto.

Toda la mampostería deberá colocarse a plomo y estrictamente de acuerdo con los alineamientos indicados en los planos. Las hiladas deberán quedar niveladas y exactamente espaciadas, con las esquinas bien definidas y a plomo y tendidas en tal forma que las juntas en cada una se alternen con las de las hiladas adyacentes.

Todos los ladrillos deberán mojarse antes de su colocación e irán apoyados en toda su superficie sobre capas de mortero y con juntas de extremos y de lado hechas simultáneamente y de espesor no inferior a 1 cm, ni superior a 1.25 cm. Las superficies ocultas que vayan adosadas a obras de concreto o a prefabricados, deberán irse rellenando con mortero a medida que vayan siendo colocadas las diferentes hiladas.

Las caras y juntas deberán dejarse ásperas a fin de asegurar una buena adherencia del pañete de mortero. Debe tenerse especial cuidado en dejar al ras las uniones de la superficie interior de las estructuras en ladrillo. En todos los casos, la obra debe hacerse con una ligazón buena y completa de acuerdo con los detalles de los planos. Toda la obra de terminación reciente debe protegerse contra daños y si la calidad normal de la misma fuera alterada por cualquier causa y en cualquier momento, el Contratista deberá corregir tal irregularidad en forma satisfactoria, reemplazando la parte defectuosa si es necesario.

A menos que el Interventor ordene otra cosa, toda la obra de terminación reciente y no cubierta inmediatamente con tierra, deberá mantenerse húmeda, rociándola con agua, hasta que el mortero haya fraguado y desaparezca el peligro de que se agriete con el sol.

Las paredes interiores de las estructuras de ladrillo deben pañetarse con mortero con el fin de obtener superficies lisas e impermeables sobre la mampostería de ladrillo.

Para la construcción de cámaras de inspección en ladrillo, éste se colocará radialmente sobre una cama uniforme de mortero, teniendo en cuenta que la anchura de las juntas interiores del ladrillo colocado en esta forma no pase de 1 cm.

Siempre que ello sea necesario, los muros recién colocados deben soportarse y acodalarse hasta que se haya obtenido el fraguado necesario para lograr la resistencia especificada.

Al terminar el trabajo, todas las concavidades de las juntas de mortero defectuosas deben resanarse.

Para pegar el ladrillo, el mortero consistirá de una parte en volumen de cemento y dos y media partes en volumen de arena.

El mortero para pañetes consistirá de una parte en volumen de cemento y una y media partes en volumen de arena.

El ladrillo deberá estar constituido por material arcilloso de buena calidad y debe ser recocido.

Todos los ladrillos que se empleen en las obras deben estar completos, con aristas rectas y sin desportilladuras y deben producir un sonido claro y resonante cuando se les golpee uno contra otro; su calidad debe ser uniforme y se someterán a la aprobación del Interventor antes de utilizarlos en la obra; sus caras serán superficies rectangulares cuyas dimensiones serán aquellas que se muestren en los planos con una tolerancia de más o menos 1 cm.

Todos los ladrillos se ajustarán a los requisitos de la especificación ASTM, designación C-62.

Cuando los planos especifiquen que algunos tramos o secciones de las estructuras en mampostería de ladrillo se deban ejecutar con ladrillo perforado, se utilizarán los ladrillos indicados en los planos, colocados de acuerdo con las normas anteriormente indicadas, con la excepción de que estos tramos y secciones no llevarán ningún tipo de pañete.

4.06.03 MEDIDA

Los muros en ladrillo se medirán tomando como medida el metro cuadrado con aproximación a un decimal. En esta medida se incluirán los tramos ejecutados con ladrillo perforado.

El concreto para la tapa y placa se medirá de acuerdo con lo estipulado para la medida de concretos en la sección 4.02.

El acero de refuerzo de la tapa y el utilizado en los escalones se medirá de acuerdo con lo estipulado para la medida de ACERO DE REFUERZO en la sección 4.03.

Los elementos embebidos dentro de los muros, tales como tubería y accesorios de PVC, de gres, etc, se medirán de acuerdo con lo estipulado en las secciones correspondientes.

4.06.04 PAGO

Los trabajos realizados para la construcción de las estructuras en mampostería de ladrillo se pagarán al Contratista a los precios especificados para el ítem en el formulario de precios. Este precio debe incluir todos los costos debidos al suministro de toda la planta, materiales, equipo, mano de obra, pañetes, etc., y los necesarios para ejecutar el trabajo de acuerdo con los planos y las especificaciones.

El concreto de la tapa y placa de los pozos, cajas de inspección y sumideros se pagarán de acuerdo con lo especificado en la sección 4.02 CONCRETOS.

El acero de refuerzo y los escalones se pagarán de acuerdo con lo especificado en la sección 4.03 ACERO DE REFUERZO.

Los aros y contraaros en H.F para los pozos de inspección en vías vehiculares se pagarán de acuerdo con lo especificado en la sección 5.12 ACCESORIOS DE HIERRO FUNDIDO.

Los elementos embebidos se pagarán de acuerdo con lo especificado en las secciones correspondientes.

4.07 SIFONES DE CAIDA-CONEXIONES DOMICILIARIAS

4.07.01 TRABAJOS POR EJECUTAR

Los trabajos a realizar de acuerdo con la presente especificación, comprenden lo siguiente:

- a) La construcción de sifones de caída en aquellos sitios indicados en los planos y/u ordenados por el Interventor, utilizando tubería y accesorios de gres, concreto o P.V.C.
- b) La construcción de nuevas conexiones domiciliarias en los sitios indicados en los planos o donde el Interventor lo ordene, de acuerdo con los diseños y especificaciones dadas en los planos, incluyendo la caja de inspección que se coloca para recibir el sistema de alcantarillado interno de la vivienda.
- c) La reparación de conexiones domiciliarias existentes que sea necesario destruir al hacer las excavaciones de zanjas para el nuevo alcantarillado. Esta reparación deberá hacerse utilizando materiales similares a los originales.

4.07.02 MEDIDA

Los trabajos de que trata la presente especificación serán medidos de la siguiente manera:

- a) Los sifones de caída se medirán por unidad.
- b) Las nuevas conexiones domiciliarias serán medidas por unidad, teniendo en cuenta que su longitud promedio sea hasta 6.00 metros, de 6.01 a 10.00 metros o mayor de 10.00 metros.
- c) La reparación de conexiones domiciliarias existentes que destruya el Contratista por deficiencias en los métodos constructivos, no será medida puesto que sus costos deben estar incluidos en los precios unitarios analizados por el Contratista para el ítem EXCAVACIONES.

4.07.03 PAGO

a) Los sifones de caída se pagarán al precio unitario consignado por el Contratista en el formulario de cantidades de obra y precios unitarios del Contrato y deberá incluir el costo de la tubería y accesorios de gres, concreto o P.V.C. en el diámetro especificado, el equipo y la mano de obra necesarios para ejecutar el trabajo de acuerdo con los planos y las especificaciones. La unión de los tubos y accesorios deberá hacerse siguiendo las indicaciones dadas en las secciones 3.04 INSTALACION DE TUBERIA DE GRES Y DE CONCRETO y 3.05 TUBERIA DE POLICLORURO DE VINILO (P.V.C.).

b) Las nuevas conexiones domiciliarias se pagarán al precio unitario consignado por el Contratista en el formulario de cantidades de obra y precios unitarios del Contrato y deberá incluir el costo de la tubería en la calidad, diámetro, y longitud requeridos, la caja de inspección, la excavación, el relleno, el accesorio de acople al tubo matriz, el concreto de atraque, el equipo, la mano de obra y todos los costos directos e indirectos requeridos para ejecutar los trabajos de acuerdo con los planos y las especificaciones.

c) El costo de la reparación de conexiones domiciliarias existentes deberá estar incluido en los precios unitarios analizados por el Contratista para el ítem EXCAVACIONES.

En el evento de que las conexiones sean destruidas por causas ajenas a la voluntad del Contratista, su reparación será reconocida de acuerdo al precio unitario que haya pactado para conexiones nuevas, descontando el valor de la caja de inspección en caso de que ésta no haya sufrido deterioro.

Cuando en el formulario de cantidades aproximadas de obra y precios no se haya contemplado la construcción de conexiones domiciliarias, a juicio del Interventor podrá pactarse el precio, o en su defecto, podrá reconocerse por precios unitarios de acuerdo con los precios fijados para las distintas cantidades de obra que involucra la actividad.

Estos precios serán la única compensación que perciba el Contratista por los materiales, mano de obra, equipo y demás elementos que requiera para la correcta ejecución de las obras de que trata la presente especificación.

La reparación de los pisos, andenes, sardineles y zonas verdes a que haya lugar por efecto de conexiones domiciliarias que deban construirse, serán pagados al Contratista bajo el concepto de REPARACION Y LIMPIEZA DE CALLES, LIMPIEZA GENERAL (Especificación 5.05)

4.08 DRENES

4.08.01 GENERALIDADES

El trabajo a que se refiere esta especificación consiste en la ejecución de todas las operaciones necesarias para construir drenes para el control de aguas subterráneas y/o de infiltración en los lugares indicados en los planos, o en aquellos sitios en que, a juicio del Interventor, sea necesario construir esta clase de protecciones.

4.08.02 CLASIFICACION

Los drenes se clasifican según su forma de construcción en:

1. Drenes sin tubería
2. Drenes de penetración con tubería ranurada

4.08.03 CONSTRUCCION

4.08.03.01 DRENES SIN TUBERIA

En los sitios mostrados en los planos, o en donde lo ordene el Interventor, se construirán zanjas de 40 x 40 centímetros rellenas de material, que debe cumplir las especificaciones relativas a RELLENOS PARA FILTROS.

4.08.03.02 DRENES DE PENETRACION CON TUBERIA RANURADA

En los sitios indicados en los planos, o donde lo ordene el Interventor, se construirán drenes de penetración con tubería sanitaria PVC ranurada de D=2". La tubería se instalará una vez que la Interventoría haya aprobado la perforación horizontal (sin retirar la tubería de revestimiento), ejecutada según lo especificado en la sección 5.4.15 PERFORACIONES HORIZONTALES.

Antes de su instalación, la tubería debe ser ranurada a mano, de acuerdo con los detalles mostrados en los planos o lo ordenado por la Interventoría.

Las uniones deberán hacerse teniendo en cuenta lo especificado en la sección 5.3.05 TUBERIA DE POLICLORURO DE VINILO (PVC).

El extremo final del dren que queda en el fondo de la perforación, debe cerrarse para evitar la entrada de material que pueda obstruirlo. Los últimos tres metros de tubería más cercanos al borde del talud, no deben ranurarse.

Una vez instalada la tubería y retirado el revestimiento, debe construirse un tapón en mortero rodeando la tubería del dren, para obturar el orificio de la perforación. Este tapón tendrá 0.50 metros de profundidad.

Terminada la construcción del dren de penetración, este debe conectarse al sistema de alcantarillado pluvial o combinado, o a alguna red de filtros existente, de acuerdo con lo indicado en los planos o con lo ordenado por la Interventoría.

Cuando se especifique, la tubería ranurada podrá ir rodeada de arena media o envuelta en tela geotextil no tejida.

4.08.04 MEDIDA

4.08.04.01 DRENES SIN TUBERIA

La medición de los drenes sin tubería se hará siguiendo el eje de la zanja, utilizando como unidad de medida el metro lineal con aproximación a un decimal. Para efecto del análisis de precios unitarios, el Contratista tendrá en cuenta que las dimensiones de la zanja serán de 40 x 40 centímetros.

En aquellas obras, autorizadas por el Interventor, en que la zanja sobrepase las dimensiones dadas en esta especificación, el exceso de material de filtro se medirá de acuerdo con la especificación RELLENOS PARA FILTROS. El exceso de excavación se medirá de acuerdo con la especificación EXCAVACIONES.

4.08.04.02 DRENES DE PENETRACION CON TUBERIA RANURADA

La medición de los drenes de penetración con tubería ranurada se hará por metro lineal efectivo, con aproximación a un decimal, de tubería ranurada e instalada en la perforación, de acuerdo con estas especificaciones.

La perforación ejecutada para la instalación de la tubería ranurada se medirá teniendo en cuenta lo especificado en la sección 5.4.15 PERFORACIONES HORIZONTALES.

Cuando se especifique arena media o tela geotextil no tejida alrededor de la tubería ranurada, se medirán de acuerdo con lo especificado en las secciones 5.2.10 RELLENOS PARA FILTROS y 5.5.08 FILTROS CON TELAS NO TEJIDAS, respectivamente.

4.08.05 PAGO

4.08.05.01 DRENES SIN TUBERIA

Los drenes sin tubería, medidos de acuerdo con esta especificación, se pagarán al Contratista al precio unitario consignado en el formulario de precios para el ítem correspondiente a DRENES y para el concepto de trabajo: Drenes sin tubería.

Este precio debe incluir toda la planta, equipo, mano de obra, los costos de excavación y disposición del material, el suministro, transporte, colocación y compactación del material de filtro. Los excesos de excavación y material de filtro que resulten en aquellas obras, autorizadas por el Interventor, con mayores dimensiones a las dadas en esta especificación, se pagarán de acuerdo con las especificaciones RELLENOS PARA FILTROS y EXCAVACIONES.

4.08.05.02 DRENES DE PENETRACION CON TUBERIA RANURADA

Los drenes de penetración con tubería sanitaria PVC ranurada de D=2", medidos de acuerdo con el numeral anterior, se pagarán al Contratista al precio unitario consignado en el formulario de precios para el ítem correspondiente a DRENES y para el concepto de trabajo: Drenes con tubería PVC ranurada D=2", para drenes de penetración. Este precio debe incluir toda la planta, equipo, mano de obra; el suministro, transporte, ranuración y colocación de la tubería; la construcción del tapón en mortero para obturar la perforación; y todos los costos directos e indirectos en que deba incurrir el Contratista para ejecutar las obras objeto de esta especificación.

El pago de las obras necesarias para la conexión del dren de penetración al sistema de alcantarillado pluvial o combinado, o a alguna red de filtros existente, no está incluido en el ítem 5.4.08.05.02 DRENES DE PENETRACION CON TUBERIA RANURADA. Su pago se hará dentro de los ítems correspondientes del formulario de cantidades de obra y precios del Contrato, para cada actividad ejecutada de acuerdo con lo mostrado en los planos o con lo ordenado por la Interventoría.

El pago de la perforación ejecutada para la instalación de la tubería ranurada, se hará teniendo en cuenta lo especificado en la sección 5.4.15 PERFORACIONES HORIZONTALES.

El pago de la arena media o de la tela geotextil no tejida alrededor de la tubería ranurada, cuando se especifiquen, se hará teniendo en cuenta lo especificado en las secciones 5.2.10 RELLENOS PARA FILTROS y 5.5.08 FILTROS CON TELAS NO TEJIDAS, respectivamente.

4.09 JUNTAS CON CINTA POLIVINILO

4.09.01 GENERALIDADES

La presente norma se refiere al suministro e instalación de cinta de polivinilo para el sellamiento de juntas de construcción, expansión y contracción.

4.09.02 CARACTERISTICAS DEL MATERIAL

La cinta consistirá en una tira termoplástica de cloruro de polivinilo, construida de acuerdo con la norma ASTM D-2240, elástica, flexible, de resistencia mínima a la tensión de 150 kg/cm², de coeficiente mínimo de alargamiento a la rotura de 300%, de resistencia al corte de 60 kg/cm², para presiones de trabajo de hasta 20 kg/cm².

Las cintas para juntas de expansión y contracción que acepten movimientos, deberán tener una sección que permita el alargamiento mediante deformación no elástica ni plástica.

4.09.03 INSTALACION

Las cintas serán instaladas en las juntas de acuerdo con las indicaciones del fabricante y los detalles de los planos, en los sitios indicados en ellos y donde el Interventor lo señale. Cuando se indique, las juntas verticales y horizontales de construcción llevarán cintas de 10 o 15 cm para pequeños movimientos; las juntas de dilatación llevarán cintas de 22 cm para mayores movimientos.

La cinta se coloca centrada en todo el perímetro de la estructura de tal forma que la mitad de ella quede embebida en el concreto del primer vaciado y la otra mitad en el siguiente.

No se permiten los traslapos; cuando sea necesario hacer uniones, se recortan los extremos de las cintas a unir para crear una sección de pega uniforme, se colocan a tope los extremos y entre ellos se desliza una espátula o llana caliente para que el PVC se funda. Inmediatamente se presionan los extremos que han sido calentados y en caso de que aparezcan poros en la unión, nuevamente se calienta la espátula para cerrarlos.

4.09.04 MEDIDA

Las juntas se medirán por metro lineal para cada ancho y tipo de cinta consignado en el formulario de cantidades y precios.

4.09.05 PAGO

El precio unitario incluirá el costo de la cinta; el igas o similar, los materiales y accesorios, la mano de obra y demás costos directos e indirectos que se ocasionen al efectuar las operaciones de construcción de la junta de acuerdo con los planos y las instrucciones de la Interventoría.

El precio incluye, para las juntas de construcción, el costo del igas o similar y su colocación, o el sellador elástico de 2 componentes con base en polisulfuro, cuando este último se especifique.

El precio para las juntas de dilatación incluirá el costo de caucho espuma de 3/4", sellador elástico de 2 componentes con base en polisulfuro (cuando se especifique), icopor o similar, el costo del igas o similar y su colocación, todo de acuerdo con los detalles de los planos y las instrucciones de la Interventoría.

4.10 OBRAS DE URBANISMO

4.10.01 GENERALIDADES

La presente especificación se refiere a los trabajos necesarios para la construcción de obras de urbanismo tales como sardineles, canaletas, andenes, etc., que formen parte de un sistema para control de aguas lluvias, o como complementación de las obras que deban ejecutarse en un proyecto específico.

4.10.02 MATERIALES

Las obras de urbanismo se construirán con concreto clase 6, de $f'c=2500$ psi. La preparación y colocación del concreto deberá ajustarse a los requisitos dados en la sección 5.4.02 CONCRETO, de estas especificaciones.

4.10.03 CONSTRUCCION

Para la construcción de las obras de urbanismo deberá conformarse el piso donde irá cimentada la estructura de acuerdo con la sección indicada en los planos, teniendo especial cuidado en retirar todo el material orgánico presente.

La construcción de la obra de urbanismo se hará de acuerdo con la disposición de las juntas que se señalen en los planos. Estas deberán rellenarse con asfalto líquido o cualquier otro material de tipo bituminoso.

4.10.04 MEDIDA

Para fines de pago, las obras de urbanismo se medirán de la siguiente manera:

1.	Sardineles:	metro lineal
2.	Canaletas:	metro lineal
3.	Andenes:	metro cuadrado

4.10.05 PAGO

Las obras de urbanismo se pagarán al Contratista a los precios unitarios consignados por éste en el formulario de precios y cantidades de obra para los ítems:

1. Construcción de sardineles en concreto de 2500 psi
2. Construcción de canaletas en concreto de 2500 psi

3. Construcción de andenes en concreto de 2500 psi, e= 0.10 m

Este precio deberá incluir la conformación y arreglo de piso, toda la mano de obra, equipo, suministro de materiales, costos directos e indirectos en que se deba incurrir el Contratista para la correcta ejecución de las obras objeto de esta especificación.

4.11 PASOS ELEVADOS SOBRE QUEBRADAS

4.11.01 GENERALIDADES

El trabajo a que se refiere esta especificación, consiste en la ejecución de todas las operaciones relativas a la construcción de los pasos elevados sobre las quebradas, requeridos para garantizar el flujo por gravedad en los sistemas de alcantarillado que deban salvar las diferencias de nivel impuestas por el cruce del alineamiento de proyecto con una quebrada.

La construcción de los pasos elevados sobre quebradas, se ejecutará de acuerdo con los planos y las indicaciones de la Interventoría.

4.11.02 MEDIDA

Para fines de pago, los pasos elevados sobre quebradas se medirán por unidad.

4.11.03 PAGO

El pago de los pasos elevados sobre quebradas se hará al Contratista a los precios unitarios consignados en el formulario de cantidades de obra y precios unitarios del Contrato, para los siguientes conceptos de trabajo:

Item	Concepto	Unidad de Medida
5.4.11	Pasos elevados sobre quebradas	
1.	Paso elevado en estructura metálica	Un
2.	Paso elevado en concreto reforzado	1...1.1.1.1.1 Un

Estos precios unitarios serán la compensación total y única que reciba el Contratista por el suministro en la obra de todos los materiales; por toda la planta, equipo, herramientas y mano de obra; por todos los transportes, dentro y fuera de la obra; por la construcción, montaje y terminados que incluyen la pintura anticorrosiva de la estructura metálica o por la construcción de las vigas en concreto clase 6, según el caso; por el suministro e instalación de la tubería en la longitud del paso elevado; por la administración y la utilidad del Contratista; y por todos los demás costos directos e indirectos necesarios para construir los pasos elevados sobre quebradas,

de acuerdo con los planos, con estas especificaciones y a entera satisfacción del Interventor.

4.12 SELLO DE ESTRUCTURAS

4.12.01 SELLO TOTAL EN JUNTAS DE ELEMENTOS PREFABRICADOS CON SELLADOR ELASTICO CONTRA ESCAPE DE GAS

4.12.01.01 GENERALIDADES

Esta especificación cubre el sellamiento total de las juntas formadas dentro del Reactor UASB entre elementos prefabricados y módulos fundidos in situ. Se busca con este trabajo el bloqueo ascendente del paso del Biogás a través de las juntas.

4.12.01.02 TRABAJOS NO INCLUIDOS

Esta especificación no incluye la aplicación del mortero sin contracciones, el cual se incluye en los costos del concreto de $f_c=4000$ psi con cemento tipo V.

4.12.01.03 MATERIALES

- Sellador elástico de polisulfuro tipo Sikalastic HB de Sika o similar.
- Imprimante tipo Sikadur 32 Primer de Sika o similar.

El Contratista debe suministrar a la Interventoría las recomendaciones sobre el uso del producto, elaboradas por el fabricante.

4.12.01.04 EJECUCION DEL TRABAJO

a) Las juntas se deben limpiar con grata metálica y secar, de tal modo que queden libres de partes sueltas, polvo, grasas y otras sustancias que puedan impedir la adherencia.

b) El factor forma de la junta debe ser: Ancho y profundidad de 1 cm.

c) En caso de que la profundidad de la junta sea mayor a la recomendada en el factor forma, se puede rellenar en el fondo con icopor o espuma de caucho.

d) Se debe aplicar el imprimante cuidando de no imprimir el fondo de la junta.

e) El sellador elástico de polisulfuro, se debe preparar de acuerdo con las recomendaciones del fabricante y aplicar con pistola de Albión.

f) El alisado debe hacerse con el dedo humedecido en agua-jabón.

4.12.01.04 MEDIDA

La medida para efectos del pago será global.

4.12.03 PAGO

Los trabajos que cubre esta especificación le serán pagados al Contratista de acuerdo con la medida descrita en el numeral anterior y al valor global correspondiente consignado en el formulario de precios. Es requisito para el pago, la ejecución de las actividades de acuerdo con esta especificación y el recibo de las mismas a satisfacción de la Interventoría.

4.13 CONCRETO LANZADO

4.13.01 GENERALIDADES

Bajo las especificaciones de esta sección se construirán todas las estructuras de concreto lanzado que se muestren en los planos o sean necesarias para complementar la obra contratada, a juicio del Interventor.

Las especificaciones de la sección 5.4.02 CONCRETO serán aplicables en general, con las adiciones y modificaciones que se presentan a continuación.

El concreto lanzado consistirá en una mezcla de cemento, agregado grueso y fino, aditivos plastificantes, superplastificantes, acelerantes y agua, combinados en las proporciones aprobadas por el Interventor. Este concreto tendrá malla de refuerzo donde se muestre en los planos o cuando así lo indique la Interventoría.

El procedimiento de mezcla seca o húmeda no quedará a la elección del Contratista ni de la Interventoría, sino que será el especificado en el formulario de cantidades de obra y precios del Contrato.

La aplicación del concreto será siempre empezando por la parte inferior terminando en la parte superior de la superficie.

4.13.02 MATERIALES

Las especificaciones de los materiales para el concreto lanzado son las siguientes:

a. Cemento

El cemento para la elaboración de concreto lanzado debe ser cemento Pórtland de la marca aprobada por el Interventor y que cumpla con las normas ICONTEC 30, 121 Y 321 para el tipo 1. Cemento de la misma marca pero que provenga de diferentes fábricas no se mezclará a menos que el Interventor lo autorice.

b. Agregado Grueso

El agregado grueso deberá ser grava natural o piedra triturada y cumplirá con la norma ICONTEC 174, con las excepciones y modificaciones establecidas en estas especificaciones o las ordenadas por el Interventor.

Los agregados deberán ser limpios, duros, resistentes y durables. Por el tamiz No.200 (0.075mm) no deberá pasar más del 2% del agregado. Este no podrá contener limo, granos suaves o recubiertos, mica, álcalis dañinos o materia orgánica. Se descartarán agregados con reacción alcalina. El tamaño de los agregados no excederá un tercio de la parte más restringida de la manguera utilizada para lanzar el concreto.

Las granulometrías de los agregados para mezclas deberán tener tamaños nominales menores de 12.7 milímetros (1/2 pulgada), las cuales deberán ser establecidas por el Contratista y aprobadas por la Interventoría.

TABLA No. 1

LIMITES GRANULOMETRICOS DE LOS AGREGADOS GRUESOS PARA CONCRETO LANZADO				
Agregado Grueso		Porcentaje que pasa la malla por peso		
Malla		<u>No.8 a 3/8"</u>	<u>No.4 a 1/2"</u>	<u>No.4 a 3/4"</u>
1"	(25.0 mm)	-	-	100
3/4"	(19.0 mm)	-	90 – 100	90-100
1/2"	(12.5 mm)	100	-	-
3/8"	(9.5 mm)	85 - 100	4 – 70	20-55
No.4	(4.75 mm)	10 - 30	0 – 15	0-10
No.8	(2.36 mm)	0 - 10	0 – 10	0-5
No.16	(1.18 mm)	0 – 5	0- 5	-

El Interventor aprobará la utilización de la granulometría según el diámetro y la separación de las varillas de refuerzo y la clase de concreto, de acuerdo con la norma 3.3.3. del ACI 318-77.

Si el Interventor considera que la calidad del agregado grueso de una fuente dada puede mantener las calidades especificadas antes, el material podrá aceptarse con base únicamente en los resultados de las granulometrías.

c. Agregado fino

El agregado fino consistirá en arena natural que cumpla con la norma ICONTEC 174. Arena artificial o fabricada no se aceptará. El contenido de materia orgánica se ensayará y analizará de acuerdo con la norma ICONTEC 127.

El agregado fino para el concreto no podrá contener arcilla, limo u otras sustancias extrañas.

La granulometría de la arena natural, según los análisis de tamices, deberá conformarse a los requisitos de la norma ICONTEC 174 o la tabla No.2, si el Interventor lo considera conveniente.

El agregado fino deberá tener no menos del 100% de la resistencia a la tensión y a la compresión obtenidas con mortero de las mismas proporciones y consistencia, fabricados con el mismo cemento y arena estándar de Ottawa, resistencia medida según el ensayo de resistencia de morteros ejecutado según la norma ICONTEC 579.

TABLA No.2

LIMITES GRANULOMETRICOS DE LOS AGREGADOS FINOS PARA CONCRETO LANZADO		
Malla		Porcentaje que pasa la malla por peso
3/8"	(9.5 mm)	100
No.4	(4.75 mm)	95 a 100
No.8	(2.36 mm)	80 a 100
No.16	(1.18 mm)	50 a 85
No.30	(0.60 mm)	25 a 60
No.50	(0.30 mm)	10 a 30
No.100	(0.15 mm)	2 a 10

Si el Interventor considera que la calidad del agregado fino de una fuente dada puede mantener las calidades especificadas antes, el material podrá aceptarse con base únicamente en los resultados de las granulometrías.

d. Agua

El agua que se utilice en la fabricación de concreto o mortero, como también en el proceso de curado, debe ceñirse a la norma ACI 318-77 numeral 3.4.

Tiene que estar limpia y libre de cantidades dañinas de aceite, grasa, sales, álcalis y materia orgánica. En términos generales debe ser agua potable, inodora e insípida.

El agua que se utilice en la fabricación de concreto deberá ser aprobada por el Interventor antes de utilizarla.

e. Acero de refuerzo

El acero de refuerzo utilizable incluirá los diferentes tipos de malla que se encuentran estandarizados de acuerdo a la clase de uso, así como todas las varillas de acero que se usan como refuerzo en las estructuras de concreto. La calidad del acero de refuerzo deberá cumplir con lo especificado en la sección 5.4.03 ACERO DE REFUERZO.

f. Aditivos

Los aditivos que se podrán agregar a la mezcla, previa aprobación u orden del Interventor, son:

1.	Acelerantes:	Sikacrete de Sika, o similar.
2.	Plastificante:	Plastocrete de Sika; WRDA-HO de Grace, o similares.
3.	Plastificante densificador:	Plastocrete DM de Sika, o similar.
4.	Curadores de Concreto:	Antisol Rojo de Sika, o similar.
5.	Inclusores de aire:	Sika Aer de Sika, o similar.

Todos los aditivos utilizados en el concreto deberán cumplir con la norma ICONTEC 1299.

4.13.03 TRABAJOS PRELIMINARES

La fuente y la calidad de los materiales para el concreto y las proporciones en que se mezclarán para el trabajo, deberá presentarse al Interventor para su revisión, antes de iniciar cualquier obra de concreto lanzado.

Se deben presentar informes certificados de un laboratorio independiente, previamente aprobado por la Interventoría, para los materiales y el diseño de la mezcla.

La revisión de estos informes será la base para la aceptación general; esto no exonera al Contratista del cumplimiento continuado de los requisitos estipulados en las presentes especificaciones.

a. Agregados

Los informes de los ensayos sobre agregados deben incluir los siguientes datos:

- Agregados finos

1. Localización y descripción de la fuente.
2. Gradación y dureza.
3. Sustancias extrañas.

- Agregados gruesos

1. Localización y descripción de la fuente.
2. Gradación y pérdida por abrasión.
3. Sustancias extrañas.
4. Resultados de las pruebas con sulfato de sodio o magnesio.

El Interventor podrá ordenar cualquier tipo de prueba para verificar el cumplimiento de la norma ICONTEC 174. El costo de las pruebas será por cuenta del Contratista.

b. Diseño de Mezcla

Con los materiales para el concreto aceptados por el Interventor, el Contratista diseñará una mezcla tentativa, la cual se ensayará para cada uno de los tamaños de gradación de los agregados y para cada consistencia que se desee obtener y usar en la obra.

El informe para cada mezcla tentativa deberá contener los siguientes datos:

- Esfuerzo de compresión basado en las pruebas a las 8 horas, 7, 28 y 56 días.
- Tiempo de fraguado inicial.
- Relación agua-cemento.
- Marca, tipo, composición y cantidad de cemento.
- Gravedad específica y gradación de cada agregado.
- Relación de los agregados finos al total de agregados.
- Peso (seco superficialmente) de cada agregado, por metro cúbico de concreto.

- Marca, tipo y norma ICONTEC de los aditivos a utilizar, y su cantidad en la mezcla.

c. Ensayos

Se deberán ejecutar ensayos con anterioridad a la aplicación de concreto lanzado en cualquier parte de la obra, y ensayos durante la construcción, en un todo de acuerdo con lo especificado en esta sección y con las indicaciones de la Interventoría.

Todos los ensayos previos a la aplicación del concreto lanzado, deberán llevarse a cabo con agregados elaborados en las plantas de trituración y mezcla que el Contratista usará para obtención de agregados durante la ejecución de la obra, con cemento y aditivos de los tipos y marcas que el Contratista se propone emplear durante la ejecución de la obra, y con los equipos de dosificación de aditivos, suministro de aire comprimido y aplicación de concreto lanzado que el Contratista empleará durante la ejecución de la obra. El costo de estos ensayos previos será por cuenta del Contratista.

Si durante el desarrollo de los trabajos el Contratista cambia las fuentes de materiales, el tipo de cemento, los aditivos y/o las instalaciones, equipos y procedimientos de aplicación de concreto lanzado, o si se están obteniendo resultados que no cumplan con lo especificado en esta sección, el Contratista deberá hacer todos los cambios de suministro de materiales, instalaciones, equipos y procedimientos que le solicite la Interventoría y deberá realizar nuevos ensayos, previos a la aplicación del concreto lanzado, de acuerdo a las instrucciones de la Interventoría, hasta que se demuestre, a satisfacción de esta, que el Contratista está en capacidad de elaborar y aplicar concreto lanzado que cumpla con todos los requisitos establecidos en esta sección.

No habrá medida ni pago por el concreto lanzado que el Contratista coloque en el frente o frentes de trabajo donde se están obteniendo resultados que no cumplan con lo especificado en esta sección.

El Contratista deberá efectuar ensayos de mezclas por lo menos con 15 días de anterioridad a la aplicación del concreto lanzado en cualquier superficie que forme parte permanente de la obra.

Las mezclas se deberán preparar con los mismos materiales y el mismo equipo de mezcla y colocación que el Contratista se propone emplear en la obra. No se podrán iniciar los ensayos de aplicación de concreto lanzado hasta que el Contratista demuestre a, satisfacción del Interventor, que dispone de los equipos necesarios para la aplicación de concreto lanzado, los cuales deberán estar y mantenerse en correcto estado de funcionamiento.

El Contratista deberá aplicar concreto lanzado sobre paneles de madera colocados con la misma inclinación del sitio de trabajo, cada 38 metros cúbicos, cada frente de trabajo, o si el volumen diario es menor a 38 metros cúbicos, se tomará un panel diario.

El concreto lanzado aplicado sobre los paneles de madera se deberá someter a curado de acuerdo con las instrucciones de la Interventoría.

De estos paneles se deberán cortar probetas cilíndricas de aproximadamente 7.5 cm de altura y diámetro, para ensayos de compresión inconfiada a los 3, 7 y 28 días, además a los 14 días como testigo.

El Contratista deberá suministrar un número suficiente de paneles para obtener un mínimo de 10 probetas cilíndricas para cada mezcla y para cada panel.

El Contratista llevará a cabo ensayos de resistencia a la compresión inconfiada sobre estas probetas cilíndricas en un laboratorio aprobado por la Interventoría, el cual reportará los resultados a la Interventoría.

Las mezclas del concreto lanzado se deberán diseñar para obtener en las probetas cilíndricas de prueba, resistencias a la compresión a los 3 días del 40%, a los 7 días del 70%, a los 28 días del 110% de la resistencia especificada.

Este criterio se basa en la resistencia del concreto a la compresión a los 28 días, determinada según la norma ASTM para cilindros estándar, teniendo en cuenta que la resistencia a la compresión del cilindro estándar equivale al 85% de la resistencia del núcleo cilíndrico.

El tiempo máximo para el fraguado inicial es de tres minutos. El tiempo máximo para el fraguado final es de 40 minutos. La resistencia mínima a la compresión inconfiada a las 8 horas, determinada sobre probetas cilíndricas, es de 47 kg/cm².

El tiempo de fraguado deberá determinarse de acuerdo con la norma ASTM C-191, excepto que el acelerante deberá mezclarse con 50 gramos de cemento. La pasta se preparará agregando agua de tal forma que la relación agua-cemento sea igual a 0.4. En esta operación deberá utilizarse el menor tiempo posible para obtener una mezcla apropiada sin alterar el fraguado inicial de la pasta.

La resistencia a la compresión del mortero será determinada de acuerdo con la norma ASTM-C-109, excepto que el acelerante deberá agregarse a un mortero, preparado con una relación agua-cemento de 0.40, en el porcentaje que se espera utilizar en la mezcla de concreto lanzado. Para poder lograr el molde de las muestras, antes de que ocurra el fraguado inicial de la mezcla, los intervalos de tiempo fijados por la norma anterior no tendrán que cumplirse.

Los aditivos no deberán causar corrosión del acero de refuerzo ni deberán ocasionar otros efectos indeseables tales como descascamiento o agrietamiento del concreto.

Las cantidades y tipos de aditivos que se empleen deberán ser tales, que la resistencia final del concreto sea siempre igual o mayor que la resistencia mínima especificada en esta sección.

Los aditivos deberán ser suministrados en garrafas plásticas o tambores de 55 galones evitando que aquellos se deterioren o se pierdan. En caso de presentarse cristalización, el producto deberá ser rechazado.

Las proporciones de los materiales para el concreto lanzado deberán ser determinadas por el Contratista y sometidas a la aprobación del Interventor, pero

dicha aprobación no relevará al Contratista en forma alguna, de su responsabilidad de producir un concreto lanzado de la calidad especificada, con la resistencia mínima a la compresión inconfiada especificada, determinada en probetas cilíndricas.

La dosificación de las materias primas se hará en peso, y las cantidades de cada material serán las que cumplan con el diseño para lograr la resistencia especificada para el proyecto a la edad de 28 días. Para la aceptación del concreto se aplicarán los criterios que establece el Código Colombiano de Construcciones Sismo-Resistentes Decreto 1400 de 1984. Las materias primas deben cumplir con las normas ICONTEC vigentes. En su defecto se aplicarán las normas ASTM.

Las proporciones del aditivo acelerante serán las que apruebe la Interventoría. Estas proporciones se determinarán mediante la ejecución de los ensayos de paneles indicados, para diferentes porcentajes de aditivo, con el fin de obtener la resistencia final especificada.

4.13.04 DISPOSITIVOS PARA DOSIFICACION Y MEZCLA

Las operaciones de dosificación y mezclado de los agregados y el cemento, se deberán efectuar mediante el empleo de una planta de mezcla y de dispositivos de dosificación adecuados. La proporción de agregados y cemento se deberá establecer con base en el peso de los ingredientes.

Los agregados, el cemento, los aditivos plastificantes y el agua deberán mezclarse óptimamente antes de que se depositen en la máquina eyectora o bomba, si se va a utilizar mezcla húmeda. Para mezcla seca, la mezcla con el agua se realizará en la boquilla.

El aditivo acelerante se colocará en un dosificador de caudal regulable, para garantizar la cantidad máxima de entrada a la boquilla.

El material ya mezclado deberá utilizarse dentro de un tiempo máximo de 120 minutos, o de lo contrario se desechará sin pago alguno, excepto cuando dicho tiempo sea prorrogado por la Interventoría, si ella misma considera que las condiciones de trabajo son tales que se puedan obtener resultados satisfactorios.

4.13.05 EQUIPO

La aplicación del concreto lanzado se realizará con el método de mezcla húmeda o mezcla seca, según lo especificado en el formulario de cantidades de obra y precios del Contrato, y por consiguiente todo el equipo deberá ser adecuado para la aplicación de concreto lanzado por el procedimiento especificado, basados en la aceptación de la Interventoría.

El equipo para la aplicación de concreto lanzado con mezcla húmeda deberá consistir en los carros mezcladores que descarguen sobre la bomba de concreto el material cargado en planta, además de la manguera y la pistola con boquilla y sus respectivos reguladores de aditivo y aire provenientes de un compresor.

El sistema de suministro de aire comprimido deberá tener capacidad suficiente para el suministro continuo de aire a la manguera de conducción de la mezcla de agregados, cemento y aditivos, a las presiones y volúmenes que recomienda el fabricante de la maquina impulsora. No se permitirá el uso de sistemas de suministro de aire comprimido que entreguen aire contaminado con aceite. La máquina impulsora deberá tener capacidad suficiente para suministrar los materiales a la manguera de conducción a la boquilla, a una tasa uniforme y con una velocidad tal, que la aplicación del material sobre la superficie que se va a revestir, se realice con un mínimo de rebote y un máximo de adherencia y densidad.

Se deberán proveer plataformas de trabajo o andamios que permitan aplicar concreto lanzado desde una distancia de aproximadamente un metro de la superficie que se va a recubrir. Se deberán proveer manómetros para el control adecuado de las presiones de aire durante la aplicación del concreto lanzado. Por ningún motivo se permitirá el empleo de equipos que no dispongan de manómetro en perfecto estado de funcionamiento. El Contratista no tendrá derecho a solicitar extensión de plazo, o compensación de cualquier otra índole, por atrasos ocasionados en la aplicación de concreto lanzado por no disponer de manómetros en perfectas condiciones de funcionamiento.

4.13.06 PREPARACION DE SUPERFICIES

a. Limpieza

Todas las superficies, ya sean de suelo, roca descubierta o previamente revestidas de concreto lanzado, que hayan de recibir concreto lanzado, se deberán limpiar de material suelto o flojo, polvo, barro, o cualquier otra materia objetable. La limpieza se deberá hacer con chorros de aire, agua a presión, o cualquier otro método aprobado por la Interventoría.

Las operaciones de limpieza se deberán llevar a cabo sin fragmentar la superficie que va a recibir el concreto lanzado.

Cualquier material de la superficie que, en opinión de la Interventoría, esté flojo o deteriorado, se deberá remover hasta una profundidad que permita encontrar una base lo suficientemente firme como para recibir el concreto lanzado. Las superficies se deberán mantener humedecidas desde el momento en que se termine la limpieza hasta cuando se aplique el concreto lanzado.

b. Calibradores para medir el espesor

Antes de aplicar el concreto lanzado, el Contratista deberá suministrar e instalar en las superficies que van a recibirlo, varillas de calibración aprobadas por la Interventoría, con el fin de medir el espesor de las capas de concreto lanzado. Estas varillas deberán instalarse de tal manera que haya por lo menos una varilla de calibración para cada medio metro cuadrado de superficie preparada y aprobada para recibir el concreto lanzado, distribuidas según el patrón indicado por la Interventoría. Este espaciamiento se podrá reducir si, a juicio de la Interventoría, se requieren más calibradores para asegurar espesores uniformes.

Estas varillas de calibración deberán tener un diámetro mínimo de cuatro milímetros. Su longitud será establecida por la Interventoría según las características de las diferentes áreas a las que se aplicará concreto lanzado.

4.13.07 APLICACION

a. Mano de obra

El concreto lanzado, con la mezcla aprobada por la Interventoría, se deberá aplicar en forma circular hasta obtener el espesor requerido en la respectiva capa. Los operarios de la boquilla de riego deberán tener amplia experiencia en la aplicación de concreto lanzado con agregado grueso, o deberán trabajar bajo la inmediata supervisión de un instructor experimentado en esta clase de trabajos.

Cada cuadrilla de trabajo deberá mostrar, a satisfacción de la Interventoría, que tiene habilidad en la aplicación de concreto lanzado sobre paneles de prueba verticales, horizontales y de techo, antes de empezar el trabajo de aplicación de concreto lanzado en la obra. La Interventoría podrá exigir, en cualquier momento, el retiro de cualquier operario que demuestre incompetencia para este trabajo.

Tal como se especificó anteriormente, el Contratista no podrá iniciar la aplicación de concreto lanzado en la obra, hasta tanto no haya realizado las pruebas que permitan demostrar que dispone de personal con amplia experiencia en la realización de estas actividades.

El Contratista no tendrá derecho a solicitar extensión de plazo ni a compensación de ninguna índole, por razón de las demoras que pueda tener para dar cumplimiento a lo especificado anteriormente.

b. Manejo de agua

Los flujos e infiltraciones de agua, de cualquier origen, que se encuentren en las superficies donde se va a aplicar concreto lanzado, se deberán manejar en tal forma que sus efectos perjudiciales, tanto para la aplicación del concreto lanzado, como para la duración del mismo, se eliminen completa y permanentemente. Para esto, el Contratista deberá coleccionar el agua por medio de tubos, mangueras, ranuras o por cualquier otro método apropiado que haya sido aprobado por la Interventoría.

En algunos casos, si la superficie sobre la cual se va a aplicar concreto lanzado está completamente saturada, se deberán realizar perforaciones cortas, separadas por poca distancia, con el objeto de coleccionar las aguas de infiltración antes de aplicar el concreto lanzado. Estas perforaciones no se calificarán ni como hueco de drenaje ni como lagrimales. No se hará ningún pago por separado por este trabajo y su costo deberá estar incluido dentro del ítem de pago correspondiente al concreto lanzado.

c. Remoción y Disposición de Rebote

El Contratista deberá remover de áreas de trabajo todo el material de rebote de concreto lanzado, de tal manera que no haya acumulación del mismo. El material de rebote se deberá transportar a las zonas de disposición de materiales de desecho. Bajo ninguna circunstancia se permitirá la reutilización del material de rebote.

d. Curado

El concreto lanzado que haya endurecido lo suficiente, se deberá curar siguiendo las especificaciones que se darán a continuación referentes al curado del concreto.

4.13.08 CONCRETO LANZADO DAÑADO O DEFECTUOSO

Cuando así lo indique la Interventoría, el concreto lanzado que no se adhiera a la superficie de roca o suelo, o cuando el concreto lanzado previamente aplicado, no cumpla con alguno de los requisitos especificados en esta sección, o que haya sido dañado en cualquier momento durante la ejecución de la obra, debe ser retirado y reemplazado por y a cuenta del Contratista, con concreto lanzado nuevo de las mismas características, a entera satisfacción de la Interventoría. No se permitirá, por ninguna circunstancia, efectuar reparaciones manuales en el concreto lanzado.

4.13.09 CURADO DEL CONCRETO

a. Generalidades

A menos que se especifique algo diferente, el concreto deberá curarse manteniendo sus superficies permanentemente húmedas, según se especifica en esta sección a continuación:

El curado con agua se hará durante un periodo de por lo menos 7 días después de la colocación del concreto, o hasta cuando la superficie se cubra con más concreto.

La Interventoría podrá aprobar métodos alternativos propuestos por el Contratista, pero en ningún caso se permitirá el curado con membrana en las superficies de juntas de construcción o en las superficies que se vayan a pañetar o pintar. Por lo menos treinta días antes de usar métodos de curado diferentes al curado con agua, el Contratista deberá notificar e informar a la Interventoría al respecto. El equipo y los materiales para curado deberán estar disponibles en el sitio de la obra antes de iniciar la colocación del concreto.

b. Curado con agua

Cuando se emplee agua para curar superficies de concreto lanzado, el curado se hará cubriendo dichas superficies con un tejido de yute saturado de agua, polietileno, o mediante el empleo de cualquier otro sistema efectivo aprobado por la Interventoría, que conserve húmedas continua y no periódicamente las superficies

que se vayan a curar, desde el momento en que el concreto haya fraguado lo suficiente, hasta el final del período de curado especificado.

Cuando se use agua para curar superficies de concreto lanzado puede utilizarse un rociador de acción continua. El agua que se use para el curado del concreto deberá cumplir con lo especificado para el agua destinada a usarse en mezclas de concreto.

c. Curado con membrana

Cuando la Interventoría autorice el curado del concreto con membrana, este se hará aplicando un compuesto sellante que al secarse forme una membrana impermeable en la superficie del concreto.

El compuesto sellante deberá cumplir con los requisitos establecidos en la Norma ICONTEC 1977 o en su defecto la norma ASTM C-309 para compuestos líquidos de tipo 2, de acuerdo con lo aprobado por la Interventoría, y deberá tener consistencia y calidad uniformes.

La membrana deberá protegerse permanentemente, de acuerdo con las instrucciones de la Interventoría. Cuando sea inevitable el tráfico, deberá utilizarse una capa de arena, o de otro material aprobado por la Interventoría, como capa protectora.

4.13.10 TOLERANCIAS

Las irregularidades admisibles en las superficies del concreto, para los distintos acabados que se especifican, deberán distinguirse de las tolerancias, las cuales se definen como las variaciones permisibles en el concreto con respecto a las líneas, pendientes y dimensiones mostradas en los planos u ordenadas por la Interventoría.

El objeto de esta sección es establecer tolerancias consistentes con la práctica constructiva actual, pero determinadas con base en el efecto que las desviaciones permisibles puedan tener sobre las funciones estructurales u operativas de las obras. El Contratista deberá instalar y mantener los encofrados en forma adecuada para que la obra terminada cumpla con las tolerancias especificadas.

A menos que los planos o la Interventoría indiquen algo diferente, las desviaciones de las líneas de las estructuras de concreto con respecto a las líneas, pendientes y dimensiones mostradas en los planos, serán las que se establecen enseguida:

TABLA No.3

TOLERANCIAS GENERALES		
Localización	Longitud	Tolerancia
Variación del contorno lineal construido con respecto a la posición establecida en la planta	en 3 m	5 mm
	en 6 m	10 mm
	en 12 m	20 mm

4.13.11 MEDIDA Y PAGO

4.13.11.01 GENERALIDADES

La obra que se llevará a cabo a los precios unitarios del formulario de cantidades y precios del Contrato, consistirá en la aplicación del concreto lanzado sobre superficies de roca, suelo, superficies naturales o excavadas, reforzadas o no, de acuerdo con lo mostrado en los planos o como sea indicado por la Interventoría.

Estos precios unitarios serán la compensación total y única que reciba el Contratista por el suministro en la obra de todos los materiales y aditivos necesarios para la mezcla del concreto; por toda la planta, equipo, herramientas y mano de obra; por la dosificación, mezcla y aplicación del concreto lanzado; por todos los transportes, dentro y fuera de la obra; por la administración, la utilidad y por todos los demás costos necesarios para construir la estructura de concreto lanzado de acuerdo con estas especificaciones.

Deberá incluirse también el costo de las muestras y ensayos de laboratorio que la Interventoría ordene sobre los materiales que el Contratista se proponga utilizar.

No habrá medida ni pago por separado por la realización de los siguientes trabajos requeridos para completar esta parte de la obra, los cuales deben ser incluidos por el Contratista en sus costos:

1. Preparación de las superficies sobre las cuales se vaya a aplicar concreto lanzado.
2. Suministro e instalación de calibradores para medir espesores de concreto lanzado y ejecución de perforaciones para verificar espesores.
3. Control y manejo del agua de infiltración, de cualquier origen, que se encuentre en las superficies sobre las cuales se vaya a aplicar concreto lanzado.
4. Remoción y disposición del material de rebote.

5. Curado del concreto lanzado.

6. Retiro y reemplazo de concreto lanzado dañado o defectuoso, que haya sufrido deterioro por causas imputables al Contratista.

7. Suministro de muestras, ensayos de laboratorio e informe de resultados sobre los materiales que el Contratista se propone utilizar, así como todos los ensayos requeridos para lograr un diseño de mezcla que cumpla con estas especificaciones.

8. Concreto lanzado usado por el Contratista para su propia conveniencia, incluido el concreto lanzado que el Contratista aplique con anterioridad al cumplimiento de todos los requisitos previos establecidos en esta sección.

9. Todos los demás trabajos que deberá ejecutar el Contratista para cumplir lo especificado en esta sección y que no son objeto de ítems separados de pago.

4.13.11.02 MEDIDA

La medida para el pago de concreto lanzado, será el área sobre la cual se aplica, que corresponderá siempre a la línea de excavación mostrada en los planos o indicada o autorizada por la Interventoría. El espesor del concreto lanzado será el indicado en los planos. Por lo tanto, no se reconocerá medida por el material de rebote, ni por el concreto lanzado adicional que se aplique a causa de las sobre-excavaciones, o deficiencias en el perfilado manual del talud o en la eliminación de cavidades con mortero.

La unidad de medida será el metro cuadrado aproximado a dos decimales.

Del área medida no se deducirán los orificios de drenaje o desagüe para alivio de subpresión, pasamuros de diámetro inferior a 10", los pernos de anclaje, ni el área ocupada por el acero de refuerzo y los sellos.

4.13.11.03 PAGO

La parte de la obra por llevar a cabo a los precios unitarios del ítem correspondiente del formulario de cantidades y precios del Contrato, consistirá en el suministro de todos los materiales, instalaciones, equipo, herramientas y mano de obra para realizar los trabajos que no tendrán medida ni pago por separado según lo establecido, y para realizar todos los trabajos que sean necesarios para completar esta parte de la obra, incluyendo todos los costos en que tenga que incurrir el Contratista para hacer cambios y modificaciones de instalaciones, equipos, materiales y mano de obra según estas especificaciones.

El costo de todos los materiales, mano de obra, toma de muestras, equipos, transportes, ejecución de ensayos de laboratorio, informe de resultados, etc., para la ejecución de ensayos de compresión confinada sobre probetas cilíndricas, le

serán pagados al Contratista al precio consignado en el formulario de cantidades de obra y precios del Contrato para el ítem 5.09.03 ENSAYOS DE LABORATORIO EN CONCRETOS.

Todo costo de los trabajos especificados deberá estar cubierto por los precios unitarios cotizados por el Contratista en su propuesta para los siguientes ítems:

Item	Concepto Medida	Unidad de
5.4.13	Concreto Lanzado	
1	Suministro y colocación de concreto lanzado con mezcla húmeda	m2
a	De espesor 0.05 m	
2	Suministro y colocación de concreto lanzado con mezcla seca	m2
a	De espesor 0.05 m	

4.14 INYECCIONES DE LECHADA DE CEMENTO PARA ANCLAJES

4.14.01 GENERALIDADES

En esta sección se especifican los aspectos técnicos que se deben cumplir para la elaboración y aplicación de la lechada de cemento que se deberá inyectar en la perforación de los anclajes, con el fin de conformar el bulbo de adherencia.

La lechada consistirá en una mezcla de cemento, aditivos plastificantes, acelerantes y agua, combinados en las proporciones aprobadas por el Interventor.

4.14.02 MATERIALES

a. Cemento

El cemento para la elaboración de la mezcla debe ser Pórtland, de la marca aprobada por el Interventor y que cumpla con las normas ICONTEC 30, 121 y 321 para el tipo 1. Cemento de la misma marca pero que provenga de diferentes fábricas no se mezclará a menos que el Interventor lo permita.

b. Agua

El agua que se utilice en la fabricación de la lechada, debe ceñirse a la norma ACI 318-77 numeral 3.4.

Tiene que estar limpia y libre de cantidades dañinas de aceite, grasas, sales, álcalis y materia orgánica.

En términos generales debe ser agua potable, inodora e insípida.

El agua que se utilice en la fabricación de la lechada deberá ser aprobada por el Interventor antes de utilizarla.

c. Aditivos

Los aditivos que se podrán agregar a la mezcla, previa aprobación u orden del Interventor, son:

1. Acelerantes: Sikacrete de Sika, o similar.
2. Plastificantes: Plastocrete de Sika; WRDA-HO de Grace, o similares.

Todos los aditivos utilizados en la lechada deberán cumplir con la norma ICONTEC 1299.

Los aditivos pueden ser los anteriormente indicados o sus equivalentes aprobados por la Interventoría, para obtener altas resistencias en corto tiempo.

La resistencia mínima a la compresión inconfiada a las ocho horas, determinada sobre cilindros estándar, será de 40 kg/cm². Los aditivos no deberán causar corrosión del acero de refuerzo ni deberán ocasionar otros efectos indeseables tales como agrietamiento o descascaramiento. Las cantidades y tipos de aditivos que se empleen deberán ser tales, que la resistencia final de la lechada sea siempre igual o mayor que la resistencia mínima especificada en esta sección, en el tiempo indicado.

Los aditivos deberán ser suministrados en garrafas plásticas o tambores de 55 galones evitando que aquellos se deterioren o se pierdan. En caso de presentarse cristalización el producto deberá ser rechazado.

4.14.03 PROPORCIONES

Las proporciones de los materiales deberán ser determinadas por el Contratista y sometidas a la aprobación de la Interventoría, pero dicha aprobación no releva al Contratista en forma alguna de su responsabilidad de producir una mezcla de la calidad especificada, con resistencia mínima a la compresión inconfiada de 210 Kg/cm² a los 28 días, determinada en cilindros estándar.

La dosificación de las materias primas se hará en peso y las cantidades de cada material serán las que cumplan con el diseño para lograr la resistencia especificada a la edad de 28 días.

Las proporciones del aditivo acelerante serán las que apruebe la Interventoría. Estas proporciones se determinarán mediante la ejecución de ensayos de resistencia a la compresión inconfiada sobre cilindros estándar para diferentes

porcentajes de aditivo. Estos mismos ensayos servirán para establecer el porcentaje máximo de aditivo a fin de obtener la resistencia final especificada.

4.14.04 DOSIFICACION Y MEZCLA

La dosificación y mezclado de los materiales se deberán efectuar mediante el empleo de una planta de mezcla adecuada. La proporción de los ingredientes se deberá establecer con base en el peso.

Los materiales deberán mezclarse íntimamente antes de que se depositen en la máquina de inyección o bomba. El material ya mezclado deberá utilizarse dentro de un tiempo máximo de 120 minutos, o de lo contrario se desechará sin pago alguno, excepto cuando dicho tiempo sea prorrogado por la Interventoría, si ella misma considera que las condiciones de trabajo son tales que se puedan obtener resultados satisfactorios.

4.14.05 EQUIPO

El equipo deberá consistir en el tanque de almacenamiento de la mezcla realizada en la planta y una bomba de inyección conveniente, equipada con manómetro que registre una presión mínima de inyección de 10 bares.

Por ningún motivo, se permitirá el empleo de equipos que no dispongan de manómetros que estén funcionando correctamente. El Contratista no tendrá derecho a solicitar extensión de plazo o compensación de cualquier otra índole, por atrasos ocasionados en la inyección de la mezcla por no disponer de manómetros y equipo en general, que se encuentre en perfectas condiciones de funcionamiento.

4.14.06 PREPARACION DE LA PERFORACION

Después de ejecutada la perforación, de acuerdo con lo especificado en la sección 5.4.15 PERFORACIONES HORIZONTALES, se procede a introducir la barra del anclaje con todos sus aditamentos y a construir un sello con yeso o similar a la entrada del orificio, sobresaliendo de éste únicamente, el extremo roscado de la barra, la manguera de inyección y la manguera de desfogue. La manguera de desfogue debe ir en la parte superior.

4.14.07 APLICACION

La colocación se hará por medio de una manguera de inyección, conectada a una bomba eléctrica o manual equipada con manómetro, que produzca la presión especificada a la mezcla dentro de la perforación.

La inyección se hará hasta obtener flujo continuo de la lechada en la manguera de desfogue con las mismas características técnicas de la que se está inyectando. Se bloqueará la manguera de desfogue y se continuará bombeando hasta la presión de diseño de 7 bares, o cuando lo indique la Interventoría.

La Interventoría podrá exigir en cualquier momento el retiro y reemplazo de cualquier operario que demuestre incompetencia para este trabajo.

El Contratista no podrá iniciar la colocación de lechada hasta tanto no realice pruebas que demuestren que dispone de personal con experiencia en esta actividad.

El Contratista no tendrá derecho a solicitar extensión de plazo ni a compensación de ninguna índole, por razón de las demoras que pueda tener para dar cumplimiento a lo especificado anteriormente.

4.14.08 MANEJO DE AGUAS SUBTERRANEAS

Si el nivel freático de la zona a tratar afecta notablemente, a criterio de la Interventoría adicionales que permitan evitar las aguas subterráneas, obteniendo por la manguera de desfogue una mezcla que cumpla con las especificaciones exigidas.

4.14.09 LECHADA DAÑADA

Cuando la Interventoría lo indique, la lechada que no cumpla las especificaciones o haya sido dañada durante la ejecución de la obra, deberá ser reemplazada por cuenta del Contratista.

No se permitirá, por ninguna circunstancia, la colocación de lechada en una misma perforación en forma intermitente, en intervalos de tiempo que, a criterio de la Interventoría, no permitan conformar un núcleo uniforme, homogéneo y compacto dentro de la perforación.

4.14.10 ENSAYOS

Se deberán realizar ensayos de aplicación de lechada en cualquier parte de la obra, antes de la iniciación de la obra, de acuerdo a lo especificado.

Si durante el desarrollo de la obra, el Contratista cambia de materiales, o no está obteniendo los resultados especificados, el Contratista deberá hacer todos los cambios de suministro de materiales, de instalación, equipos y procedimiento que le solicite la Interventoría, y deberá realizar nuevos ensayos hasta demostrar que está en capacidad de aplicar la lechada, cumpliendo con los requisitos establecidos.

El Contratista deberá efectuar ensayos de mezclas por lo menos con 15 días de anterioridad a la inyección de lechada en cualquier parte de la obra.

El Contratista deberá obtener el número de cilindros estándar que exija la Interventoría para efectuar los ensayos de resistencia a la compresión inconfina.

La mezcla deberá estar diseñada para obtener en los cilindros, resistencias a la compresión a los 3 días del 40%, a los 7 días del 70% y a los 28 días del 110%. Este criterio se basa en la resistencia a la compresión especificada a los 28 días de edad.

Las proporciones de los ingredientes no se podrán variar sin aprobación de la Interventoría. En caso de que sea aceptada por ésta, el Contratista deberá realizar para la nueva mezcla todos los ensayos y pruebas especificados en las secciones 5.4.14.03. y 10.

4.14.11 MEDIDA Y PAGO

4.14.11.01 GENERALIDADES

La parte de la obra comprendida en éste ítem consistirá en la colocación de lechada de cemento, a la presión de diseño, dentro de las perforaciones para anclajes, cumpliendo con todas las especificaciones.

En los precios se deberá incluir el suministro de todos los materiales, aditivos, herramientas, toda la mano de obra, instalaciones y equipos necesarios para la mezcla, dosificación, transporte y colocación de la lechada, según lo especificado.

No habrá medida ni pago por separado de los siguientes trabajos requeridos para realizar esta parte de la obra, los cuales deben ser incluidos por el Contratista en sus costos:

1. Control y manejo de aguas subterráneas.
2. Remoción y disposición del material de desperdicio.
3. Reemplazo y disposición de lechada defectuosa o dañada por causas imputables al Contratista.
4. Aplicación de lechada de prueba y ejecución de los ensayos, así como la presentación de los informes solicitados por la Interventoría en este aspecto.
5. Suministro de muestras, ensayos de laboratorio e informe de resultados sobre los materiales que el Contratista se propone utilizar, así como todos los ensayos requeridos para lograr un diseño de mezcla que cumpla con estas especificaciones.
6. Construcción del sello de yeso, o similar, y suministro e instalación de las mangueras de inyección y de desfogue.
7. Todos los demás trabajos que sean necesarios para ejecutar la obra y no sean objeto de ítems separados de pago.

4.14.11.02 MEDIDA

La medida para el pago de la lechada, será el volumen en metros cúbicos, aproximado a dos decimales, de lechada colocada y aceptada por la Interventoría. Este volumen será medido en el recipiente utilizado para bombear.

4.14.11.03 PAGO

Todo el costo de los trabajos especificados en esta sección deberá estar cubierto por los precios unitarios cotizados por el Contratista en su propuesta para el siguiente ítem:

Item	Concepto	Unidad de medida
5.4.14	Suministro y colocación de echada de cemento para inyección de anclajes	m3

Estos precios unitarios serán la compensación total y única que reciba el Contratista por el suministro de todos los materiales; por toda la planta, equipo, herramientas y mano de obra; por todos los transportes dentro y fuera de la obra; por la administración, la utilidad y por todos los demás costos necesarios para la inyección de lechada de cemento para anclajes, de acuerdo con los planos y estas especificaciones.

El costo de todos los materiales, mano de obra, toma de muestras, equipos, transportes, ejecución de ensayos de laboratorio, informe de resultados, etc., para la ejecución de ensayos de compresión inconfiada sobre cilindros estándar, le serán pagados al Contratista al precio consignado en el formulario de cantidades de obra y precios del Contrato para el ítem 5.09.03 ENSAYOS DE LABORATORIO EN CONCRETOS.

4.15 PERFORACIONES HORIZONTALES

4.15.01 GENERALIDADES

En esta sección se especifican los aspectos técnicos que se deben cumplir en la ejecución de perforaciones horizontales para la colocación de anclajes y para la construcción de drenes de penetración.

La perforación será subhorizontal o inclinada, de acuerdo con lo especificado en los planos o lo indicado por la Interventoría.

Los anclajes deberán ser instalados, medidos y pagados de acuerdo con lo especificado en la sección 5.4.03 ACERO DE REFUERZO. La tubería sanitaria PVC ranurada de D=2" para drenes de penetración se instalará, medirá y pagará teniendo en cuenta las especificaciones de la sección 5.4.08 DRENES.

4.15.02 EQUIPO Y PROCEDIMIENTO

Las perforaciones horizontales se realizarán con equipo de sondeo a rotación o rotopercusión en diámetro no inferior a 3 pulgadas, colocando tubería de revestimiento.

Para la instalación del equipo de perforación, el Contratista deberá construir los carretables y terrazas que requiera y efectuará los trabajos para la adecuación del sitio, de tal forma, que el equipo quede en condiciones seguras para perforar a la cota y con la inclinación definidas en los planos, u ordenadas por el Interventor.

El Contratista deberá llevar un registro de perforación que indique los eventos ocurridos dentro del proceso y la descripción de los materiales encontrados.

Las perforaciones deben realizarse con agua y colocando tubería de revestimiento. No se acepta la utilización de lodos (bentonita, por ejemplo).

Una vez terminada cada perforación a la profundidad de diseño, o a la indicada por la Interventoría, el Contratista deberá informar al Interventor para que éste autorice la instalación del anclaje o de la tubería sanitaria PVC, según sea el caso.

El manejo del agua de perforación debe hacerse, provisionalmente, por medio de mangueras, canaletas, o cualquier otro sistema aprobado por la Interventoría, de tal manera que se entregue adecuadamente a algún sistema de alcantarillado pluvial o combinado existente, o a la conducción de algún sistema de filtros existente. No se permitirá entregar, por ningún motivo, a un filtro existente.

Debe evitarse el encharcamiento o humedecimiento excesivo, tanto en el sitio de perforación como en las zonas aledañas.

Si se trata de drenes de penetración, su conexión definitiva a los sistemas existentes se hará de acuerdo con lo especificado en los planos y/o lo ordenado por la Interventoría. Por ningún motivo, se permitirán descargas incontroladas que puedan afectar otras partes de la obra. El pago de estas conexiones se hará de acuerdo con los precios unitarios consignados por el Contratista en su propuesta, para los ítems correspondientes.

Una vez terminada la perforación y trasladado el equipo, el Contratista deberá arreglar el sitio de perforación y realizar las reparaciones que sean ordenadas por la Interventoría.

4.15.03 MEDIDA

La medida se hará por perforación terminada a la profundidad especificada o a la ordenada por la Interventoría. La unidad de medida será el metro lineal con aproximación a dos decimales.

4.15.04 PAGO

El ítem único de pago será el del metro lineal de perforación, independientemente del material o características del suelo o roca que aparezcan.

Todo el costo de los trabajos especificados en esta sección, deberá estar cubierto por los precios unitarios cotizados por el Contratista en su propuesta para los siguientes ítems:

Item	Concepto	Unidad de medida
5.4.15	Perforaciones horizontales	
1	Perforaciones horizontales de 0.00 a 15.00 metros, para anclajes.	m
2	Perforaciones horizontales de 0.00 a 20.00 metros, para drenes de penetración.	m
3	Perforaciones horizontales de 20.01 a 40.00 metros, para drenes de penetración.	m
4	Perforaciones horizontales de 40.01 a 60.00 metros, para drenes de penetración.	m
5	Perforaciones horizontales a más de 60.00 metros, para drenes de penetración.	m

Estos precios unitarios serán la compensación total y única que reciba el Contratista por el suministro de todos los materiales; por el suministro de agua; por toda la planta, celaduría, equipo, energía eléctrica, herramientas y mano de obra; por todos los transportes dentro y fuera de la obra; por el manejo de aguas durante la perforación; por la construcción de carretables de acceso, terrazas y adecuación del sitio para la instalación del equipo; por la adecuación final del sitio de perforación; por la administración, la utilidad y por todos los demás costos necesarios para la ejecución de perforaciones horizontales, de acuerdo con los planos y estas especificaciones.

SECCION QUINTA

5 VARIOS

5.01 DEMOLICION DE ESTRUCTURAS EXISTENTES

5.01.01 TRABAJOS POR EJECUTAR

Esta especificación se refiere a la demolición de las estructuras existentes indicadas en los planos y/o las ordenadas por el Interventor. Por lo tanto, el Contratista deberá suministrar todo el equipo, materiales y mano de obra necesarios para la demolición de estructuras y el transporte y la correcta disposición de los materiales resultantes de dicha operación en los sitios indicados y/u ordenados por el Interventor.

Cuando, a juicio del Interventor, sea aceptable el uso de explosivos, el Contratista deberá seguir estrictamente las indicaciones consignadas en la especificación 2.01 EXPLOSIVOS.

Si el Contratista, como resultado de un descuido en sus operaciones con cualquier método empleado, daña una estructura o afloja o altera el suelo de cimentación de estructuras existentes o futuras, el Interventor podrá ordenarle remover los materiales inadecuados para fundaciones y la construcción del correspondiente relleno en material seleccionado compactado y, si es el caso, la reconstrucción de la estructura dañada, sin que por este motivo le sea reconocida al Contratista compensación alguna.

En el caso de que el Contratista efectúe demoliciones en estructuras más allá de los límites indicados en los planos y/o prescritos por el Interventor, aquél estará obligado a reconstruir a sus expensas la parte demolida en exceso de lo prescrito u ordenado.

Cuando se proyecta construir una estructura en el mismo sitio de otra que deba demolerse y, por causas no imputables al Contratista, no sea apropiado el piso de cimentación a juicio del Interventor, se procederá a excavar el material inadecuado y a construir un relleno en material seleccionado compactado. Estas operaciones, previa autorización del Interventor, serán llevadas a cabo, liquidadas y pagadas en la forma como se indica en las especificaciones EXCAVACIONES Y RELLENOS.

5.01.02 MEDIDA

Las demoliciones efectuadas sobre las estructuras mostradas en los planos y hechas según las indicaciones estipuladas en esta especificación y/o las indicaciones del Interventor, se medirán en el terreno antes de proceder a la demolición tomando como unidad el metro cúbico, con aproximación a un decimal, para los pisos, sardineles, canaletas, escaleras y para las estructuras en concreto y en gaviones; el metro

cuadrado, con aproximación a un decimal, para las estructuras en mampostería de ladrillo; el metro lineal, con aproximación a un decimal, para la demolición de tuberías.

5.01.03 PAGO

Las demoliciones le serán pagadas al Contratista, de acuerdo, con los precios unitarios consignados en los ítems correspondientes del formulario de precios para los siguientes conceptos de trabajo:

Item	Concepto	Unidad de medida
5.01	Demolición de estructuras existentes	
1	Demolición de pisos, sardineles, canaletas y escaleras	m3
2	Demolición de tuberías existentes en gres	M
3	Demolición de tuberías existentes en concreto reforzado	M
4	Demolición de tuberías existentes	M
5	Demolición de estructuras en concreto simple	m3
6	Demolición de estructuras en concreto	m3
7	Demolición de estructuras en concreto ciclópeo	m3
8	Demolición de estructuras en gaviones	m3
9	Demolición de estructuras en mampostería	m2

Este precio será la única compensación que reciba el Contratista por concepto de la demolición de la estructura, transporte hasta la distancia de acarreo libre, carga, descarga y correcta disposición de los materiales sobrantes.

Los sobrecarros de los materiales producto de las demoliciones le serán medidos y pagados al Contratista de acuerdo con la especificación 2.05 ACARREOS. Cuando hubiere lugar a pago por este concepto, se tomará como volumen el de la estructura antes de ser demolida.

5.02 REMODELACION DE POZOS, SUMIDEROS Y OTRAS ESTRUCTURAS

5.02.01 GENERALIDADES

Esta especificación se refiere a la remodelación de pozos, sumideros y otras estructuras existentes. El trabajo comprende las demoliciones locales dentro de los pozos, sumideros y estructuras, y las adiciones construidas de acuerdo con lo indicado en los planos y con los materiales especificados en los mismos, y/o de acuerdo con lo ordenado por el Interventor.

5.02.02 MEDIDA

La remodelación de pozos, sumideros y estructuras existentes se medirá por unidad remodelada de acuerdo con lo prescrito en esta especificación.

5.02.03 PAGO

a) La remodelación de pozos existentes se pagará al Contratista a los precios unitarios consignados en el ítem correspondiente del formulario de precios, para profundidades promedio así: altura promedio hasta 2.00 m, entre 2.01 y 4.00 m y mayor de 4.00 m.

Las actividades que involucra estarán definidas por el estado físico del pozo (reparación de friso, reparación de cañuela, colocación de pasos, etc.); por las conexiones de nuevos colectores al pozo, ya sea a nivel del cilindro (demolición de concreto simple para pozos cuya altura sea inferior a 6.00 m; demolición de concreto reforzado para altura mayor de 6.00 m), o a nivel de mampostería, incluyendo en ambos casos la debida reparación y el correspondiente retiro de sobrantes.

b) La remodelación de sumideros existentes se pagará al Contratista a los precios unitarios consignados en el ítem correspondiente del formulario de precios, para el tipo de sumidero indicado.

c) La reparación de cajas domiciliarias se pagará al Contratista a los precios unitarios consignados en el formulario de precios para el ítem correspondiente.

d) La remodelación de estructuras existentes se pagará al Contratista a los precios unitarios consignados en el ítem correspondiente del formulario de precios.

e) Los sobrecarreos de los materiales producto de las demoliciones le serán medidos y pagados al Contratista de acuerdo con la especificación 2.05 ACARREOS.

Los precios deben incluir toda la planta, el equipo, y la mano de obra; el suministro y colocación de los materiales; las demoliciones; el transporte hasta la distancia de acarreo libre; el cargue, el descargue y la correcta disposición de los materiales sobrantes; la administración, imprevistos y utilidad; y todos los costos que sean requeridos para llevar a cabo la remodelación de pozos, sumideros y estructuras existentes, de acuerdo con esta especificación.

5.03 REPARACION DE PAVIMENTOS

5.03.01 GENERALIDADES

Los trabajos incluidos en esta especificación consisten en la realización de todas las operaciones para efectuar la reparación de los pavimentos, asfálticos o de concreto, en aquellas calles pavimentadas en que sea necesario efectuar excavaciones para la construcción de colectores y de estructuras para el alcantarillado, de acuerdo con los alineamientos consignados en los planos o los ordenados por el Interventor. **Se deja claramente establecido que esta norma no tiene aplicación en la construcción de pavimentos nuevos.**

Para la reparación de pavimentos de tipo flexible se hace la distinción entre vías residenciales o de tránsito liviano y vías arterias.

Las primeras se refieren a aquellas vías donde los vehículos que predominantemente circulan por ellas son de tipo familiar y eventualmente estarán sometidas a cargas de vehículos de servicio público o pesado. Su reparación se hará de acuerdo con la presente especificación.

Se entiende como vías arterias aquellas vías que permanentemente están sometidas a las cargas impuestas por el tránsito de buses urbanos y/o vehículos de carga y las vías de orden nacional, para las cuales deberá efectuarse la reparación de acuerdo con las especificaciones del Ministerio de Obras Públicas y Transporte.

La reparación de pavimentos rígidos está referida a la estructura cuya carpeta de rodadura es de concreto y estará sujeta a la clasificación definida para pavimentos de tipo flexible.

5.03.02 CONSTRUCCION

5.03.02.01 PAVIMENTOS FLEXIBLES

5.03.02.01.01 VIAS RESIDENCIALES (ESPECIFICACION CDMB)

La reparación de la sub-base se hará con materiales provenientes de excavaciones, siempre y cuando cumplan la especificación correspondiente a "Rellenos comunes", nivelados de tal manera que con respecto a la rasante de la calzada quede un espesor libre de 22.5 centímetros.

La base del pavimento se construirá con material granular resistente, que cumpla con la siguiente especificación de granulometría:

TAMIZ	2"	1"	No.4	No.10	No.40	No.100	No.200
% QUE PASA	100	40-60	20-40	15-35	8-20	5-10	0-5

La base compactada deberá tener un espesor de 15 cm y la compactación se hará con rodillo liso de 5 ton de peso como mínimo, dando por lo menos 10 pasadas, hasta lograr una compactación del 95% de la máxima densidad seca, obtenida en el ensayo Proctor modificado.

El contenido de agua del material de base antes de la compactación deberá ser la humedad óptima más o menos dos por ciento (2%), dada por el ensayo Proctor modificado.

Después de compactada la base debe dejarse un período de curado no menor de un día seco, para reducir el contenido de humedad a no más de la mitad del valor óptimo.

Una vez que la base cumpla con las especificaciones según el concepto del Interventor, podrá aplicarse la capa de imprimación.

Si la superficie de la base se ha secado hasta el extremo de tener polvo, se rociará ligeramente con agua, previa limpieza general de la base por medio de escobas manuales.

Para la imprimación, se deben emplear asfaltos líquidos de curación media MC-0, MC-2 o similares, o bien asfaltos de curación lenta SC-0, SC-2 o similares, y la dosificación puede variar entre 1.00 y 2.00 litros por metro cuadrado, según lo determine el Interventor.

Los asfaltos se aplicarán con un distribuidor a presión o como lo indique el Interventor y a una temperatura tal que haga el producto suficientemente fluido durante su aplicación. Se recomienda para el MC-0 una temperatura de 50-120°F; para el MC-1 de 80-150°F y para el MC-2 de 100-200°F.

La imprimación se aplicará sobre una base bien compactada y seca con el fin de sellar su superficie y producir una buena adherencia con el pavimento asfáltico. Si al aplicar la imprimación se presenta esponjamiento en los 5 mm superiores de la base, ésta deberá recompactarse inmediatamente después de curado con equipo neumático.

El pavimento asfáltico constará de dos capas: una de concreto asfáltico de cinco (5) cm de espesor y una capa de rodadura de dos y medio (2.5) centímetros. Se colocará después de que la imprimación haya tenido una curación de 24 horas como mínimo y deberá compactarse hasta alcanzar una densidad entre el 95 y el 98% de la máxima de diseño y una estabilidad Marshall mínima de 750 lb; el flujo debe oscilar entre 0.14 y 0.15 pulgadas y el porcentaje de vacíos entre el 2 y el 5 por ciento.

Los agregados que se utilicen para la capa de concreto asfáltico no deberán contener más del 5% de material que pase el tamiz No. 200 y estarán constituidos por gravas y arenas inalterables y duraderas, cuyo porcentaje de desgaste debe ser menor de 35 en la prueba de Los Angeles.

La capa de rodadura de 2.5 cm de espesor deberá cumplir las mismas especificaciones anteriores, pero utilizando agregados de menor tamaño. Deberá compactarse con equipo apropiado, previa aprobación del Interventor.

A los bordes de los pavimentos existentes se les debe dar una forma cóncava, deben limpiarse muy bien, y se les debe aplicar un baño de asfalto caliente, extendiéndolo hasta 8 cm a lado y lado del borde, antes de comenzar a construir el pavimento asfáltico, para asegurar el ligamento entre el pavimento nuevo y el existente.

Una vez compactada la capa de rodadura, deberá extenderse con escoba una capa de cemento puro que cubra la superficie repavimentada.

5.03.02.01.02 VIAS ARTERIAS (ESPECIFICACION MOPT)

La reparación de pavimentos en vías de tránsito pesado y de orden nacional deberá realizarse de acuerdo con la norma T-180 de la AASHO, para la cual se distinguen 3 capas en la estructura del pavimento, así:

a) Sub-base Granular

Comprende el suministro y colocación de material sobre la subrasante, de acuerdo con la Especificación 2.12 de este volumen.

b) Base Granular

Comprende la construcción de una base de grava triturada, colocada sobre la sub-base, de acuerdo con lo estipulado en la Especificación 2.13 de este volumen.

c) Concreto Asfáltico

Comprende la imprimación de una base granular o la aplicación de un riego de liga a una base asfáltica o un pavimento existente, y la construcción de un pavimento de una o dos capas de concreto asfáltico mezclado en planta, de acuerdo con las dimensiones indicadas en los planos o determinadas por el Interventor y según lo especificado en el numeral 5.16 de este volumen.

5.03.02.02 PAVIMENTOS DE CONCRETO

De acuerdo con la definición dada en el numeral 5.03.01 de esta especificación, la reparación de pavimentos de concreto rígido consiste en la construcción de una estructura compuesta por una capa de sub-base y una losa de concreto.

El material utilizado para la sub-base deberá cumplir con las siguientes condiciones de gradación:

TAMIZ ASTM	1-1/2"	1/2"	No. 4	No. 200
% QUE PASA	100	50-90	30-70	0-15

El material de sub-base se colocará en una sola capa, se compactará adecuadamente hasta obtener una densidad de 95% de la densidad máxima determinada según el ensayo Proctor Standard. El espesor de la capa, una vez compactada, deberá ser de 7.5 cm.

A continuación, se colocará una losa de concreto cuyo espesor será de 15 cm para vías residenciales y de 20 cm para vías arterias. El Módulo de Rotura del concreto a utilizar será de 38 Kg/cm². Para la preparación, manejo y colocación del concreto, deberán seguirse las indicaciones dadas en la especificación 4.02 de este volumen.

Cuando el pavimento que se vaya a reparar sea de un espesor superior al indicado anteriormente, se utilizará concreto pobre de tal forma que el espesor de éste mas la losa sea igual al espesor de la losa existente. En este caso, el concreto pobre será

pagado al Contratista al precio unitario fijado para el ítem 4.02.09 CONCRETO POBRE, en el formulario de precios.

5.03.03 MEDIDA

La reparación de pavimentos flexibles (especificación CDMB) se medirá siguiendo el eje especificado en los planos y en un ancho igual al especificado en los mismos para la excavación de las zanjas, o el ordenado por el Interventor, tomando como unidad de medida el metro cuadrado, con aproximación a un decimal. La estructura de pavimento deberá tener un espesor de 22.5 cm.

La reparación de pavimentos en vías arterias, se medirá así:

a) Sub-base Granular

La unidad de medida será el metro cúbico para capas de 0.15 m, siguiendo el eje del proyecto y en el ancho de zanja estipulado en los planos o el ordenado por la Interventoría, y de acuerdo con la especificación 2.12.

b) Base Granular

La unidad de medida será el metro cúbico para capas de 0.10 m, siguiendo el eje del proyecto y en el ancho de zanja estipulado en los planos o el ordenado por la Interventoría, y de acuerdo con la especificación 2.13.

c) Concreto Asfáltico

La medida del concreto asfáltico será el número de metros cuadrados en el ancho especificado en los planos y de un espesor de 0.10 m para la base asfáltica y 0.05 m para la carpeta de rodadura.

La reparación de pavimentos de concreto rígido se medirá siguiendo el eje especificado en los planos y en un ancho igual al especificado en los mismos para la excavación de las zanjas, o el ordenado por el Interventor, tomando como unidad de medida el metro cuadrado con aproximación a un decimal. El espesor de la estructura de pavimento será la que se indique en el formulario de cantidades de obra y precios.

5.03.04 PAGO

La reparación de pavimentos flexibles en vías residenciales se pagará al Contratista de acuerdo con las medidas efectuadas según el numeral anterior, y de acuerdo con el precio unitario consignado en el formulario de precios para el ítem correspondiente.

La reparación de pavimentos flexibles (especificación MOPT) se pagará así:

a) Sub-base Granular, e= 0.15 m

Se pagará de acuerdo al precio unitario fijado en el formulario de precios para el ítem 2.12 SUB-BASE GRANULAR.

b) Base Granular

Se pagará de acuerdo al precio unitario fijado en el formulario de precios para el ítem 2.13 BASE GRANULAR.

c) Concreto Asfáltico

Se pagará por metro cuadrado con las medidas efectuadas según el numeral 5.03.03 de esta especificación y de acuerdo con el precio unitario consignado en el formulario de precios para los siguientes ítems:

Item	Concepto	Unidad de medida
5.03.2.a	Base asfáltica, e= 0.10 m	m2
5.03.2.b	Carpeta de rodadura, e= 0.05 m	m2

La reparación de pavimentos de concreto rígido se pagará al Contratista de acuerdo con las medidas efectuadas según el numeral 5.03.03 de esta especificación y de acuerdo con el precio unitario consignado en el formulario de precios para el ítem correspondiente.

Esta será la única remuneración que recibirá el Contratista por toda la planta, materiales de la sub-base, de la base, de la capa de pavimento asfáltico o de concreto rígido; por la mano de obra, equipo y demás costos necesarios para efectuar la reparación de pavimentos, de acuerdo con estas especificaciones.

5.04 GAVIONES

5.04.01 GENERALIDADES

El trabajo incluido en esta especificación consiste en la realización de todas las operaciones necesarias para la construcción de estructuras a base de gaviones, los cuales consisten en canastas de alambre galvanizado en forma de paralelepípedo, rellenas de piedra, de acuerdo con los alineamientos, perfiles y secciones que se indiquen en los planos y/o los que ordene el Interventor.

5.04.02 MALLAS

5.04.02.01 CANASTA

La canasta para el gavión deberá ser fabricada con malla electrosoldada, con abertura cuadrada de 10 x 10 cm de lado, o con malla de doble torsión (comúnmente conocida como de triple torsión), con abertura hexagonal de 10 x 12 cm ó de 6 x 8 cm.

El tipo de malla será el especificado en los planos y/o el ordenado por el Interventor. No se aceptarán canastas fabricadas con malla eslabonada.

5.04.02.02 ALAMBRE

El alambre con que se fabrique la malla deberá ser galvanizado, de calibre BWG No.10 (3.4 mm) para malla electrosoldada, y de calibre BWG No.13 (2.4 mm), No.13½ (2.2 mm) ó No.14 (2.0 mm), para malla de doble torsión.

El alambre utilizado para los tirantes horizontales (para unir entre sí las caras opuestas de un mismo gavión), para los tirantes diagonales (colocados horizontalmente para unir caras adyacentes de un mismo gavión), y para los tirantes verticales (utilizados en los gaviones de base y en las colchonetas), deberá ser del mismo tipo y calibre del utilizado para la fabricación de la malla.

El alambre utilizado para las costuras de cierre del gavión y para las costuras de unión de las aristas de un gavión con los gaviones adyacentes, será de calibre BWG Nos.12 a 14, según lo especificado en los planos o lo ordenado por la Interventoría.

5.04.02.03 PROTECCION DEL ALAMBRE

Todos los alambres utilizados para fabricar las canastas, así como para los tirantes y costuras, deberán ser galvanizados.

El alambre deberá tener un revestimiento mínimo de zinc de 50 gr/m², en mallas electrosoldadas.

En mallas de doble torsión, el alambre deberá tener un revestimiento mínimo de zinc de 240 gr/m² para calibres BWG Nos.13½ y 14, y de 260 gr/m² para calibre BWG No.14.

Para proveer una protección adicional al galvanizado contra la corrosión, pueden utilizarse uno o varios de los siguientes procedimientos:

1. Inmersión de la canasta en asfalto líquido caliente.
2. Utilización de alambre galvanizado con recubrimiento de PVC.
3. Recubrimiento en concreto en las zonas que estarán más expuestas a la acción del agua.

En este caso, si se especifica baño de asfalto, la cara o caras del gavión que vayan a quedar recubiertas con concreto, no deben asfaltarse.

El recubrimiento en concreto provee también una protección adicional contra la abrasión.

5.04.02.04 CLASES DE GAVIONES

Las canastas para gaviones son de diferentes clases, dependiendo de sus dimensiones y del tipo de malla que se utilice en su fabricación.

1. Gaviones con malla electrosoldada

Las canastas para gaviones con malla electrosoldada son de tres clases:

- a. Gaviones de base flexible, de 2.00 x 1.00 x 0.30 metros.
- b. Gaviones de base rígida, de 2.00 x 1.00 x 0.50 metros.
- c. Gaviones de cuerpo de 2.00 x 1.00 x 1.00 metros.

2. Gaviones con malla de doble torsión

Estos gaviones deben cumplir con todas las especificaciones presentadas en esta sección y las incluidas en los planos.

Las canastas para gaviones con malla de doble torsión pueden ser de dos tipos:

a. Canastas para gaviones con abertura hexagonal de 10 x 12 cm, en alambre calibre BWG No.13 (2.4 mm). Sus dimensiones comerciales más usuales son las siguientes:

- 1.50 x 1.00 x 1.00 metros
- 2.00 x 1.00 x 1.00 metros
- 2.00 x 1.00 x 0.50 metros
- 3.00 x 1.00 x 1.00 metros
- 3.00 x 1.00 x 0.50 metros
- 4.00 x 1.00 x 1.00 metros
- 4.00 x 1.00 x 0.50 metros
- 4.00 x 1.00 x 1.00 metros, con un (1) diafragma

b. Canastas para colchonetas con diafragma, con abertura hexagonal de 6 x 8 cm, en alambre calibre BWG No.13½ (2.2 mm) ó No.14 (2.0 mm). Sus dimensiones comerciales más usuales son las siguientes:

- 3.00 x 2.00 x 0.17 metros
- 4.00 x 2.00 x 0.17 metros
- 5.00 x 2.00 x 0.17 metros
- 6.00 x 2.00 x 0.17 metros
- 3.00 x 2.00 x 0.23 metros
- 4.00 x 2.00 x 0.23 metros
- 5.00 x 2.00 x 0.23 metros

- 6.00 x 2.00 x 0.23 metros
- 3.00 x 2.00 x 0.30 metros
- 4.00 x 2.00 x 0.30 metros
- 5.00 x 2.00 x 0.30 metros
- 6.00 x 2.00 x 0.30 metros

5.04.03 MATERIAL DE LLENADO

El relleno de las canastas deberá consistir en fragmentos de roca o cantos rodados, sanos, resistentes y durables. Por consiguiente, el Contratista no podrá utilizar material descompuesto, fracturado o agrietado.

La dimensión máxima de cada fragmento de roca o canto rodado deberá estar comprendida entre 16 y 30 centímetros. La dimensión mínima deberá ser de 10 centímetros, aunque en algunos casos la Interventoría pueda aceptar fragmentos hasta de 8 centímetros.

5.04.04 CONSTRUCCION

El terreno de fundación deberá ser razonablemente nivelado, suprimiéndose las depresiones o salientes. Cuando se especifique en los planos o lo ordene el Interventor, sobre este terreno deberá construirse una capa continua de grava y arena según lo prescrito en la especificación FILTROS, con los espesores indicados en los planos o los ordenados por el Interventor.

Sobre la capa descrita anteriormente, o sobre el terreno de fundación, se colocará la primera hilada de gaviones en forma tal, que por lo menos la mitad de su altura quede por debajo del lecho o terreno existente, a menos que los planos indiquen expresamente otra forma de colocación.

Las canastas deberán ser llenadas y amarradas en el sitio exacto donde han de quedar definitivamente y no se permitirá ningún transporte de las mismas una vez se haya efectuado el relleno.

Durante la operación de llenado, las canastas deberán mantenerse firmes y en posición correcta por medio de tirantes colocados cada 30 centímetros.

Los tirantes horizontales y verticales (en el caso de gaviones de base y colchonetas), tienden a hacer solidarias las caras opuestas para evitar deformaciones excesivas.

Los tirantes deben amarrarse de tal forma que alcancen varios alambres. Además de los tirantes horizontales y verticales, se utilizarán tirantes diagonales.

Las aristas, tanto horizontales como verticales de cada gavión, deben ligarse firmemente con las correspondientes de los gaviones adyacentes.

Para evitar deformaciones excesivas, las caras del gavión que no estén en contacto con el terreno natural o con otros gaviones, deberán entibarse con madera, previamente a la iniciación del llenado.

El llenado de las canastas debe efectuarse a mano, cuidadosamente, colocando las piedras de mayor tamaño en la periferia y el resto en tal forma que se obtenga una masa rocosa bien gradada, con mínimo porcentaje de vacíos y con superficies de contacto entre gaviones parejas y libres de entrantes y salientes.

Se tendrá especial cuidado de no formar zonas con gran acumulación de piedras pequeñas. En ningún caso se permitirá el llenado por medio de canalones o cualquier otro método que pueda producir una segregación arbitraria de tamaños.

5.04.05 MEDIDA

Para efectos de pago, se computará el volumen de las estructuras en gaviones que hayan sido construidos en un todo de acuerdo con lo indicado en los planos, lo prescrito en esta especificación y/o lo ordenado por el Interventor.

La unidad de medida será el metro cúbico con aproximación a un decimal.

Cuando se especifique, el recubrimiento de los gaviones con concreto se medirá por metro cúbico, según el espesor indicado en los planos de construcción y de conformidad con lo especificado en la sección 4.02 CONCRETO.

5.04.06 PAGO

Todos los costos de los trabajos especificados en esta sección, deberán estar incluidos en los precios unitarios del formulario de precios del Contrato, para los siguientes ítems:

ITEM	CONCEPTO	UNIDAD DE MEDIDA
5.5.04	Gaviones	
1	Gaviones con malla electrosoldada	
a	Gaviones de base flexible 2.00x1.00x0.30 m	m3
b	Gaviones de base rígida 2.00x1.00x0.50 m	m3
c	Gaviones de cuerpo 2.00x1.00x1.00 m	m3
2	Gaviones con malla de doble torsión	
a	Gaviones de base 2.00x1.00x0.50 m	m3
b	Gaviones de base 3.00x1.00x0.50 m	m3
c	Gaviones de base 4.00x1.00x0.50 m	m3
e	Gaviones de cuerpo 2.00x1.00x1.00 m	m3
f	Gaviones de cuerpo 3.00x1.00x1.00 m	m3
g	Gaviones de cuerpo 4.00x1.00x1.00 m	m3
h	Gaviones de cuerpo 4.00x1.00x1.00 m, con un (1) diafragma	m3
3	Colchonetas con diafragma, con malla de doble torsión	

a	Colchonetas de 3.00x2.00x0.17 m	m3
b	Colchonetas de 4.00x2.00x0.17 m	m3
c	Colchonetas de 5.00x2.00x0.17 m	m3
d	Colchonetas de 6.00x2.00x0.17 m	m3
e	Colchonetas de 4.00x2.00x0.23 m	m3
f	Colchonetas de 5.00x2.00x0.23 m	m3
g	Colchonetas de 6.00x2.00x0.23 m	m3
h	Colchonetas de 3.00x2.00x0.30 m	m3
i	Colchonetas de 4.00x2.00x0.30 m	m3
j	Colchonetas de 5.00x2.00x0.30 m	m3
k	Colchonetas de 6.00x2.00x0.30 m	m3

Este pago constituirá la única compensación que reciba el Contratista por concepto de toda la planta, el equipo, los materiales y la mano de obra; por el suministro, colocación, llenado, baño de asfalto, colocación de tirantes y amarre de las canastas; por el suministro, acarreo y sobrecarreo del material de llenado de las mismas; por el control de aguas durante la construcción que sea requerido; por la administración, imprevistos y utilidad; y por todos los demás costos en que deba incurrir para ejecutar los trabajos de acuerdo con las especificaciones.

El valor de excavaciones, rellenos y sus acarreos se estimará y pagará al Contratista por separado en la forma como se indica en las especificaciones de EXCAVACIONES, RELLENOS Y ACARREOS.

El concreto de recubrimiento se pagará al precio unitario consignado en el formulario de precios para el concreto de la resistencia especificada, de acuerdo con la sección 4.02 CONCRETOS. Este pago será la única compensación que reciba el Contratista por el suministro, preparación y colocación del material, incluyendo los sobrevolumenes a que haya lugar para lograr una superficie libre de irregularidades.

5.05 REPARACION Y LIMPIEZA DE CALLES, LIMPIEZA GENERAL

5.05.01 GENERALIDADES

Los trabajos incluidos en esta especificación consisten en la realización de todas las operaciones necesarias para efectuar la reparación de sardineles, andenes, zonas verdes y la limpieza general de todas las calles o áreas en donde se hayan efectuado los trabajos de construcción de las obras objeto de las presentes especificaciones, y que resulten afectadas por la construcción en sí o por sus desechos.

5.05.02 REPARACION DE SARDINELES, ANDENES Y ZONAS VERDES

Todos los sardineles, andenes y zonas verdes que se deterioren por causa de la construcción de las obras, deben ser reparados o reconstruidos, usando los mismos materiales, espesores y especificaciones de los existentes. La superficie de los andenes reconstruidos se mantendrá exactamente igual a la existente antes de la obra, de suerte que la reparación presente un aspecto de continuidad con el resto del andén. Los sardineles serán reconstruidos conservando las mismas dimensiones para guardar uniformidad, y se usarán los mismos materiales de los sardineles existentes.

Las zonas verdes deberán conservar su aspecto inicial usando para ello la misma clase de grama y plantas existentes al acometer los trabajos.

A menos que se indique lo contrario, los sardineles, zonas verdes y andenes que se vean afectados por la construcción de conexiones domiciliarias nuevas o reparación de las existentes, deberán contemplarse dentro del alcance de la presente especificación.

5.05.03 LIMPIEZA DE CALLES Y AREAS DE TRABAJO

La zona de influencia a la cual se aplica la presente especificación, se definirá por una franja de 200 m de ancho, medida a lado y lado del eje de excavación definida en los planos o por el Interventor; y aquellos otros sitios que determine el Interventor.

5.05.04 MEDIDA Y PAGO

Los trabajos objeto de la presente especificación serán pagados al Contratista de acuerdo con el precio global consignado en el formulario de precios para el ítem correspondiente.

Dicho precio debe incluir toda la planta, equipo, mano de obra y materiales que sean necesarios para realizar el trabajo a satisfacción del Interventor. Este precio debe incluir, además, todos los costos ocasionados por el acarreo y disposición tanto de los materiales de construcción como de los materiales de desperdicio que no estén incluidos en otros ítems.

5.06 EMPRADIZADOS

5.06.01 OBJETO

Esta especificación comprende las exigencias mínimas para la ejecución de los empradizados de las zonas que deben protegerse contra la erosión, según la indicación de los planos o las órdenes del Interventor.

Para el empradizado, se podrá usar el procedimiento de siembra de semillas o de implantación de estolones o cespedones.

5.06.02 MATERIALES Y CONTROL DE LA CALIDAD

5.06.02.01 TIERRA VEGETAL

La tierra vegetal para empedrar será un suelo fértil, procedente de tierra cultivada, con buenas características de drenaje, libre de materia pétreo mayor de 20 mm, raíces, maleza y otros.

5.06.02.02 SEMILLA

La semilla a emplearse debe ser del tipo aprobado por el Interventor, de la mejor calidad que se ofrece en el comercio. La semilla debe suministrarse en sacos cosidos, aceptablemente identificados y rotulados para certificar la calidad, germinación, peso, porcentaje de semilla pura y viva, fecha de cosecha y cualquier otra información necesaria.

5.06.02.03 ESTOLONES

Los estolones, cuando se autorice su uso, deben provenir de campos sanos, libres de maleza y elementos perjudiciales, y deberán estar en condiciones aptas de germinación.

5.06.02.04 CESPEDONES

Los cespedones, cuando se autorice su uso, deben provenir de campos sanos, libres de maleza y elementos perjudiciales, y deberán estar en condiciones aptas de germinación.

5.06.02.05 FERTILIZANTES

Los fertilizantes a emplear podrán ser de cualquier marca comercial aprobada por el Interventor, conocida por su calidad y que contenga nitrógeno, ácido fosfórico y potasio en las proporciones adecuadas. Si lo autoriza el Interventor, se podrá usar estiércol muy descompuesto, libre de sustancias perjudiciales y desmenuzado o pulverizado.

5.06.02.06 CONTROL DE CALIDAD

En las siembras, se debe garantizar la germinación y sostenimiento de un 80% de la plantación. En las implantaciones de cespedón se debe lograr un cubrimiento del 95%. En las implantaciones de estolón se debe garantizar el sostenimiento de un 80% de la implantación.

5.06.03 NORMAS DE CONSTRUCCION

5.06.03.01 SIEMBRA DE SUPERFICIES

La superficie a sembrar con semilla, debe prepararse dejándola a la línea y rasante especificada en los planos, libre de protuberancias o depresiones que tiendan a impedir el buen drenaje de la superficie. Antes de proceder a la siembra, debe ararse la superficie e incorporarse las adiciones (abonos, tierra vegetal, etc.).

La siembra de superficies debe ejecutarse con el máximo de precauciones para no dañar las mismas. La pendiente máxima de las superficies será de 2:1.

El Contratista debe producir una manta uniforme, del espesor previsto y con la densidad de raíces necesarias para lograr una adecuada protección del talud.

5.06.03.02 IMPLANTACION DE CESPEDONES

La manipulación y transporte de los cespedones debe hacerse de manera que se eviten daños producidos por las corrientes de aire, quemaduras del viento, secado o cualquier otra causa.

Los cespedones se implantarán directamente sobre una capa de tierra vegetal de por lo menos 5 cm de espesor, la cual debe ser adecuadamente incorporada a la superficie subyacente mediante arado o escarificación.

La pendiente máxima de la superficie sobre la cual se implantarán los cespedones será de 2:1.

5.06.03.03 IMPLANTACION DE ESTOLONES

La manipulación y transporte de los estolones debe hacerse de manera que se eviten daños producidos por las corrientes de aire, quemaduras del viento, secado o cualquier otra causa.

El método de implantación de estolones varía en función de la pendiente del talud a empedrar.

a. Taludes con pendiente menor o igual a 2:1

Los estolones se implantarán directamente sobre una capa de tierra vegetal de por lo menos 5 cm de espesor, la cual debe ser adecuadamente incorporada a la superficie subyacente mediante arado o escarificación.

b. Taludes con pendiente mayor a 2:1 y menor o igual a 1.5:1

La superficie sobre la cual se implantarán los estolones debe prepararse dejándola a la línea y rasante especificada en los planos, libre de protuberancias o depresiones que tiendan a impedir el buen drenaje de la superficie.

Antes de proceder a la implantación de los estolones deben colocarse, perpendicularmente a la pendiente, varas de guadua de diámetro entre 7 y 12 cm, espaciadas entre 0.30 y 1.00 m (según lo especificado en los planos o lo indicado por la Interventoría), soportadas por estacas de madera de 5 a 7 cm de diámetro, colocadas cada 2.00 m. Las estacas tendrán una longitud total de 0.40 m, penetrando 0.25 m en el talud.

Una vez ejecutado este trabajo, se incorporarán las adiciones, (tierra vegetal, abonos, etc.), y se procederá a la implantación de los estolones.

c. Taludes con pendiente mayor a 1.5:1 y menor o igual a 0.25:1

La superficie sobre la cual se implantarán los estolones debe prepararse dejándola a la línea y rasante especificada en los planos, libre de protuberancias o depresiones que tiendan a impedir el buen drenaje de la superficie.

Antes de proceder a la implantación de los estolones deben colocarse, perpendicularmente a la pendiente, varas de guadua de diámetro entre 7 y 12 cm, espaciadas entre 0.30 y 0.50 m (según lo especificado en los planos o lo indicado por la Interventoría), soportadas por varillas de acero de $D=1/2"$, colocadas cada 2.00 m.

Las varillas tendrán una longitud total de 0.50 m, penetrando 0.35 m en el talud.

Una vez colocada la guadua, se instalará malla de alambre galvanizado tipo gallinero, la cual servirá para retener la tierra vegetal.

Una vez ejecutado este trabajo, se incorporarán las adiciones, (tierra vegetal, abonos, etc.), y se procederá a la implantación de los estolones.

5.06.03.04 RESPONSABILIDAD Y CONSERVACION DE LA SUPERFICIE

El Contratista será responsable por la calidad del empedrado resultante, así como por su protección contra la acción de tráfico de personas y de los elementos. El Contratista debe atender el riego de la zona.

5.06.04 MEDIDA

El trabajo de empedrado se medirá por metro cuadrado de superficie aceptada, con aproximación a un decimal.

5.06.05 PAGO

Todos los costos de los trabajos especificados en esta sección, deberán estar incluidos en los precios unitarios del formulario de precios del Contrato, para los siguientes ítems:

Item	Concepto	Unidad de medida
5.5.06	Empradizados	
1	Empradización de taludes con pendiente menor o igual a 2:1	m2
2	Empradización de taludes con pendiente mayor a 2:1 y menor o igual a 1.5:1	m2
3	Empradización de taludes con pendiente mayor a 1.5:1 y menor o igual a 0.25:1	m2

Este pago constituirá la única compensación que reciba el Contratista por concepto de toda la planta, el equipo, los materiales y la mano de obra; por la administración, imprevistos y utilidad; y por todos los demás costos en que deba incurrir para ejecutar los trabajos de acuerdo con las especificaciones.

5.07 REJAS PARA SUMIDEROS

5.07.01 GENERALIDADES

Esta especificación se aplicará al suministro e instalación de rejas de hierro para sumideros transversales, en un todo de acuerdo con los planos.

5.07.02 MATERIALES

Las rejas para sumideros se fabricarán con hierro gris de acuerdo con la norma A48-64 de la ASTM para la clase de hierro 20A. La calidad del material debe ser tal, que al golpear con un martillo un borde rectangular, se produzca una muesca pero no se separen escamas metálicas.

5.07.03 FABRICACION

Las rejas de hierro para sumideros se fabricarán de acuerdo con las dimensiones y detalles dados en los planos para sumideros. Se rechazarán las rejas que presenten fisuras, rajaduras, agujeros, ampollas, y con acabado deficiente a juicio del Interventor.

Las rejas metálicas tendrán una recepción provisional por parte de la Interventoría en el taller de fabricación, en la cual se revisarán los materiales, las dimensiones y la calidad de acabados. El Interventor no dará la recepción provisional si la fabricación

no cumple con las especificaciones, según su criterio. Las rejas metálicas podrán transportarse al sitio de colocación en las estructuras cuando tengan la recepción provisional de la Interventoría; sin este requisito, la Interventoría no recibirá las rejas metálicas y no autorizará su pago.

5.07.04 INSTALACION

Las rejas de hierro deberán instalarse en la estructura de concreto de acuerdo con los planos de sumideros y siguiendo las instrucciones del Interventor. La estructura de los sumideros tiene previsto un receso de concreto que permitirá nivelar las rejas durante su colocación mediante un mortero de base. Una vez colocadas y niveladas las rejas, deberá transcurrir el tiempo necesario para que el mortero de base fragüe, tiempo durante el cual no se permitirá el paso de personas ni vehículos sobre las rejas. Terminada la instalación de las rejas, y previa aprobación del Interventor, el Contratista procederá a atracar las rejas con las losas de concreto mostradas en los planos.

5.07.05 MEDIDA

Las rejas metálicas para sumideros transversales, fabricadas, suministradas e instaladas de acuerdo con la presente especificación, se medirán por unidad.

5.07.06 PAGO

Todos los costos de los trabajos especificados en esta sección, deberán estar incluidos en los precios unitarios del formulario de precios del Contrato, para los siguientes ítems:

Item	Concepto	Unidad de medida
5.5.07	Rejas para sumideros	
1	Rejas en hierro fundido para sumideros tipo ST-40	Un
2	Rejas en hierro fundido para sumideros tipo ST2-40	Un
3	Rejas metálicas para sumideros transversales en vías peatonales L= 1.00 m	Un
4	Rejas metálicas para sumideros transversales en vías peatonales L= 2.00 m	Un

Este pago constituirá la única compensación que reciba el Contratista por concepto de toda la planta, el equipo, los materiales, la fabricación y la mano de obra; por los transportes dentro de o fuera de la obra; por la instalación; por el mortero de base o de pega; por la administración, imprevistos y utilidad; y por todos los demás costos

necesarios para suministrar e instalar las rejillas metálicas para sumideros de acuerdo con estas especificaciones.

5.08 FILTROS CON TELAS NO TEJIDAS

5.08.01 GENERALIDADES

El trabajo a que se refiere esta especificación consiste en la ejecución de todas las operaciones necesarias para el suministro e instalación de telas geotextiles no tejidas, utilizadas en la construcción de filtros para el control de aguas subterráneas, de acuerdo con los alineamientos, perfiles y secciones indicados en los planos y/o los ordenados por el Interventor.

5.08.02 MATERIALES

Se entiende por telas geotextiles no tejidas para filtros las telas o membranas permeables que se producen por diferentes sistemas, tales como el de fundir dos elementos sintéticos continuos, o compactarlos mediante agujado.

La tela o membrana debe ser liviana, fuerte, con alta resistencia a la abrasión, al pudrimiento y a la descomposición química. Debe ser resistente al desgarramiento, tener alto grado de alargamiento y recuperación y bajo carga debe conformarse fácilmente a terrenos desiguales sin romperse.

5.08.03 ESPECIFICACIONES

A menos que se especifique algo diferente en los planos, las telas geotextiles no tejidas para filtros deberán cumplir con las siguientes especificaciones mínimas:

Peso mínimo	:	140 gr/m ²
Permeabilidad normal al agua	:	$2 \times 10^{-1} < K_N < 2 \times 10^{-2}$ cm/seg.
Permeabilidad radial al agua	:	$1 \times 10^{-1} > K_r > 5 \times 10^{-2}$ cm/seg.
Resistencia a la tracción (Ensayo GRAB), mínima		0.50 KN
Deformación (Ensayo GRAB)	:	60 a 90 %
Resistencia al rasgado trapezoidal, mínima	:	0.20 KN
Resistencia a la perforación mínima	:	0.20 KN
Resistencia al reventado, mínima		12 bar

Adicionalmente, deben ser tenidos en cuenta tres parámetros a medir:

- E.O.S. : Diámetro equivalente de orificio

- D 85 : Diámetro del 85% de los poros
- O.A. : Porcentaje de área de vacíos

1. En suelos granulares:

D 85 suelo / E.O.S. > 1

O.A. < 36 %

2. En suelos arcillosos:

E.O.S. < Tamiz No.200

O.A. < 10 %

D 85 tela / D 85 suelo < 1

5.08.04 CONSTRUCCION

Una vez realizada la excavación de la zanja, de acuerdo con los alineamientos, perfiles y secciones indicados en los planos y/o los ordenados por el Interventor, y colocada en el fondo de la excavación una capa de arena media de 0.05 m de espesor máximo, se procederá a desenrollar la tela a lo largo de la zanja cubriendo con aquélla el fondo y las paredes de ésta.

Para evitar la acción del viento se podrán utilizar piedras, estacas o clavijas, a las cuales debe amarrarse la tela. **Por ningún motivo debe perforarse o romperse la tela.**

La unión o traslapo de la tela geotextil no tejida se hará ejecutando dos dobleces en los extremos a unir, de tal manera que se conforme una "vena" continua, la cual deberá coserse con fibra de polipropileno, con puntadas espaciadas 3 cm como máximo. Este sistema de unión se aplica tanto para las juntas longitudinales como para las juntas transversales.

Después de colocada la tela, se procederá a hacer el relleno de acuerdo con lo especificado en la sección 2.10.05 de estas especificaciones, subiendo simultáneamente la capa de arena media de 0.05 m de espesor máximo y el relleno con material granular.

Cuando se llegue a la cota superior del relleno, se doblará la tela para envolverlo, de la forma indicada en los planos o la que señale el Interventor, ejecutando los traslapos en la forma descrita en esta especificación.

Las telas no tejidas para filtros algunas veces son susceptibles a los efectos dañinos de los rayos ultravioleta. Por tal motivo, deben permanecer envueltas en el empaque en el que son suministradas y únicamente se deben desenvolver cuando se vayan a usar.

La operación de desenrollado y colocación de la tela no debe llevar un avance mayor de 6 metros sobre la operación de conformación del relleno.

5.08.05 MEDIDA

La medida de los filtros con tela geotextil no tejida se hará siguiendo el eje de la zanja, utilizando como unidad de medida el metro cuadrado, con aproximación a un decimal. Sólo se tendrá en cuenta la sección neta del filtro. Los traslajos no se medirán por separado.

5.08.06 PAGO

Los filtros con telas no tejidas, medidos de acuerdo con el numeral anterior, se pagarán al Contratista al precio unitario consignado en el formulario de precios para el concepto de trabajo: Suministro y colocación de tela geotextil no tejida para filtros.

Este pago constituirá la única compensación que reciba el Contratista por concepto de toda la planta, el equipo, los materiales y la mano de obra; por las juntas y traslajos; por la administración, imprevistos y utilidad; y por todos los demás costos en que deba incurrir para el correcto suministro e instalación de la tela geotextil no tejida para filtros, de acuerdo con estas especificaciones.

Las excavaciones se pagarán al Contratista de acuerdo con lo estipulado en la especificación EXCAVACIONES.

Los rellenos con material granular para filtros con telas no tejidas y la capa de arena media de 0.05 m de espesor máximo, se pagarán al Contratista de acuerdo con lo establecido en la especificación RELLENOS PARA FILTROS.

Los demás ítems que puedan estar relacionados con la construcción de filtros con telas no tejidas, tales como gaviones, concreto, tuberías, rellenos con material común, etc., se pagarán al Contratista a los precios consignados en el formulario de precios para los ítems correspondientes.

5.09. ENSAYOS DE LABORATORIO

5.09.01 EN TERRAPLENES Y RELLENOS

5.09.01.01 CONTROL DE CALIDAD

La Interventoría efectuará todos los ensayos que considere necesarios para controlar la construcción de terraplenes y rellenos. En los rellenos en zanja, se tomarán compactaciones en cada metro de espesor ejecutado y en distancias no mayores a 30 metros, por el eje de la zanja de ancho hasta 1.20 metros, o en varios alineamientos cuando el ancho de ésta sea superior a 1.20 metros.

5.09.01.02 MEDIDA

Los ensayos necesarios para determinar la calidad de los materiales, de acuerdo con la sección 2.04 TERRAPLENES Y RELLENOS, no se medirán puesto que el Contratista debe incluirlos en los precios unitarios del ítem correspondiente.

Los ensayos necesarios para verificar la compactación, serán medidos por unidad de cada tipo de ensayo solicitado.

5.09.01.03 PAGO

El valor de los ensayos solicitados para verificar la compactación, se pagará al Contratista a los precios unitarios consignados en el formulario de precios para cada uno de los ítems respectivos. Este valor incluirá la toma de las muestras en campo, traslado al sitio de prueba o laboratorio, la ejecución del ensayo y la entrega de los resultados a la Interventoría.

No se incluirán, para efectos de pago, y serán por cuenta del Contratista, los ensayos que sea necesario efectuar para verificar la compactación de terraplenes y rellenos que hubieren sido rechazados por deficiencias de construcción.

No se incluirán, para efectos de pago, los ensayos requeridos para determinar la calidad de los materiales a emplear en cada uno de los diversos tipos de terraplenes y rellenos. El costo de estos ensayos debe ser incluido por el Contratista en los precios unitarios del ítem respectivo de la sección TERRAPLENES Y RELLENOS.

5.09.02 EN TUBERIAS PREFABRICADAS

5.09.02.01 TUBERIAS DE CONCRETO REFORZADO

5.09.02.01.01 CONTROL DE CALIDAD

Teniendo en cuenta que el diseño de la cimentación y atraque de las tuberías se ejecutará con base en los valores de resistencia dados en los catálogos de la tubería especificada, es necesario constatar dichos valores mediante ensayos de resistencia por el método de los tres apoyos, sobre muestras tomadas así: Cuando la fabricación de la tubería se ejecute continuamente, la Interventoría escogerá un tubo por cada 100 unidades o fracción; cuando la fabricación se ejecute por etapas de menos de 100 tubos, o cuando los materiales del concreto utilizados varíen, la Interventoría escogerá un tubo por cada etapa o cochada, respectivamente.

La prueba de los tres apoyos deberá llevarse hasta obtener la carga D (expresada en kilogramos por metro de longitud y por metro de diámetro) necesaria para producir una grieta 0.01 pulgadas, (0.25 mm), de acuerdo con lo estipulado en la NORMA ICONTEC C-401. Estas pruebas se realizarán en el sitio de fabricación o en un laboratorio homologado por el Fabricante, el Contratista y la Interventoría.

5.09.02.01.02 MEDIDA

Los ensayos necesarios para determinar la resistencia de la tubería por el método de los tres apoyos, así como para determinar la absorción en los tubos de concreto, serán medidos por unidad de módulo de tubería ensayada y por unidad de ensayo de absorción realizado.

5.09.02.01.03 PAGO

El valor de los ensayos solicitados se pagará al Contratista a los precios unitarios consignados en el formulario de precios para cada uno de los ítems respectivos.

Este valor incluirá el cargue, transporte y descargue, si fuese necesario, la ejecución del ensayo, la entrega de los resultados a la Interventoría y los costos de desplazamiento y supervisión que el ensayo ocasione al Contratista o a su representante.

En el evento de que la tubería no resista la carga D especificada para cada caso, el costo del módulo de tubería no será reconocido por LA CORPORACION; en caso contrario el tubo será aceptado para su instalación en la obra.

5.09.02.02 EN TUBERIAS DE CONCRETO SIN REFORZAR

5.09.02.02.01 CONTROL DE CALIDAD

La resistencia al aplastamiento y absorción de la tubería de concreto sin reforzar se ajustará a los requisitos prescritos en la norma ASTM C14. Los resultados individuales de las diversas pruebas para cada tamaño de la tubería, así como para cada planta y cada embarque, se tabularán por separado en forma que muestren el porcentaje que queda de ajustarse a los requisitos de cada prueba.

Las muestras que han de probarse se escogerán por un representante de la Interventoría en los patios de la fábrica o en la obra.

La tubería se probará para resistencia al aplastamiento por el método de los tres apoyos y los ensayos se realizarán en el sitio de fabricación o en un laboratorio homologado por el Fabricante, el Contratista y la Interventoría.

Las pruebas de resistencia al aplastamiento se aplicarán ordinariamente a una cantidad no menor del 75% de las muestras recibidas para fines de prueba, y serán escogidas por un representante de la Interventoría en los patios de la fábrica o en la obra.

La tubería será aceptable, según las pruebas de resistencia, cuando todas las muestras se ajusten a los requisitos de las pruebas.

Si alguna de las muestras preliminares, deja de satisfacer los requisitos de la prueba, se permitirá al fabricante hacer otras pruebas en dos muestras adicionales por cada una de las muestras que hayan fallado, y la tubería se considerará aceptable, solamente, cuando todas estas muestras, nuevamente probadas, respondan a los requisitos de resistencia.

En las pruebas de absorción, cuando una cantidad no mayor del 20% de las muestras deja de llenar los requisitos de la especificación, el fabricante podrá escoger sus existencias y eliminar cualquier cantidad de tubería que desee, marcando aquéllas que no deben despacharse. Las pruebas necesarias se harán sobre el saldo del pedido y se aceptarán las que estén de acuerdo con los requisitos.

Teniendo en cuenta que el diseño de las cimentaciones y atraque de las tuberías se ejecutará con base en los valores de resistencia dados en los catálogos de las tuberías especificadas, es necesario constatar dichos valores mediante ensayos de resistencia por el método de los tres apoyos sobre muestras tomadas así:

Cuando la fabricación de la tubería se ejecute continuamente, la Interventoría escogerá un tubo por cada 100 unidades o fracción; cuando la fabricación se ejecute por etapas de menos de 100 tubos, o cuando los materiales utilizados varíen, la Interventoría escogerá un tubo por cada etapa o cochada, respectivamente.

La prueba de los tres apoyos deberá llevarse hasta obtener la rotura del tubo sometido al aplastamiento.

5.09.02.02.02 MEDIDA

Los ensayos necesarios para determinar la resistencia de la tubería por el método de los tres apoyos, así como para determinar la absorción en los tubos de concreto, serán medidos por unidad de módulo de tubería ensayada, y por unidad de ensayo de absorción realizado.

5.09.02.02.03 PAGO

El valor de los ensayos solicitados se pagará al Contratista a los precios unitarios consignados en el formulario de precios para cada uno de los ítems correspondientes.

Este valor incluirá el cargue, transporte y descargue, si fuese necesario, la ejecución del ensayo, el costo del módulo de tubería, la entrega de los resultados a la Interventoría y todos los costos de desplazamiento y supervisión que el ensayo ocasione al Contratista o a su representante.

5.09.02.03 EN TUBERIAS DE GRES

5.09.02.03.01 CONTROL DE CALIDAD

Teniendo en cuenta que el diseño de las cimentaciones y atraque de las tuberías se ejecutará con base en los valores de resistencia dados en los catálogos de las tuberías especificadas, es necesario constatar dichos valores mediante ensayos de resistencia por el método de los tres apoyos sobre muestras tomadas así:

Cuando la fabricación de la tubería se ejecute continuamente, la Interventoría escogerá un tubo por cada 100 unidades o fracción; cuando la fabricación se ejecute por etapas de menos de 100 tubos, o cuando los materiales utilizados varíen, la Interventoría escogerá un tubo por cada etapa o cochada, respectivamente.

La prueba de los tres apoyos deberá llevarse hasta obtener la rotura del tubo sometido al aplastamiento.

Los tubos ensayados deberán cumplir con los valores de resistencia mínimos especificados en kilogramos por metro lineal, en la Tabla No. 2 de la Norma ICONTEC 205.

Cuando más del 20% de las muestras no satisfacen la prueba de absorción, se rechazará toda la tubería despachada de la cual hacen parte las muestras probadas, salvo que el fabricante o vendedor, con el consentimiento de la Interventoría, pueda suministrar un número igual de muestras del mismo despacho para nueva prueba y sin que ocasione ningún costo adicional.

Si más del 80% de las muestras probadas, incluyendo las pruebas iniciales, muestran conformidad sustancial con las diferentes pruebas ejecutadas, se aceptará la totalidad del cargamento de tubos del tamaño respectivo, en caso contrario será rechazado. La tubería sometida a la prueba de resistencia se aceptará si todas las muestras probadas llenan los requisitos de resistencia.

Si alguna de las muestras no llena los requisitos, se permitirá hacer otras pruebas en dos muestras adicionales por cada muestra de las que fallaron y la tubería se aceptará, solamente, cuando al probar estas nuevas muestras se satisfagan los requisitos de resistencia.

Sin embargo, en caso de que la tubería no llene los requisitos de resistencia, según el método especificado, y si fuere dudosa la exactitud del aparato de prueba, se hará a solicitud del fabricante una nueva prueba haciendo una nueva calibración a la máquina o buscando otra máquina de prueba de precisión certificada. Estas pruebas se realizarán en el sitio de fabricación o en un laboratorio homologado por el Fabricante, el Contratista y la Interventoría. El costo de los ensayos adicionales no será pagado por LA CORPORACION.

5.09.02.03.02 MEDIDA

Los ensayos necesarios para determinar la resistencia de la tubería por el método de los tres apoyos, así como para determinar la absorción en los tubos de gres, serán medidos por unidad de módulo de tubería ensayada y por unidad de ensayo de absorción realizado.

5.09.02.03.03 PAGO

El valor de los ensayos solicitados se pagará al Contratista a los precios unitarios consignados en el formulario de precios para cada uno de los ítems respectivos.

Para el ensayo de resistencia por el método de los tres apoyos este valor incluirá el cargue, transporte y descargue, si fuese necesario, la ejecución del ensayo, el costo del módulo de tubería, la entrega de los resultados a la Interventoría y todos los costos

de desplazamiento y supervisión que el ensayo ocasione al Contratista o a su representante.

5.09.03 EN CONCRETOS

5.09.03.01 CONTROL DE CALIDAD

La Interventoría ordenará todos los ensayos que considere necesarios sobre los materiales que el Contratista se proponga utilizar en la elaboración de los concretos, así como los ensayos que requiera para dar su aprobación al diseño de los diferentes tipos de mezclas, y los ensayos de resistencia a la compresión que estime convenientes para garantizar la calidad de los concretos.

Si los resultados de los ensayos de resistencia a la compresión a los 28 días no están de acuerdo con la Norma 4.8.4.1 del ACI-318-77 o su equivalente de acuerdo con revisiones posteriores, el Interventor procederá a efectuar un análisis de los ensayos a los 56 días con base en los coeficientes de resistencia que posee LA CORPORACION.

Si en estos ensayos continúa la discordancia con la norma mencionada, se efectuarán ensayos de núcleo (coredrill) de acuerdo con la norma 4.8.4.2 del ACI-318-77 o a su equivalente de acuerdo con revisiones posteriores.

Los resultados de tales pruebas deberán concordar con lo exigido por la Norma 4.8.4.4 del ACI-318-77; en caso contrario, LA CORPORACION ordenará la demolición de la estructura.

Si se cumple con la norma 4.8.4.4, la disminución en la resistencia a la compresión afectará el precio unitario, como lo muestra la siguiente tabla:

Reducción en la Resistencia	Reducción en el Precio Unitario
10%	5%
15%	10%

Los costos de las pruebas de control de calidad sobre concretos que hayan sido rechazados con prueba de control preliminar, serán por cuenta del Contratista.

Todo tipo de ensayos se realizará en un laboratorio homologado por el Contratista y la Interventoría.

5.09.03.02 MEDIDA

Las muestras y los ensayos de laboratorio que ordene la Interventoría sobre los materiales que el Contratista se proponga utilizar, así como los ensayos necesarios para verificar el diseño de los diferentes tipos de mezclas, requisito indispensable para su aprobación por parte de la Interventoría, no serán medidos puesto que el

Contratista debe incluirlos en los precios unitarios de los ítems correspondientes de las secciones 4.02 CONCRETO y 4.13 CONCRETO LANZADO.

Los ensayos de resistencia a la compresión, necesarios para determinar la calidad de los concretos, serán medidos por unidad.

5.09.03.03 PAGO

El valor de los ensayos de resistencia a la compresión solicitados, se pagará al Contratista a los precios unitarios consignados en el formulario de precios para los ítems correspondientes.

Este valor incluirá el costo de todos los materiales, mano de obra, toma de las muestras en el terreno, equipos, transportes, ejecución de ensayos de laboratorio, costos de desplazamiento y supervisión, informe de resultados a la Interventoría, y todos los costos en que deba incurrir el Contratista para realizar los ensayos de resistencia a la compresión.

No se incluirán, para efectos de pago, los ensayos adicionales requeridos para evaluación de aquellos ensayos que no dieron resultados satisfactorios.

No se incluirán, para efectos de pago, ni las muestras, ni los materiales, ni los ensayos de laboratorio que ordene la Interventoría sobre los materiales que el Contratista se proponga utilizar, así como tampoco los ensayos que considere necesarios la Interventoría para verificar el diseño de los diferentes tipos de mezclas. El costo de estos ensayos debe ser incluido por el Contratista en los precios unitarios de los ítems correspondientes de las secciones 4.02 CONCRETOS y 4.13 CONCRETO LANZADO.

5.09.04 ESTRUCTURACION EN EL FORMULARIO DE PRECIOS UNITARIOS

5.09 Ensayos de laboratorio

01. En terraplenes y rellenos

- a. Ensayo Proctor Standard
- b. Ensayo Proctor Modificado
- c. Densidad de campo

02 En tuberías prefabricadas

A Ensayo de Resistencia a la Compresión.

Método de los Tres Apoyos

1. En tubería de concreto reforzado

- a. Diámetros menores o iguales a 30"

- b. Diámetros mayores a 30"

- 2. En tubería de concreto sin reforzar
 - a. Diámetros menores a 12"
 - b. Diámetros entre 12" y 21"

- 3. En tubería de gres
 - a. Diámetros menores a 12"
 - b. Diámetros entre 12" y 21"

- B. Ensayo de Absorción
 - 1. En tubería de concreto
 - 2. En tubería de gres

- 03 En concretos
 - 1. Ensayo de resistencia a la compresión
 - 2. Ensayo de núcleo (coredrill)
 - 3. Ensayo de resistencia a la compresión en concreto lanzado

5.10 SARDINELES EN LADRILLO PARA FILTROS DE PANTALLA

5.10.01 GENERALIDADES

El trabajo a que se refiere la presente especificación consiste en el conjunto de operaciones que deberá efectuar al Contratista para suministrar los materiales necesarios y construir los sardineles en ladrillo para filtros de pantalla en los sitios y con las dimensiones señaladas en los planos y/u ordenados por el Interventor.

5.10.02 MATERIALES

Los ladrillos que se empleen en la construcción de los sardineles deberán cumplir con lo estipulado en el numeral 4.06.02 de estas especificaciones.

5.10.03 CONSTRUCCION

Los sardineles en ladrillo se construirán en los sitios indicados en los planos y/u ordenados por el Interventor, sobre la tela geotextil en el remate de los filtros de pantalla.

Todos los ladrillos deberán mojarse antes de su colocación e irán apoyados en toda su superficie sobre capas de mortero 1:2.5 y con juntas de extremos y de lado hechas simultáneamente y de espesor no inferior a 1 cm, ni superior a 1.25 cm.

En general, deberá cumplirse con lo indicado en el numeral 4.06 de estas especificaciones.

5.10.04 MEDIDA

La medición de los sardineles en ladrillo construidos de acuerdo con la presente especificación, se hará utilizando como unidad de medida el metro lineal con aproximación a un decimal.

5.10.05 PAGO

Las longitudes de sardineles en ladrillo, medidas según el numeral anterior, se pagarán al Contratista a los precios unitarios consignados en el formulario de precios del Contrato para el concepto de trabajo: Sardineles en ladrillo para filtros de pantalla.

5.11 DISEÑO, SUMINISTRO E INSTALACION DE EQUIPOS

El Contratista suministrará los equipos que se indiquen en los planos y se especifiquen en el capítulo de especificaciones mecánicas de este volumen y requeridos para la operación y funcionamiento de la obra contratada.

5.11.01 ALCANCE DE LOS TRABAJOS

5.11.01.01 GENERALIDADES

El Contratista deberá ejecutar los trabajos que sean necesarios para el manejo cuidadoso, transporte en la obra, colocación, acople, obras de protección permanente especificadas en los planos, puesta en funcionamiento de tales equipos, trabajos ejecutados de acuerdo con los planos de detalle suministrados por el fabricante de los equipos y/o por LA CORPORACION y en general, de acuerdo con las instrucciones de la Interventoría.

El Contratista debe revisar los planos y detalles de instalación de tales equipos y elementos, y solicitar a LA CORPORACION y al fabricante las aclaraciones o instrucciones que sean del caso para ejecutar los trabajos, pues es responsabilidad del Contratista su correcta instalación. En caso de que los equipos no funcionen correctamente, el Contratista deberá removerlos y volverlos a instalar a satisfacción de LA CORPORACION, sin que ella tenga que reconocer costo adicional alguno. De la misma manera, todos los elementos o equipos que sean dañados o no puedan ser recuperados debido a la mala instalación o diseño, deberán ser reemplazados a todo costo por cuenta del Contratista.

En los sitios donde sea necesario hacer reparaciones en el concreto para fijar elementos, pernos de anclaje, etc., deberán hacerse teniendo en cuenta lo especificado en el numeral 4.02.15

5.11.01.02 PINTURA INDUSTRIAL

Se refiere al proceso necesario para proteger las superficies y elementos mecánicos fabricados en acero estructural, y que permanecen o tienen que operar en ambiente fuertemente contaminado y/o a la intemperie.

5.11.01.03 LIMPIEZA

Las partes fabricadas en acero estructural deberán someterse a una profunda limpieza superficial para eliminar óxidos, grasas, materias orgánicas, tierra, barro y todos aquellos materiales extraños que impidan una buena adherencia de la pintura.

El proceso de limpieza debe ejecutarse mediante la aplicación de un chorro de arena (Sand Blasting) hasta la gradación "metal blanco" con superficie acabado basto (N).

5.11.01.04 PINTURA

Máximo un (1) hora después de limpiada la superficie, se debe aplicar una capa de pintura anticorrosiva tipo Minio Rojo con espesor aproximado de 0.2 mm. Doce horas después debe aplicarse una segunda capa de pintura anticorrosiva tipo Cromato de Zinc (color amarillo), con un espesor aproximado de 0.2 mm.

Posteriormente, 12 horas después, se aplicará una mano de pintura de acabado altamente resistente a la intemperie, previa aprobación de la calidad y color de la pintura por parte de la Interventoría.

Para la aplicación de las diversas capas de pintura, debe utilizarse una brocha de fibra de nylon suave o pistola neumática; las capas deben ser uniformes evitando claros o acumulaciones.

5.11.02 MEDIDA

La unidad de medida para efectos de pago para el diseño, suministro e instalación de equipos, será por unidad instalada correctamente, incluida su puesta en operación y entrenamiento a personal de LA CORPORACION, para cada uno de los ítems discriminados en el formulario de cantidades y precios.

5.11.03 PAGO

El precio unitario deberá cubrir todos los costos de suministro, accesorios, transporte, diseño y garantía, transporte local, almacenamiento, vigilancia, mano de obra y demás costos directos e indirectos que ocasionen el correcto diseño, suministro e instalación de cada unidad, a entera satisfacción de la Interventoría. El precio unitario debe incluir

la conexiones eléctricas, hidráulicas y neumáticas para su operación, así como el costo del entrenamiento a personal de LA CORPORACION para su posterior funcionamiento, manual de instrucciones y directorio para accesorios de repuesto.

La macrodescripción de los equipos se encuentra en el capítulo de especificaciones mecánicas del presente volumen.

5.12 ACCESORIOS DE HIERRO FUNDIDO

5.12.01 GENERALIDADES

En este grupo están incluidos los accesorios a colocar en las conducciones hidráulicas y de drenaje así como pasamuros, compuertas, válvulas, aros y contra-aros para tapas de pozos y compuertas de charnela.

5.12.02 LISOS Y DE BRIDA

Se refiere a los accesorios de hierro fundido consistentes en cruces, tees, codos, reducciones, tapones, etc., relacionados en el formulario de cantidades y precios y de acuerdo a las especificaciones estipulados en los planos de diseño.

El material de los accesorios será hierro fundido gris de acuerdo con la especificación ASTM A-126-61 T.

El exterior de los accesorios deberá cubrirse con una capa de pintura bituminosa de base asfáltica o alquitrán mineral (coaltar), de aproximadamente 1 mm de espesor. Se aplicarán dos capas de pintura bituminosa a la parte exterior de todos los accesorios y su período de secamiento deberá ser menor de 48 horas.

Una vez terminado el recubrimiento, será continuo y liso, adherido fuertemente al accesorio, y no será, ni pegajoso cuando esté expuesto al sol, ni quebradizo cuando esté frío.

Al interior de los accesorios se aplicarán dos capas de pintura bituminosa semejante a la aplicada en la parte exterior, y el espesor del recubrimiento será tan grueso como sea práctico, siendo el mínimo de 1 milímetro. El secamiento del recubrimiento tendrá lugar en menos de 48 horas y no deberá producir olor o sabor objetables al agua que esté en contacto con el recubrimiento.

Las superficies maquinadas no tendrán recubrimiento.

Para la aceptación de los accesorios se llevarán a cabo los siguientes ensayos:

Ensayo a Presión Hidrostática

Los ensayos para todos los diámetros son para una presión de trabajo de 10.5 kg/cm² (150 psi) y deberán probarse hidrostáticamente en fábrica a 21.1 kg/cm².

Los accesorios se marcarán en letra de relieve de 2mm de alto, dando la siguiente información:

- Nombre del Fabricante
- Diámetro Nominal
- Clase de presión
- Grado de curvatura para los codos

Se tendrá en cuenta las tolerancias especificadas en la norma ANSIA-2110.

Los accesorios estarán de acuerdo con las especificaciones ANSIA-21-10 CAST IRON FITTING.

Los accesorios deberán estar capacitados para su conexión a tubería u elemento según lo mostrado en el diseño.

5.12.03 VALVULAS DE HF DE COMPUERTA Y EXTREMOS LISOS O DE BRIDA

Se suministrarán válvulas de hierro fundido, con vástago de extensión no elevable y cajas fijas para las mismas, con los diámetros indicados en los planos, y montados en bronce de doble disco, asientos paralelos, vástagos no ascendentes, apertura en sentido contrario a las manecillas del reloj, el cual estará debidamente marcado con la flecha en alto relieve y cumplirán con todas las especificaciones pertinentes a la norma AWWA C-500. El cuerpo de las válvulas vendrá con extremos lisos.

Todas las válvulas deberán ser probadas a una presión de 21 kg/cm² (300 psi) para una presión de trabajo de 10.5 kg/cm² (150 psi).

Las válvulas vendrán protegidas con una capa de pintura bituminosa y debidamente protegidas para evitar el deterioro.

Las válvulas serán de extremos según requerimientos del proyecto.

5.12.04 INSTALACION

El Contratista deberá ejecutar los trabajos que sean necesarios para el manejo cuidadoso, transporte, colocación, acople y puesta en funcionamiento de los accesorios a que se refiere la presente especificación, trabajos ejecutados de acuerdo con los planos y en general de acuerdo con las instrucciones de la Interventoría.

En caso de que las válvulas, compuertas y accesorios no funcionen correctamente, el Contratista deberá removerlos y volverlos a instalar a satisfacción de LA CORPORACION sin que ella tenga que reconocer costo adicional alguno.

En los sitios donde sea necesario hacer reparaciones en el concreto para fijar elementos, pernos de anclaje, etc., deberán hacerse teniendo en cuenta lo especificado en el numeral 4.02.15

5.12.05 COMPUERTAS DE CHARNELA

Se refiere a las válvulas de compuerta que se utilizan para control de olores en las entregas de los sumideros a sistemas de alcantarillado combinado.

La fabricación e instalación de dichas compuertas se hará de acuerdo con los datos consignados en los planos y con las indicaciones de la Interventoría.

Una vez instaladas, y antes de ser recibidas por la Interventoría, debe verificarse que hayan sido protegidas completamente con una capa de pintura bituminosa, como la especificada en el numeral 5.12.02; que sus partes móviles hayan sido debidamente engrasadas; y en general, constatar su perfecto estado de funcionamiento .

5.12.06 AROS Y CONTRA-AROS PARA TAPAS DE POZOS

Se refiere a los aros y contra-aros en hierro fundido, utilizados para la fabricación y soporte de las tapas para pozos de inspección de sistemas de alcantarillado en vías vehiculares.

La fabricación e instalación de dichos aros y contra-aros, así como de la tapa, se hará de acuerdo con los datos consignados en los planos y con las indicaciones de la Interventoría.

La instalación del contra-aro debe hacerse cuando la placa del anillo del pozo no haya fraguado aún, de tal manera que se produzca una adecuada adherencia. Debe verificarse que quede perfectamente nivelada, y que el apoyo para el aro sea completamente uniforme en toda su longitud, para garantizar la vida útil de la tapa.

5.12.07 MEDIDA

La unidad de medida, para efecto de pago, para el suministro e instalación de compuertas, válvulas, pasamuros, accesorios de HF, compuertas de charnela, y aros y contra-aros para tapas de pozos, será por unidad instalada correctamente para su puesta en operación.

El concreto y el acero requeridos para la fabricación de las tapas para pozos de inspección, serán medidos de acuerdo con lo especificado en las secciones 4.02 CONCRETO y 4.03 ACERO DE REFUERZO, respectivamente.

5.12.08 PAGO

Las unidades medidas de acuerdo con el numeral 5.12.07 serán pagadas a los precios unitarios pactados para cada uno de los ítems discriminados en el formulario de precios y cantidades de obra. Estos precios deberán cubrir todos los costos de suministro, transporte, manejo, almacenamiento, equipos y mano de obra para instalación, pruebas y demás costos directos e indirectos que se ocasionen en la correcta instalación de cada unidad, a entera satisfacción de la Interventoría.

El concreto y el acero requeridos para la fabricación de las tapas para pozos de inspección, serán pagados por separado, de acuerdo con lo especificado en las secciones 4.02 CONCRETO y 4.03 ACERO DE REFUERZO, respectivamente.

5.13 ACCESORIOS DE ACERO INOXIDABLE

5.13.01 GENERALIDADES

En esta especificación están incluidos los accesorios a colocar según la geometría, calidad y forma mostradas en los planos.

5.13.02 MATERIAL

El material de los accesorios será acero inoxidable, de acuerdo con el tipo estipulado en los planos.

5.13.03 INSTALACION

El Contratista deberá ejecutar los trabajos que sean necesarios para el manejo cuidadoso, transporte, colocación, acople y puesta en funcionamiento de los accesorios a que se refiere la presente especificación, trabajos que serán ejecutados de acuerdo con los planos y en general, de acuerdo con las instrucciones de la Interventoría.

En caso de que los accesorios no funcionen correctamente, el Contratista deberá removerlos y volverlos a instalar a satisfacción de LA CORPORACION, sin que ella tenga que reconocer costo adicional alguno.

En los sitios donde sea necesario hacer reparaciones en el concreto para fijar elementos, pernos de anclaje, etc., deberán hacerse teniendo en cuenta lo especificado en el numeral 4.02.15

5.13.04 MEDIDA

La unidad de medida, para efecto de pago, para el suministro e instalación de accesorios en acero inoxidable será por unidad instalada correctamente para su puesta en operación.

5.13.05 PAGO

Las unidades medidas de acuerdo con el numeral 5.13.04, serán pagadas a los precios unitarios pactados para cada uno de los ítems discriminados en el formulario de precios y cantidades de obra. Estos precios deberán cubrir todos los costos de suministro, transporte, manejo, almacenamiento, equipos y mano de obra para la instalación y demás costos directos e indirectos que se ocasionen en la correcta instalación de cada unidad, a entera satisfacción de la Interventoría.

5.14 BARANDAS U ESCALERAS METALICAS

5.14.01 GENERALIDADES

Esta norma se refiere a la construcción de las barandas u escaleras metálicas mostradas en los planos, que deberán ser instaladas a la intemperie.

5.14.02 MATERIALES

Las barandas y escaleras metálicas serán construidas en tubería y accesorios de 1½" de hierro galvanizado, de acuerdo con las dimensiones consignadas en los planos. El empotramiento de las barandas será de 0.30 m, con base de platina de 0.20 x 0.20 m x 3/16" para anclajes.

5.14.03 MEDIDA

Las barandas metálicas se medirán por metro lineal, cuando no se hallen incluidas específicamente en otros ítems. Las escaleras metálicas se medirán por unidad.

5.14.04 PAGO

El pago incluirá el suministro de la tubería y los accesorios requeridos para definir su forma y garantizar su perfecto funcionamiento.

El precio deberá incluirla instalación todos los materiales, los anclajes, la colocación, las soldaduras, la mano de obra; la pintura con anticorrosivo, (dos manos iniciales como imprimante), la posterior aplicación de dos manos de pintura esmalte mate sintético color amarillo limón "in situ" u otro que exija la interventoría, los costos directos e indirectos; y en general, todos los costos en que deba incurrir el Contratista para la construcción de las barandas metálicas, de acuerdo con estas especificaciones.

5.15 TRATAMIENTO SUPERFICIAL BITUMINOSO SIMPLE

5.15.01 DESCRIPCION

Esta norma se refiere a la aplicación de un material bituminoso sobre una base previamente preparada, o calzada existente, sobre la cual se distribuirá un agregado pétreo de recubrimiento, de acuerdo con estas especificaciones y con las dimensiones que fije LA CORPORACION.

5.15.02 MATERIALES

Los materiales bituminosos podrán ser asfaltos líquidos (cutbacks) de curación rápida, RC-250, (RC-2), o cemento asfáltico de penetración 85-100. Los materiales asfálticos

deberán cumplir con los requisitos establecidos en las Normas MOP M-14 y MOP M-12.

Los agregados estarán formados por piedra triturada, grava natural o una mezcla de ambos. Se entiende por piedra triturada el producto de la trituración de roca, cantos rodados o grava.

Cuando la trituración provenga de grava o cantos rodados, deberá escogerse el material por triturar, de aquél cuyas partículas sean de tamaño mayor de 30 mm., o sea retenidos en el tamiz de ½".

El agregado pétreo, ya sea piedra triturada, grava o una mezcla de ambas, tendrá sus partículas limpias, duras, sanas y libres de arcilla, polvo, álcalis, materias orgánicas o cualquier otra sustancia extraña en cantidad perjudicial. El contenido máximo de humedad del agregado será, en cada caso, definido por la Interventoría, teniendo en cuenta para ello el tipo de material bituminoso empleado.

Cualquier material que se utilice tendrá un desgaste menor del 40%, efectuado según el ensayo MOP E-15, y será aceptable después de hacerle el ensayo de Stripping, según la Norma MOP E-31.

El material pétreo deberá cumplir con la siguiente gradación:

TIPO C	
TAMIZ No.	PORCENTAJE QUE PASA
1/2"	100%
3/8"	90 - 100
1/4"	40 - 70
1/8"	0 - 10
40	0 - 3

El cemento asfáltico utilizado en la construcción del tratamiento bituminoso será homogéneo, libre de agua y no formará espuma al ser calentado hasta 275°C. Cumplirá los requisitos establecidos en la respectiva Norma.

Los asfaltos rebajados de curado rápido, tipo RC, utilizados en la construcción del pavimento, estarán libres de agua y cumplirán con lo establecido en la Norma MOP M-14.

Las cantidades de materiales a emplear por metro cuadrado, estarán comprendidas dentro de los siguientes límites:

Asfalto líquido reducido a 15.5°C.	0.35 gl/m2
Cemento asfáltico 85-100; 120-150.	0.42 gl/m2
Agregado pétreo	22.0 kg/m2

El peso de agregado indicado corresponde a un peso unitario de material suelto de 1650 kg/m³. En cada caso se hará la correspondiente corrección proporcional al peso unitario real.

La Interventoría determinará en cada caso la cantidad exacta de asfalto por pagar.

Las temperaturas de aplicación de los materiales asfálticos tendrán los siguientes límites:

Cutback RC 250 (RC-2)	50°C - 80°C
Cemento asfáltico 85-100; 120-150	135°C-180°C

5.15.02.01 ALMACENAMIENTO DE MATERIALES

El almacenamiento de los materiales se efectuará teniendo en cuenta que los materiales no deben sufrir daño, ni transformación perjudicial de sus características y cualidades; que la organización y marcha de la obra resulte lo más eficiente posible; y que los sitios destinados para el almacenamiento sean aptos para tal fin y no estorben el tránsito.

La Interventoría deberá conocer las decisiones que el Contratista tome a este respecto, para poder indicar oportunamente los reparos que estime conveniente formular. No se autorizará el comienzo de los trabajos cuando, a juicio de la Interventoría, los materiales almacenados en la obra no lo estén en cantidad suficiente.

5.15.02.02 TOMA DE MUESTRAS

a. Materiales bituminosos

Las muestras de materiales bituminosos serán tomadas por duplicado, una por cada partida, o por cada 30 m³ aproximadamente, o cuando el material bituminoso de la clase asfáltica rebajada, o las emulsiones bituminosas, hubieran permanecido almacenadas por un período mayor de un mes.

La cantidad de material bituminoso para cada muestra será de un litro, excepto para las emulsiones bituminosas que será de cuatro litros. Los envases serán de lámina de latón (hojalata) excepto en el caso de emulsiones que serán de vidrio.

Las muestras las tomará la Interventoría en presencia del Contratista o su representante autorizado, solamente en el momento de cargar el distribuidor con el

que será aplicado el material bituminoso, obteniéndose también las del interior mediante un dispositivo apropiado.

b. Agregados pétreos

Las muestras de agregados pétreos para análisis granulométricos deberán ser tomadas por duplicado, una por cada 25 metros cúbicos, y en cantidad no inferior a 2 kg. Las muestras las tomará la Interventoría en presencia del Contratista o de su representante autorizado, solamente en el momento de cargar las volquetas para su distribución en la carretera. Los ensayos granulométricos se efectuarán en el laboratorio de la obra, para lo cual el Contratista deberá suministrar el equipo especificado para un laboratorio de control.

5.15.02.03 ENVIO DE MUESTRAS

a) Una de las muestras del material bituminoso deberá ser remitida inmediatamente después de tomada al laboratorio homologado por la Interventoría y el Contratista, según lo disponga la Interventoría; los duplicados serán almacenados en la obra (Interventoría), hasta que se conozcan los resultados de sus análisis.

b) El envío de muestras para efectuarle los ensayos destinados a decidir condicionalmente la adaptabilidad de los materiales por utilizar, debe hacerse con toda la anticipación que sea posible.

En el caso de materiales bituminosos que se estén usando, se permitirá su empleo sin conocer previamente el resultado de su ensayo, bajo la responsabilidad del Contratista, quien asumirá los riesgos cuando los materiales bituminosos no cumplan lo especificado.

5.15.03 EQUIPO

Todos los elementos y equipos que se vayan a emplear, serán previamente aprobados por la Interventoría, y deberán estar en condiciones satisfactorias hasta la terminación de la obra. Si durante el transcurso del trabajo, se observaren deficiencias o mal funcionamiento del equipo utilizado, la Interventoría podrá ordenar su retiro o reemplazo.

El equipo deberá cumplir con los siguientes requisitos:

a. Barredora mecánica

Será de cepillo giratorio o de otro tipo que efectúe un trabajo similar, a juicio de la Interventoría. Estará construida en tal forma que sea posible regular la posición del cepillo, de acuerdo con su estado de desgaste y las condiciones de la superficie por barrer. Deberá estar provista de cepillos de repuesto para evitar demoras durante la construcción. Las cerdas del cepillo serán de una rigidez tal que efectúen un barrido eficaz, sin retirar el material de la superficie adherido a la misma.

b. Soplador mecánico

Estará montado sobre un chasis equipado con llantas neumáticas, podrá ser de propulsión propia o accionado por un tractor o camión de rodado neumático. El soplador deberá ser ajustado de manera que pueda efectuar un soplado enérgico, sin deteriorar la superficie. La construcción será tal, que pueda actuar impeliendo el polvo desde el centro hacia los bordes de la calzada.

c. Equipo de calentamiento de materiales bituminosos

Será de capacidad suficiente para elevar la temperatura de los materiales bituminosos hasta el grado adecuado, sin provocar sobrecalentamientos que alteren desfavorablemente sus características. Se emplearán calderas o receptáculos provistos de un sistema de calentamiento por circulación de vapor. Podrá emplearse un sistema de calentamiento o fuego directo, siempre que se disponga de calderas o receptáculos que hagan posible la circulación del material bituminoso durante el proceso de calentamiento. Cuando se emplee el distribuidor como equipo de calentamiento, se mantendrá el material bituminoso en continua circulación mientras dure la operación.

Cualquiera que sea el equipo de calentamiento empleado, deberá disponerse de un termómetro que permita conocer la temperatura del material bituminoso que se calienta, y uno de repuesto.

d. Transporte de materiales

Todo vehículo para el transporte de materiales deberá estar provisto de llantas neumáticas.

e. Distribuidor de materiales bituminosos

Estará montado sobre un chasis provisto de llantas neumáticas. Aplicará el material bituminoso a presión, con uniformidad y sin formación de estrías. Como condición de uniformidad, se exigirá que en ningún caso existan zonas en las cuales, la aplicación unitaria de material bituminoso, difiera en más del 10% en exceso o en defecto, con respecto al promedio de la aplicación unitaria para la longitud total de la barra distribuidora. Permitirá efectuar aplicaciones cuya variación, con respecto a la cantidad unitaria prefijada, no sea mayor del 15% en exceso o defecto. Para compensar la menor cantidad de material bituminoso aplicado en los extremos de la barra distribuidora, los dos últimos picos en correspondencia de dichos extremos deberán tener una abertura que supere en un 20% la abertura del resto de los picos.

Dispondrá de los siguientes dispositivos: Tacómetro y tabla de distribución, manómetro para control de presión o contador de revoluciones de la bomba, barras de distribución móviles en sentido vertical y horizontal, termómetro, chapas parabrisas en la barra de distribución para obtener riegos netos y bien definidos, una regla metálica, una guía frontal extensible para facilitar al conductor la alineación del camión y un equipo para el calentamiento de las boquillas de la distribuidora.

Las boquillas de la barra distribuidora estarán a un altura uniforme de la calzada en toda su longitud; serán rígidas, equidistantes, alineadas entre sí, y tendrán la suficiente inclinación para que las pantallas del material bituminoso no se choquen. La válvula actuará con suficiente rapidez para permitir que los riegos se inicien y terminen sobre fajas dispuestas para ese objeto.

Cuando no sea posible esto, la barra de distribución dispondrá de una faja o canaleta móvil para recoger el excedente del material bituminoso. El control del buen funcionamiento del distribuidor será efectuado por la Interventoría, pudiendo repetirse en cualquier momento durante el curso de los trabajos. El Contratista debe suministrar el personal y elementos necesarios para este objeto.

El tanque del distribuidor deberá ser calibrado por personal autorizado de la Interventoría y dispondrá de la tabla de calibración que servirá de base para la medición de las cantidades.

Si dicha calibración no hubiere sido efectuada con anterioridad, deberá efectuarse antes de utilizar el distribuidor. De todas maneras, no se comenzará el trabajo sin que la Interventoría apruebe por escrito la tabla de calibración, previa verificación de que la capacidad total del distribuidor coincida con el valor dado en la tabla, con una tolerancia de más o menos 1%. Esta verificación podrá efectuarse en cualquier momento durante la construcción, y el Contratista estará obligado a suministrar el personal necesario para ello, o para efectuar una nueva calibración en caso de que no se cumpla con la tolerancia especificada.

f. Distribuidor de agregado pétreo

Será del tipo de distribución independiente de la velocidad; distribuirá el agregado pétreo con uniformidad. Como condición de uniformidad, se exigirá que en ningún caso existan zonas en las cuales la distribución unitaria del agregado pétreo difiera en más del 10%, en exceso o en defecto, con respecto al promedio de la distribución unitaria para la longitud total de la boca de descarga del distribuidor. Permitirá efectuar distribuciones cuya variación con respecto a la cantidad unitaria prefijada no sea del 15%, en exceso o en defecto. Estará montado sobre ruedas neumáticas y poseerá un mecanismo efectivo que regule y cierre la abertura por la cual sale el material pétreo. El dispositivo de acoplamiento a la volqueta será regulable, a fin de que se adapte a las distintas alturas de las mismas, y permita mantener el distribuidor en posición invariable, a medida de que se efectúe la descarga de la volqueta.

g. Cepillos

Serán de tipo liviano y estarán formados por un bastidor de madera o metálico, con cepillos fijos adosados a su parte inferior con inclinaciones alternadas. Serán de un diseño y peso tal que puedan remover únicamente los agregados sueltos, pero no aquéllos que se hallan adheridos al material bituminoso ligante.

Los cepillos serán metálicos, formados por hojas delgadas de acero de excelente calidad. Cuando la rastra de cepillo tenga más de 2.20 metros de ancho, deberá estar articulada en sus línea media para que pueda adaptarse al bombeo de la calzada.

h. Rodillos lisos

Serán de un diámetro mínimo de 1.00 m y de un ancho efectivo no menor de 1.20 m. Deberán estar recubiertos con una llanta metálica. La presión por centímetro de ancho de llanta estará comprendida entre 25 y 45 kg.

i. Cilindradoras

Serán de tres ruedas o de tipo tandem. En el primer caso, tendrán un peso total comprendido entre cinco y siete toneladas; en el segundo, los rodillos serán de un ancho no menor de 0.70 metros ni mayor de 1.20 metros. En cualquiera de los dos tipos, la presión por centímetro de ancho de llanta trasera estará comprendida entre 25 y 45 kg.

Los mandos de la cilindradora serán adecuados, en el sentido de que el conductor pueda maniobrar en los arranques, detenerse con suavidad y llevar sin dificultad la máquina en línea recta. La cilindradora estará provista de un dispositivo eficiente para el humedecimiento de los rodillos con agua. No se admitirá en la cilindradora pérdida de combustible o lubricante.

j. Cilindro neumático múltiple

Será de dos ejes con cinco ruedas como mínimo en el posterior, y no menos de cuatro en el delantero, dispuestas en forma que abarquen el ancho total cubierto por el rodillo. La presión interior del aire en los neumáticos no será inferior a 3.50 kg/cm² (50 lb/pulg²) y la presión transmitida por cada rueda será como mínimo de 35 kg/cm. de ancho de llanta (banda de rodamiento).

k. Elementos varios

Durante la construcción del tratamiento se dispondrá en la obra de: palas, cepillos de mango largo, regaderas de mano para aplicar pequeñas cantidades de asfalto, volquetas para conducir agregado pétreo y otros, de manera que la totalidad de los trabajos detallados sean realizados con el máximo de eficiencia posible.

5.15.04 METODO DE CONSTRUCCION

a. Acondicionamiento final de la superficie por pavimentar

Además de los trabajos especificados, se harán todos los que sean necesarios para que la superficie por pavimentar se presente en condiciones satisfactorias.

Antes de aplicar el riego asfáltico, la superficie por pavimentar deberá estar completamente seca, limpia y totalmente desprovista de material suelto o flojo. Se eliminará el polvo mediante barrido o soplado, precedido, si fuere necesario, por riegos de agua. Cualquier exceso de material bituminoso de imprimación será eliminado por raspado de la capa de rodadura.

Cumplidas las condiciones anteriores, la Interventoría aprobará por escrito la sección de la calzada por pavimentar. Cuando el tráfico se efectúe por las bermas, o sobre algún desvío próximo a las bermas, y el viento deposite polvo en la superficie por pavimentar, el Contratista deberá proceder a dar riegos de agua en la cantidad suficiente para calmar el polvo. Dichos riegos serán por cuenta exclusiva del Contratista.

b. Aplicación del material bituminoso

Antes de iniciarse la aplicación del material bituminoso, deberá delimitarse perfectamente la zona por pavimentar, mediante bordes de suelo que aseguren un alineamiento correcto del borde del riego, o bien se colocarán hilos delgados a todo lo largo y a ambos lados de la sección por pavimentar, o se empleará cualquier otro procedimiento aprobado por la Interventoría. Como guía para el conductor del

distribuidor de materiales bituminosos, se podrá utilizar un hilo delgado o piola, que se colocará a una pequeña distancia fuera de la zona por pavimentar.

No se permitirá que en ningún caso se agote completamente el material bituminoso del distribuidor al final de una aplicación.

Con el objeto de obtener juntas netas, sin superposición de riegos, al comienzo o final de cada aplicación deberá colocarse papel en todo el ancho de la zona por regar, en una longitud tal, que permita al operador del distribuidor iniciar y finalizar la aplicación cuando el distribuidor se desplace a la velocidad uniforme necesaria para obtener el riego unitario establecido.

No se comenzará a regar el material bituminoso ligante en cada nueva jornada de trabajo, antes de haber comprobado la uniformidad del riego, observando que todos los picos o boquillas funcionen normalmente. Estas comprobaciones deberán hacerse sobre las cunetas o bermas. Si resultase necesario, los picos o boquillas serán calentados antes de cada descarga, y la bomba y barras de distribución limpiadas al final de cada jornada de trabajo.

No se permitirá la ejecución de ningún riego con material bituminoso ligante si la temperatura ambiente a la sombra es inferior a 10°C. Tomadas las precauciones anteriores, se procederá a dar una aplicación de material bituminoso ligante. La Interventoría fijará por orden escrita, que será aceptada por el Contratista, la cantidad y temperatura dentro de los límites especificados.

c. Distribución del agregado pétreo

A continuación del riego de material bituminoso ligante, y en un período que en ningún caso exceda en 30 minutos después de ejecutado, se procederá a distribuir el agregado pétreo de recubrimiento. La Interventoría fijará por orden escrita, que será aceptada por el Contratista, la cantidad por distribuir la cual estará comprendida dentro de los límites especificados.

La distribución será mecánica y uniforme; antes de que se use el distribuidor mecánico de agregados, deberá regularse de manera de incorporar la cantidad fijada por la Interventoría por unidad de superficie. En caso de que la distribución de agregado no fuere del todo uniforme, a juicio de la Interventoría, el agregado será uniformado empleando personal obrero con cepillo, que distribuirá a mano pequeñas cantidades del mismo, en los lugares en que la distribución haya sido escasa.

Cuando por cualquier causa, tales como comienzo, paradas accidentales o finales de distribución, cayera un exceso de agregado concentrado en una pequeña zona, ese exceso deberá ser recogido, pero no desparramado en zonas adyacentes, con cepillo.

Durante la distribución se cuidará que la cantidad de material dentro de la tolva del distribuidor sea constante, para regularizar la operación en forma satisfactoria. A tal fin, se le alimentará en forma continua desde el platón de la volqueta. No se permitirá la distribución del agregado agotando por completo la carga desde el distribuidor. Con este objeto deberá finalizarse, y por consiguiente, se comenzará

cada distribución con la mitad, aproximadamente, de la capacidad del distribuidor lleno del agregado pétreo. En esta forma se evitará la segregación del agregado.

Ya que el distribuidor deberá rodar sobre la superficie regada, a medida que la va cubriendo con el agregado, la volqueta deberá empujar el dispositivo en marcha atrás; por esta razón la Interventoría exigirá que los conductores de los vehículos que deben efectuar esa operación, demuestren poder ejecutarla con toda corrección antes de comenzar a trabajar sobre el material bituminoso. Se evitará así mismo que el distribuidor marche a tirones o en forma ondulante por exceso de juego en el acoplamiento, y que el cilindro que regula la caída de los agregados funcione en forma discontinua. Sólo en caso de emergencia se permitirá la distribución de los agregados pétreos a pala, desde montones de volumen constante, ubicados en las bermas a distancia constante.

d. Cilindrado

Después de la distribución del agregado pétreo, y dentro de un período que no excederá de 30 minutos, se comenzará a cilindrar el mismo, utilizando simultáneamente cilindradora de rodillo liso y rodillo neumático múltiple. En cualquier caso, el cilindrado se hará avanzando desde los bordes hacia el centro, teniendo la precaución de que la primera pasada se haga sin superposición de ruedas, a fin de aprovechar uniformemente todo el ancho de las ruedas y con el objeto de aprovechar uniformemente en todo el ancho del sello la mayor fluidez del material bituminoso. El cilindrado siguiente, cuando se emplea cilindradora, se hará superponiendo en cada viaje, medio ancho de rueda trasera hasta sobrepasar el eje de la calzada aproximadamente en 0.50 cm.

Cuando se usa rodillo liso o neumático múltiple, la superposición será de medio ancho de zona abarcada por los mismos. En las curvas peraltadas, el cilindro comenzará en el borde inferior avanzando hasta el borde superior. Se habrá completado una pasada de cilindro cuando haya cubierto en la forma especificada el ancho total del riego.

Si la distribución del agregado pétreo no hubiere sido uniforme, a juicio de la Interventoría, el Contratista deberá pasar la rastra de cepillos inmediatamente después del primer cilindrado, pero sin demorar el siguiente, cuidando que en ningún caso, por acción de la rastra, se desprendan partículas del agregado pétreo que estén en contacto con el material bituminoso. El número de pasadas del rodillo estará comprendido entre tres y cinco, cuando se emplee cilindradora tandem o rodillos lisos; entre nueve y doce para rodillo neumático múltiple. La Interventoría fijará el número de pasadas del cilindro de acuerdo con el equipo que se emplee y dentro de los límites especificados.

Como medida de precaución, se evitará dejar la cilindradora estacionada sobre el riego, con el fin de evitar manchas de lubricantes o combustibles que ablandarían o disolverían el material bituminoso no ligante.

e. Cilindrado adicional

Durante el segundo y tercer día de construido el sello, el Contratista deberá proceder a completar el cilindrado mediante la utilización del rodillo neumático

múltiple y la rastra de cepillos, ejecutando el cilindrado y la operación de la rastra simultáneamente.

Durante este período complementario de cilindrado, se exigirá que el rodillo neumático múltiple y la rastra de cepillos actúen sobre cada faja de riego, cubriendo cada una por el cilindro y la rastra el número de veces no inferior a cuatro ni superior a diez por cada día. La Interventoría fijará en cada caso el número de pasadas dentro de los límites fijados.

f. Entrega al tráfico

El riego ejecutado podrá ser dado al tráfico transcurridas 72 horas, como mínimo, de aplicado el material bituminoso ligante, siempre que se haya cumplido lo anterior. La Interventoría fijará en cada caso este período. Los sectores entregados al tráfico tendrán una longitud mínima de 1 Km. Durante la primera semana de entrega de cada sección al tráfico, será dirigido en forma que cubra progresivamente el ancho total de la superficie sellada. Se utilizarán con este objeto, obstáculos que no causen desperfectos a la calzada y no afecten la seguridad de los vehículos. La Interventoría aprobará o rechazará estos obstáculos atendiendo a las condiciones mencionadas. Si durante los primeros días de tráfico se notaran demasiados desprendimientos de agregado pétreo, dicho tráfico deberá suspenderse y reemplazarse por pasadas de cilindro o rodillo liso o neumático múltiple, utilizando con este objeto las horas de mayor temperatura.

Durante el riego bituminoso se continuará efectuando cada una de las operaciones constructivas en el ancho total de la calzada. Durante el tiempo que duren las mismas en cada sector de carretera, el tráfico será desviado hacia las bermas, zonas adyacentes a la calzada, o caminos auxiliares. Cuando se utilicen las bermas deberán habilitarse ambas, cada una para un sólo sentido del tráfico. Los desvíos que se utilicen serán acondicionados a fin de permitir un tráfico seguro y sin inconvenientes.

g. Construcción del pavimento por mitades

Si a juicio de la Interventoría no fuese posible utilizar desvíos en algunos sectores, ésta autorizará por escrito al Contratista que las operaciones constructivas del riego se efectúen por mitades de la superficie de rodadura, lo que permite que el tráfico utilice una de ellas. Una vez desaparecida la causa que impide el desvío del tráfico, deberá volverse a trabajar en la forma normal especificada.

Será obligación del Contratista poner las señales necesarias para guiar el tráfico, tanto en el caso de emplearse desvíos, como cuando se utilice la mitad de la calzada para la circulación de los vehículos. Las señales serán visibles de día y de noche con indicación de la velocidad máxima segura.

Durante la ejecución del riego, el Contratista deberá defender todas aquellas partes de las obras de arte que puedan ser alcanzadas por el material bituminoso, con lonas, papel, etc. El Contratista será responsable de todo daño intencional o accidental que causen los operarios en las obras de arte y en consecuencia, los trabajos de reparación, limpieza y repintado necesarios que, a juicio de la Interventoría, fueran imputables al personal encargado de la ejecución del riego, serán a cargo del Contratista.

5.15.05 COMPROBACION Y TOLERANCIAS

a. Incorporación del agregado pétreo

En la incorporación de agregados no se admitirán cantidades unitarias menores que las ordenadas en cada caso por la Interventoría. Cuando las cantidades de agregado distribuidas fuesen menores que las ordenadas, el Contratista estará obligado a completar el sector correspondiente de la manera más uniforme posible, previa aprobación de la Interventoría.

b. Incorporación de materiales bituminosos

No serán aprobadas por la Interventoría aplicaciones de materiales bituminosos, cuando las cantidades aplicadas sean menores en más de un 20% que las cantidades fijadas por la Interventoría dentro de los límites especificados. En las aplicaciones del material bituminoso, cuando la cantidad aplicada resulte mayor que la ordenada por la Interventoría, no se pagará el exceso. Cuando el exceso en cada sector fuese mayor que el 20% de la cantidad fijada para el mismo, el Contratista deberá incorporar agregado pétreo sin derecho a pago alguno, en un volumen igual a ocho veces el material bituminoso aplicado en exceso.

Cuando por cualquier circunstancia, exceptuando el caso de órdenes escritas de la Interventoría, no se siguiesen, para la ejecución de un sector dado del tratamiento, los procedimientos constructivos detallados en esta especificación, la obra podrá ser total o parcialmente rechazada, o su recibo postergado hasta que su comportamiento permita a la Interventoría hacer un juicio sobre la calidad de la obra ejecutada.

Si transcurrido un lapso cuyo término fijará la Interventoría, el comportamiento fuese satisfactorio a juicio de la misma, la obra será recibida y pagada; en caso contrario, será definitivamente rechazada, siendo necesario que el Contratista proceda a su reconstrucción o reparación.

Cuando el material bituminoso haya sido aplicado con anterioridad al conocimiento del ensayo oficial practicado, para la determinación de la cantidad exacta del asfalto, se le liquidará provisionalmente hasta conocer dichos resultados de la siguiente manera:

1) El material bituminoso cumple con las exigencias especificadas. En este caso queda de hecho aprobada.

2) El material bituminoso no cumple con las exigencias especificadas, pero sus fallas están dentro de las tolerancias admisibles establecidas anteriormente en esta norma para materiales bituminosos aplicados que no cumplan las especificaciones respectivas. En este caso, y aunque el sector ejecutado con él mostrare un comportamiento satisfactorio, deberá aplicarse con carácter de sanción en el primer recibo de obra posterior al conocimiento de los resultados del ensayo oficial, un descuento hasta del 10% sobre las cantidades que el material analizado represente, quedando de hecho aprobado. Este descuento se determinará mediante la Escala de Deducciones mencionada.

3) El material bituminoso no cumple con las exigencias especificadas y sus fallas están fuera de las tolerancias admisibles establecidas anteriormente en la presente norma.

En este caso, el material bituminoso y la obra afectada por el mismo, se rechazará provisionalmente hasta que sea posible juzgar sobre su comportamiento, descontándose su valor en el primer recibo de obra posterior al conocimiento de los resultados del ensayo oficial practicado. Si una vez transcurrido un tiempo de cuatro meses, el compartimento del sector fuese satisfactorio, éste será recibido y se pagarán las cantidades del material rechazado provisionalmente, pero de cualquier manera, y con el carácter de sanción, se aplicará un descuento del 10% sobre el material bituminoso. En caso de mal comportamiento bituminoso, calificación ésta que estará a juicio exclusivo de la Interventoría, el trabajo será definitivamente rechazado, siendo necesario reconstruirse y repararse el tratamiento en la forma que indique la Interventoría.

Si durante el plazo comprendido entre la ejecución de cada sector y el recibo definitivo de la totalidad de la obra contratada, se notaran fallas, como la formación de estrías longitudinales u ondulaciones cortas transversales, que sean causa de desprendimiento de los agregados, o de la producción de fisuras, el Contratista estará obligado a ejecutar por su cuenta un nuevo tratamiento igual al especificado en todo el ancho de la zona defectuosa.

c. Conservación

La conservación de los sectores de la carretera terminados y entregados al tráfico, consistirá en el mantenimiento en perfectas condiciones del tratamiento ejecutado y la reparación inmediata de cualquier falla o deterioro que se produjese.

El Contratista deberá disponer en la obra del equipo que permita efectuar la conservación efectiva del trabajo ejecutado.

Si el deterioro de la calzada fuera superficial, el mismo será cuidadosamente reparado, repitiendo todas las operaciones del proceso constructivo del tratamiento. Si el deterioro afectara la base o sub-rasante, el Contratista efectuará la reconstrucción de esas partes sin derecho a pago de ninguna naturaleza, cuando las mismas hayan sido ejecutadas como partes integrantes del Contrato, para la ejecución del tratamiento. En caso contrario, el pago de las reconstrucciones necesarias se efectuará dentro de las respectivas partidas del Contrato.

5.15.06 MEDIDA

La medida de los materiales pétreos empleados en el tratamiento, se hará en volumen y se calculará en metros cúbicos del material usado en el tratamiento, en las cantidades ordenadas por la Interventoría con las tolerancias establecidas. Dichas cantidades se determinarán por medidas efectuadas en volumen de agregado suelto sobre el vehículo de transporte en el sitio de cargue. Con este objeto, al finalizar el cargue de los vehículos, el material será distribuido en forma uniforme sobre éstos.

La medición del producto bituminoso se hará en volumen, tomando como unidad el litro o el galón, reduciendo el volumen a temperatura de 15.5°C y computado por el número de litros o galones aplicados en la carretera dentro de los anchos establecidos, en las

cantidades y a la temperatura ordenada por la Interventoría, y en las aplicaciones aprobadas por la misma.

Las cantidades aplicadas se determinarán por medidas efectuadas en el distribuidor de material bituminoso para cada aplicación, utilizándose la pantalla de calibración confeccionada de acuerdo con lo establecido. El Contratista dará diariamente su aceptación por escrito a la medida efectuada. En ningún caso, la cantidad de litros o galones medidos como aplicados será superior a las cantidades facturadas al Contratista por el proveedor del material bituminoso. Los productos bituminosos tendrán un acarreo libre de 50 kilómetros, entre el lugar de depósito fijado por la Interventoría y el de aplicación en la carretera.

La medición de los sobreacarreos se hará de conformidad con lo establecido en la especificación ACARREOS.

5.15.07 PAGO

La ejecución del tratamiento medido en la forma especificada, se pagará al precio unitario establecido en el Contrato por metro cuadrado de tratamiento terminado. Este precio será la compensación total por los gastos que represente la preparación de la base, el barrido y soplado, el calentamiento y la aplicación de los materiales bituminosos, la distribución de los agregados pétreos sobre la calzada, el valor del agregado pétreo y el del producto bituminoso, el cilindrado, el rastreado, los riegos con agua de las bermas durante la ejecución del tratamiento, el acondicionamiento y la ejecución de los desvíos, la conservación de los mismos, la corrección de los defectos constructivos durante la ejecución del tratamiento, incluyendo además mano de obra, valor del equipo y trabajos ocasionales necesarios para la ejecución del trabajo a entera satisfacción.

El pago de acarreo de materiales pétreos empleados en el tratamiento se hará de acuerdo con lo establecido en el respectivo Contrato. El valor del agregado pétreo será la compensación total por los gastos que representa la extracción, trituración, tamizado, clasificación, acarreo libre y almacenamiento del agregado.

El valor del producto bituminoso es el pago total por: valor de adquisición del producto, cargue al equipo de transporte, conducción del lugar de adquisición al depósito fijado por la Interventoría, descargue en este lugar, almacenamiento, cargue y transporte al lugar de aplicación en la carretera, acarreo libre de 50 kilómetros, aplicación del producto bituminoso en el lugar y forma que fije el proyecto y ordene la Interventoría y todas las operaciones de calentamiento y bombeo que impliquen los trabajos que vayan a ejecutarse.

Cuando la Interventoría ordene agregar algún aditivo al producto bituminoso, éste se pagará por litro al precio estipulado, el cual incluye valor de adquisición del aditivo, transporte del lugar de adquisición al de aplicación, manejo y aplicación en la forma que ordene la Interventoría.

5.16 CONCRETO ASFALTICO

5.16.01 DESCRIPCION

Este trabajo comprende la imprimación de una base granular o la aplicación de un riego de liga a una base asfáltica o un pavimento existente, y la construcción de un pavimento de una o dos capas de concreto asfáltico en planta, de acuerdo con las dimensiones indicadas en los planos o determinadas por el Interventor.

5.16.02 IMPRIMACION

5.16.02.01 DESCRIPCION

Este trabajo consiste en la aplicación de un riego de un producto asfáltico de curación media, sobre una base granular o una sub-base granular, con anterioridad a la construcción de cualquier tipo de pavimento asfáltico o base asfáltica. El riego también podrá aplicarse a bermas construidas en material granular y a sus taludes, aún cuando aquéllas no se han de pavimentar.

5.16.02.02 MATERIALES

El material bituminoso será asfalto líquido MC-70, que deberá cumplir con los requisitos establecidos en la Norma MOP M-15.

Las cantidades requeridas varían de 0.3 a 0.6 galones (1.1 a 2.3 litros) por metro cuadrado y serán determinadas por el Interventor.

5.16.02.03 PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCION

a. Equipos

Los equipos para los trabajos de imprimación comprenden: barredora y sopladora mecánicas, equipo de calentamiento y distribuidor de asfalto líquido. Deben cumplir con lo especificado en la sección 70 MOP.

b. Condiciones meteorológicas

La temperatura atmosférica mínima admisible para los trabajos de imprimación es quince (15) grados centígrados. Se prohíbe imprimir cuando existan condiciones de lluvia.

c. Preparación de la superficie

La imprimación se ejecutará sobre la base o sub-base acabada y aceptada por el Interventor. Todo daño ocurrido con posterioridad a la aceptación deberá ser reparado a su entera satisfacción.

La superficie por imprimir deberá ser cuidadosamente barrida y soplada con equipos mecánicos, en tal forma que se elimine todo polvo y material suelto. Cuando fuere necesario, tales operaciones deberán complementarse mediante el barrido con cepillo de mano. El Interventor podrá autorizar una rociada ligera con agua de las superficies por imprimir, si así lo estima conveniente.

d. Imprimación

El asfalto líquido MC-70 se aplicará a una temperatura entre 40 y 50 grados centígrados, mediante un distribuidor de asfalto a presión, autopropulsado y operado de tal manera que distribuya la cantidad de asfalto especificada. El Contratista proporcionará todas las facilidades y equipos necesarios para la determinación de la temperatura y de la rata de aplicación del asfalto. Deberá suministrar un registro reciente de calibración del distribuidor de asfalto.

Todos los tanques de almacenamiento, tuberías, calentadores y distribuidores usados para almacenar o manejar el producto bituminoso, deben conservarse limpios y en buenas condiciones de operación en todo momento, y deberán ser operados de modo que no haya contaminación del producto asfáltico con materiales extraños.

No se comenzará a regar el material bituminoso en cada nueva jornada de trabajo, antes de haber comprobado la uniformidad del riego. Si fuere necesario, se calentarán las boquillas o picos antes de cada descargue, y se limpiarán la bomba y barras de distribución con kerosene, al final de cada jornada de trabajo.

El asfalto se aplicará sobre todo el ancho de la base o sub-base y eventualmente, sobre las bermas y sus taludes, según se indique en los planos o especificaciones particulares. Cuando el asfalto se aplique en dos o más fajas, se proveerá un ligero traslape a lo largo de los bordes contiguos.

No se permitirá tránsito sobre la superficie imprimada, ni la colocación de pavimento, base asfáltica o sellos, hasta que los autorice el Interventor. Todo daño de la superficie imprimada deberá ser reparado a entera satisfacción del Interventor, antes de iniciar trabajos de pavimentación.

5.16.03 RIEGO DE LIGA

El material bituminoso para el riego de liga que se aplique a una base asfáltica, a la capa de base del pavimento de concreto asfáltico y a losas de concreto o pavimentos existentes, será asfalto líquido RC-250, de curación rápida, que debe cumplir con los requisitos establecidos en la Norma MOP M-14.

5.16.04 ASFALTO SOLIDO

El material bituminoso para el concreto asfáltico será cemento asfáltico con penetración de 85-100 que debe cumplir con los requisitos establecidos en la Norma MOP M-12.

5.16.05 CONCRETO ASFALTICO MEZCLADO EN PLANTA

El concreto asfáltico consistirá en una combinación de agregado grueso triturado, agregado fino y llenante mineral, uniformemente mezclado en caliente con asfalto sólido en una planta.

5.16.05.01 AGREGADO GRUESO

La porción de agregado retenido en el tamiz No.4 se denominará agregado grueso, y estará constituido por roca triturada o grava triturada. Las rocas y gravas trituradas estarán constituidas por material limpio y durable, libre de polvo, terrones de arcilla u otra materia objetable que pueda impedir la adhesión completa del asfalto a los agregados pétreos.

El material, al ser sometido al ensayo de abrasión en la máquina de Los Angeles (MOP E-15) deberá presentar un desgaste menor del 50% para la capa de base, y menor del 40% para la capa de rodadura.

El agregado triturado no debe mostrar señales de desintegración, ni de una pérdida mayor del 12%, al someterlo a cinco ciclos en la prueba de solidez en sulfato de sodio, según el ensayo MOP E-20.

Por lo menos un 50% en peso de las partículas retenidas en el tamiz No.4 deberá tener una cara fracturada. El material deberá ser sometido al ensayo de adhesión (Stripping), según la Norma MOP E-31.

5.16.05.02 AGREGADO FINO

La porción de agregado que pasa el tamiz No.4 se denominará agregado fino, y consistirá en arena natural, material de trituración o en una combinación de ambos. El agregado fino se compondrá de granos limpios, duros, de superficie rugosa y angular, libre de terrones de arcilla o de material objetable que pueda impedir la adhesión completa del asfalto a los granos.

El material fino de trituración se producirá de piedra o de grava que cumpla los requisitos exigidos para el agregado grueso.

5.16.05.03 LLENANTE MINERAL

Cuando se requiera llenante mineral, éste consistirá en polvo de piedra caliza, polvo de dolomita, cemento Portland u otro material mineral inerte. Estará seco y libre de terrones.

5.16.05.04 GRADACION

El conjunto de agregado grueso, agregado fino y llenante mineral deberá ajustarse a las siguientes gradaciones:

% DEL PESO DEL MATERIAL QUE PASA		
Tamiz	Capa de Base	Capa de Rodadura
1"	100	-
3/4"	80-100	100
1/2"	67- 85	85-100
No.4	43- 59	85-67
No.10	29- 45	40-54
No.40	14- 25	22-31
No.80	8- 17	12-20
No.200	4- 08	4-08

5.16.05.05 EXPLOTACION DE MATERIALES Y ELABORACION DE AGREGADOS

Las fuentes de materiales, así como los procedimientos y equipos usados para la explotación de éstos, y para la elaboración de los agregados requeridos, deben ser aprobados por el Interventor. Esta aprobación no implica necesariamente la aceptación posterior de los agregados que el Contratista suministre o elabore de tales fuentes, ni lo exime de su responsabilidad de cumplir con todos los requisitos de esta especificación.

Los procedimientos y equipos de explotación, trituración, clasificación, eventual lavado y el sistema de almacenamiento, deben permitir el suministro de productos de características uniformes. Si el Contratista no cumple con estos requisitos, el Interventor podrá exigir los cambios que considere necesarios.

5.16.06 MEZCLA DE CONCRETO ASFALTICO

5.16.06.01 DISEÑO

El Contratista deberá suministrar al Interventor, con suficiente antelación a la pavimentación, muestras representativas de los agregados y del cemento asfáltico que propone utilizar. El Interventor, con base en ellas, diseñará la fórmula o mezcla de trabajo, a la cual el Contratista se deberá ajustar dentro de las tolerancias especificadas en la sección 5.16.06.04. La fórmula establecerá un porcentaje del agregado total que debe pasar por cada tamiz y un porcentaje de asfalto en la mezcla.

El porcentaje en peso del cemento asfáltico establecido en determinada fórmula de trabajo, podrá variar entre los siguientes límites, a no ser que se fijen otros distintos en las Especificaciones Particulares del Contrato.

● Capa de Base	5 a 6.5 %
● Capa de Rodadura	5.5 a 7.5 %

El Interventor no aceptará ninguna mezcla, ni autorizará la construcción de pavimento antes de haber establecido la fórmula de trabajo. La fórmula seguirá vigente hasta que el Interventor la modifique por escrito.

5.16.06.02 ENSAYOS Y COMPACTACION

Las mezclas asfálticas se ensayarán conforme al Método Marshall y los porcentajes de vacíos y de asfalto serán determinados de acuerdo con los criterios del "Asphalt Institute". Los porcentajes del asfalto usado en las mezclas se determinarán mediante el ensayo de extracción (Norma MOP E-52-58), pero con uso de disolventes comerciales del tipo ESSO 11-25 o similares.

La densidad del pavimento terminado debe ser mayor del 95% de la densidad de laboratorio, determinada ésta por medio de las briquetas para el sector correspondiente. La densidad del pavimento se determinará dentro de los tres días siguientes a la extensión de la mezcla.

5.16.06.03 TEMPERATURA

El cemento asfáltico y los agregados pétreos serán calentados en la planta entre 135 y 180 grados centígrados. La mezcla de concreto asfáltico no se deberá colocar a una temperatura menor de 120 grados centígrados.

5.16.06.04 TOLERANCIAS ADMISIBLES DE LA MEZCLA

Todas las mezclas de concreto asfáltico deberán ceñirse a la fórmula de trabajo, dentro de los siguientes límites de tolerancia:

● Total que pasa el Tamiz No.4 y mayores	+ - 6%
● Total que pasa el Tamiz No.10	+ - 4%
● Total que pasa el Tamiz No.40	+ - 3%
● Total que pasa el Tamiz No.200	+ - 2%
● Porcentaje de Cemento Asfáltico	+ - 3%
● Temperatura	+ - 8°C

5.16.06.05 PREPARACION DEL ASFALTO

El asfalto sólido se calentará a la temperatura especificada en tanques diseñados para evitar sobrecalentamientos. El suministro de asfalto al mezclador debe ser continuo y a temperatura uniforme.

5.16.06.06 PREPARACION DE LOS AGREGADOS

Los agregados para la mezcla serán secados y calentados a la temperatura especificada en la planta antes de llevarlos al mezclador. El soplete usado para secar y calentar deberá ajustarse, para evitar daños a los agregados y la formación de una capa de hollín sobre ellos.

Inmediatamente después de calentar los agregados se tamizarán en tres o cuatro fracciones y se almacenarán en tolvas separadas. La fracción de agregado depositado en cada tolva no deberá contener más del 10% de agregados correspondientes a otra tolva.

5.16.06.07 PREPARACION DE LA MEZCLA

Los agregados, secos y separados, se combinarán en la planta de acuerdo con la fórmula de mezcla de trabajo establecida por el Interventor. Todas las plantas estarán equipadas con un tanque derretidor y un tanque de almacenamiento de asfalto en caliente, como mínimo. El asfalto se llevará al mezclador, midiéndolo en las cantidades determinadas por el Interventor. Cuando la planta sea de producción por cochadas, los agregados se mezclarán primero en seco y después se les adicionará el asfalto, continuando la mezcla por un tiempo no menor de 45 segundos y lo suficientemente largo para producir una mezcla homogénea en la cual todas las partículas estén uniformemente cubiertas de asfalto. El tiempo de mezcla será determinado por el Interventor. En plantas de producción continua, el tiempo mínimo de mezcla será también 45 segundos o el que se determine según la fórmula dada en la sección 70 MOP.

5.16.07 PROCEDIMIENTOS DE CONSTRUCCION

5.16.07.01 EQUIPOS

Los equipos para la ejecución de los trabajos de pavimentación comprenden: Barredora y sopladora mecánicas, equipo de calentamiento y distribuidor de asfalto, pavimentadora (Finisher), cilindro metálico de no menos de diez (10) toneladas, compactador de llanta y vehículos de transporte.

Los requisitos para estos equipos y las Plantas de asfalto son los especificados en la sección 70 MOP.

Si durante la ejecución de los trabajos se observan deficiencias o mal funcionamiento de los equipos utilizados, el Interventor podrá ordenar su reemplazo o reparación o la suspensión de los trabajos, si así lo estima necesario para garantizar el cumplimiento de las especificaciones y la buena calidad y acabado de las obras.

5.16.07.02 CONDICIONES METEOROLOGICAS

Las temperaturas atmosféricas mínimas admisibles para los trabajos especificados son:

Imprimación	15 grados centígrados
Pavimentación	10 grados centígrados

Se prohíbe imprimir y pavimentar cuando existan condiciones de lluvia.

5.16.07.03 IMPRIMACION

La imprimación de la base granular se ejecutará según lo especificado en la sección 20 MOP. No se aplicará a superficies de concreto ni a superficies asfálticas.

5.16.07.04 PREPARACION DE LA SUPERFICIE

Al iniciar la pavimentación de determinado tramo de vía, la superficie imprimada debe encontrarse seca y en perfecto estado.

Las áreas deterioradas o destruidas de la imprimación deberán ser reparadas, a entera satisfacción del Interventor, de acuerdo con procedimiento aprobados por éste.

Las losas de concreto y los pavimentos o bases asfálticas que se han de pavimentar, se deben limpiar previamente y, cuando estén completamente secas, preparar con un riesgo de liga de asfalto RC-250, de 0.2 a 0.6 litros (0.05 a 0.15 galones) por metro cuadrado de superficie. La temperatura de aplicación será de 60 a 80°C.

5.16.07.05 TRANSPORTE DE LA MEZCLA

Los transportes de la mezcla asfáltica de la planta a la obra se harán hasta una hora adecuada que permita efectuar la extensión y compactación con luz diurna, a menos que se suministre una iluminación satisfactoria.

5.16.07.06 AVANCE DE LA OBRA

No se permitirá trabajo alguno cuando el equipo de transporte, extensión o compactación sea insuficiente, en forma tal que el avance de la obra se haga a menos del 60% de la capacidad de mezcla de la planta.

5.16.07.07 EXTENSION

La mezcla se extenderá con máquina pavimentadora, de acuerdo con los alineamientos, anchos y espesores señalados en los planos o determinados por el Interventor. En las áreas de obstáculos inevitables y sobreamochos que no permitan el

uso de la pavimentadora, se podrá extender la mezcla a mano con la aprobación del Interventor.

5.16.07.08 COMPACTACION

Inmediatamente después de que la mezcla haya sido extendida, se harán mediciones y se corregirá cualquier defecto. Luego se efectuará una cuidadosa compactación, en forma continua hasta la terminación del trabajo. Se deberá disponer permanentemente, y como mínimo, de un cilindro metálico para el cilindrado inicial y de un compactador de llanta para el cilindrado final.

La mezcla se compactará a la máxima temperatura posible y tan pronto como esté en condiciones adecuadas y cuando el cilindrado, a juicio del Interventor, no cause desplazamiento indebidos o grietas. Para la compactación inicial se usará un cilindro de no menos de 10 toneladas. El cilindrado deberá empezar por los bordes y avanzar gradualmente hacia el centro, excepto en las curvas peraltadas, en donde el cilindrado avanzará del borde inferior hacia el borde superior, paralelamente al eje de la vía y traslapando, a cada paso, en la forma fijada por el Interventor, y hasta que la superficie total haya sido cilindrada. Las paradas del cilindro al final de cada faja cilindrada deben quedar distantes entre sí un metro por lo menos.

Para prevenir la adhesión de la mezcla al cilindro, las ruedas se humedecerán ligeramente; no se permitirá exceso de agua.

Cualquier desplazamiento ocurrido como consecuencia del reversamiento en la dirección del cilindro, o por causas similares, se corregirá inmediatamente mediante el uso de rastrillos y la adición de mezcla fresca. Se tendrá cuidado en el cilindrado para no desplazar los bordes de la mezcla extendida; aquellos que formarán los bordes exteriores del pavimento terminado serán chaflanados ligeramente.

El pavimento solamente se dará al servicio cuando haya endurecido y en ningún caso, antes de seis (6) horas de haberse completado la compactación.

5.16.07.09 JUNTAS

Las juntas de construcción de una capa de concreto asfáltico deben ser verticales. Antes de colocar mezcla nueva, el borde (vertical) del pavimento adyacente debe pintarse con asfalto.

5.16.07.10 RIEGO DE LIGA

Antes de construir la capa de rodadura, se aplicará un riego de liga a la capa de base, en cantidad de 0.2 a 0.6 litros (0.05 a 0.15 galones) de asfalto RC-250 por metro cuadrado, a una temperatura de 60 a 80 grados centígrados.

5.16.07.11 PAVIMENTO SOBRE PUENTES

Las losas de los puentes se pavimentarán con concreto asfáltico, de calidad igual a la de la capa de rodadura, previa aplicación del riego de liga especificado en el artículo 3.4

Durante la ejecución del riego y de la pavimentación, el Contratista deberá defender todas aquellas partes de los puentes que puedan ser alcanzadas por el material bituminoso, o por los equipos, con lonas, papel, etc. El Contratista será responsable de todo daño que causen sus operaciones y en consecuencia los trabajos de reparación, limpieza y repuntado necesarios serán a su exclusivo cargo.

5.16.07.12 REPARACIONES

Todos los defectos del pavimento no advertidos durante la colocación y compactación, tales como partes altas, juntas irregulares, depresiones y huecos, deberán ser corregidos de acuerdo con las instrucciones del Interventor.

5.16.08 TOLERANCIAS

Las tolerancias admisibles para la aceptación del pavimento de concreto asfáltico serán:

- a) La distancia entre el eje del proyecto y el borde de la capa de rodadura del pavimento, excluyendo sus chaflanes, no deberá ser más de cinco (5) centímetros inferior a la distancia señalada en los planos, o determinada por el Interventor.
- b) El espesor, verificado por medio de perforaciones en el pavimento terminado, en promedio no deberá acusar deficiencias mayores de medio (1/2) centímetro, y la máxima admisible será de un (1) centímetro, para la estructura total del pavimento asfáltico. Las deficiencias de espesor en la base, dentro de los límites que determine el Interventor, se podrán compensar mediante el aumento del espesor de la capa de rodadura.
- c) La comprobación de la regularidad del pavimento con renglón de tres metros de largo, no deberá acusar diferencias mayores de un (1) centímetro para la capa de base y medio (1/2) centímetro para la capa de rodadura, en ninguno de sus puntos.
- d) Las tolerancias para la calidad y características de los materiales y mezclas, son las especificadas en la sección 5.16 de estas especificaciones.

Cualquier mezcla que no cumpla con estas especificaciones, o que muestre señales de haber sido sobrecalentada, será rechazada por el Interventor y deberá ser desechada por el Contratista, de manera aceptable para aquél.

En caso de presentarse defectos de calidad, construcción o acabado con respecto a lo especificado; pavimento suelto, agrietado o mezclado con polvo; gradaciones o mezclas fuera de las tolerancias indicadas; o deficiencias de espesor mayores que las admisibles, el Contratista deberá o remover y reconstruir el pavimento en el tramo afectado, o construir una capa de rodadura adicional, a opción del Interventor y de acuerdo con procedimientos aprobados por éste. Alternativamente, el Interventor

podrá aceptar la obra deficiente sin pago o para el pago a una fracción del respectivo precio unitario, teniendo en cuenta las características de la deficiencia registrada.

5.16.09 MEDIDA

La medida del pavimento de concreto asfáltico será el número de metros cuadrados, aproximados a un decimal, de capa de base o capa de rodadura de los espesores especificados y terminados de acuerdo con estas especificaciones, los planos y las instrucciones del Interventor. El área se determinará por la longitud horizontal, medida a lo largo del eje del proyecto, y el ancho especificado en los planos o modificado por el Interventor.

No se incluirá en la medida ningún pavimento construido fuera de estos límites ni el área ocupada por los chaflanes, fuera de los bordes superiores del pavimento.

5.16.10 PAGO

Los pagos se harán por metro cuadrado de concreto asfáltico para capa de base o capa de rodadura, a los respectivos precios unitarios del Contrato y por toda obra aceptada a satisfacción del Interventor.

Los precios unitarios del concreto asfáltico deberán cubrir los costos de explotación, clasificación, trituración, eventual lavado y almacenamiento de todos los agregados, inclusive su cargue, transporte y descargue; el suministro, calentamiento, almacenamiento y manejo de asfalto sólido 85-100; la producción de la mezcla asfáltica y su transporte al sitio de utilización; el cargue, descargue, extensión, compactación y acabado de la mezcla; y la señalización de la vía durante los trabajos de pavimentación.

El precio unitario deberá cubrir además los costos de adquisición, obtenidos de derechos de explotación o alquiler de las fuentes de materiales o canteras, el descapote y preparación de las zonas por explotar, los costos de las instalaciones provisionales y los del arreglo o construcción de las vías de acceso a las fuentes de materiales; los costos del local para laboratorios y servicios y, en general, todo costo relacionado con la correcta ejecución de los trabajos especificados.

El precio unitario de la capa de base deberá incluir los costos de la eventual reparación de la base granular y del suministro, calentamiento y aplicación del asfalto de imprimación. Cuando dicha capa se construya sobre una superficie asfáltica o de concreto, los costos incluirán los correspondientes del asfalto de liga. El precio unitario de la capa de rodadura deberá cubrir los costos del suministro, calentamiento y aplicación del asfalto de liga. No habrá pago separado por los asfaltos usados en los trabajos especificados.

Item	Concepto	Unidad de Medida
------	----------	------------------

5.16	Concreto Asfáltico de base	1 Capa m2
	Concreto Asfáltico de Rodadura	2 Capa m2

No habrá ningún pago separado por los trabajos de imprimación. Todos los costos relacionados con este trabajo y la previa preparación o reparación de las superficies por imprimir, deberán ser incluidos en los precios unitarios para el respectivo pavimento asfáltico o base asfáltica que se hayan de construir con posterioridad a la imprimación.

5.17 ACCESORIOS DE ACRILICO

5.17.01 GENERALIDADES

Están incluidos en esta especificación todos los elementos en acrílico mencionados en los planos, así como láminas para vertederos , canaletas y extremo de las mismas y compuertas rectangulares en los extremos de campanas.

5.17.02 CALIDAD

Los elementos de acrílico deben ser fabricados con materia prima de primera calidad a partir del Monómero de Metil Metacrilato 100% puro, con las dimensiones indicadas en los planos.

5.17.03 MEDIDA

La unidad de medida para efecto del pago por suministro e instalación de los elementos en acrílico será el que figure en el formulario de cantidades de obra e instalada correctamente para su puesta en operación.

5.17.04 PAGO

Las unidades medidas de acuerdo con el numeral 5.17.03 serán pagadas a los precios unitarios pactados para cada uno de los ítems discriminados en el formulario de precios y cantidades de obra y este deberá cubrir todos los costos de suministro, transporte, manejo, almacenamiento, accesorios, equipos y mano de obra para instalación, pruebas y demás costos directos e indirectos que se ocasionen en la correcta instalación de cada unidad, a entera satisfacción de la Interventoría.

5.18 SISTEMA DE POSTENSIONADO

5.18.01 GENERALIDADES

En esta especificación están incluidos los suministros e instalaciones de todas las obras de postensionado para las campanas de gas.

5.18.02 ACCESORIOS

- Varilla de 20 mm. Resistencia a la tensión 4.200 Kg/cm².

Todos los extremos de varilla deben tener rosca fina con longitud suficiente para postensionados; también todas las juntas entre elementos deben dotarse con conectores que usen rosca fina.

- Tubería de acero de pared fina $e_{max} = 0.2$ mm para espacio de la varilla de postensionamiento. La pared de la tubería y las juntas deben ser a prueba de agua, también las juntas de los extremos.

5.18.03 INYECCION

Después de ensamblar los accesorios y ejecutar el postensionamiento se inyecta el mortero sin contracciones, llenando los espacios totalmente.

5.18.04 MEDIDA

La unidad de medida para efecto de pago será global, una vez terminados los trabajos en las 19 líneas.

5.18.05 PAGO

Una vez terminados los trabajos en las 19 líneas y recibidos a entera satisfacción por la Interventoría, incluyendo el suministro de accesorios, tuerca, arandelas, placa, espiral de refuerzo y manguera de inyección, le serán pagados al Contratista al precio unitario consignado en el formulario de la propuesta.

5.19 POZO No.4

5.19.01 GENERALIDADES

Se refiere esta especificación al suministro e instalación de los pozos de derivación No.4 detallados en el plano No. 11.

5.19.02 CALIDAD

Las unidades de los pozos No.4 deben ser fabricadas en su totalidad en resina poliéster bisfenólica modificada, reforzada con fibra de vidrio tipo matt multidireccional de 450 gramos/m2 como estructura y wduen roving de 850 gramos/m2 como fibras de refuerzo o similares, fabricado bajo las normas ASTM D4097 con factores de seguridad mínimos 10:1.

5.19.03 MEDIDA

La unidad de medida para efecto de pago, del suministro e instalación, será por unidad instalada correctamente para su puesta en operación.

5.19.04 PAGO

Las unidades medidas de acuerdo con el numeral 5.19.03 serán pagadas al precio unitario pactado para el ítem 5.19 del formulario de precios y cantidades de obra, y éste deberá cubrir todos los costos de suministro, transporte, manejo, almacenamiento, equipos y mano de obra para instalación, pruebas y demás costos directos e indirectos que se ocasionen en la correcta instalación de cada unidad a entera satisfacción de la Interventoría.

El pago se efectuará en dos contados, a saber:

Se pagará el 50% del costo cuando se presente el elemento en el sitio de instalación, y el 50% restante cuando se instale y se reciba a satisfacción de la Interventoría.

5.21 RECUBRIMIENTO DE ESTRUCTURAS

5.21.01 GENERALIDADES

En esta especificación están incluidos los trabajos requeridos para la protección de las estructuras de concreto, contra el ataque de ácidos y demás componentes agresivos presentes en las aguas residuales.

5.21.02 ELEMENTOS PROTEGIDOS

Deben recubrirse las siguientes partes interiores del Reactor UASB:

- Paredes
- Losa de fondo
- Columnas
- Cara inferior de todos los elementos prefabricados

También deben protegerse todos los canales que llevan el efluente desde el reactor UASB hasta el tanque de aeración.

5.21.03 MATERIALES

El material a utilizar debe ser un poliuretano elástico sin solventes resistente a los ataques descritos en el numeral GENERALIDADES de esta especificación. El espesor de la capa terminada no debe ser menor de 125 mils

El Contratista debe suministrar a la Interventoría las especificaciones y recomendaciones sobre el uso del producto que proponga utilizar, elaboradas por el fabricante.

Las características físicas del producto a utilizar deben cumplir al menos con:

Tipo Genérico	Poliuretano Elastomérico sin Solventes. Aromático. Curado Químico (Tipo de ASTM D-16 V)
Color	Beige u otro.
Contenido De Sólidos	100%
Contenido de VOC	Cero
Estructura Máxima De la Película	Ilimitado
Contracción De la Película	Cero (Húmedo a seco)
Fuerza Tensil	3.080 PSI (ASTM D-412)
Elongación	el 43% (ASTM D-412)
Dureza	Aguja "D" 60 a 77°F (25°C) (ASTM D-2240)
Flexibilidad	Pasa múltiples dobleces en el mandril 1/8" de diámetro a 30 milipulgadas (ASTM D-1737)
Resistencia De la Abrasión	Pérdida de peso 37,8 mgs. Taber con rueda CS-17 , 1.000 revoluciones, 1.000 gramos (ASTM D-4060)
Resistencia al desgarre	195 lbf/in (ASTM D-624)
Resistencia De Impacto	160 in -libras. Impacto directo y reverso (ASTM D-2794)
Velocidad de transmisión de Vapor De Agua (WVTR)	40 -45 mils - 0,10 gm./100 pulg ² - /24 horas . 75 -80 mils - 0,04 gm./100 pulg ² - /24 horas. a 100% HR 73°F (23°C) (ASTM F-1249-90)
Resistencia a la temperatura	Seca: -20 °F a 180 °F (-29°C a 82 °C). Inmersión: Máx 120°F (49°C) (Ambiente en tanques no aislados)

Con el fin de garantizar su durabilidad y funcionalidad, para su aplicación deben seguirse las recomendaciones de los fabricantes en cuanto a condiciones ambientales para su aplicación, equipos a utilizar y preparación de las superficies.

Debe permitirse la curación de 28 días para el concreto nuevo. Decontaminar de acuerdo a la norma ASTM D-4258 y hacer limpieza abrasiva de acuerdo a la norma ASTM D-4259 para producir el perfil superficial similar a una lija de grao grueso. Eliminar las fugas, filtraciones y remover el agua estancada. Repara las áreas con cavidades excesivas (bugholes) o el agregado expuesto usando un materia libre de contracciones, de alta resistencia, rápido curado.. El concreto puede ser húmedo al tacto, sin embargo, las superficies deben estar libres de condensaciones y de humedad visible. Antes de aplicar la primera capa se recomienda aspirar el polvo de la superficie.

5.21.04 MEDIDA

La medida, para efectos de pago, será por metro cuadrado con aproximación a un decimal. Se medirá geoméricamente el área recubierta, no importando su figura. Por lo tanto, el grado de dificultad de la aplicación deberá ser ponderado por el Contratista, para todos los elementos y muros, en forma integral.

5.21.05 PAGO

Los trabajos que cubre esta especificación le serán pagados al Contratista de acuerdo con la medida descrita en el numeral anterior, y al precio unitario correspondiente consignado en el formulario de cantidades aproximadas de obra y precios unitarios del Contrato.

Es requisito para el pago, la ejecución de los trabajos de acuerdo con esta especificación y el recibo de los mismos a satisfacción de la Interventoría.

5.23 MANGUERAS DE MDPE (MEDIUM DENSITY POLIETHILEN)

5.23.01 GENERALIDADES

Esta especificación se refiere al suministro e instalación de las mangueras de D=2" que conducen las aguas residuales, desde la boquilla de salida del Pozo No.4, hasta el fondo del Reactor UASB, de acuerdo con los detalles mostrados en los planos y con las indicaciones de la Interventoría.

El suministro e instalación de las mangueras de MDPE incluye los accesorios de acero inoxidable para fijación al Pozo No.4 y al piso del Reactor UASB.

5.23.02 MATERIALES

Los materiales requeridos para la ejecución de los trabajos objeto de esta especificación, son los siguientes:

- Manguera de polietileno de densidad media, D=2".
- Abrazadera y perno hexa-hexa 3/16", de acero inoxidable, para fijación al Pozo No.4.
- Accesorios de acero inoxidable para fijación de las mangueras al piso del Reactor UASB, de acuerdo con los detalles indicados en los planos.

5.23.03 MEDIDA

Se tomará como unidad de medida el metro lineal, con aproximación a un decimal.

5.23.04 PAGO

Los trabajos que cubre esta especificación le serán pagados al Contratista de acuerdo con la medida descrita en el numeral anterior, y al precio unitario correspondiente consignado en el formulario de cantidades aproximadas de obra y precios unitarios del Contrato.

Este precio unitario será la única compensación que recibirá el Contratista por toda la planta, el equipo, los materiales (manguera y accesorios de acero inoxidable; por la mano de obra; por los transportes; y por todos los demás costos directos e indirectos en que deba incurrir para la ejecución de los trabajos de acuerdo con esta especificación, a entera satisfacción de la Interventoría.

5.24 BARANDAS METALICAS PARA VIAS

5.24.01 GENERALIDADES

La especificación se refiere al suministro e instalación de las barandas metálicas mostradas en los planos, para ser instaladas en las vías señaladas, donde la Interventoría lo indique.

5.24.02 MATERIALES

El análisis unitario debe incluir la defensa curva, terminal, poste, pernos, tuercas y pintura.

5.24.03 MEDIDA

Las barandas metálicas en vía se medirán por metro lineal.

5.24.04 PAGO

El pago incluirá el suministro de todos los materiales y accesorios requeridos para instalar en perfecto estado de funcionamiento, las barandas metálicas para protección vial. Es requisito para el pago, la ejecución de las actividades de acuerdo con esta especificación y el recibo de las mismas a satisfacción de la Interventoría.

5.25 TRABAJOS POR ADMINISTRACION

5.25.01 GENERALIDADES

Esta especificación se refiere a la ejecución de obras extras, en las cuales no sea posible convenir de antemano con el Contratista el precio unitario. LA CORPORACION podrá ordenar la ejecución del trabajo requerido por el sistema de administración, o sea, por el costo directo más un porcentaje. Dicho porcentaje será de un diez por ciento (10%), y cubrirá el concepto de dirección, otros gastos generales y la utilidad del Contratista.

5.25.02 OBRA EXTRA

Se entiende por obra o trabajo extra el que no está incluido en los planos ni en las especificaciones originales del Contrato, ni puede ejecutarse con los precios del Contrato. LA CORPORACION podrá ordenar trabajos extras y el Contratista estará obligado a ejecutarlos y a suministrar los materiales, equipos, herramientas, y mano de obra necesarios, siempre que los trabajos ordenados hagan parte inseparable de la obra contratada, o sean necesarios para ejecutar esta obra o para protegerla.

5.25.03 COSTO DIRECTO

Por costo directo se entenderá el de las siguientes partidas:

- a) El valor de los materiales puestos al pie de la obra.
- b) Los jornales y sueldos útiles, aumentados en el porcentaje por prestaciones sociales calculado por el Contratista en la propuesta. Los jornales de dominicales y festivos están incluidos en este porcentaje.
- c) El alquiler del equipo y herramientas, liquidado según las tarifas horarias de la propuesta del Contratista y conforme a lo estipulado en el Pliego de Condiciones de la Licitación. En el caso de tarifas no establecidas en la propuesta, éstas se calcularán por métodos similares a los empleados por la Asociación Colombiana de Ingenieros Constructores (ACIC), aceptados por la Sociedad Colombiana de Ingenieros.

Para el pago de las obras extras por administración, el Contratista elaborará planillas diarias de control en que se consignen los datos de empleo de mano de obra, materiales, equipo y los correspondientes a otros gastos incurridos. Estas planillas deberán ser aprobadas por el Interventor y constituirán la base para la presentación de las cuentas de cobro correspondientes.

- d) Los pagos por obra extra no estarán sujetos a los reajustes que se estipulen en el Contrato, pero esta condición podrá pactarse entre las partes.

5.25.04 MEDIDA

Teniendo en cuenta la modalidad de pago de los trabajos por administración, la medida para efectos de pago serán las planillas diarias de control, elaboradas por el Contratista y aprobadas por el Interventor.

5.25.05 PAGO

El pago de las obras por administración se realizará por el sistema de costo directo más el diez por ciento (10%), descrito en los numerales anteriores de esta especificación, y constituirá la única retribución que recibirá el Contratista por toda la planta, equipos, materiales y mano de obra; por todos los transportes; por la administración y utilidad; y por los demás costos en que deba incurrir el Contratista para ejecutar los trabajos por administración de acuerdo con esta especificación y a entera satisfacción de la Interventoría.

5.26 UNIDAD GEOMEMBRANA

Tiene como función disponer la impermeabilización del tanque de aeración, instalando la geomembrana sobre una capa de arena en la parte plana y/o material areno arcilloso en la parte con pendiente, de 10 cms de espesor y según proporciones aprobadas por la interventoría designada. Sobre esta capa compactada se instalará geotextil no tejido tipo NT 2000 o similar y la geomembrana de espesor 2 mm. Se incluye la protección de la geomembrana en el área de piso sobre el cual se van a instalar los módulos de aire, la cual se hará con un piso de mortero de relación cemento-arena 1:2 **debidamente modulado (con dilataciones plásticas)** y de 5 cm de espesor, reforzado con malla de 5 mm de diámetro cada 15 cms en ambos sentidos.

5.26.1 GENERALIDADES

Se deberá tener en cuenta la estagráfia del suelo para implementar el sistema de abatimiento de nivel freático, durante el proceso de instalación y prueba del geotextil y la geomembrana. Será por cuenta del contratista las mejoras al sistema existente para el abatimiento del nivel freático y lo será hasta el llenado, pruebas y entrega a entera satisfacción del contratante. El PROPONENTE al ofertar, y el CONTRATISTA al ejecutar los trabajos, podrá presentar alternativas para la base sobre la cual se instalará el geotextil y la geomembrana. La aceptación y/o ejecución de las alternativas presentada estará sujeta al estudio y aprobación de la Interventoría designada por la CDMB. El considerar y estudiar una o varias alternativas no compromete a la CDMB con su aprobación.

5.26.1.1 Instalación.

Despliegue de Geomembranas

En líneas generales, el despliegue debe ejecutarse en el sentido de máxima pendiente de la superficie, no aceptándose soldaduras horizontales en taludes. El traslape debe estar comprendido entre 7 cm y 15 cm según el tipo de soldadura, para asegurar que los excedentes a ambos costados de la línea de soldadura son suficientes para ser sometidos a ensayos destructivos y que la fusión sea ejecutada completamente en el interior del traslape.

Superficie de Apoyo

La superficie deberá ser lisa y sin elementos que puedan perforar o cortar la geomembrana, nivelada en forma continua y uniforme; sin cambios abruptos de pendiente. La superficie de apoyo debe estar compactada, generalmente se considera una compactación igual ó superior al 90% del Proctor Modificado, de manera tal que evite asentamientos diferenciales que puedan inducir deformaciones importantes a la geomembrana. Para revestimientos de estructuras de hormigón, se aplica el mismo concepto pero además evitando los cantos angulosos y terminaciones gruesas que puedan dañar la membrana.

5.26.1.2 Anclaje de Geomembranas

Anclaje de geomembranas a hormigón

Para el revestimiento de hormigones y otros elementos de construcción, se utilizan perfiles de polietileno (Polylock) que se instalan con el objetivo principal de posibilitar la ejecución de una soldadura entre el perfil y la geomembrana, y de esta manera, asegurar el sello impermeable.

Soldadora de termofusión por cuña caliente

Unión por termofusión en el área de traslape de paneles por medio de una máquina autopulsada, provista de dos rodillos entre los cuales se encaja el traslape de las geomembranas a unir

La aplicación de temperatura se produce antes de los rodillos, mediante una cuña calefactora, a medida que la soldadora avanza propulsada por los rodillos, estos presionan las partes calentadas por la cuña logrando dos líneas de soldadura paralelas separadas por un área libre que constituye el denominado "canal de aire".

Tanto la temperatura, como la presión de contacto de las geomembranas y la velocidad de avance de los rodillos son ajustadas mediante controles independientes en la soldadora.

La selección de los parámetros de soldadura las realiza el operador según el tipo de polímero que conforma la geomembrana y las condiciones ambientales, además del espesor de las láminas a unir, entre otras variables.

5.26.1.3 Control de Calidad

Por parte de la interventoría se realizará el control de calidad de los materiales a utilizar en esta unidad. Se seguirán las normas técnicas establecidas y utilizadas comúnmente para controlar propiedades de la geomembrana como: el espesor, propiedades de tensión, resistencia al punzonamiento, resistencia al desgarre, ofrecidas por el fabricante. Entre las normas que se pueden aplicar se encuentran ASTM D 5199:95, ASTM D 4833:88, ASTM D 5261:92 y las que la interventoría desee utilizar con el fin de garantizar la calidad de la geomembranas y geotextiles. Una vez ejecutada la línea de soldadura y antes de realizar la extracción de los testigos para ensayos destructivos, la estanqueidad del sistema en las zonas de unión debe ser comprobada por medio de ensayos no destructivos.

A diferencia de los ensayos no destructivos, que tienen como objetivo determinar la estanqueidad de todas las uniones del revestimiento, los ensayos destructivos sirven para evaluar estadísticamente la calidad de las soldaduras. Los ensayos son ejecutados en probetas cortadas directamente desde el revestimiento recién unido, ya sea por extrusión o por cuña caliente. Para ambas uniones los ensayos son de dos tipos:

Corte : Consiste en someter la unión entre las láminas de la probeta de ensayo a un esfuerzo de corte directo ejecutado a una velocidad determinada. Para esto, se fijan los extremos (respecto al eje de soldadura) a las respectivas tenazas del tensiómetro y se procede con el ensayo. Una vez finalizado el ensayo se registra la máxima resistencia de la probeta y se indica si la falla se produjo fuera o en la soldadura.

Desgarre : El procedimiento es semejante en metodología y condición de aprobación al ensayo de corte. Su diferencia radica en que para someter a desgarre la soldadura, los extremos de la probeta, asidos por las tenazas, corresponden a las láminas ubicadas a un mismo extremo de la soldadura. La aprobación de la probeta requiere que la eficiencia al desgarre iguale o exceda las especificaciones de construcción. Este ensayo es ejecutado para ambos extremos de la probeta en el caso que la unión esté provista de canal de aire.

El control de los concretos y refuerzo utilizado en el piso de protección de la geomembrana en el área donde se instalarán los módulos de aeración, se hará según los ítems **4.02 y 4.03** de estas especificaciones.

5.26.1.5 Composición y Materiales

- Mejoras a la red de drenaje existente para abatir el nivel freático, las cuales serán totalmente por cuenta del CONTRATISTA.
- construcción de la base de soporte en arena lavada, sin cernir, sin rastros de material orgánico.
- Suministro e instalación de geotextil no tejido de al menos 250 g/m².

- Suministro e instalación de geomembrana de al menos 2,0 mm de espesor, elaborada con material en polietileno de alta densidad PEAD, laminado en capas con material virgen en todo el perfil de contacto con el suelo y agua. El traslapeo de soldadura deberá ser de al menos 100 mm, con canal de aire para prueba de estanquidad.

5.26.1.6 Operación

Una vez instalada la geomembrana quedara sometida a las presiones hidráulicas y a la adaptación de los equipos metálicos en su superficie. En el piso será construida una una protección con concreto de 3000 psi de 5 centímetros de espesor, debidamente modulado con juntas de dilatación y con un refuerzo mínimo de malla de 5 mm con separación de 15 cms en ambos sentidos.

5.26.1.7 Limites de suministro

La nivelación con arena limpia en una capa de promedio 10 cms de espesor, sobre el cual se instalará el geotextil y la geomembrana, su compactación, suministro e instalación de geotextil y geomembrana, mejoramiento del sistema de drenajes y pozos existentes, bombas de drenaje y otros equipos requeridos, tuberías adicionales de drenaje, anclado de la geomembrana en el perímetro del tanque, en muros y estructuras de concreto, serán por cuenta del CONTRATISTA. El CONTRATISTA tendrá que suministrar e instalar la geomembrana inclusive en la interferencia con las partes de concreto hasta el nivel que garantice la estanqueidad del sistema. Las estructuras de concreto no podrán quedar en contacto directo con el flujo, sino que deba llevarse su protección con geomembrana hasta un nivel superior del que tenga el agua en depósito. Se realizarán pruebas correspondientes de estanquidad de todas las soldaduras y pruebas del sistema de drenaje. El contratista construirá sobre la geomembrana una placa modular en concreto reforzado de 3000 psi con dilataciones plasticas. La placa tendrá 5 cms de espesor y con un área de aproximadamente 1300 m² sobre la cuál se proyecta instalar los módulos para el sistema de aeración.

5.26.1.8 Requisitos Mínimos de suministro

El CONTRATISTA será el único responsable por el suministro, instalación, pre-operación y eventuales ajustes de la unidad, la cual deberá operar según los parámetros de proyecto, con el suministro de todos los diseños finales de las instalaciones "as built", manuales y entrenamientos correspondientes y lista de materiales, piezas y productos recomendables para ser almacenados como repuestos.

La unidad será considerada entregada, con la emisión del acta de entrega, ofrecida por el Contratante. Todos los términos no contemplados en este documento deberán ser previamente discutidos y aprobados por el Contratante, técnica y financieramente.

No serán aceptados los cobros posteriores sobre productos o servicios adicionales aplicados en la unidad sin el consentimiento expreso por escrito del Contratante, cuyos costos recaerán automáticamente en el CONTRATISTA.

Todo y cualquier seguro, sea de equipos, personal, civil, etc., serán de responsabilidad del CONTRATISTA.

5.26.2 MEDIDA

Los volúmenes de la capa de arena compactada de 10 cms de espesor y autorizada por el Interventor como base para soportar el geotextil y la geomembrana, se determinarán para efectos de pago tomando como unidad de medida el metro cúbico de arena compactada, con aproximación de un decimal. Tanto el suministro e instalación de geotextil y geomembrana, se medirá por metro cuadrado de superficie realmente protegida, con aproximación a un decimal. La losa de protección en mortero 1:2 y de 5 cm de espesor, se medirá en metros cúbicos. El refuerzo suministrado e instalado se medirá en kilogramos.

Se debe incluir en los precios de los ítems citados el suministro e instalación de arena, geotextil, geomembrana, mortero 1:2, refuerzo, pruebas, instrucción o entrenamiento a personal de la CDMB y manuales de operación y/o mantenimiento. Algunos ítems de las cantidades de obra o de estas especificaciones establecen requerimientos o cumplimientos especiales para el recibo a entera satisfacción de la CDMB.

5.26.3 PAGO

Para efectos de pago solo se definen los siguientes ítems:

Suministro y compactación de capa de Arena e=0.10 m

Geotextil no tejido tipo NT 2000 o similar.

Geomembrana de e=2 mm resiste a aguas residuales.

Mortero 1:2 para piso de protección de la geomembrana..

Refuerzo en Malla electrosolda de 60000 psi

El pago incluirá el suministro de todo el personal, infraestructura, materiales equipos, accesorios requeridos para instalar en perfecto estado de funcionamiento, el geotextil, la geomembrana, la estructura de apoyo en material granular u otro aprobado por la interventoría, la losa de protección de la geomembrana, anclajes que se requieran para llevar a cabo la impermeabilización del tanque de aeración. Se incluye el manejo de aguas o abatimiento del nivel freático.. Es requisito para el pago, la ejecución de las actividades de acuerdo con esta especificación y el recibo de las mismas a satisfacción de la Interventoría. Todo el costo de los trabajos especificados en esta sección, deberá estar cubierto por los precios unitarios cotizados por el Contratista en su propuesta.

5.27 TAPA PARA REACTOR UASB Y CANALES DE EFLUENTES.

5.27.01 GENERALIDADES

La especificación se refiere al suministro e instalación de las tapas fabricadas en PRFV mostradas modularmente en los planos, específicamente en el reactor UASB y en canales de conducción de efluentes y afluentes, o donde a criterio de la interventoría lo estime necesario.

5.27.02 MATERIALES

Todas las tapas para reactores y canales deberán ser tipo domo peatonal de arco en dos direcciones, de espesor 8.0 mm $w = 13.2 \text{ kg/m}^2$, con faldón para apoyar dentro de canal de sello hidráulico. Fabricada totalmente en PRFV, con estructura tipo sándwich con fibra rigidizante de poliéster ortofálico. Incluye ganchos ni tornillería para sello hidráulico.

Todos los ganchos y tornillería para los sellos hidráulicos de las tapas deberán ser de acero inoxidable AISI 304, acabado 2B. Los ganchos deberán ser en lamina doblada 3 mm de acero inoxidable AISI 304, acabado 2B. La tornillería de ajuste de estos sellos será tipo tornillo de anclaje de 1/2" de acero inoxidable AISI 304.

- UTPT-CDMB-4478-PL-HID-024-05: Reactor - Planta y corte AA'
- UTPT-CDMB-4478-PL-HID-025-05: Reactor - Cortes BB', CC' y DD'

5.27.03 MEDIDA

Los domos se medirán como metro cuadrado en proyección al plano horizontal, y teniendo en cuenta el área estipulada en los planos.. Por lo anterior, el PROPONENTE y/o CONTRATISTA deberá considerar en el análisis del precio el desarrollo para arco y faldón.

5.27.04 PAGO

El pago incluirá el suministro de todos los materiales, elementos de fijación y accesorios requeridos para instalar en perfecto estado de funcionamiento, las tapas (Domos) para los UASB y los canales. Es requisito para el pago, la ejecución de las

actividades de acuerdo con esta especificación y el recibo de las mismas a satisfacción de la Interventoría

5.28 CHIMENEA DE VENTILACIÓN EN HG

5.28.01 GENERALIDADES

La especificación se refiere al suministro e instalación de las tuberías y accesorios en HG y según diseño mostrado en los planos, para construcción de chimeneas de ventilación en tanques, cuartos especiales, o donde a criterio de la interventoría lo estime necesario.

5.28.02 MATERIALES

Las instalaciones en este material tendrán las siguientes características:

Se utilizará tubería y accesorios de H.G. Schedule 40 para presiones de trabajo de 150 P.S.I..

Las uniones serán de rosca .

La tubería y accesorios deben cumplir las normas ICONTEC 14, 332 y 1189.

Todas las tuberías y accesorios deben protegerse contra la corrosión. Las tuberías no se deben incrustar en concretos que contengan acelerantes o agregados o bloques de escoria.

El contratista utilizará tubería HG., de primera calidad.

5.28.03 MEDIDA

Las chimeneas de ventilación se medirán por unidad y conformadas de acuerdo a lo mostrado en los planos de construcción.

5.28.04 PAGO

El pago incluirá el suministro de toda la tubería, accesorios y otros elementos requeridos para la correcta instalación las chimeneas de ventialación Es requisito para el pago, la ejecución de las actividades de acuerdo con esta especificación y el recibo de las mismas a satisfacción de la Interventoría

5.29 ELEMENTOS EN PRFV

5.29.1 GENERALIDADES

Se refiere esta especificación al suministro e instalación de los elementos detallados en los planos, previstos en polyester reforzado con fibra de vidrio.

5.29.2 MATERIAL

Las unidades solicitadas deben ser fabricadas con las dimensiones mostradas en los planos, en su totalidad en resina poliéster bisfenólica modificada, reforzada con fibra de vidrio tipo matt multidireccional de 450 gramos/m² como estructura y wduen roving de 850 gramos/m² como fibras de refuerzo o similares, fabricado bajo las normas ASTM D4097 con factores de seguridad mínimos 10:1.

Para los reactores UASB y canales de efluentes, las cubiertas deberán ser tipo domo peatonal de arco en dos direcciones, de espesor 8.0 mm $w = 13.2 \text{ kg/m}^2$, con faldón para apoyar dentro de canal de sello hidráulico. Fabricada totalmente en Poliéster Reforzado con Fibra de Vidrio (PRFV), con estructura tipo sándwich con fibra rigidizante de poliéster ortofálico. Deben incluir ganchos y tornillería para sello hidráulico, los ganchos deben ser de acero inoxidable AISI 304, acabado 2B y la tornillería de ajuste de estos sellos será tipo tornillo de anclaje de $\frac{1}{2}$ ", también en acero inoxidable AISI 304.

5.29.3 MEDIDA

La unidad de medida para efecto de pago, del suministro e instalación, será la definida en el formulario de cantidades de obra y precios unitarios, instalada correctamente para su puesta en operación.

Las cubiertas tipo domo para reactores UASB y canales de efluentes se medirán por metro cuadrado en proyección al plano horizontal, y teniendo en cuenta el área estipulada en los planos. Por lo anterior, el CONTRATISTA deberá considerar en el análisis del precio el desarrollo para arco y faldón.

5.29.4 PAGO

Las unidades medidas de acuerdo con el numeral 0 serán pagadas al precio unitario pactado para el ítem del formulario de precios y cantidades de obra, y éste deberá cubrir todos los costos de suministro, anclajes, soportes y demás elementos de fijación, transporte, manejo, almacenamiento, equipos y mano de obra para instalación, pruebas y demás costos directos e indirectos que se ocasionen en la correcta instalación de cada unidad a entera satisfacción de la Interventoría.

SECCION SEXTA

6 EDIFICACIONES

Las presentes especificaciones se hallan dirigidas hacia la construcción de las edificaciones previstas para el funcionamiento de oficinas, laboratorios y/o áreas de servicios requeridas para la operación del proyecto.

6.01 PRELIMINARES

6.01.01 GENERALIDADES

Esta especificación se refiere a los trabajos de construcción de campamentos y encerramiento; replanteo, control y medición de la obra; desmonte, limpieza y descapote de las áreas del proyecto; excavaciones y rellenos; y el control de aguas durante la ejecución de estos trabajos.

6.01.02 NORMAS APLICABLES

ITEM	NORMA APLICABLE
Campamentos y encerramiento	Especificación 6.1.00
Replanteo, control y medición de la obra	Especificación 6.1.02
Descapote	Especificación 6.1.03
Excavaciones	Especificaciones 6.2.02 y 6.2.03
Rellenos	Especificación 6.2.04

6.01.03 MEDIDA Y PAGO

La medida y el pago de los ítems que hacen parte de esta especificación PRELIMINARES, se hará de acuerdo con las normas aplicables citadas en el numeral anterior, a los precios consignados en el formulario de cantidades aproximadas de obra y precios del Contrato para cada uno de los ítems correspondientes.

6.02 CIMENTACION

6.02.01 GENERALIDADES

Esta especificación se refiere a los trabajos de construcción de cimentaciones, incluyendo las excavaciones en zanja y el concreto ciclópeo requeridos.

6.02.02 NORMAS APLICABLES

ITEM	NORMA APLICABLE
Excavaciones en zanja para cimentación	Especificación 6.2.03
Concreto ciclópeo	Especificación 6.4.02

6.02.03 MEDIDA

La medida, para efecto de pago, se hará por metro lineal con aproximación a un decimal.

6.02.04 PAGO

Todo el costo de los trabajos especificados en esta sección deberá estar cubierto por el precio unitario cotizado por el Contratista para el ítem correspondiente.

Este precio unitario será la compensación total y única que reciba el Contratista por la ejecución de los trabajos a entera satisfacción del Interventor, de acuerdo con esta especificación y las normas aplicables del numeral 6.02.02.

6.03 SOBRECIMENTOS

6.03.01 EN LADRILLO TOLETE MACIZO

Sobre el concreto ciclópeo de cimentación, en los muros interiores, se colocarán tres (3) hiladas de ladrillo tipo temosa o similar de e= 20 cm, pegado con mortero de mezcla 1:4 impermeabilizado integralmente con Sika No.1 o similar. El espesor de la brecha no será mayor a un (1) centímetro. Este material debe humedecerse antes de su colocación, y las diferentes hiladas del mismo deberán quedar perfectamente plomadas, niveladas y trabadas vertical y horizontalmente, evitando coincidencia de juntas verticales.

6.03.01.01 MEDIDA Y PAGO

Este ítem se medirá por metro cuadrado de área vertical, siguiendo los planos, con la cantidad resultante en obra, y para el espesor indicado en el formulario de cantidades de obra y precios unitarios.

6.03.02 EN CONCRETO REFORZADO

Consiste en la colocación, o fundición en el sitio, de vigas de concreto con refuerzo que enlazan las columnas perimetrales a la altura de los sobrecimientos, ancladas sobre los cimientos con mechas de hierro de diámetro 3/8" cada 1.50 m, permitiendo así una mayor rigidez a los cimientos. En los planos se suministrarán los detalles, dimensiones, tipos de refuerzo y el concreto a utilizar en la obra.

6.03.02.01 MEDIDA Y PAGO

En este tipo de sobrecimiento el concreto se medirá por metro cúbico y el refuerzo en kilogramos, siendo su fabricación, suministro e instalación ceñidos en un todo a las normas 4.02 y 4.03, respectivamente.

6.04 IMPERMEABILIZACIONES CON FRISO

6.04.01 PARA SOBRECIMIENTOS

Los sobrecimientos descritos en la sección anterior, tanto en ladrillo como en concreto reforzado, llevarán una impermeabilización integral, por las tres caras, con mortero 1:4 mezclado con polvo químico Sika No.1 o similar, aplicado humedecido en forma de pañete esmaltado con un espesor mínimo de 2 cm. Esta impermeabilización se medirá y pagará por metro cuadrado sin contabilizar para efecto de pago los filos que se presenten.

6.04.01.01 MEDIDA

Este ítem se medirá, para efecto de pago, por metro cuadrado con aproximación a un decimal, de impermeabilización con friso construída en un todo de acuerdo con estas especificaciones, lo indicado en los planos y lo prescrito por el Interventor.

6.04.01.02 PAGO

El pago se hará al Contratista al precio unitario consignado en el formulario de cantidades de obra y precios unitarios, y será la compensación total y única que reciba el Contratista por el suministro en la obra de todos los materiales; por los filos, la planta, el equipo, las herramientas, la mano de obra, el transporte; y por todos los demás costos directos e indirectos necesarios para la ejecución del ítem de acuerdo con estas especificaciones y a satisfacción de la Interventoría.

6.05 ESTRUCTURAS DE TIPO ARQUITECTONICO

6.05.01 GENERALIDADES

Se refiere esta especificación a la construcción de elementos arquitectónicos en concreto reforzado, tales como zapatas, vigas, columnas, alfajías, dinteles etc., elementos tales que serán construídos de acuerdo con las especificaciones 4.02 y 4.03 de este Pliego de Condiciones. La clase de concreto y acero utilizados, así como su medición y forma de pago, se discriminan a continuación:

6.05.02 ESTRUCTURAS EN CONCRETO REFORZADO

6.05.02.01 ZAPATAS DE COLUMNAS

Se construirán en concreto de 3000 psi, según las dimensiones y el refuerzo mostrados en los planos, y en un todo de acuerdo con los numerales 4.02 y 4.03 de las presentes especificaciones.

6.05.02.01.01 MEDIDA

El elemento se medirá, para efecto de pago, por unidad construída en un todo de acuerdo con estas especificaciones, lo indicado en los planos y lo prescrito por el Interventor.

6.05.02.01.02 PAGO

El pago se hará al Contratista al precio unitario consignado en el formulario de cantidades de obra y precios unitarios, y será la compensación total y única que reciba el Contratista por el suministro en la obra de todos los materiales; por la planta, el equipo, las herramientas, la mano de obra, el transporte; y por todos los demás costos directos e indirectos necesarios para construir la estructura de acuerdo con estas especificaciones y a satisfacción de la Interventoría.

6.05.02.02 VIGAS DE CONCRETO

Se construirán en concreto de 3000 psi, de acuerdo con las dimensiones y el refuerzo especificados en los planos, y en un todo de acuerdo con los numerales 4.02 y 4.03 de las presentes especificaciones.

6.05.02.02.01 MEDIDA

El elemento se medirá, para efecto de pago, por metro lineal con aproximación a un decimal, de viga de concreto construída en un todo de acuerdo con estas especificaciones y lo prescrito por el Interventor.

6.05.02.02.02 PAGO

El pago se hará al Contratista al precio unitario consignado en el formulario de cantidades de obra y precios unitarios, y será la compensación total y única que reciba el Contratista por el suministro en la obra de todos los materiales; por la planta, el equipo, la herramienta, la mano de obra, el transporte; y por todos los demás costos directos e indirectos necesarios para construir la estructura de acuerdo con estas especificaciones y a satisfacción de la Interventoría.

6.05.02.03 ALFAJIAS EN CONCRETO A LA VISTA

Se construirán en concreto de 2000 psi, con formaleta de madera que no vaya a presentar deformaciones en contacto con la humedad del concreto y su terminado se hará con llana metálica.

Las alfajías se colocarán rematando todos los antepechos de las ventanas.

Para absorber efectos de posibles dilataciones, se colocarán dos varillas de 1/4 de pulgada de diámetro embebidas en el concreto.

No se aceptarán alfajías rotas, defectuosas o mal fundidas, a juicio del Interventor.

6.05.02.03.01 MEDIDA

El elemento se medirá para el pago por metro lineal con aproximación de un decimal, de alfajía construída de acuerdo con estas especificaciones y lo prescrito por el Interventor y en un todo de acuerdo con los numerales 5.4.02 y 5.4.03 de las presentes especificaciones.

6.05.02.03.02 PAGO

El pago se hará al Contratista al precio unitario consignado en el formulario de cantidades de obra y precios unitarios y será la compensación total y única que reciba el Contratista por el suministro en la obra de todos los materiales, planta, equipo, herramientas, mano de obra, transportes y demás costos directos e indirectos necesarios para construir la estructura de acuerdo con estas especificaciones y a satisfacción de la Interventoría.

6.05.02.04 DINTELES EN CONCRETO

Los dinteles necesarios en la parte superior de puertas y ventanas, de acuerdo con lo señalado en los planos arquitectónicos, se podrán utilizar prefabricados o fundidos in situ, previa autorización del Interventor, y llevarán en su interior dos varillas de 3/8" en la cara inferior del mismo y en toda su longitud.

Su ancho será variable de acuerdo con el vano de la puerta o ventana, al que deberá anclarse sobrepasándolo como mínimo diez centímetros a cada lado.

6.05.02.04.01 MEDIDA

El elemento se medirá para el pago por metro lineal con aproximación a un decimal, construido de acuerdo con estas especificaciones y lo prescrito por el Interventor y en un todo de acuerdo con los numerales 4.02 y 4.03 de las presentes especificaciones.

6.05.02.04.02 PAGO

El pago se hará al Contratista al precio unitario consignado en el formulario de cantidades de obra y precios unitarios y será la compensación total y única que reciba el Contratista por el suministro en la obra de todos los materiales, planta, equipo, herramientas, mano de obra, transporte y demás costos directos e indirectos necesarios para construir la estructura de acuerdo con estas especificaciones y a satisfacción de la Interventoría.

6.05.02.05 PERGOLAS EN CONCRETO

Se refiere a los elementos arquitectónicos indicados en los planos correspondientes, se constituyen básicamente en vigas simplemente apoyadas de sección 0.10 x 0.15 m con un refuerzo de dos varillas de 3/8" de diámetro y estribos de 1/4" de diámetro cada 20 centímetros.

6.05.02.05.01 MEDIDA

El elemento se medirá para el pago por metro lineal con aproximación a un decimal, construido de acuerdo con estas especificaciones y lo prescrito por el Interventor y en un todo de acuerdo con los numerales 4.02 y 4.03 de las presentes especificaciones.

6.05.02.05.02 PAGO

El pago se hará al Contratista al precio unitario consignado en el formulario de cantidades de obra y precios unitarios y será la compensación total y única que reciba el Contratista por el suministro en la obra de todos los materiales, planta, equipo, herramientas, mano de obra, transportes y demás costos directos e indirectos necesarios para construir la estructura de acuerdo con estas especificaciones y a satisfacción de la Interventoría.

6.05.03 ESTRUCTURAS EN MADERA

Esta especificación contiene los requisitos mínimos que deben cumplir las maderas y su instalación en columnas; espaciamiento, sistemas de empalme y dimensiones se consignan en el plano de planta estructural, escala 1:50.

Las maderas deberán cumplir con las normas ICONTEC de protección contra la humedad, las columnas perimetrales se apoyarán sobre una base cuadrada de concreto reforzado de 0.40 m de lado.

Para la construcción se utilizara madera aserrada de primera calidad tipo zapán, tolúa o similar, cuidando de arriostrarla con madera del mismo diámetro durante la construcción y a distancias máximas de 1.30 m.

Las estructuras de madera quedarán a la vista y deberán recibir acabado final de pintura, teniendo que ser protegidas por el Contratista hasta la entrega de la obra, sin que por tal motivo se justifique obra o construcción adicional.

6.05.03.01 MEDIDA

El elemento se medirá para el pago por metro lineal con aproximación al decimal, construido en un todo de acuerdo con estas especificaciones, lo indicado en los planos y lo prescrito por el Interventor.

6.05.03.02 PAGO

El pago se hará al Contratista al precio unitario consignado en el formulario de cantidades de obra y precios unitarios y serán la compensación total y única que reciba el Contratista por el suministro en la obra de todos los materiales, planta, equipo, herramientas, mano de obra, transportes y demás costos directos e indirectos necesarios para construir la estructura de acuerdo con estas especificaciones y a satisfacción de la Interventoría.

6.06 MAMPOSTERIA

6.06.01 MUROS EN LADRILLO CERAMICO

En los planos se indica su localización y dimensionamiento. Se levantarán muros con espesor de 0.10 m en tabiques divisorios como en los baños y demás lugares indicados en los planos, los muros de $e=0.15$ m se construirán como cerramientos exteriores perimetrales siempre y cuando lo indiquen los planos.

Los ladrillos huecos se sentarán por la cara más importante del muro, a juicio del Interventor, por el cual se hará la plomada y nivelación de los mismos, utilizando pegas de morteros horizontales y verticales uniformes de un espesor aproximado de 1 cm. Para su colocación, todos los ladrillos deberán humedecerse previamente y estar sus filos y bordes en buen estado.

Cuando sea necesario hacer regatas o incrustaciones en muros de este material, éstas deben ejecutarse después de ocho días de construido el muro, procediendo luego al resane con mezcla húmeda de mortero de cemento y arena en proporción 1:5. Para muros interiores, las uniones o pegas se realizarán con mortero 1:3 en relación cemento arena.

Para muros de fachada o culatas laterales (exteriores), se utilizará mortero de pega 1:3 impermeabilizado integralmente con mezclas del 3% en peso por kilo de cemento. Esta última especificación regirá para los muros de las culatas.

Las trabas de los bloques serán requisito indispensables para la aceptación del trabajo, de ahí que dos hiladas consecutivas deben estar corridas 1/4 de la dimensión del ladrillo colocado.

6.06.01.01 MEDIDA

Estos muros se medirán por metro cuadrado con aproximación a un decimal de área vertical, agrupados según sus espesores y acabados de las caras. En la medición se descontarán todos los vanos y puerta, y quedarán incluídos machones o columnas de refuerzo construídos en el mismo material.

6.06.01.02 PAGO

El pago se hará al Contratista al precio unitario consignado en el formulario de cantidades de obra y precios unitarios y será la compensación total y única que reciba el Contratista por el suministro en la obra de todos los materiales, planta, equipo, herramientas, mano de obra, transportes y demás costos directos e indirectos necesarios para construir la estructura de acuerdo con estas especificaciones y a satisfacción de la Interventoría.

6.06.02 MURO DE CERRAMIENTO

La presente especificación se refiere a la construcción del muro que delimitará el Proyecto, por el lindero, en toda su extensión.

Este muro estará constituido por un antepecho de 0.12 metros de espesor, en ladrillo cerámico tipo tolete a la vista, de 0.50 metros de altura apoyado sobre un cimiento de concreto ciclópeo y rematado, en su parte superior, por una alfajía de concreto de 2500 psi, con espesor de 0.10 metros.

Sobre el costado superior de esta alfajía se colocará una malla eslabonada tipo ciclón calibre No.9, hasta 1.86 metros de altura, en módulos de 3.00 metros. Cada tres metros se colocará un tubo galvanizado HG de 2" de diámetro. Este tubo se fijará sobre una base de 0.60 x 0.30 x 0.30 metros en concreto de 2500 psi. En la parte superior de cada tubo se soldarán tres argollas galvanizadas de diámetro 2", que sostendrán a su vez tres hiladas de alambre de púas galvanizado No.12 con no menos de 10 púas por metro lineal.

Las cuerdas pasarán por las argollas soldadas a los postes que tendrán todos, uniformemente, una desviación con la vertical de 45 grados en una longitud de 0.15 cm, de tal forma que queden completamente alineados con la mampostería y todos los huecos respectivos queden al mismo nivel.

En cuanto a las cuerdas de alambre de púas, deben quedar, al terminar su labor de instalación, completamente tensionadas y niveladas, lo mismo que una varilla de 1/2", que se colocará como templete en la parte superior de la malla.

6.06.02.01 MEDIDA

El elemento se medirá para el pago por metro lineal con aproximación a un decimal, construido en un todo de acuerdo con estas especificaciones, lo indicado en los planos y lo prescrito por el Interventor.

6.06.02.02 PAGO

El pago se hará al Contratista al precio unitario consignado en el formulario de cantidades de obra y precios unitarios y será la compensación total y única que reciba el Contratista por el suministro en la obra de todos los materiales, de mampostería, concreto, malla, postes, alambre de púas, varilla superior, planta, equipo, herramientas, mano de obra, transporte y demás costos directos e indirectos necesarios para construir la estructura de acuerdo con estas especificaciones y a satisfacción de la Interventoría. No se incluye en el pago la construcción del cimiento, el cual se pagará al Contratista de acuerdo con lo especificado en la sección 6.02 CIMENTACION.

6.07 PISOS DE SENDEROS Y GUARDAESCOBAS

6.07.01 PISOS INTERIORES Y ANDENES

Sobre el terreno natural compactado al 90% se colocará una capa granular de 6 cm de espesor, sobre la cual se fundirá una capa de concreto simple de 2500 psi, de 8 cm de espesor y rematada con mortero 1:3 de cemento y arena lavada con espesor de 5 cm, mortero que recibirá inicialmente un afinado con llana de madera antes del pulido final con llana metálica, espolvoreando cemento puro para obtener una superficie esmaltada.

Estos pisos llevarán dilataciones en madera de caracolí, cada una de 1.50 m fundidas en ajedrez. Las dimensiones con vareta o similar. El afinado debe recibir un curado húmedo por lo menos durante cinco (5) días.

No se aceptarán rebabas, grietas, protuberancias ni desperfectos en los afinados.

6.07.01.01 MEDIDA

El elemento se medirá para el pago por metro cuadrado con aproximación a un decimal, construido en un todo de acuerdo con estas especificaciones, lo indicado en los planos y lo prescrito por el Interventor.

6.07.01.02 PAGO

El pago se hará al Contratista al precio unitario consignado en el formulario de cantidades de obra y precios unitarios y será la compensación total y única que reciba el Contratista por el suministro en la obra de todos los materiales, de concreto, capa granular, mortero, arena, madera etc., planta, equipo, herramienta, mano de obra,

compactación del terreno natural, transportes y demás costos directos e indirectos necesarios para construir los pisos de acuerdo con estas especificaciones y a satisfacción de la Interventoría.

6.07.02 PISOS EN LADRILLO TABLON DE 0.30 x 0.30 m

Se construirán pisos en este tipo de material en las áreas demarcadas en los planos arquitectónicos, oficinas, circulaciones y salón de conferencias.

Estos pisos se colocarán sobre una placa de concreto simple de 2500 psi y 7 cm de espesor con un mortero de arena y cemento 1:4 y espesor mínimo de 2 cm. La colocación se hará a 45 grados en el caney existente y a 90 grados en la sede principal de oficinas.

Los niveles y pendientes serán los indicados en los planos. No se aceptarán materiales con deformaciones o aristas en mal estado denominados segundas o imperfectos.

Esta clase de pisos deberá protegerse con cartones o similares hasta la terminación y entrega de la obra. Cuando esta clase de pisos sea colocada a la intemperie, se deberán limpiar de todo desperdicio de cemento en la brecha, para evitar su manchado.

6.07.02.01 MEDIDA

El elemento se medirá para el pago por metro cuadrado con aproximación a un decimal, construido en un todo de acuerdo con estas especificaciones, lo indicado en los planos y lo prescrito por el Interventor.

6.07.02.02 PAGO

El pago se hará al Contratista al precio unitario consignado en el formulario de cantidades de obra y precios unitarios y será la compensación total y única que reciba el Contratista por el suministro en la obra de todos los materiales, concreto, mortero de pega, brecha, planta, equipo, herramientas, mano de obra, acabado, transportes y demás costos directos e indirectos necesarios para construir los pisos de acuerdo con esta especificación y a satisfacción de la Interventoría. Incluirá además la protección hasta la terminación de la obra.

6.07.03 PISOS EN DECORPISO

Para las áreas de baños se utilizará decorpiso color amarillo arena o similar, en los baños de damas y verde esmeralda o similar en los baños de hombres, cocina y laboratorios, siguiendo las especificaciones de los planos. Sobre una base de concreto simple de 2000 psi, se hará un afinado de mortero 1:4 hasta obtener una superficie tersa de 1.5 cm de espesor con impermeabilizante Sika No.1 o similar. Sobre esta superficie se colocará el decorpiso completamente nivelado y/o pendienteado como lo indiquen los planos de detalle.

Una vez el piso haya adquirido suficiente resistencia, se emboquillarán las uniones con lechada de cemento blanco.

6.07.03.01 MEDIDA

El elemento se medirá para el pago por metro cuadrado con aproximación a un decimal construido en un todo de acuerdo con estas especificaciones, lo indicado en los planos y lo prescrito por el Interventor.

6.07.03.02 PAGO

El pago se hará al Contratista al precio unitario consignado en el formulario de cantidades de obra y precios unitarios y será la compensación total y única que reciba el Contratista por el suministro en la obra de todos los materiales, mortero, impermeabilizantes, brecha, planta, equipo, herramientas, mano de obra, transportes y demás costos directos e indirectos necesarios para construir los pisos de acuerdo con estas especificaciones y a satisfacción de la Interventoría.

6.07.04 GUARDAESCOBAS EN GRAVILLA LAVADA

Se utilizará este material, para los bordes laterales de los pisos en ladrillo tablón o similar y escaleras en caso de presentarse niveles interiores. Consiste en una mezcla de gravilla de río lavada de tamaño máximo 1 cm y cemento en proporción 1:2. Dicha mezcla se aplicará sobre la superficie, siguiendo los detalles indicados en los planos y se extenderá en una capa uniforme de 1.5 cm. Una vez se haya iniciado el moldeado en media caña y su fraguado inicial, se procederá al lavado con un cepillo de cerda blanda para evitar el cemento depositado en los intersticios de los granos.

La aplicación del agua deberá regularse para dar un cubrimiento completo a la superficie. Esta agua deberá ser limpia y cumplir las mismas especificaciones que el agua con que se prepara el concreto. No se aceptarán superficies con desprendimientos de la gravilla ni superficies con exceso de cemento en los vacíos.

6.07.04.01 MEDIDA

El elemento se medirá para el pago por metro lineal con aproximación a un decimal, construido en un todo de acuerdo con estas especificaciones, lo indicado en los planos y lo prescrito por el Interventor.

6.07.04.02 PAGO

El pago se hará al Contratista al precio unitario consignado en el formulario de cantidades de obra y precios unitarios y será la compensación total y única que reciba el Contratista por el suministro en la obra de todos los materiales, planta, equipo, herramientas, mano de obra, transportes y demás costos directos e indirectos

necesarios para construir el guardaescobas de acuerdo con estas especificaciones y a satisfacción de la Interventoría.

6.08 ACABADOS PARA MUROS

6.08.01 ENCHAPES EN AZULEJO O BALDOSIN DE PORCELANA

Se utilizará porcelana de color amarillo arena, serie Venecia de 20.5 x 20.5 cm o similar, para el enchape de los muros en los baños de damas; color verde oasis, serie Venecia de 20.5 x 20.5 cm o similar, para el enchape de los muros en los baños de hombres y demás áreas especificadas en los planos. Azulejo blanco de 11 x 11 cm para la cocina y baño del celador, según áreas acotadas en los planos.

Esta porcelana se pegará con masilla de cemento puro e= 3 mm sobre el pañete muy bien nivelado. Para aquellos filos horizontales o verticales, que por razones de protección deben llevar refuerzo, se utilizará pirlán de aluminio anodizado. El baldosín se humedecerá por un lapso no menor a 12 horas antes de su colocación. La altura de los enchapes de baños y vestieres será de 1.85 m respecto al nivel del piso y a todo lo largo del cuarto de baño, y de 2.00 m en la cocina y baño del celador.

6.08.01.01 MEDIDA

El elemento se medirá para el pago por metro cuadrado con aproximación a un decimal, construido en un todo de acuerdo con estas especificaciones, lo indicado en los planos y lo prescrito por el Interventor.

6.08.01.02 PAGO

El pago se hará al Contratista al precio unitario consignado en el formulario de cantidades de obra y precios unitarios y será la compensación total y única que reciba el Contratista por el suministro en la obra de todos los materiales, de pega y acabado, emboquillado, limpieza, planta, equipo, herramientas, mano de obra, transportes y demás costos directos e indirectos necesarios para construir los acabados de acuerdo con estas especificaciones y a satisfacción de la Interventoría.

No se incluye en este precio el pirlán de aluminio anodizado el cual se pagará por ml al precio propuesto en el formulario de precios unitarios.

6.08.02 FRISO O PAÑETE

Es el acabado liso dado a las superficies de mampostería interiores y comúnmente denominado pañete, reboque o friso; el material deberá cumplir con la relación 1:4 de cemento arena y se impermeabilizará integralmente con Sika No.1 o similar en los muros exteriores. En baños el friso interior sera también impermeabilizado.

Previa la ejecución del pañete, deberán estar ejecutadas todas las regatas eléctricas, hidráulicas y sanitarias, debidamente supervisadas por el Interventor. Igualmente el muro debe humedecerse para colocar el pañete.

En todos los muros es indispensable colocar guías maestras verticales a distancia mínima de 2.00 m, con el fin de obtener pañetes correctamente hilados, plomados y reglados.

Obtenido el fraguado de una de las guías maestras, se le aplicará fuertemente el mortero contra el muro a base de palustre y se esparciará con reglas de madera apoyadas sobre las guías maestras. Luego de fraguado, se afinará con llana de madera para llenar hendiduras y porosidades, usando la misma mezcla.

El espesor será como mínimo de 1 cm sobre las paredes más salientes del muro.

Los pañetes deben rematarse contra los pisos y los cielos rasos con ángulos de 90 grados.

6.08.02.01 MEDIDA

El elemento se medirá para el pago por metro cuadrado, con aproximación a un decimal, incluyendo dilataciones, filos etc. y descontando vanos de puertas, ventanas etc., construido en un todo de acuerdo con estas especificaciones, lo indicado en los planos y lo prescrito por el Interventor.

6.08.02.02 PAGO

El pago se hará al Contratista al precio unitario consignado en el formulario de cantidades de obra y precios unitarios y será la compensación total y única que reciba el Contratista por el suministro en la obra de todos los materiales, filos, dilataciones, planta, equipo, herramientas, mano de obra, transportes y demás costos directos e indirectos necesarios para construir los frisos o pañetes de acuerdo con estas especificaciones y a satisfacción de la Interventoría.

6.08.03 FRISO RUSTICO PARA MUROS

Se aplicará directamente sobre la mampostería en el caso de los muros exteriores que dan directamente sobre las fachadas. Este friso debe cumplir con la relación de preparado 1:6 de cemento y arena. Para la textura final será utilizada una máquina apropiada, para dar un acabado armónico y parejo.

Inmediatamente después de aplicar con la máquina el mortero fresco sobre el muro, se utilizará la llana metálica para lograr suavizar la textura rústica dejada por ésta, en forma circular y en sentido opuesto a la superficie del muro. Esta clase de acabado final se medirá por metro cuadrado incluyendo andamios, máquina y material de acuerdo a lo indicado en los planos.

6.08.03.01 MEDIDA

El elemento se medirá para el pago por metro cuadrado con aproximación a un decimal, incluyendo fillos, dilataciones, y descontando vanos de puertas y ventanas etc., construído en un todo de acuerdo con estas especificaciones, lo indicado en los planos y lo prescrito por el Interventor.

6.08.03.02 PAGO

El pago se hará al Contratista al precio unitario consignado en el formulario de cantidades de obra y precios unitarios y será la compensación total y única que reciba el Contratista por el suministro en la obra de todos los materiales, fillos, dilataciones, planta, equipo, herramientas, mano de obra, transportes y demás costos directos e indirectos necesarios para construir los frisos a satisfacción de la interventoría.

6.08.04 ESTUCO PARA MUROS

Comprende una pasta compuesta por cemento gris, yeso y caolín, que se aplicará sobre los pañetes lisos, únicamente donde el acabado final de los muros sea pintura de vinilo.

El estuco se aplicará en dos o tres capas, a juicio del Interventor, con llana metálica y con un espesor máximo de 2 mm, quedando una textura lisa, sólida y brillante, libre de porosidades, grietas y sobrantes. Cuando se aplique el estuco sobre el área de baños, en la parte superior del muro enchapado debe adicionársele impermeabilizante integral tipo Sika No.1 o similar.

6.08.04.01 MEDIDA

El elemento se medirá para el pago por metro cuadrado con aproximación a un decimal, construído en un todo de acuerdo con estas especificaciones, lo indicado en los planos y lo prescrito por el Interventor.

6.08.04.02 PAGO

El pago se hará al Contratista al precio unitario consignado en el formulario de cantidades de obra y precios unitarios y será la compensación total y única que reciba el Contratista por el suministro en la obra de todos los materiales, impermeabilización, juntas, dilataciones, planta, equipo, herramientas, mano de obra, transporte y demás costos directos e indirectos necesarios para construir el estuco de acuerdo con estas especificaciones y a satisfacción de la Interventoría.

6.08.05 PINTURA EN VINILO PARA MUROS

Se empleará pintura Viniltex de Pintuco color blanco ostra, o similar, sobre la superficie estucada descrita anteriormente. La primera capa o mano se hará como imprimante. Para obtener una textura pareja, se aplicarán como mínimo tres capas o manos de

pintura, la última deberá ser aplicada con rodillo. Para el caso de pintura de vinilo sobre muro rústico, se aplicará con brocha de fique en tres manos.

6.08.05.01 MEDIDA

El elemento se medirá para el pago por metro cuadrado con aproximación a un decimal, construido en un todo de acuerdo con estas especificaciones, lo indicado en los planos y lo prescrito por el Interventor.

6.08.05.02 PAGO

El pago se hará al Contratista al precio unitario consignado en el formulario de cantidades de obra y precios unitarios y será la compensación total y única que reciba el Contratista por el suministro en la obra de todos los materiales, andamios, planta, equipo, herramientas, mano de obra, transportes y demás costos directos e indirectos necesarios para la ejecución de este ítem, de acuerdo con estas especificaciones y a satisfacción de la Interventoría.

6.08.06 REVESTIMIENTO CON GRANIPLAST

Se refiere esta especificación al revestimiento de muros en los sitios que muestran los planos, utilizando una mezcla de resinas acrílicas, mármol, cuarzo y aditivos químicos, del color y textura que previamente debe ser aprobada por la Interventoría.

Sobre la superficie previamente frisada y limpia de muros o estructuras, se extiende una capa de graniplast con lana metálica y se empareja hasta lograr una superficie completamente uniforme en textura y color. No se aceptarán superficies con rastros del paso de la lana, rebabas o irregularidades de ninguna clase.

6.08.06.01 MEDIDA

La unidad de medida para el pago será por metro cuadrado de muros en graniplast con aproximación a un decimal y construido en un todo de acuerdo con estas especificaciones, lo indicado en los planos y lo prescrito por el Interventor.

6.08.06.02 PAGO

El pago se hará al Contratista al precio unitario consignado en el formulario de cantidades de obra y precios unitarios y será la compensación total y única que reciba el Contratista por el suministro en la obra de todos los materiales y equipos, herramientas, mano de obra, transportes y demás costos directos e indirectos necesarios para construir los revestimientos a satisfacción de la interventoría.

6.08.06 PINTURA PARA CARPINTERIA DE MADERA

Esta especificación reúne los requisitos mínimos para la aplicación de pinturas, barnices o lacas usadas como acabado de superficies de madera o material similar.

En los planos se estipula base en tapaporos color nogal o similar; como acabado final de pintura se le aplicará esmalte transparente semi-lustre con brocha de nylon blanda.

En la utilización de estas pinturas se tendrán en cuenta las recomendaciones de la casa fabricante en lo relacionado con las bases, imprimación y disolventes. Tanto las bases como las pinturas se aplicarán sobre superficies limpias y con las manos necesarias para obtener un acabado satisfactorio.

6.08.06.01 MEDIDA

El elemento se medirá para el pago por metro cuadrado con aproximación a un decimal, en un todo de acuerdo con estas especificaciones, lo indicado en los planos y lo prescrito por el Interventor.

6.08.07.02 PAGO

El pago se hará al Contratista al precio unitario consignado en el formulario de cantidades de obra y precios unitarios y será la compensación total y única que reciba el Contratista por el suministro en la obra de todos los materiales, planta, equipo, herramientas, mano de obra, transportes y demás costos directos e indirectos necesarios para la ejecución del ítem de acuerdo con estas especificaciones y a satisfacción de la Interventoría.

6.09 CUBIERTA

6.09.01 CUBIERTA EN ESTRUCTURA DE MADERA Y TEJA DE BARRO

La estructura de soporte será de madera. Las dimensiones de apoyos, pendientes y remates se especifican en los planos de estructura de cubierta y en los cortes arquitectónicos.

Para efecto de estructura de soporte, se entenderá como tal, aquella instalada de la parte superior de las columnas hacia arriba y mostrada en el plano de construcción No.9.

Las tejas se colocarán con atraques de mortero húmedo de cemento y arena 1:8 con impermeabilizante integral Sika No.1 o similar, sobre el armazón de caña brava, previamente amarrada e inmunizada. En los cambios de pendiente, la primera hilada de teja se amarrará con alambre galvanizado No.18. En cualquiera de las dos

pendientes proyectadas no se aceptarán tejas sin el cocimiento requerido, o con roturas o porosidades.

La estructura de madera debe cumplir con las especificaciones de pendientes, espesores, material y sistema constructivo establecido en los planos de detalles.

6.09.01.01 MEDIDA

El elemento se medirá para el pago por metro cuadrado con aproximación a un decimal de proyección horizontal, construido en un todo de acuerdo con estas especificaciones, lo indicado en los planos y lo prescrito por el Interventor.

6.09.01.02 PAGO

El pago se hará al Contratista al precio unitario consignado en el formulario de cantidades de obra y precios unitarios y será la compensación total y única que reciba el Contrista por el suministro en la obra de todos los materiales, caballetes, amarres, impermeabilizantes y demás costos directos e indirectos necesarios para construir la cubierta de acuerdo con estas especificaciones y a satisfacción de la Interventoría.

6.09.02 CUBIERTA THERMOACOUSTICA

6.09.02.01 DEFINICIÓN O PROCEDIMIENTO

Se refiere este capítulo a la ejecución de techado con Teja ThermoAcoustic ondulada CN12051 azul blanca combinada con traslucida de Ajover o similar empleado para ello teja con medida de 2.44 metros de largo..

La instalación de las tejas debe hacerse por el método de juntas continuas, con un traslape lateral, no inferior a la ondulación y un traslape en extremos no inferior a 15 cm, las ondulaciones extremas en la lámina lateral deben ir hacia abajo, antes de iniciar el trabajo el Contratista y el Interventor deben convenir el método adecuado para la correcta ejecución de la obra. La colocación de las tejas se iniciará de acuerdo con la dirección de los vientos reinantes, siguiendo las recomendaciones del fabricante. Las tejas se fijan con tornillo espigo galvanizado de fijación de 5.1 milímetros x 15 centímetros (F5C5115) y deberán tener fijadores de ala en la mitad, entre apoyos de la teja en el traslape lateral, de ¼ - 14 x 7/8 (FTA02514088) recomendados por el fabricante. La cubierta va apoyada directamente sobre la estructura metálica propuesta para tal efecto.

6.09.02.02 MATERIALES

Se utilizará teja ThermaAcoustic ondulada de Ajover o similar, con sus accesorios respectivos, tornillo espigo galvanizado de fijación de 0.51 milímetros x 15 centímetros (F5C5115), Fijador de ala de ¼ “-14 x 7/8” (FTA02514088) y correas metálicas

6.09.02.03 MEDIDA Y FORMA DE PAGO

La medida y el pago será: las tejas en metros cuadrados (m2) de cubierta medidos en su proyección horizontal.

Se deben incluir los equipos, materiales, transportes internos y externos y la mano de obra necesarios para su correcta ejecución; todo recibido por el Interventor a entera satisfacción.

6.10 ACABADOS ARQUITECTONICOS

6.10.01 VENTANA METALICA

Todas las ventanas irán construídas con marco metálico en lámina calibre 18 doblada en frío, con las dimensiones que indiquen los planos de detalles, Esc. 1:20, con reja soldada formando celdas rectangulares con varilla lisa de 1" x 1".

Las normas de construcción y colocación son:

- Cada ventana se suspenderá de un marco metálico de las mismas características.
- Las uniones entre elementos se realizarán con soldadura 60-13 o similar, debiendo quedar totalmente pulidos los bordes.
- Las hojas que abren tendrán una tolerancia de 1.5 mm contra los marcos verticales y contra los bordes superior e inferior del marco. Antes de su colocación, se pintarán con dos manos de anticorrosivo.
- Para su anclaje a los muros, el Contratista deberá fijarlas con pernos soldados al marco y empotrados a los muros, siempre y cuando ponga especial atención en no deteriorar la mampostería y llevar a cabo los resanes y embonaduras necesarios con mortero 1:3.
- Las hojas y los marcos deberán quedar totalmente verticales y se medirán y pagarán por unidad incluyendo tornillería, pasadores, bisagras, manijas, perforación para instalación, marco y pisavidrio, además de todo el trabajo de mano de obra para su instalación. Las batientes y basculantes llevan como elemento de cierre una manija cromada de tipo desmontable.

6.10.01.01 MEDIDA

El elemento se medirá para el pago por unidad, construído en un todo de acuerdo con estas especificaciones, lo indicado en los planos y lo prescrito por el Interventor.

6.10.01.02 PAGO

El pago se hará al Contratista a los precios unitarios consignados en el formulario de cantidades de obra y precios unitarios para cada tipo de ventana y serán la compensación total y única que reciba el Contratista por el suministro en la obra de todos los materiales, planta, equipo, anticorrosivo, pisavidrio, resanes, herramientas, mano de obra, transporte, y demás costos directos e indirectos necesarios para construir las ventanas de acuerdo con estas especificaciones y a satisfacción de la Interventoría.

6.10.02 CARPINTERIA DE MADERA

Generalidades

Toda la carpintería de madera se ejecutará en madera de primera calidad en cedro, tolúa o mónico según el ítem específico, debidamente secada.

Donde sea necesario el empleo de lámina de triplex, estos serán de calidad tipo "Pizano" o similar.

6.10.02.01 PUERTAS EN MADERA

Estas se instalarán en los accesos interiores en el edificio de administración como se indica en los planos. Se denominan entamboradas y se construirán según se indica, en lámina prensada de madera tipo "Pizano" o similar (triplex, e= 5 mm) pegada y clavada por ambas caras a una armazón cepillada de cedro, tolúa o similar, debidamente acolillada en sus aristas o esquinas.

Cada puerta se suspenderá del marco metálico correspondiente mediante tres bisagras cobrizadas de 3" c/u, sin ningún desplome. Las puertas deberán ser inmunizadas y lijadas de tal forma que puedan recibir tres manos de pintura transparente semi-lustre.

6.10.02.01.01 MEDIDA

El elemento se medirá para el pago por unidad, construido en un todo de acuerdo con estas especificaciones, lo indicado en los planos y lo prescrito por el Interventor.

6.10.02.01.02 PAGO

El pago se hará al Contratista al precio unitario consignado en el formulario de cantidades de obra y precios unitarios y será la compensación total y única que reciba el Contratista por el suministro en la obra de todos los materiales, marco metálico, bisagras, planta, equipo, herramientas, mano de obra, transportes y demás costos directos e indirectos necesarios para construir las puertas de acuerdo con esta especificación y a satisfacción de la Interventoría.

6.10.02.02 PUERTAS BATIENTES DE MADERA

Se colocarán bajo los mesones del laboratorio y la cocina de la cafetería. Sus dimensiones serán de 0.60 x 0.60 m, se construirán y colocarán de tal forma que queden batientes en el plano vertical para permitir el acceso de dichos lugares; irán fijadas a la parte inferior de los mesones mediante un marco de madera y bisagras cobrizadas de 3".

Se construirán en madera tolúa, mónico o similar, previamente cepillada y lijada, lista para recibir inmunización y pintura final.

6.10.02.02.01 MEDIDA

El elemento se medirá para el pago por unidad, construido en un todo de acuerdo con estas especificaciones, lo indicado en los planos y lo prescrito por el Interventor.

6.10.02.02.02 PAGO

El pago se hará al Contratista al precio unitario consignado en el formulario de cantidades de obra y precios unitarios y será la compensación total y única que reciba el Contratista por el suministro en la obra de todos los materiales, marco, bisagras, planta, equipo, herramientas, mano de obra, transporte y demás costos directos e indirectos necesarios para construir las puertas de acuerdo con estas especificaciones y a satisfacción de la Interventoría.

6.10.02.03 ESTANTERIA DE MADERA

Hace relación a la estructura de madera conformada por compartimientos destinados para el almacenamiento en la parte alta o superior del depósito de cafetería, el archivo de la oficina, el depósito de herramientas y el laboratorio. Se construirán en madera tolúa o similar y su ubicación y dimensiones son las señaladas en los planos arquitectónicos. Su construcción y acabado se regirán por las mismas normas de construcción de las puertas en madera.

6.10.02.03.01 MEDIDA

El elemento se medirá para el pago por metro cuadrado medido verticalmente, construido en un todo de acuerdo con estas especificaciones, lo indicado en los planos y lo prescrito por el Interventor.

6.10.02.03.02 PAGO

El pago se hará al Contratista al precio unitario consignado en el formulario de cantidades de obra y precios unitarios y será la compensación total y única que reciba el Contratista por el suministro en la obra de todos los materiales, planta, equipo, herramientas, mano de obra, transporte y demás costos directos e indirectos necesarios para construir las estanterías de madera de acuerdo con estas especificaciones y a satisfacción de la Interventoría.

6.10.03 VIDRIOS PARA VENTANERIA

Los vidrios para toda la ventanería serán de 4 mm de espesor, claros, transparentes y en todos los casos serán de espesor uniforme, a juicio del Interventor, sin ondulaciones, burbujas o desperfectos. Estos se fijarán al marco de las ventanas mediante un pisavidrios del mismo material del marco en mención. El costo del pisavidrio irá incluido en el costo de la unidad de ventana.

6.10.03.01 MEDIDA

El elemento se medirá para el pago por metro cuadrado, suministrado e instalado en un todo de acuerdo con estas especificaciones, lo indicado en los planos y lo prescrito por el Interventor.

6.10.03.02 PAGO

El pago se hará al Contratista al precio unitario consignado en el formulario de cantidades de obra y precios unitarios y será la compensación total y única que reciba el Contratista por el suministro en la obra de todos los materiales, planta, equipo, herramientas, mano de obra, transportes y demás costos directos e indirectos necesarios para la ejecución del ítem de acuerdo con estas especificaciones y a satisfacción de la Interventoría.

6.10.04 CERRADURAS

En las puertas metálicas de acero, depósitos y cocina, se suministrarán e instalarán cerraduras de acero inoxidable de perno tipo Yale o similar, sobre-puestas con tornillos del mismo material. En las puertas de madera se instalarán cerraduras de perilla tipo alcoba marca Yale o similar.

Para ambos casos, el Contratista deberá entregar la totalidad de las llaves.

6.10.04.01 MEDIDA

El elemento se medirá para el pago por unidad, instalado en un todo de acuerdo con estas especificaciones, lo indicado en los planos y lo prescrito por el Interventor.

6.10.04.02 PAGO

El pago se hará al Contratista a los precios unitarios consignados en el formulario de cantidades de obra y precios unitarios para cada tipo de cerradura, y será la compensación total y única que reciba el Contratista por el suministro en la obra de todos los materiales, llaves, planta, equipo, herramientas, mano de obra, transporte y demás costos directos e indirectos necesarios para la ejecución del ítem a satisfacción de la Interventoría.

6.10.05 PUERTAS METALICAS

6.10.05.01 GENERALIDADES

Se refiere esta especificación al suministro e instalación de puertas metálicas, con los detalles y en los sitios indicados en los planos.

6.10.05.02 MEDIDA

El elemento se medirá para efectos de pago por metro cuadrado, construido en un todo de acuerdo con estas especificaciones lo indicado en los planos y lo prescrito por el Interventor.

6.10.05.03 PAGO

El pago se hará al Contratista al precio unitario consignado en el formulario de cantidades de obra y precios unitarios y será la compensación total, única que reciba el Contratista por el suministro en obra de todos los materiales, marco y hoja metálica, bisagras, tornillos, manija, planta, equipo, herramientas, mano de obra, transporte y demás costos directos e indirectos necesarios para construir las puertas metálicas de acuerdo con estas especificaciones y a satisfacción de la Interventoría.

6.10.06 VENTANERIA Y PUERTAS EN ALUMINIO

6.10.06.01 GENERALIDADES

Se refiere esta especificación Al suministro e instalación de ventanas, puerta-ventanas y puertas de aluminio anodizado color natural y vidrio en cristal corriente detalladas en los planos. La forma, dimensiones y localización de los elementos en perfil de aluminio se indican en los planos .

Las puertas principales se fabricarán de acuerdo con diseño, cerraduras y especificaciones mostradas en los planos. Se deben tener muy presente la distancia libre entre el piso con el acabado terminado y las puertas.

Las ventanas y las uniones vidrio marco de las puertas deben estar provistas de empaque de caucho capaces de absorber dilataciones producidas por cambios de

temperatura, evitar rotura de vidrios y vibraciones molestas, pisa vidrios colocados a presión, bisagras de aluminio con mecanismo tal que evite las fricciones permanentes, tensores ocultos en los perfiles horizontales para garantizar la rigidez permanente.

Los vidrios en todos los casos deberán ser perfectamente planos, de espesor uniforme, libres de burbujas y manchas, sin ondulaciones y de tal manera que no presenten distorsión visual cuando se mire a través de ellos. Los vidrios se fijarán con el respectivo pisa vidrios y empaque de caucho.

Antes de su fabricación, el Contratista deberá rectificar las medidas reales de los vanos. No se aceptará ninguna separación entre el muro y el perfil. Cualquier rectificación o embone que pueda requerirse la ejecutará el Contratista por su cuenta.

Todos los cortes y ensambles de perfiles deben acoplar perfectamente, sin que queden luces o aberturas entre ellos. Todos los remaches a utilizar serán de aluminio. Los tornillos serán zincados y sus cabezas serán del mismo color de la perfilería. Todos los tornillos se instalarán a ras con los perfiles, avellanando los orificios para lograrlo.

Las ventanas corredizas deben estar provistas de un mecanismo de rodamiento que asegure un deslizamiento suave y silencioso y garantice un óptimo funcionamiento, así como de felpas en las caras internas de los marcos para evitar el golpeo metálico de la hoja con el marco al abrir y cerrar la ventana.

Todas las ventanas se sellarán con silicona transparente, entre el marco y el muro que conforma el vano, para garantizar su estanqueidad.

Todos los perfiles de aluminio, tan pronto sean instaladas las ventanas y puertas, serán recubiertas con grasa o una película de silicona tipo "cáscara", que la proteja de ralladuras y manchas por pintura o cemento. Este recubrimiento deberá mantenerse hasta el final de la obra y será retirado dentro de las operaciones de limpieza final.

Las ventanas y puertas de aluminio se medirán según la unidad de medida indicada en el formulario de la propuesta, cantidades y precios

6.10.06.02 MEDIDA

Las puertas y ventanas en aluminio se medirán para efectos de pago por metro cuadrado, construídas e instaladas de acuerdo con estas especificaciones lo indicado en los planos y lo prescrito por el Interventor.

6.10.06.03 PAGO

El pago se hará al Contratista al precio unitario consignado en el formulario de cantidades de obra y precios unitarios y será la compensación total, única que reciba el Contratista por el suministro en obra de todos los materiales, marcos perfiles, láminas,

bisagras, tornillos, manija, cerraduras, equipo, herramientas, mano de obra, transporte y demás costos directos e indirectos necesarios para construir las puertas y ventanas en aluminio de acuerdo con estas especificaciones y a satisfacción de la Interventoría.

6.10.07 MESONES EN CONCRETO REFORZADO

Estos mesones se construirán con un espesor de 6 cm, como mínimo, en concreto reforzado y su longitud variará de acuerdo al sitio de colocación así:

De 0.60 m de ancho y a una altura de 0.90 m del piso terminado, en la sección de laboratorios y cafetería. Estos mesones irán enchapados en azulejo tipo Corona de 0.11 x 0.11 m, o similar, del color convenido con la Interventoría según el sitio de ubicación, ya sea cocina o laboratorio.

Los remates en los bordes superiores serán en pirlán de aluminio.

La ejecución del enchape se regirá por la especificación de enchapes; el concreto utilizado será del tipo 1:2:3, y se regirá por la especificación de concretos para obras civiles.

6.10.07.01 MEDIDA

El elemento se medirá para el pago por metro lineal con aproximación a un decimal, construido en un todo e acuerdo con estas especificaciones, lo indicado en los planos y los prescrito por el Interventor.

6.10.07.02 PAGO

El pago se hará al Contratista al precio unitario consignado en el formulario de cantidades de obra y precios unitarios y será la compensación total y única que reciba el Contratista por el suministro en la obra de todos los materiales, concreto, acero, azulejo, pirlanes, planta, equipo, herramientas, mano de obra, transportes y demás costos directos e indirectos necesarios para construir los mesones en concreto reforzado de acuerdo con estas especificaciones y a satisfacción de la Interventoría.

6.10.08 BORDILLO PARA DUCHAS

Hace relación al bordillo que impide la salida del agua en el piso de las duchas hacia el exterior de las mismas, y está formado por una sección transversal de cono truncado en concreto de 2000 psi, enchapado por ambas caras en azulejo de 11 x 11 cm, tipo Corona o similar, del mismo color del enchape de las duchas y rematado en la parte superior con un "torito" del mismo material.

La aplicación del enchape se regirá por la norma de enchapes descrita en esta misma sección.

6.10.08.01 MEDIDA

El elemento se medirá para el pago por metro lineal con aproximación a un decimal, construido en un todo de acuerdo con estas especificaciones, lo indicado en los planos y lo prescrito por el Interventor.

6.10.08.02 PAGO

El pago se hará al Contratista al precio unitario consignado en el formulario de cantidades de obra y precios unitarios y será la compensación total y única que reciba el Contratista por el suministro en la obra de todos los materiales, concreto, azulejo, toritos, planta, equipo, herramientas, mano de obra, transporte y demás costos directos e indirectos necesarios para construir los bordillos para duchas de acuerdo con estas especificaciones y a satisfacción de la Interventoría.

6.10.08 APARATOS SANITARIOS

Comprende inodoros, lavamanos, orinales y duchas, todos con grifería; toalleros, jaboneras, vaseras-cepilleras, papeleras, rejillas metálicas de diámetro 4" y lavaplatos esmaltados.

Todos los aparatos sanitarios de mueble localizados en los cuartos de baño, deberán ser línea Corona o similar, de acuerdo con los colores y especificaciones dadas en los planos arquitectónicos de detalle, Escala 1:20.

La base de cada aparato sanitario se sentará sobre una capa de cemento blanco humedecido; su colocación deberá seguir las recomendaciones de la casa fabricante.

Los lavamanos y orinales deben quedar perfectamente nivelados y anclados a la pared por medio de grapas atornilladas o chazos empotrados en la misma. El empate superior del lavamanos y el orinal se emboquillará con cemento blanco.

Las papeleras, jaboneras y demás accesorios irán adosados y superpuestos a los muros mediante pega de cemento blanco, utilizando el mismo material para el emboquillado y remate final.

Los lavaplatos irán empotrados a la superficie de los mesones de la cafetería y el laboratorio, con el remate superior emboquillado en cemento blanco.

Las duchas serán se una sola llave tipo Tequendama Grival o similar.

Los aparatos sanitarios se contabilizarán por unidad y dentro de su valor unitario deberán incluirse los empates con la tubería PVC sanitaria o gres, conexión a redes de suministro de agua potable, el material de asentamiento o remate y su colocación.

6.10.08.01 MEDIDA

El elemento se medirá para el pago por unidad, instalado en un todo de acuerdo con estas especificaciones, lo indicado en los planos y lo prescrito por el Interventor.

6.10.08.02 PAGO

El pago se hará al Contratista al precio unitario consignado en el formulario de cantidades de obra y precios unitarios y será la compensación total y única que reciba el Contratista por el suministro en la obra de todos los materiales, planta, equipo, herramientas, mano de obra, transportes y demás costos directos e indirectos necesarios para la ejecución del ítem de acuerdo con estas especificaciones y a satisfacción de la Interventoría.

6.11 INSTALACIONES HIDRAULICAS Y SANITARIAS INTERIORES

6.11.01 SUMINISTRO E INSTALACION DE REDES SANITARIAS

6.11.01.01 GENERALIDADES

Las instalaciones sanitarias para edificios comprenden el suministro e instalación de las tuberías y accesorios requeridos para construir los desagües sanitarios de acuerdo con los detalles indicados en los planos, con las normas ICONTEC para instalaciones sanitarias, con lo especificado en esta sección y con las instrucciones de la Interventoría.

6.11.01.02 DESAGUES EN EL PRIMER PISO

Todos los desagües de aguas negras de la primera planta, se construirán en tuberías de gres vitrificado de espigo y campana, de primera calidad, de acuerdo con los diámetros y pendientes estipulados en los planos, o los que determine la Interventoría.

Cuando se utilice otro tipo de material deberá ser previamente aceptado por la Interventoría.

Los tubos se colocarán de abajo hacia arriba y las uniones se sellarán con estopa alquitranada, calafateada hasta una longitud igual al tercio interior de la campana; después de la estopa se rellenará con mortero mezcla 1:2, biselando la parte exterior contra la superficie del tubo.

En términos generales, la tubería se sentará directamente sobre el fondo de la zanja excavada, pero a juicio del Interventor, a falta de consistencia del terreno, se ordenará una base de recebo arenoso de 0.10 metros de espesor debidamente compactado, o de concreto pobre 1:4:7.

6.11.01.03 CAJAS DE INSPECCION

Las cajas de inspección se construirán en ladrillo recocido, según las dimensiones señaladas en los planos o las que indique la Interventoría. Tanto para la pega de ladrillos como para el pañete interior de 0.02 metros de espesor, se usará mezcla 1:4 con impermeabilizante de buena calidad, previamente aceptada por la Interventoría.

La base de la caja será en concreto simple 1:2:4 con un espesor de 0.12 metros, con cañuela semicircular de profundidad igual a 2/3 del diámetro del tubo que sale.

La tapa de la caja de inspección se construirá de acuerdo con lo especificado en los planos. Las tapas llevarán un gancho o argolla exterior para su remoción, el cual irá anclado a la armadura.

6.11.01.04 MEDIDA

a) La unidad de medida de los desagües para el primer piso será el metro lineal para tuberías de diámetros iguales o mayores de 6".

Para diámetros menores se medirán por unidad de salida del aparato sanitario, ya sea que se utilice tubería de gres o de PVC, para el ítem consignado en el formulario de precios como salidas sanitarias. Esta unidad incluirá toda la tubería y todo tipo de accesorio utilizado en ella.

b) La unidad de medida para el pago de las cajas de inspección será la unidad, para cada caja típica de 0.60 x 0.60 m.

c) La unidad de medida para el pago de la red de reventilación será el metro lineal, con aproximación de un decimal, incluyendo los accesorios pues estos no se pagarán por separado.

6.11.01.05 PAGO

El precio unitario de las redes sanitarias; para cada uno de los ítems de pago medidos de acuerdo con el numeral 6.11.01.04 de esta sección, incluirá el suministro y todos los costos de la mano de obra y materiales empleados, incluyendo la tubería y los accesorios y demás costos directos e indirectos requeridos para la construcción de las redes sanitarias, de acuerdo con los detalles indicados en los planos de construcción y con las instrucciones de la Interventoría.

6.11.02 SUMINISTRO E INSTALACION DE REDES HIDRAULICAS

6.11.02.01 GENERALIDADES

Las instalaciones y redes hidráulicas para las edificaciones, comprenden el suministro e instalación de las tuberías y accesorios requeridos para construir las redes

hidráulicas a presión, de acuerdo con los diámetros, distribución y clases de tuberías indicadas en los respectivos planos o las posibles modificaciones autorizadas por la Interventoría durante la construcción.

La tubería que se usará será de hierro fundido, galvanizado o de cloruro de polivinilo RDE 21; será de primera clase y aceptada por la Interventoría. En su instalación se seguirán las normas ICONTEC sobre instalaciones hidráulicas, las recomendaciones del fabricante y las instrucciones de la Interventoría, y se usará personal calificado en el ramo.

Las redes e instalaciones hidráulicas serán probadas por el Contratista y entregadas en perfecto estado de funcionamiento.

6.11.02.02 SALIDAS EN D=1/2" PARA APARATOS SANITARIOS

Estas instalaciones serán ejecutadas con tuberías y accesorios de hierro galvanizado y PVC de la mejor calidad que pueda encontrarse en el comercio, de acuerdo con los detalles mostrados en los planos de construcción.

El Contratista asumirá la responsabilidad total en el suministro e instalación de estos materiales y correrán por su cuenta, todos los gastos de reparaciones de cualquier índole debidas a instalaciones de tuberías o accesorios de mala calidad.

El Contratista prestará especial cuidado y revisará todos los materiales para asegurarse de que las tuberías tienen el espesor adecuado, que no presenten rajaduras ni deformaciones provenientes de la fabricación.

De igual manera procederá con los accesorios, revisando que no presenten rajaduras, porosidad ni torceduras en las roscas, provenientes de la fabricación.

Si se instala cualquier accesorio o tubo en las condiciones de mal estado antes indicadas, no será permitido hacer resanes de ninguna especie y tendrá que desbaratarse el trabajo en la parte defectuosa para hacer los cambios de materiales correspondientes, por cuenta y riesgo del Contratista.

El Contratista debe revisar la hechura de las roscas en las tuberías para asegurar que penetren en los accesorios no menos de 1/2" de longitud sin forzarlos hasta que estos se abran.

También revisará que las roscas no corten la pared hasta pasar al interior de la tubería, dejando grietas por donde se produzcan posibles escapes.

La unión de los accesorios con las tuberías se hará sellando las uniones con un pegante para asegurarse de que no se formen grumos en el interior de las uniones, que puedan reducir el diámetro de las tuberías o desprenderse con el uso yendo a depositarse en los sitios donde se pueden producir obstrucciones.

Los cambios de diámetro se harán siempre con accesorios reducidos para derivaciones y con reducciones de copa para tramos en línea recta, en general siguiendo las normas ICONTEC, las recomendaciones del fabricante y las indicaciones de la Interventoría.

6.11.02.03 TUBERIA PVC PARA REDES HIDRAULICAS

El suministro de tubería PVC y accesorios cumplirá con lo especificado en las normas ICONTEC 382 y será adecuada para presión de trabajo de 14.06 kg/cm² a 22°C. Los tubos serán fabricados con compuestos de policloruro de vinilo rígido, virgen, tipo 1, grado 1 y cumplirán con las normas ICONTEC 369.

El material será homogéneo, de color, opacidad y densidad uniformes. Los tubos no producirán olor, ni sabor y tendrán propiedades físicas y químicas de acuerdo con lo especificado en las normas ICONTEC 382 y 369 y cumplirá con los requisitos sobre toxicidad de la norma ICONTEC 359.

Las superficies externas e internas de los tubos serán lisas, libres de grietas, fisuras, perforaciones o incrustaciones de material extraño. Los accesorios PVC serán los normales en la línea de fabricación, siguiendo las recomendaciones del fabricante.

La longitud de los tubos será de 6 metros y estarán rotulados en el exterior siguiendo el procedimiento indicado en el numeral 7 de la norma ICONTEC 382 y la relación de diámetro externo a espesor de la pared (RDE) será 21.

La instalación y unión de las tuberías deberá hacerse limpiando previamente la unión y siguiendo las recomendaciones del fabricante, para garantizar que las uniones queden herméticas.

La tubería deberá quedar cubierta totalmente en pisos, pero no empotrada en las placas, o podrá ir colgada por medio de soportes colocados en cielos rasos falsos, de acuerdo con la localización indicada en los planos y con las instrucciones de la Interventoría.

Todas las redes, tanto de agua fría como caliente, antes de ser tapadas las tuberías, se someterán a pruebas hidráulicas de funcionamiento durante 24 horas, con una presión igual al doble de la que soportará la red, pero no menor que la presión de trabajo especificada. Los escapes o fugas que se presenten deberán repararse adecuadamente, hasta que la Interventoría las acepte.

6.11.02.04 UNIONES UNIVERSALES

Se colocará por lo menos una unión universal después de cada válvula o registro de paso directo, lo mismo que en los globos.

6.11.02.05 VALVULAS O REGISTROS Y CHEQUES

Las válvulas o registros y cheques para interrumpir el paso del agua, serán del tipo de paso directo para presiones de 100 metros donde no estén indicados de otra clase. Los cheques serán de cortina de tres puntos sin empaquetaduras de fibra.

Todas las válvulas serán de la mejor calidad y de la misma marca para toda la instalación.

El Contratista presentará al Interventor muestras de las válvulas que instalará, antes de hacer la compra del material, a fin de que sean aprobadas por la Interventoría.

Las válvulas y cheques de diámetro de 2 1/2" y menores serán todas construídas en bronce, semejantes al tipo Stockman No. 3-115 Jankins Fing-370 o similares, con rosca standard, con disco de cuña sólido.

Las válvulas de 3" de diámetro y mayores pueden ser de bronce o con cuerpo de hierro fundido provistas de disco y asiento de bronce sólido, semejantes al tipo Jankins Fing-326.

A la entrada de la tubería de abastecimiento de agua a cada baño, se instalará una válvula de paso directo para control de la zona en caso de daños, sin que suprima el agua de los otros servicios.

Sobre el bajante de distribución de agua desde el tanque alto, se instalará una válvula de paso directo, que permita suprimir el servicio.

6.11.02.06 MEDIDA

a) La unidad de medida para efectos de pago será por unidad de salida hidráulica que aparece en los planos y que incluirá la tubería en diámetros menores de 1" y todos los accesorios de PVC o metálicos tales como codos, tees, llaves de paso, válvulas, uniones, etc., necesarios para dejar en perfecto funcionamiento cada salida.

b) La unidad de medida para la tubería a presión PVC RDE 21 será el metro lineal efectivo para cada uno de los diámetros utilizados, mayores o iguales a 1", suministrados, instalados y debidamente hechas las pruebas hidráulicas.

c) La unidad de medida para llaves de paso, tees, codos, yees, válvulas de paso directo, válvulas de guarda y válvulas de cheque, instaladas en tuberías mayores o iguales a 1" será por accesorio instalado en el diámetro especificado, instalado , probado y entregado en perfecto estado de funcionamiento.

No se incluirán para efecto de medida y pago las uniones requeridas en la tubería, las cuales estarán incluidas dentro del pago del metro lineal de tubería del diámetro especificado.

6.11.02.07 PAGO

El precio unitario para cada uno de los ítems de esta sección, REDES HIDRAULICAS, incluirá el suministro y todos los costos de mano de obra y materiales empleados y demás costos directos e indirectos que se originen para la construcción, pruebas hidráulicas y puesta en funcionamiento de las redes hidráulicas, de acuerdo con los detalles indicados en los planos de construcción y con las instrucciones de la Interventoría.

6.12 INSTALACIONES ELECTRICAS INTERNAS

6.12.01 LUZ INCANDESCENTE NORMAL

Salida para lámpara incandescente con platón de porcelana, accionada por interruptor sencillo. Alimentada desde el tablero de automáticos por conductores Cu-TW 12 ó 14 AWG, más un conductor Cu desnudo 16 AWG para continuidad, en tubería PVC 1/2" tipo pesado y cajas de salida galvanizadas tipo mediano

6.12.01.01 MEDIDA

El elemento se medirá para efecto de pago por unidad instalada en la forma indicada en esta especificación.

6.12.01.02 PAGO

El elemento se pagará al Contratista al precio unitario estipulado en el formulario de precios y cantidades de obra del Contrato para el ítem correspondiente. En este precio deberá incluir el Contratista el costo del suministro e instalación en obra de los materiales y los costos directos e indirectos necesarios para el correcto suministro, instalación y puesta en funcionamiento del ítem aquí previsto.

6.12.02 FLUORESCENTE INDUSTRIAL AF 2*40w

Salida para lámpara industrial de sobreponer con aletas reflectoras, balastro corregido para alto factor de potencia, con dos tubos fluorescentes de 40 W accionados por arrancador.

Accionada por interruptor sencillo. Alimentada desde el tablero de automáticos por conductores Cu-TW 12 ó 14 AWG, más un conductor Cu desnudo 16 AWG para continuidad, en tubería PVC 1/2" tipo pesado y cajas de salida galvanizadas tipos mediano.

6.12.02.01 MEDIDA

El elemento se medirá para efecto de pago por unidad instalada en la forma indicada en esta especificación.

6.12.02.02 PAGO

El elemento se pagará al Contratista al precio unitario estipulado en el formulario de precios unitarios y cantidades de obra del Contrato para el ítem correspondiente. En este precio deberá incluir el Contratista el costo del suministro e instalación en obra de los materiales, los equipos y mano de obra, así como los costos directos e indirectos necesarios para el correcto suministro, instalación y puesta en funcionamiento del ítem aquí previsto.

6.12.03 TOMACORRIENTE MONOFASICO NORMAL

Salida para tomacorriente monofásico doble de 9 amperios. Alimentada desde el tablero de automáticos por conductores Cu-TW 14 ó 12 AWG, más un conductor Cu desnudo 16 AWG para continuidad, en tubería PVC tipo pesado y caja de salida rectangular galvanizada tipo mediano.

6.12.03.01 MEDIDA

El elemento se medirá para efecto de pago por unidad instalada en la forma indicada en esta especificación.

6.12.03.02 PAGO

El elemento se pagará al Contratista al precio unitario estipulado en el formulario de precios y cantidades de obra del Contrato para el ítem correspondiente. En este precio deberá incluir el Contratista el costo del suministro e instalación en la obra de los materiales, los equipos y mano de obra, así como los costos directos e indirectos necesarios para el correcto suministro, instalación y puesta en funcionamiento del ítem aquí previsto.

6.12.04 TOMACORRIENTE MONOFASICO 15 A

Salida para tomacorriente monofásico doble de 15 amperios para conexión de aparatos especiales. Alimentada desde el tablero de automáticos por conductores Cu-TW 12 AWG, más un conductor Cu desnudo 16 AWG para continuidad, en tubería PVC tipo pesado y caja de salida rectangular galvanizada tipo mediano.

6.12.04.01 MEDIDA

El elemento se medirá para efecto de pago por unidad instalada en la forma indicada en esta especificación.

6.12.04.02 PAGO

El elemento se pagará al Contratista al precio unitario estipulado en el formulario de precios y cantidades de obra del Contrato para el ítem correspondiente. En este precio deberá incluir el Contratista el costo del suministro e instalación en obra de los materiales, los equipos y mano de obra, así como los costos directos e indirectos necesarios para el correcto suministro, instalación y puesta en funcionamiento del ítem aquí previsto.

6.12.05 TOMACORRIENTE TRIFILAR 20A

Salida para tomacorriente trifilar de 20 amperios para conexión de aparatos especiales. Alimentada desde el tablero de automáticos por conductores Cu-TW 12 AWG, más un conductor Cu desnudo 16 AWG para continuidad, en tubería PVC tipo pesado y caja de salida cuadrada galvanizada tipo mediano.

6.12.05.01 MEDIDA

El elemento se medirá para efecto de pago por unidad instalada en la forma indicada en esta especificación.

6.12.05.02 PAGO

El elemento se pagará al Contratista al precio unitario estipulado en el formulario de precios y cantidades de obra del Contrato para el ítem correspondiente. En este precio deberá incluir el Contratista el costo del suministro e instalación en obra de los materiales, los equipos y mano de obra, así como los costos directos e indirectos necesarios para el correcto suministro, instalación y puesta en funcionamiento del ítem aquí previsto.

6.12.06 TOMACORRIENTE TRIFASICO 20A

Salida para tomacorriente trifásico de 20 amperios para conexión de aparatos especiales. Alimentada desde el tablero de automáticos por conductores Cu-TW 12 AWG, más un conductor Cu desnudo 16 AWG para continuidad, en tubería PVC tipo pesado y caja de salida cuadrada galvanizada tipo mediano.

6.12.06.01 MEDIDA

El elemento se medirá para efecto de pago por unidad instalada en la forma indicada en esta especificación.

6.12.06.02 PAGO

El elemento se pagará al Contratista al precio unitario estipulado en el formulario de precios y cantidades de obra del Contrato para el ítem correspondiente. En este precio deberá incluir el Contratista el costo del suministro e instalación en obra de los materiales, los equipos y mano de obra, así como los costos directos e indirectos necesarios para el correcto suministro, instalación y puesta en funcionamiento del ítem aquí previsto.

6.12.07 TOMA TELEFONICA

Salida para toma telefónica, alimentada por tubería PVC 3/4" tipo pesado y caja de salida cuadrada galvanizada tipo mediano.

6.12.07.01 MEDIDA

El elemento se medirá para efecto de pago por unidad instalada en la forma indicada en esta especificación.

6.12.07.02 PAGO

El elemento se pagará al Contratista al precio unitario estipulado en el formulario de precios y cantidades de obra del Contrato para el ítem correspondiente. En este precio deberá incluir el Contratista el costo del suministro e instalación en obra de los materiales, los equipos y mano de obra, así como los costos directos e indirectos necesarios para el correcto suministro, instalación y puesta en funcionamiento del ítem aquí previsto.

6.12.08 CAJA DE INSPECCION 40 * 40 * 60

Caja de inspección de 40 * 40 * 60 cm, en ladrillo tipo T-1 frisado por dentro, con tapa de concreto y parrilla en ángulo metálico y piso en gravilla.

6.12.08.01 MEDIDA

El elemento se medirá para efecto de pago por unidad instalada en la forma indicada en esta especificación.

6.12.08.02 PAGO

El elemento se pagará al Contratista al precio unitario estipulado en el formulario de precios y cantidades de obra del Contrato para el ítem correspondiente. En este precio deberá incluir el Contratista el costo del suministro e instalación en obra de los materiales, los equipos y mano de obra, así como los costos directos e indirectos necesarios para el correcto suministro, instalación y puesta en funcionamiento del ítem aquí previsto.

6.12.09 RED SUBTERRANEA Cu-TW 2 No.12 AWG, PVC 1/2"

Red subterránea para alumbrado y alimentación de las luminarias especificadas en el ítem 6.12.10. Compuesta por dos conductores de cobre calibre 12 AWG, con aislamiento TW, más un conductor de cobre desnudo 16 AWG para continuidad, en tubería Conduit PVC 1/2" tipo pesado.

6.12.09.01 MEDIDA

El elemento se medirá para efecto de pago por unidad instalada en la forma indicada en esta especificación.

6.12.09.02 PAGO

El elemento se pagará al Contratista al precio unitario pactado en el formulario de precios y cantidades de obra del Contrato para el ítem correspondiente. En este precio deberá incluir el Contratista el costo del suministro e instalación en obra de los materiales, los equipos y mano de obra, así como los costos directos e indirectos necesarios para el correcto suministro, instalación y puesta en funcionamiento del ítem aquí previsto.

6.12.10 POSTE Y LUMINARIA DECORATIVA HONGO, Hg, 125 W

Poste metálico recto de 4.50 m en tubo metálico de 2" pintado con dos capas de anticorrosivo y una de acabado final. Base en concreto de 2500 psi. Luminaria decorativa para iluminación del jardín interior tipo hongo en acrílico prismático de reparto asimétrico, balastro y dispositivo de ignición corregido a $\text{Cos}=0.9$ para 208. Bombilla de vapor de mercurio de 6400 lúmenes, 125 W. Conexión a la red especificada en el ítem 6.12.09 con conectores aislados con cinta de caucho en conductor de cobre calibre 14 con aislamiento TW, más un conductor de cobre desnudo calibre 16 AWG.

6.12.10.01 MEDIDA

El elemento se medirá para efecto de pago por unidad instalada en la forma indicada en esta especificación.

6.12.10.02 PAGO

El elemento se pagará al Contratista al precio unitario pactado en el formulario de precios y cantidades de obra del Contrato para el ítem correspondiente. En este precio deberá incluir el Contratista el costo del suministro e instalación en obra de los materiales, los equipos y mano de obra, así como los costos directos e indirectos necesarios para el correcto suministro, instalación y puesta en funcionamiento del ítem aquí previsto.

SECCION SEPTIMA

7. ESPECIFICACIONES PARTE ELECTRICA

GENERALIDADES

MATERIALES

A menos que se especifique lo contrario en un caso determinado, todos los materiales que suministre el contratista serán nuevos, de primera calidad, libres de defectos e imperfecciones y deberán cumplir con las normas NTC 2050, IEEE Std 1100-1996, IEEE Std 142-1991, con el Reglamento Técnico para Instalaciones Eléctricas RETIE, y con las Normas Técnicas de la ESSA aplicables para cada caso, así como con lo especificado en estos pliegos. Cuando durante la construcción se requiera la utilización de un material de características diferentes a las indicadas en las especificaciones técnicas, se determinará su aprobación en conjunto con la interventoría del proyecto.

MANO DE OBRA, HERRAMIENTAS Y EQUIPOS

El contratista atenderá la obra con la mano de obra, herramienta y equipos de la calidad requerida para cumplir con las presentes especificaciones técnicas, controlar la calidad y avance de sus trabajos, efectuar el pago y liquidación de los compromisos adquiridos.

El contratista deberá atender cualquier requerimiento de la Interventoría en relación con la estadía o remoción de personal, herramienta y equipo de la obra, si a consideración de la misma dicha acción es necesaria para preservar la buena calidad de la obra o la seguridad de las instalaciones o terceras personas.

DUCTERÍA

De acuerdo con la especificación particular, en los tramos incrustados o enterrados se utilizará tubería conduit PVC, en tanto que en los tramos a la vista, se utilizará tubería Conduit Galvanizada. Se usará ductería tipo pesado. La tubería conduit PVC deberá cumplir con la norma NTC 979. El contratista deberá allegar, en caso de que sea solicitada por la interventoría, una copia de la constancia de certificación Icontec de la tubería. Todas las uniones, ya sean de ductos incrustados en placa, en muro, enterradas, en buitrones, se harán con soldadura para PVC y limpiador apropiado. La ductería de diámetro menor a 2" será conduit pesada, en tanto que la igual o mayor, será ducto DB.

En las cajas SE y en los sitios de cambio directo de ducto PVC a H.G. se usarán adaptadores terminales. En las cajas de inspección, para las tuberías de diámetro mayor a 1" se usará adaptador tipo campana.

La tubería deberá ser revisada mediante sondeo con cinta de acero antes de iniciar el proceso de acabado final, vaciado de pisos o estucado de muros, de tal manera que se garantice el libre tendido de los conductores.

CONDUCTORES

Los conductores serán de cobre, tipo cable tipo vehículo con aislamiento THW. Los conductores de continuidad de puesta a tierra de las cajas y los elementos serán en alambre desnudo.

En todas las cajas y cámaras de inspección o paso, donde confluyan varios circuitos, se identificarán las redes eléctricas utilizando placas construidas en lámina acrílica y amarres plásticos, de tal manera que los circuitos o ramales queden separados permitiendo trabajar en cada uno de manera independiente.

Los conductores aislados se podrán empalmar o derivar únicamente en las cajas de inspección o de paso. Los empalmes o derivaciones en las cajas de inspección se harán directamente sobre los conductores utilizando resina epóxica.

El cableado se efectuará entorchando los conductores de fase, el neutro y la tierra hasta lograr una configuración helicoidal de un (1) metro de paso. Esto se deberá hacer a todo el conjunto de conductores correspondientes a cada circuito. El hilo de continuidad se cableará por el mismo ducto pero no formando parte de los mencionados grupos.

El valor unitario de cada ítem incluye todos los accesorios requeridos para la conexión y aislamiento de los conductores.

Los Cables deberán cumplir con el siguiente código de colores:

UBICACIÓN	COLOR	CONDUCTOR TIPO
Fase R	<i>Rojo</i>	Cable Cu THW
Fase S	<i>Amarillo</i>	Cable Cu THW
Fase T	<i>Azul</i>	Cable Cu THW
De Continuidad	<i>Desnudo</i>	Alambre Cu
De puesta a tierra	<i>Verde</i>	Cable Cu THW

EMPALMES Y CONEXIONES

En todo caso, las conexiones se efectuarán solo en las cajas.

CAJAS DE SALIDA

Las cajas de salida serán cuadradas o rectangulares según el caso, en lámina metálica de calibre mínimo 24 MSG, troqueladas, dobladas y maquinadas, con tratamiento final de zincado electrolítico.

Estarán dotadas en el frente de aletas perforadas y roscadas para fijar los aparatos y perforaciones laterales y posteriores para la incrustación de la tubería.

PUESTA A TIERRA

Se conectarán a la malla de puesta a tierra del campus todos los gabinetes metálicos, los postes de alumbrado y los tableros multitomas a través de sendos electrodos verticales tipo industrial de Electro-PAT, las puestas a tierra locales de cada subestación en los cuatro puntos vértices y la malla de la subestación principal.

PAGO

Los trabajos que cubran las especificaciones eléctricas le serán pagados al Contratista de acuerdo con la medida descrita en el respectivo ítem, y al precio unitario correspondiente consignado en el formulario de cantidades aproximadas de obra y precios unitarios del Contrato.

Es requisito para el pago, la ejecución de los trabajos de acuerdo con esta especificación y el recibo de los mismos a satisfacción de la Interventoría.

7.1 PAGO A FRIGORÍFICO DE SANTANDER PARA USAR LA LÍNEA CONSTRUIDA POR ELLA

7.1.1 GENERALIDADES

Se trata de las gestiones necesarias a llevar a cabo para poder usufructuar la línea de M. T. a 34,5 kV que pasa por el frente del predio y que, de acuerdo con la ESSA fue construida por la empresa Frigorífico de Santander.

En este aspecto el contratista se encargará de efectuar ante la ESSA todas las diligencias necesarias para cristalizar esta gestión. Comunicará a la CDMB, a través de la interventoría, lo pertinente de tal manera que pueda contar por parte de ella con el apoyo necesario para el éxito de las gestiones. La CDMB se encargará de las conversaciones necesarias con personas extrañas a la ESSA que tengan que ver con este trámite.

7.1.2 MATERIALES

No se requieren materiales

7.1.3 MEDIDA

La medida, para efectos de pago, será por Valor Global

7.1.4 PAGO

Los trabajos que cubre esta especificación le serán pagados al Contratista de acuerdo con la medida descrita en el numeral anterior, y al precio unitario correspondiente consignado en el formulario de cantidades aproximadas de obra y precios unitarios del Contrato.

Es requisito para el pago, la ejecución de los trabajos de acuerdo con esta especificación y el recibo de los mismos a satisfacción de la Interventoría.

7.2 RED AÉREA EN 3#2/0 ACSR

7.2.2 Generalidades

La especificación se refiere al suministro, transporte e instalación del tramo de línea necesario para conectar la subestación principal a la línea de M. T. a 34,5 kV que pasa por el frente del predio. La línea será de tendido “en flojo”.

7.2.3 MATERIALES

Los materiales requeridos para la ejecución de los trabajos objeto de esta especificación, son los siguientes:

- Cable ACSR #2/0

7.2.4 MEDIDA

La medida, para efectos de pago, será por metro

7.2.5 PAGO

Los trabajos que cubre esta especificación le serán pagados al Contratista de acuerdo con la medida descrita en el numeral anterior, y al precio unitario correspondiente consignado en el formulario de cantidades aproximadas de obra y precios unitarios del Contrato.

Es requisito para el pago, la ejecución de los trabajos de acuerdo con esta especificación y el recibo de los mismos a satisfacción de la Interventoría.

7.3 ESTRUCTURA DE DERIVACIÓN DE LA ACOMETIDA

7.3.2 GENERALIDADES

La especificación se refiere al suministro, transporte e instalación de la estructura necesaria para albergar las cajas cortacircuito del arranque a 34,5 kV, así como los aisladores correspondientes.

Las crucetas y las diagonales serán galvanizadas en caliente, o en su defecto, en caso de que la ESSA lo permita, pintadas con dos manos de anticorrosivo con base en Cromato de Zinc.

7.3.3 MATERIALES

Los materiales requeridos para la ejecución de los trabajos objeto de esta especificación, son los siguientes:

- Cruceta 2,2 metros * 2 1/2" * 3/16"
- Diagonal 0,68 m
- Caja cortacircuitos para 34,5 kV
- Aisladores de pin para 35 kV
- Pin de cruceta para aislador a 34,5 kV
- Pin punta de poste para aislador a 34,5 kV
- Conector Aluminio - Aluminio dos pernos
- Cable ACSR #2/0
- Tornillos, arandelas, espárragos, etc.

7.3.4 MEDIDA

La medida, para efectos de pago, será por Unidad

7.3.5 PAGO

Los trabajos que cubre esta especificación le serán pagados al Contratista de acuerdo con la medida descrita en el numeral anterior, y al precio unitario correspondiente consignado en el formulario de cantidades aproximadas de obra y precios unitarios del Contrato.

Es requisito para el pago, la ejecución de los trabajos de acuerdo con esta especificación y el recibo de los mismos a satisfacción de la Interventoría.

7.4 PÓRTICO PARA LA SUBESTACIÓN

7.4.2 GENERALIDADES

La especificación se refiere al suministro, transporte e instalación del pórtico para la subestación transformadora de 34,5 / 13,2 kV.

Las crucetas y las diagonales serán galvanizadas en caliente, o en su defecto, en caso de que la ESSA lo permita, pintadas con dos manos de anticorrosivo con base en Cromato de Zinc.

7.4.3 MATERIALES

Los materiales requeridos para la ejecución de los trabajos objeto de esta especificación, son los siguientes:

- Postes de concreto de 12 m x 510 Kg de carga de rotura
- Ángulos de 6 metros * 3" * 1/4"
- Cajas cortacircuitos para 34,5 kV
- Pararrayos 20 kV
- Aisladores polimérico Azus II
- Grapas retención para cable ACSR N°2/0 AWG
- Tuercas de ojo
- Espárragos de 5/8" x 10"
- Tornillos, tuercas, arandelas, conectores, etc

7.4.4 MEDIDA

La medida, para efectos de pago, será por Unidad

7.4.5 PAGO

Los trabajos que cubre esta especificación le serán pagados al Contratista de acuerdo con la medida descrita en el numeral anterior, y al precio unitario correspondiente consignado en el formulario de cantidades aproximadas de obra y precios unitarios del Contrato.

Es requisito para el pago, la ejecución de los trabajos de acuerdo con esta especificación y el recibo de los mismos a satisfacción de la Interventoría.

7.5 CERRAMIENTO EN MALLA DE LA SUBESTACIÓN

7.5.2 GENERALIDADES

La especificación se refiere al suministro, transporte e instalación de los elementos necesarios para construir la malla de cerramiento de la subestación transformadora de 34,5 / 13,2 kV.

Los elementos no galvanizados serán pintados con dos manos de anticorrosivo con base en Cromato de Zinc y con dos manos de pintura de acabado de color verde oscuro, tipo emblema de la CDMB.

7.5.3 MATERIALES

Los materiales requeridos para la ejecución de los trabajos objeto de esta especificación, son los siguientes:

- Tubería Galvanizada DIAM 2"
- Ángulo de 2" * 1/8"
- Malla eslabonada calibre 12, con huecos de 2" * 2"
- Concreto 210 Kg/cm²
- Alambre de púas #14
- Soldadura, pintura anticorrosiva y de acabado, carteles de señalización, etc.

7.5.4 MEDIDA

La medida, para efectos de pago, será por valor global.

7.5.5 PAGO

Los trabajos que cubre esta especificación le serán pagados al Contratista de acuerdo con la medida descrita en el numeral anterior, y al precio unitario correspondiente consignado en el formulario de cantidades aproximadas de obra y precios unitarios del Contrato.

Es requisito para el pago, la ejecución de los trabajos de acuerdo con esta especificación y el recibo de los mismos a satisfacción de la Interventoría.

7.6 BASE EN CONCRETO PARA LA SUBESTACIÓN

7.6.2 GENERALIDADES

La especificación se refiere al suministro, transporte e instalación de la base en concreto reforzado para el transformador de 34,5 / 13,2 kV.

El concreto es de 210 kg/cm² y el acero de 4200 kg/cm² con dos manos de anticorrosivo con base en Cromato de Zinc y con dos manos de pintura de acabado de color verde oscuro, tipo emblema de la CDMB.

7.6.3 MATERIALES

Los materiales requeridos para la ejecución de los trabajos objeto de esta especificación, son los siguientes:

- Concreto 210 Kg/cm²
- Acero de Refuerzo
- Tablas, cercos, puntillas, alambre negro, etc.

7.6.4 MEDIDA

La medida, para efectos de pago, será por valor global.

7.6.5 PAGO

Los trabajos que cubre esta especificación le serán pagados al Contratista de acuerdo con la medida descrita en el numeral anterior, y al precio unitario correspondiente consignado en el formulario de cantidades aproximadas de obra y precios unitarios del Contrato.

Es requisito para el pago, la ejecución de los trabajos de acuerdo con esta especificación y el recibo de los mismos a satisfacción de la Interventoría.

7.7 SUBESTACIÓN 3,5 MVA, 34,5/13,2 KV

7.7.2 GENERALIDADES

La especificación se refiere al suministro, transporte e instalación del transformador de 3,5 MVA, 34,5 / 13,2 kV, conexión Delta-Delta.

Debe cumplir completamente con las exigencias de las Normas Técnicas de la ESSA al respecto.

7.7.3 MATERIALES

Los materiales requeridos para la ejecución de los trabajos objeto de esta especificación, son los siguientes:

- transformador de 3,5 MVA, 34,5 / 13,2 kV, conexión Delta-Delta

7.7.4 MEDIDA

La medida, para efectos de pago, será por valor global.

7.7.5 PAGO

Los trabajos que cubre esta especificación le serán pagados al Contratista de acuerdo con la medida descrita en el numeral anterior, y al precio unitario correspondiente consignado en el formulario de cantidades aproximadas de obra y precios unitarios del Contrato.

Es requisito para el pago, la ejecución de los trabajos de acuerdo con esta especificación y el recibo de los mismos a satisfacción de la Interventoría.

7.8 PUESTA A TIERRA DE LA SUBESTACIÓN

7.8.2 GENERALIDADES

La especificación se refiere al suministro, transporte e instalación de la malla de puesta a tierra para la subestación. Esta debe conectarse a la malla del campus en dos puntos opuestos con cable de Cu desnudo #2 y cemento conductivo Electro-PAT.

7.8.3 MATERIALES

Los materiales requeridos para la ejecución de los trabajos objeto de esta especificación, son los siguientes:

- Electro-PAT. Bulto de 14 kg, a razón de 3,5 bultos por pozo,
- Cemento conductivo Electro-PAT, a razón de 6 kg/m de electrodo horizontal.
- Tubo de concreto de 4", uno por cada pozo,
- Tubo de concreto de 6", uno por cada pozo,
- Varilla de tierra 1.8 Metros * 5/8", de cobre, una por cada pozo,
- Soldadura Cadweld, de 90 gr, uno por cada pozo,
- Caja de concreto de 30 cm, una por cada pozo,
- Cable de Cobre desnudo #2.

7.8.4 MEDIDA

La medida, para efectos de pago, será por valor global.

7.8.5 PAGO

Los trabajos que cubre esta especificación le serán pagados al Contratista de acuerdo con la medida descrita en el numeral anterior, y al precio unitario correspondiente

consignado en el formulario de cantidades aproximadas de obra y precios unitarios del Contrato.

Es requisito para el pago, la ejecución de los trabajos de acuerdo con esta especificación y el recibo de los mismos a satisfacción de la Interventoría.

7.9 PROTECCIÓN DE LA SUBESTACIÓN CONTRA RAYOS

7.9.2 GENERALIDADES

La especificación se refiere al suministro, transporte e instalación de la protección de la subestación contra impactos directos de rayo.

7.9.3 MATERIALES

Los materiales requeridos para la ejecución de los trabajos objeto de esta especificación, son los siguientes:

- Cable extra-reforzado de 1/4"
- Cinta band it con hebilla, de 1/2"
- Guardacabo
- Grapa prensora
- Conector Cobre - Aluminio dos pernos, N°2
- Cable de Cobre desnudo #2

7.9.4 MEDIDA

La medida, para efectos de pago, será por valor global.

7.9.5 PAGO

Los trabajos que cubre esta especificación le serán pagados al Contratista de acuerdo con la medida descrita en el numeral anterior, y al precio unitario correspondiente consignado en el formulario de cantidades aproximadas de obra y precios unitarios del Contrato.

Es requisito para el pago, la ejecución de los trabajos de acuerdo con esta especificación y el recibo de los mismos a satisfacción de la Interventoría.

7.10 EQUIPO DE MEDIDA

7.10.2 GENERALIDADES

La especificación se refiere al suministro, transporte e instalación del equipo de medida en media tensión, Nivel III, ubicado en el sitio de la subestación. Los componentes del equipo de medida deben cumplir con el nivel de precisión exigido por la ESSA.

7.10.3 MATERIALES

Los materiales requeridos para la ejecución de los trabajos objeto de esta especificación, son los siguientes:

- Transformador de corriente de 35 kV
- Transformador de potencial de 34,5 kV/120 V
- Caja para contador electrónico. 60x60x40 cm
- Contador electrónico de telemedida
- Modem para contador
- Cable de Cobre desnudo #2
- Cable automotriz No 12
- Silla para equipo de medida
- Tubería galv., cabezote, accesorios, band it, etc.

7.10.4 MEDIDA

La medida, para efectos de pago, será por valor global.

7.10.5 PAGO

Los trabajos que cubre esta especificación le serán pagados al Contratista de acuerdo con la medida descrita en el numeral anterior, y al precio unitario correspondiente consignado en el formulario de cantidades aproximadas de obra y precios unitarios del Contrato.

Es requisito para el pago, la ejecución de los trabajos de acuerdo con esta especificación y el recibo de los mismos a satisfacción de la Interventoría.

7.11 DUCTERÍA PVC DB 2X3"

7.11.2 GENERALIDADES

La especificación se refiere al suministro, transporte e instalación de la ductería principal y de reserva para la red de media tensión.

La tubería debe ser instalada de acuerdo con las recomendaciones del fabricante. La pega debe efectuarse con impregnación preliminar de la zona con limpiador.

7.11.3 MATERIALES

Los materiales requeridos para la ejecución de los trabajos objeto de esta especificación, son los siguientes:

- Tubería PVC EB DIAM 3"
- Pagante, limpiador, etc.

7.11.4 MEDIDA

La medida, para efectos de pago, será por metro.

7.11.5 PAGO

Los trabajos que cubre esta especificación le serán pagados al Contratista de acuerdo con la medida descrita en el numeral anterior, y al precio unitario correspondiente consignado en el formulario de cantidades aproximadas de obra y precios unitarios del Contrato.

Es requisito para el pago, la ejecución de los trabajos de acuerdo con esta especificación y el recibo de los mismos a satisfacción de la Interventoría.

7.12 CAJAS DE INSPECCIÓN DE M. T. 1,0X1,0X1,0 m

7.12.2 GENERALIDADES

La especificación se refiere al suministro, transporte e instalación de las cajas de inspección de media tensión, según especificación ESSA. Esta caja se llama aquí de 1,0x1,0x1,0 m, pero sus dimensiones reales son las exigidas por la ESSA.

Los extremos de la tubería deben ser emboquillados.

7.12.3 MATERIALES

Los materiales requeridos para la ejecución de los trabajos objeto de esta especificación, son los siguientes:

- Ladrillo Tolete
- Mortero 1:3
- Concreto 210 Kg/cm²
- Acero de Refuerzo

- Tapa de H. F. ESSA (de tipo pesado en caso de que quede en vía vehicular)
- Tablas, puntillas, acrílico, etc.

7.12.4 MEDIDA

La medida, para efectos de pago, será por Unidad.

7.12.5 PAGO

Los trabajos que cubre esta especificación le serán pagados al Contratista de acuerdo con la medida descrita en el numeral anterior, y al precio unitario correspondiente consignado en el formulario de cantidades aproximadas de obra y precios unitarios del Contrato.

Es requisito para el pago, la ejecución de los trabajos de acuerdo con esta especificación y el recibo de los mismos a satisfacción de la Interventoría.

7.13 CAJAS DE INSPECCIÓN DE M. T. 2,0X2,0X2,0 M

7.13.2 GENERALIDADES

La especificación se refiere al suministro, transporte e instalación de la caja de inspección de media tensión, según especificación ESSA, pero de las dimensiones especificadas. En ella se albergará un empalme en media tensión relacionado posteriormente. Esta caja se llama aquí de 2,0x2,0x2,0 m, pero sus dimensiones reales son las exigidas por la ESSA.

7.13.3 MATERIALES

Los materiales requeridos para la ejecución de los trabajos objeto de esta especificación, son los siguientes:

- Ladrillo Tolete
- Mortero 1:3
- Concreto 210 Kg/cm²
- Acero de Refuerzo
- Tapa de H. F. ESSA (de tipo pesado en caso de que quede en vía vehicular)
- Tablas, puntillas, acrílico, etc.

7.13.4 MEDIDA

La medida, para efectos de pago, será por Unidad.

7.13.5 PAGO

Los trabajos que cubre esta especificación le serán pagados al Contratista de acuerdo con la medida descrita en el numeral anterior, y al precio unitario correspondiente consignado en el formulario de cantidades aproximadas de obra y precios unitarios del Contrato.

Es requisito para el pago, la ejecución de los trabajos de acuerdo con esta especificación y el recibo de los mismos a satisfacción de la Interventoría.

7.14 RED EN 3#2 XLPE

7.14.2 GENERALIDADES

La especificación se refiere al suministro, transporte e instalación del cable XLPE 15 kV que se requieren para la red de media tensión que parte de la subestación principal y alimenta, en forma troncal las subestaciones secundarias tipo Pad Mounted.

7.14.3 MATERIALES

Los materiales requeridos para la ejecución de los trabajos objeto de esta especificación, son los siguientes:

- Cable monopolar XLPE de 15 kV.

7.14.4 MEDIDA

La medida, para efectos de pago, será por metro.

7.14.5 PAGO

Los trabajos que cubre esta especificación le serán pagados al Contratista de acuerdo con la medida descrita en el numeral anterior, y al precio unitario correspondiente consignado en el formulario de cantidades aproximadas de obra y precios unitarios del Contrato.

Es requisito para el pago, la ejecución de los trabajos de acuerdo con esta especificación y el recibo de los mismos a satisfacción de la Interventoría.

7.15 TERMINALES 3M, 15 kV, 3#2 XLPE

7.15.2 GENERALIDADES

La especificación se refiere al suministro, transporte e instalación de los terminales del cable XLPE 15 kV que se requieren en cada subestación.

7.15.3 MATERIALES

Los materiales requeridos para la ejecución de los trabajos objeto de esta especificación, son los siguientes:

- Terminales premoldeados 15 kV para exterior

7.15.4 MEDIDA

La medida, para efectos de pago, será por Unidad.

7.15.5 PAGO

Los trabajos que cubre esta especificación le serán pagados al Contratista de acuerdo con la medida descrita en el numeral anterior, y al precio unitario correspondiente consignado en el formulario de cantidades aproximadas de obra y precios unitarios del Contrato.

Es requisito para el pago, la ejecución de los trabajos de acuerdo con esta especificación y el recibo de los mismos a satisfacción de la Interventoría.

7.16 DERIVACIÓN EN 2T 3M, 15 kV, 3#2 XLPE

7.16.2 GENERALIDADES

La especificación se refiere al suministro, transporte e instalación de la derivación subterránea para cable XLPE 15 kV que se requieren en la doble T que forma la red entre las subestaciones números 2 y 3.

7.16.3 MATERIALES

Los materiales requeridos para la ejecución de los trabajos objeto de esta especificación, son los siguientes:

- Empalme en 2T 3M para cable XLPE #2 de 15 kV

7.16.4 MEDIDA

La medida, para efectos de pago, será por Unidad.

7.16.5 PAGO

Los trabajos que cubre esta especificación le serán pagados al Contratista de acuerdo con la medida descrita en el numeral anterior, y al precio unitario correspondiente consignado en el formulario de cantidades aproximadas de obra y precios unitarios del Contrato.

Es requisito para el pago, la ejecución de los trabajos de acuerdo con esta especificación y el recibo de los mismos a satisfacción de la Interventoría.

7.17 SUBESTACIÓN #1 TIPO JARDÍN 150 kVA, 13.2/.44 kV

7.17.2 GENERALIDADES

La especificación se refiere al suministro, transporte e instalación de un transformador tipo Jardín, 150kVA, 13.2/.44kV que constituirá la subestación número 1. Debe cumplir completamente con los requerimientos de la ESSA al respecto, específicamente las normas NTC 818 y NTC 819.

7.17.3 MATERIALES

Los materiales requeridos para la ejecución de los trabajos objeto de esta especificación, son los siguientes:

- Transformador Trifásico, 150 kVA, 13200/440 V, conexión delta-estrella, tipo malla.

7.17.4 MEDIDA

La medida, para efectos de pago, será por Unidad.

7.17.5 PAGO

Los trabajos que cubre esta especificación le serán pagados al Contratista de acuerdo con la medida descrita en el numeral anterior, y al precio unitario correspondiente consignado en el formulario de cantidades aproximadas de obra y precios unitarios del Contrato.

Es requisito para el pago, la ejecución de los trabajos de acuerdo con esta especificación y el recibo de los mismos a satisfacción de la Interventoría.

7.18 SUBESTACIÓN #2 TIPO JARDÍN 1000 kVA, 13.2/.44kV

7.18.2 GENERALIDADES

La especificación se refiere al suministro, transporte e instalación de un transformador tipo Jardín, 1000kVA, 13.2/.44kV que constituirá la subestación

número 2. Debe cumplir completamente con los requerimientos de la ESSA al respecto, específicamente las normas NTC 818 y NTC 819.

7.18.3 MATERIALES

Los materiales requeridos para la ejecución de los trabajos objeto de esta especificación, son los siguientes:

- Transformador Trifásico, 1000 kVA, 13200/440 V, conexión delta-estrella, tipo radial.

7.18.4 MEDIDA

La medida, para efectos de pago, será por Unidad.

7.18.5 PAGO

Los trabajos que cubre esta especificación le serán pagados al Contratista de acuerdo con la medida descrita en el numeral anterior, y al precio unitario correspondiente consignado en el formulario de cantidades aproximadas de obra y precios unitarios del Contrato.

Es requisito para el pago, la ejecución de los trabajos de acuerdo con esta especificación y el recibo de los mismos a satisfacción de la Interventoría.

7.19 SUBESTACIÓN #3 TIPO JARDÍN 1000 kVA, 13.2/.44 kV

7.19.2 GENERALIDADES

La especificación se refiere al suministro, transporte e instalación de un transformador tipo Jardín, 1000kVA, 13.2/.44kV que constituirá la subestación número 3. Debe cumplir completamente con los requerimientos de la ESSA al respecto, específicamente las normas NTC 818 y NTC 819.

7.19.3 MATERIALES

Los materiales requeridos para la ejecución de los trabajos objeto de esta especificación, son los siguientes:

- Transformador Trifásico, 1000 kVA, 13200/440 V, conexión delta-estrella, tipo radial.

7.19.4 MEDIDA

La medida, para efectos de pago, será por Unidad.

7.19.5 PAGO

Los trabajos que cubre esta especificación le serán pagados al Contratista de acuerdo con la medida descrita en el numeral anterior, y al precio unitario correspondiente consignado en el formulario de cantidades aproximadas de obra y precios unitarios del Contrato.

Es requisito para el pago, la ejecución de los trabajos de acuerdo con esta especificación y el recibo de los mismos a satisfacción de la Interventoría.

7.20 SUBESTACIÓN #4 TIPO JARDÍN 800 kVA, 13.2/44 kV

7.20.2 GENERALIDADES

La especificación se refiere al suministro, transporte e instalación de un transformador tipo Jardín, 800 kVA, 13.2/44kV que constituirá la subestación número 4. Debe cumplir completamente con los requerimientos de la ESSA al respecto, específicamente las normas NTC 818 y NTC 819.

7.20.3 MATERIALES

Los materiales requeridos para la ejecución de los trabajos objeto de esta especificación, son los siguientes:

- Transformador Trifásico, 800 kVA, 13200/440 V, conexión delta-estrella, tipo malla.

7.20.4 MEDIDA

La medida, para efectos de pago, será por Unidad.

7.20.5 PAGO

Los trabajos que cubre esta especificación le serán pagados al Contratista de acuerdo con la medida descrita en el numeral anterior, y al precio unitario correspondiente consignado en el formulario de cantidades aproximadas de obra y precios unitarios del Contrato.

Es requisito para el pago, la ejecución de los trabajos de acuerdo con esta especificación y el recibo de los mismos a satisfacción de la Interventoría.

7.21 SUBESTACIÓN #5 TIPO JARDÍN 800 kVA, 13.2/44 kV

7.21.2 GENERALIDADES

La especificación se refiere al suministro, transporte e instalación de un transformador tipo Jardín, 800 kVA, 13.2/44kV que constituirá la subestación número 4. Debe cumplir completamente con los requerimientos de la ESSA al respecto, específicamente las normas NTC 818 y NTC 819.

7.21.3 MATERIALES

Los materiales requeridos para la ejecución de los trabajos objeto de esta especificación, son los siguientes:

- Transformador Trifásico, 800 kVA, 13200/440 V, conexión delta-estrella, tipo radial.

7.21.4 MEDIDA

La medida, para efectos de pago, será por Unidad.

7.21.5 PAGO

Los trabajos que cubre esta especificación le serán pagados al Contratista de acuerdo con la medida descrita en el numeral anterior, y al precio unitario correspondiente consignado en el formulario de cantidades aproximadas de obra y precios unitarios del Contrato.

Es requisito para el pago, la ejecución de los trabajos de acuerdo con esta especificación y el recibo de los mismos a satisfacción de la Interventoría.

7.22 SISTEMAS DE PUESTA A TIERRA PARA SUBESTACIONES

7.22.2 Generalidades

La especificación se refiere al suministro, transporte e instalación de los sistemas de puesta a tierra para las subestaciones. Debe ejecutarse de acuerdo con los detalles mostrados en los planos.

7.22.3 MATERIALES

Los materiales requeridos para la ejecución de los trabajos objeto de esta especificación, son los siguientes:

- Electro-PAT. Bulto de 14 kg, a razón de 3,5 bultos por pozo,
- Cemento conductivo Electro-PAT, a razón de 6 kg/m de electrodo horizontal.
- Tubo de concreto de 4", uno por cada pozo,
- Tubo de concreto de 6", uno por cada pozo,

- Varilla de tierra 1.8 Metros * 5/8", de cobre, una por cada pozo,
- Soldadura Cadweld, de 90 gr, uno por cada pozo,
- Caja de concreto de 30 cm, una por cada pozo,
- Cable de Cobre desnudo #2.

7.22.4 MEDIDA

La medida, para efectos de pago, será por Unidad.

7.22.5 PAGO

Los trabajos que cubre esta especificación le serán pagados al Contratista de acuerdo con la medida descrita en el numeral anterior, y al precio unitario correspondiente consignado en el formulario de cantidades aproximadas de obra y precios unitarios del Contrato.

Es requisito para el pago, la ejecución de los trabajos de acuerdo con esta especificación y el recibo de los mismos a satisfacción de la Interventoría.

7.23 GABINETE DE BAJA TENSIÓN PARA SUBESTACIÓN NUMERO 1

7.23.2 GENERALIDADES

La especificación se refiere al suministro, transporte e instalación de los gabinetes donde se albergarán los elementos de protección y control de la correspondiente subestación.

Los gabinetes serán en lámina cold rolled calibre 16, pintada con pintura electrostática de color marfil, con lados tipo tapas desmontables mediante atornillado. De resto se debe respetar las exigencias de la ESSA a través de sus normas técnicas, la información a través de estos planos y especificaciones.

7.23.3 MATERIALES

Los materiales requeridos para la ejecución de los trabajos objeto de esta especificación, son los siguientes (ver plano para las cantidades):

- Gabinete para Distribución en B. T. 1.50*0.50*1.50 mts,
- Termomagnético 3*200 A, 65 KA, 240 V,
- Termomagnético 3* 30 A, 65 KA, 240 V,
- Termomagnético 3* 40 A, 65 KA, 480 V,
- Termomagnético 3* 60 A, 65 KA, 240 V,

- Termomagnético 3* 80 A, 65 KA, 240 V,
- Termomagnético 3*100 A, 65 KA, 240 V,
- Termomagnético 3*125 A, 65 KA, 240 V,
- Descargador de sobretensión: 220 V, 370 kA, Categoría C
- Cableado, barraje, tornillos, manecillas, señaliz., etc.

Los descargadores de sobretensión categoría C que se implementará en las subestaciones por el lado de baja tensión tendrán las siguientes características:

Tensión Nominal:	440 V
Tensión de operación continua máxima:	440V
Medio de conexión:	Mediante cables
Modo de protección:	Línea a tierra
Corriente de impulso máxima:	370 kA (con la onda IEEE 5/20µs)
Tensión de fijación:	1200 V

7.23.4 MEDIDA

La medida, para efectos de pago, será por Unidad.

7.23.5 PAGO

Los trabajos que cubre esta especificación le serán pagados al Contratista de acuerdo con la medida descrita en el numeral anterior, y al precio unitario correspondiente consignado en el formulario de cantidades aproximadas de obra y precios unitarios del Contrato.

Es requisito para el pago, la ejecución de los trabajos de acuerdo con esta especificación y el recibo de los mismos a satisfacción de la Interventoría.

7.24 GABINETE DE BAJA TENSIÓN PARA SUBESTACIÓN NUMERO 2

7.24.2 GENERALIDADES

La especificación se refiere al suministro, transporte e instalación de los gabinetes donde se albergarán los elementos de protección y control de la correspondiente subestación.

Los gabinetes serán en lámina cold rolled calibre 16, pintada con pintura electrostática de color marfil, con lados tipo tapas desmontables mediante atornillado. De resto se debe respetar las exigencias de la ESSA a través de sus normas técnicas, la información a través de estos planos y especificaciones.

7.24.3 MATERIALES

Los materiales requeridos para la ejecución de los trabajos objeto de esta especificación, son los siguientes (ver plano para las cantidades):

- Gabinete para Distribución en B. T. 1.50*0.50*1.50 mts,
- Termomagnético 3*(1280-1600 A), 65 KA, 240 V,
- Termomagnético 3* 175 A, 65 KA, 480 V,
- Termomagnético 3* 400 A, 65 KA, 240 V,
- Termomagnético 3*(640-800 A), 65 KA, 240 V,
- Termomagnético 3* 30 A, 65 KA, 480 V,
- Termomagnético 3* 40 A, 65 KA, 480 V,
- Termomagnético 3* 80 A, 65 KA, 240 V,
- Termomagnético 3*100 A, 65 KA, 240 V,
- Transformador Trifásico, 30 KVA, 440/220-127 V,
- Cableado, barraje, tornillos, manecillas, señaliz., etc.

7.24.4 MEDIDA

La medida, para efectos de pago, será por Unidad.

7.24.5 PAGO

Los trabajos que cubre esta especificación le serán pagados al Contratista de acuerdo con la medida descrita en el numeral anterior, y al precio unitario correspondiente consignado en el formulario de cantidades aproximadas de obra y precios unitarios del Contrato.

Es requisito para el pago, la ejecución de los trabajos de acuerdo con esta especificación y el recibo de los mismos a satisfacción de la Interventoría.

7.25 GABINETE DE BAJA TENSIÓN PARA SUBESTACIÓN NUMERO 3

7.25.2 GENERALIDADES

La especificación se refiere al suministro, transporte e instalación de los gabinetes donde se albergarán los elementos de protección y control de la correspondiente subestación.

Los gabinetes serán en lámina cold rolled calibre 16, pintada con pintura electrostática de color marfil, con lados tipo tapas desmontables mediante

atornillado. De resto se debe respetar las exigencias de la ESSA a través de sus normas técnicas, la información a través de estos planos y especificaciones.

7.25.3 MATERIALES

Los materiales requeridos para la ejecución de los trabajos objeto de esta especificación, son los siguientes (ver plano para las cantidades):

- Gabinete para Distribución en B. T. 1.50*0.50*1.50 mts,
- Termomagnético 3*(1280-1600 A), 65 KA, 240 V,
- Termomagnético 3* 175 A, 65 KA, 480 V,
- Termomagnético 3* 400 A, 65 KA, 240 V,
- Termomagnético 3*(640-800 A), 65 KA, 240 V,
- Termomagnético 3* 30 A, 65 KA, 480 V,
- Termomagnético 3* 40 A, 65 KA, 480 V,
- Termomagnético 3*100 A, 65 KA, 240 V,
- Transformador Trifásico, 30 KVA, 440/220-127 V,
- Cableado, barraje, tornillos, manecillas, señaliz., etc.

7.25.4 MEDIDA

La medida, para efectos de pago, será por Unidad.

7.25.5 PAGO

Los trabajos que cubre esta especificación le serán pagados al Contratista de acuerdo con la medida descrita en el numeral anterior, y al precio unitario correspondiente consignado en el formulario de cantidades aproximadas de obra y precios unitarios del Contrato.

Es requisito para el pago, la ejecución de los trabajos de acuerdo con esta especificación y el recibo de los mismos a satisfacción de la Interventoría.

7.26 GABINETE DE BAJA TENSIÓN PARA SUBESTACIÓN NUMERO 4

7.26.2 GENERALIDADES

La especificación se refiere al suministro, transporte e instalación de los gabinetes donde se albergarán los elementos de protección y control de la correspondiente subestación.

Los gabinetes serán en lámina cold rolled calibre 16, pintada con pintura electrostática de color marfil, con lados tipo tapas desmontables mediante atornillado. De resto se debe respetar las exigencias de la ESSA a través de sus normas técnicas, la información a través de estos planos y especificaciones.

7.26.3 MATERIALES

Los materiales requeridos para la ejecución de los trabajos objeto de esta especificación, son los siguientes (ver plano para las cantidades):

- Gabinete para Distribución en B. T. 1.50*0.50*1.50 mts,
- Termomagnético 3*600-1200 A, 65 KA, 240 V,
- Termomagnético 3* 300 A, 65 KA, 480 V,
- Termomagnético 3* 500 A, 65 KA, 240 V,
- Termomagnético 3* 30 A, 65 KA, 480 V,
- Termomagnético 3* 40 A, 65 KA, 480 V,
- Termomagnético 3* 60 A, 65 KA, 240 V,
- Termomagnético 3*100 A, 65 KA, 240 V,
- Transformador Trifásico, 30 KVA, 440/220-127 V,
- Cableado, barraje, tornillos, manecillas, señaliz., etc.

7.26.4 MEDIDA

La medida, para efectos de pago, será por Unidad.

7.26.5 PAGO

Los trabajos que cubre esta especificación le serán pagados al Contratista de acuerdo con la medida descrita en el numeral anterior, y al precio unitario correspondiente consignado en el formulario de cantidades aproximadas de obra y precios unitarios del Contrato.

Es requisito para el pago, la ejecución de los trabajos de acuerdo con esta especificación y el recibo de los mismos a satisfacción de la Interventoría.

7.27 GABINETE DE BAJA TENSIÓN PARA SUBESTACIÓN NUMERO 5

7.27.2 GENERALIDADES

La especificación se refiere al suministro, transporte e instalación de los gabinetes donde se albergarán los elementos de protección y control de la correspondiente subestación.

Los gabinetes serán en lámina cold rolled calibre 16, pintada con pintura electrostática de color marfil, con lados tipo tapas desmontables mediante atornillado. De resto se debe respetar las exigencias de la ESSA a través de sus normas técnicas, la información a través de estos planos y especificaciones.

7.27.3 MATERIALES

Los materiales requeridos para la ejecución de los trabajos objeto de esta especificación, son los siguientes (ver plano para las cantidades):

- Gabinete para Distribución en B. T. 1.50*0.50*1.50 mts,
- Termomagnético 3*600-1200 A, 65 KA, 240 V,
- Termomagnético 3* 300 A, 65 KA, 480 V,
- Termomagnético 3* 500 A, 65 KA, 240 V,
- Termomagnético 3* 30 A, 65 KA, 480 V,
- Termomagnético 3* 40 A, 65 KA, 480 V,
- Termomagnético 3* 60 A, 65 KA, 240 V,
- Termomagnético 3* 80 A, 65 KA, 240 V,
- Termomagnético 3*100 A, 65 KA, 240 V,
- Transformador Trifásico, 30 KVA, 440/220-127 V,
- Cableado, barraje, tornillos, manecillas, señaliz., etc.

7.27.4 MEDIDA

La medida, para efectos de pago, será por Unidad.

7.27.5 PAGO

Los trabajos que cubre esta especificación le serán pagados al Contratista de acuerdo con la medida descrita en el numeral anterior, y al precio unitario correspondiente consignado en el formulario de cantidades aproximadas de obra y precios unitarios del Contrato.

Es requisito para el pago, la ejecución de los trabajos de acuerdo con esta especificación y el recibo de los mismos a satisfacción de la Interventoría.

7.28 TABLERO DE ACOMETIDAS

7.28.2 GENERALIDADES

La especificación se refiere al suministro, transporte e instalación de los tableros en los que remata la alimentación de cada zona, corrientemente una estructura hidráulica. Incluye el pedestal en mampostería en ladrillo tolete a la vista sobre el que descansa.

Los gabinetes serán en lámina cold rolled calibre 16, pintada con pintura electrostática de color marfil, con lados tipo tapas desmontables mediante atornillado. De resto se debe respetar las exigencias de la ESSA a través de sus normas técnicas, la información a través de estos planos y las especificaciones.

7.28.3 MATERIALES

Los materiales requeridos para la ejecución de los trabajos objeto de esta especificación, son los siguientes (ver plano para las cantidades):

- Caja metálica de 100*100*20, cal 18,
- Platina de Cobre de 2" * 3/8",
- Aislador portabarras grande,
- Ladrillo Tolete a la vista,
- Mortero 1:3,
- Concreto 210 Kg/cm², para el cimiento en concreto ciclópeo (40 cm x 30 cm x 120 cm)
- Piedra rajón para concreto ciclópeo
- Tubería PVC EB DIAM 3",
- Curva PVC DIAM 3",
- Pintura hidrófuga, etc.

7.28.4 MEDIDA

La medida, para efectos de pago, será por Unidad.

7.28.5 PAGO

Los trabajos que cubre esta especificación le serán pagados al Contratista de acuerdo con la medida descrita en el numeral anterior, y al precio unitario correspondiente consignado en el formulario de cantidades aproximadas de obra y precios unitarios del Contrato.

Es requisito para el pago, la ejecución de los trabajos de acuerdo con esta especificación y el recibo de los mismos a satisfacción de la Interventoría.

7.29 TABLERO MULTITOMAS

7.29.2 GENERALIDADES

La especificación se refiere al suministro, transporte e instalación de los tableros en los que se habilitarán tres tomas, una monofásica a 120 V, una bifásica a 220 V y una trifásica.

Los gabinetes serán en lámina cold rolled calibre 16, pintada con pintura electrostática de color marfil. De resto se debe respetar las exigencias de la ESSA a través de sus normas técnicas, la información a través de estos planos y las especificaciones.

7.29.3 MATERIALES

Los materiales requeridos para la ejecución de los trabajos objeto de esta especificación, son los siguientes (ver plano para las cantidades):

- Caja metálica de 40*40*20, con doblefondo,
- Interruptor para riel de 1*20A, 10 kA,
- Interruptor para riel de 2*30A, 10 kA,
- Interruptor para riel de 3*32A, 10 kA,
- Interruptor para riel de 3*40A, 25 kA,
- Toma Monofásica con tapa para intemperie,
- Toma Bifásica a 220 V con tapa para intemperie,
- Toma trifásica con tapa para intemperie,
- Riel, cableado, amarres, etc.

7.29.4 MEDIDA

La medida, para efectos de pago, será por Unidad.

7.29.5 PAGO

Los trabajos que cubre esta especificación le serán pagados al Contratista de acuerdo con la medida descrita en el numeral anterior, y al precio unitario correspondiente consignado en el formulario de cantidades aproximadas de obra y precios unitarios del Contrato.

Es requisito para el pago, la ejecución de los trabajos de acuerdo con esta especificación y el recibo de los mismos a satisfacción de la Interventoría.

7.30 PEDESTAL PARA TABLEROS MULTITOMAS

7.30.2 GENERALIDADES

La especificación se refiere al suministro, transporte e instalación de los pedestales en los que se apoyarán los tableros multitomas ubicados en los sitios en los que no haya tableros de acometidas a los que se puedan adosar mediante atornillado. Sus dimensiones serán de 45 cm x 50 cm x 25 cm, rematando sus aristas superiores en chaflán para que no se deposite el agua lluvia. El cimiento será de 60 cm de largo, y sección transversal de 30 cm x 30 cm.

7.30.3 MATERIALES

Los materiales requeridos para la ejecución de los trabajos objeto de esta especificación, son los siguientes (ver plano para las cantidades):

- Ladrillo Tolete a la vista,
- Mortero 1:3,
- Concreto 210 Kg/cm², para cimiento en concreto ciclópeo,
- Piedra bolo, tablas, puntillas, etc.

7.30.4 MEDIDA

La medida, para efectos de pago, será por Unidad.

7.30.5 PAGO

Los trabajos que cubre esta especificación le serán pagados al Contratista de acuerdo con la medida descrita en el numeral anterior, y al precio unitario correspondiente consignado en el formulario de cantidades aproximadas de obra y precios unitarios del Contrato.

Es requisito para el pago, la ejecución de los trabajos de acuerdo con esta especificación y el recibo de los mismos a satisfacción de la Interventoría.

7.31 PEDESTAL PARA TABLEROS GABINETES DE B. T.

7.31.2 GENERALIDADES

La especificación se refiere al suministro, transporte e instalación de los pedestales en los que se apoyarán los tableros gabinetes de Baja Tensión de las subestaciones ubicados. Sus dimensiones serán de 160 cm x 60 cm x 0,5 cm, rematando sus aristas superiores en chaflán para que no se deposite el agua lluvia. El cimiento será de 160 cm de largo, y sección transversal de 60 cm x 30 cm.

7.31.3 MATERIALES

Los materiales requeridos para la ejecución de los trabajos objeto de esta especificación, son los siguientes (ver plano para las cantidades):

- Ladrillo Tolete a la vista,
- Mortero 1:3,
- Concreto 210 Kg/cm², para cimiento en concreto ciclópeo,
- Piedra bolo, tablas, puntillas, etc.

7.31.4 MEDIDA

La medida, para efectos de pago, será por Unidad.

7.31.5 PAGO

Los trabajos que cubre esta especificación le serán pagados al Contratista de acuerdo con la medida descrita en el numeral anterior, y al precio unitario correspondiente consignado en el formulario de cantidades aproximadas de obra y precios unitarios del Contrato.

Es requisito para el pago, la ejecución de los trabajos de acuerdo con esta especificación y el recibo de los mismos a satisfacción de la Interventoría.

7.32 INTERRUPTOR TRIPOLAR TABLERO ACOMETIDA 3X40 A

7.32.2 GENERALIDADES

La especificación se refiere al suministro, transporte e instalación del interruptor de 3x40 A para proteger la acometida correspondiente mostrada en el diagrama unificar general.

Los interruptores serán en caja moldeada, industriales y capacidad en corto circuito de 65 kA a 240 V.

7.32.3 MATERIALES

Los materiales requeridos para la ejecución de los trabajos objeto de esta especificación, son los siguientes (ver plano para las cantidades):

- Termomagnético 3* 40 A, 65 KA, 240 V,

7.32.4 MEDIDA

La medida, para efectos de pago, será por Unidad.

7.32.5 PAGO

Los trabajos que cubre esta especificación le serán pagados al Contratista de acuerdo con la medida descrita en el numeral anterior, y al precio unitario correspondiente consignado en el formulario de cantidades aproximadas de obra y precios unitarios del Contrato.

Es requisito para el pago, la ejecución de los trabajos de acuerdo con esta especificación y el recibo de los mismos a satisfacción de la Interventoría.

7.33 INTERRUPTOR TRIPOLAR TABLERO ACOMETIDA 3X60 A

7.33.2 GENERALIDADES

La especificación se refiere al suministro, transporte e instalación del interruptor de 3x60 A para proteger la acometida correspondiente mostrada en el diagrama unificar general.

Los interruptores serán en caja moldeada, industriales y capacidad en corto circuito de 65 kA a 240 V.

7.33.3 MATERIALES

Los materiales requeridos para la ejecución de los trabajos objeto de esta especificación, son los siguientes (ver plano para las cantidades):

- Termomagnético 3*60 A, 65 KA, 240 V,

7.33.4 MEDIDA

La medida, para efectos de pago, será por Unidad.

7.33.5 PAGO

Los trabajos que cubre esta especificación le serán pagados al Contratista de acuerdo con la medida descrita en el numeral anterior, y al precio unitario correspondiente consignado en el formulario de cantidades aproximadas de obra y precios unitarios del Contrato.

Es requisito para el pago, la ejecución de los trabajos de acuerdo con esta especificación y el recibo de los mismos a satisfacción de la Interventoría.

7.34 INTERRUPTOR TRIPOLAR TABLERO ACOMETIDA 3X175 A

7.34.2 GENERALIDADES

La especificación se refiere al suministro, transporte e instalación del interruptor de 3x175 A para proteger la acometida correspondiente mostrada en el diagrama unificar general.

Los interruptores serán en caja moldeada, industriales y capacidad en corto circuito de 65 kA a 240 V.

7.34.3 MATERIALES

Los materiales requeridos para la ejecución de los trabajos objeto de esta especificación, son los siguientes (ver plano para las cantidades):

- Termomagnético 3*175 A, 65 KA, 240 V,

7.34.4 MEDIDA

La medida, para efectos de pago, será por Unidad.

7.34.5 PAGO

Los trabajos que cubre esta especificación le serán pagados al Contratista de acuerdo con la medida descrita en el numeral anterior, y al precio unitario correspondiente consignado en el formulario de cantidades aproximadas de obra y precios unitarios del Contrato.

Es requisito para el pago, la ejecución de los trabajos de acuerdo con esta especificación y el recibo de los mismos a satisfacción de la Interventoría.

7.35 INTERRUPTOR TRIPOLAR TABLERO ACOMETIDA 3x300 A

7.35.2 GENERALIDADES

La especificación se refiere al suministro, transporte e instalación del interruptor de 3x300 A para proteger la acometida correspondiente mostrada en el diagrama unificar general.

Los interruptores serán en caja moldeada, industriales y capacidad en corto circuito de 65 kA a 240 V.

7.35.3 MATERIALES

Los materiales requeridos para la ejecución de los trabajos objeto de esta especificación, son los siguientes (ver plano para las cantidades):

- Termomagnético 3*300 A, 65 KA, 240 V,

7.35.4 MEDIDA

La medida, para efectos de pago, será por Unidad.

7.35.5 PAGO

Los trabajos que cubre esta especificación le serán pagados al Contratista de acuerdo con la medida descrita en el numeral anterior, y al precio unitario correspondiente consignado en el formulario de cantidades aproximadas de obra y precios unitarios del Contrato.

Es requisito para el pago, la ejecución de los trabajos de acuerdo con esta especificación y el recibo de los mismos a satisfacción de la Interventoría.

7.36 INTERRUPTOR TRIPOLAR TABLERO ACOMETIDA 3x400 A

7.36.2 GENERALIDADES

La especificación se refiere al suministro, transporte e instalación del interruptor de 3x400 A para proteger la acometida correspondiente mostrada en el diagrama unificar general.

Los interruptores serán en caja moldeada, industriales y capacidad en corto circuito de 65 kA a 240 V.

7.36.3 MATERIALES

Los materiales requeridos para la ejecución de los trabajos objeto de esta especificación, son los siguientes (ver plano para las cantidades):

- Termomagnético 3*400 A, 65 KA, 240 V,

7.36.4 MEDIDA

La medida, para efectos de pago, será por Unidad.

7.36.5 PAGO

Los trabajos que cubre esta especificación le serán pagados al Contratista de acuerdo con la medida descrita en el numeral anterior, y al precio unitario correspondiente consignado en el formulario de cantidades aproximadas de obra y precios unitarios del Contrato.

Es requisito para el pago, la ejecución de los trabajos de acuerdo con esta especificación y el recibo de los mismos a satisfacción de la Interventoría.

7.37 INTERRUPTOR TRIPOLAR TABLERO ACOMETIDA 3x500 A

7.37.2 GENERALIDADES

La especificación se refiere al suministro, transporte e instalación del interruptor de 3x500 A para proteger la acometida correspondiente mostrada en el diagrama unificar general.

Los interruptores serán en caja moldeada, industriales y capacidad en corto circuito de 65 kA a 240 V.

7.37.3 MATERIALES

Los materiales requeridos para la ejecución de los trabajos objeto de esta especificación, son los siguientes (ver plano para las cantidades):

- Termomagnético 3*500 A, 65 KA, 240 V,

7.37.4 MEDIDA

La medida, para efectos de pago, será por Unidad.

7.37.5 PAGO

Los trabajos que cubre esta especificación le serán pagados al Contratista de acuerdo con la medida descrita en el numeral anterior, y al precio unitario correspondiente consignado en el formulario de cantidades aproximadas de obra y precios unitarios del Contrato.

Es requisito para el pago, la ejecución de los trabajos de acuerdo con esta especificación y el recibo de los mismos a satisfacción de la Interventoría.

7.38 INTERRUPTOR TRIPOLAR TABLERO ACOMETIDA 3x700 A

7.38.2 GENERALIDADES

La especificación se refiere al suministro, transporte e instalación del interruptor de 3x700 A para proteger la acometida correspondiente mostrada en el diagrama unificar general.

Los interruptores serán en caja moldeada, industriales y capacidad en corto circuito de 65 kA a 240 V.

7.38.3 MATERIALES

Los materiales requeridos para la ejecución de los trabajos objeto de esta especificación, son los siguientes (ver plano para las cantidades):

- Termomagnético 3*700 A, 65 KA, 240 V,

7.38.4 MEDIDA

La medida, para efectos de pago, será por Unidad.

7.38.5 PAGO

Los trabajos que cubre esta especificación le serán pagados al Contratista de acuerdo con la medida descrita en el numeral anterior, y al precio unitario correspondiente consignado en el formulario de cantidades aproximadas de obra y precios unitarios del Contrato.

Es requisito para el pago, la ejecución de los trabajos de acuerdo con esta especificación y el recibo de los mismos a satisfacción de la Interventoría.

7.39 TABLERO DE ALUMBRADO (en torres)

7.39.2 GENERALIDADES

La especificación se refiere al suministro, transporte e instalación de los tableros en los que se habilitará la protección y el barraje para alimentar los reflectores.

Los gabinetes serán en lámina cold rolled calibre 16, pintada con pintura electrostática de color marfil. De resto se debe respetar las exigencias de la ESSA a través de sus normas técnicas, la información a través de estos planos y las especificaciones.

7.39.3 MATERIALES

Los materiales requeridos para la ejecución de los trabajos objeto de esta especificación, son los siguientes:

- Caja metálica de 40*40*20, con doblefondo,
- Termomagnético 3* (30 a 60) A, 65 KA, 240 V,
- Platina de cobre de 1/2" x 1/8",
- Aisladores portabarras,
- Tornillos, pinturas, señalizaciones, etc.

7.39.4 MEDIDA

La medida, para efectos de pago, será por Unidad.

7.39.5 PAGO

Los trabajos que cubre esta especificación le serán pagados al Contratista de acuerdo con la medida descrita en el numeral anterior, y al precio unitario correspondiente consignado en el formulario de cantidades aproximadas de obra y precios unitarios del Contrato.

Es requisito para el pago, la ejecución de los trabajos de acuerdo con esta especificación y el recibo de los mismos a satisfacción de la Interventoría.

7.40 DUCTERÍA PVC T.P. 1x1"

7.40.2 Generalidades

La especificación se refiere al suministro, transporte e instalación de la ductería en el lado de baja tensión de la red, a 440 V o 220 V, en las zonas enterradas o incrustadas en muro o concreto. Será de tipo pesado y debe cumplir con las características descritas en las especificaciones generales. Incluye:

7.40.3 MATERIALES

Los materiales requeridos para la ejecución de los trabajos objeto de esta especificación, son los siguientes (ver plano para las cantidades):

- Tubería PVC de diámetro 1",
- Accesorios tales como curvas y adaptadores,
- Limpiador, pegante.

7.40.4 MEDIDA

La medida, para efectos de pago, será por metro.

7.40.5 PAGO

Los trabajos que cubre esta especificación le serán pagados al Contratista de acuerdo con la medida descrita en el numeral anterior, y al precio unitario correspondiente consignado en el formulario de cantidades aproximadas de obra y precios unitarios del Contrato.

Es requisito para el pago, la ejecución de los trabajos de acuerdo con esta especificación y el recibo de los mismos a satisfacción de la Interventoría.

7.41 DUCTERÍA PVC EB 1x2"

7.41.2 GENERALIDADES

La especificación se refiere al suministro, transporte e instalación de la ductería en el lado de baja tensión de la red, a 440 V o 220 V, en las zonas enterradas o incrustadas en muro o concreto. Será de tipo liviano y debe cumplir con las características descritas en las especificaciones generales. Incluye:

7.41.3 MATERIALES

Los materiales requeridos para la ejecución de los trabajos objeto de esta especificación, son los siguientes (ver plano para las cantidades):

- Tubería PVC de diámetro 2",
- Accesorios tales como curvas y adaptadores,
- Limpiador, pegante.

7.41.4 MEDIDA

La medida, para efectos de pago, será por metro.

7.41.5 PAGO

Los trabajos que cubre esta especificación le serán pagados al Contratista de acuerdo con la medida descrita en el numeral anterior, y al precio unitario correspondiente consignado en el formulario de cantidades aproximadas de obra y precios unitarios del Contrato.

Es requisito para el pago, la ejecución de los trabajos de acuerdo con esta especificación y el recibo de los mismos a satisfacción de la Interventoría.

7.42 DUCTERÍA PVC T.P. 2x2"

7.42.2 Generalidades

La especificación se refiere al suministro, transporte e instalación de la ductería en el lado de baja tensión de la red, a 440 V o 220 V, en las zonas enterradas o incrustadas en muro o concreto. Será de tipo liviano y debe cumplir con las características descritas en las especificaciones generales. Incluye:

7.42.3 MATERIALES

Los materiales requeridos para la ejecución de los trabajos objeto de esta especificación, son los siguientes (ver plano para las cantidades):

- Tubería PVC de diámetro 2",
- Accesorios tales como curvas y adaptadores,
- Limpiador, pegante.

7.42.4 MEDIDA

La medida, para efectos de pago, será por metro.

7.42.5 PAGO

Los trabajos que cubre esta especificación le serán pagados al Contratista de acuerdo con la medida descrita en el numeral anterior, y al precio unitario correspondiente consignado en el formulario de cantidades aproximadas de obra y precios unitarios del Contrato.

Es requisito para el pago, la ejecución de los trabajos de acuerdo con esta especificación y el recibo de los mismos a satisfacción de la Interventoría.

7.43 DUCTERÍA PVC T.P. 1x3"

7.43.2 GENERALIDADES

La especificación se refiere al suministro, transporte e instalación de la ductería en el lado de baja tensión de la red, a 440 V o 220 V, en las zonas enterradas o incrustadas en muro o concreto. Será de tipo liviano debe cumplir con las características descritas en las especificaciones generales. Incluye:

7.43.3 MATERIALES

Los materiales requeridos para la ejecución de los trabajos objeto de esta especificación, son los siguientes (ver plano para las cantidades):

- Tubería PVC de diámetro 3",
- Accesorios tales como curvas y adaptadores,
- Limpiador, pegante.

7.43.4 MEDIDA

La medida, para efectos de pago, será por metro.

7.43.5 PAGO

Los trabajos que cubre esta especificación le serán pagados al Contratista de acuerdo con la medida descrita en el numeral anterior, y al precio unitario correspondiente consignado en el formulario de cantidades aproximadas de obra y precios unitarios del Contrato.

Es requisito para el pago, la ejecución de los trabajos de acuerdo con esta especificación y el recibo de los mismos a satisfacción de la Interventoría.

7.44 DUCTERÍA PVC T.P. 2x3"

7.44.2 GENERALIDADES

La especificación se refiere al suministro, transporte e instalación del la ductería en el lado de baja tensión de la red, a 440 V o 220 V, en las zonas enterradas o incrustadas en muro o concreto. Será de tipo liviano y debe cumplir con las características descritas en las especificaciones generales. Incluye:

7.44.3 MATERIALES

Los materiales requeridos para la ejecución de los trabajos objeto de esta especificación, son los siguientes (ver plano para las cantidades):

- Tubería PVC de diámetro 3",
- Accesorios tale como curvas y adaptadores,
- Limpiador, pegante.

7.44.4 MEDIDA

La medida, para efectos de pago, será por metro.

7.44.5 PAGO

Los trabajos que cubre esta especificación le serán pagados al Contratista de acuerdo con la medida descrita en el numeral anterior, y al precio unitario correspondiente consignado en el formulario de cantidades aproximadas de obra y precios unitarios del Contrato.

Es requisito para el pago, la ejecución de los trabajos de acuerdo con esta especificación y el recibo de los mismos a satisfacción de la Interventoría.

7.45 DUCTERÍA PVC T.P. 3x3"

7.45.2 GENERALIDADES

La especificación se refiere al suministro, transporte e instalación del la ductería en el lado de baja tensión de la red, a 440 V o 220 V, en las zonas enterradas o incrustadas en muro o concreto. Será de tipo liviano y debe cumplir con las características descritas en las especificaciones generales. Incluye:

7.45.3 MATERIALES

Los materiales requeridos para la ejecución de los trabajos objeto de esta especificación, son los siguientes (ver plano para las cantidades):

- Tubería PVC de diámetro 3",
- Accesorios tale como curvas y adaptadores,
- Limpiador, pegante.

7.45.4 MEDIDA

La medida, para efectos de pago, será por metro.

7.45.5 PAGO

Los trabajos que cubre esta especificación le serán pagados al Contratista de acuerdo con la medida descrita en el numeral anterior, y al precio unitario correspondiente consignado en el formulario de cantidades aproximadas de obra y precios unitarios del Contrato.

Es requisito para el pago, la ejecución de los trabajos de acuerdo con esta especificación y el recibo de los mismos a satisfacción de la Interventoría.

7.46 DUCTERÍA PVC T.P. 4x3"

7.46.2 GENERALIDADES

La especificación se refiere al suministro, transporte e instalación del la ductería en el lado de baja tensión de la red, a 440 V o 220 V, en las zonas enterradas o incrustadas en muro o concreto. Será de tipo liviano y debe cumplir con las características descritas en las especificaciones generales. Incluye:

7.46.3 MATERIALES

Los materiales requeridos para la ejecución de los trabajos objeto de esta especificación, son los siguientes (ver plano para las cantidades):

- Tubería PVC de diámetro 3",
- Accesorios tale como curvas y adaptadores,
- Limpiador, pegante.

7.46.4 MEDIDA

La medida, para efectos de pago, será por metro.

7.46.5 PAGO

Los trabajos que cubre esta especificación le serán pagados al Contratista de acuerdo con la medida descrita en el numeral anterior, y al precio unitario correspondiente consignado en el formulario de cantidades aproximadas de obra y precios unitarios del Contrato.

Es requisito para el pago, la ejecución de los trabajos de acuerdo con esta especificación y el recibo de los mismos a satisfacción de la Interventoría.

7.47 DUCTERÍA H.G. de ½”

7.47.2 GENERALIDADES

La especificación se refiere al suministro, transporte e instalación del la ductería en el lado de baja tensión de la red, a 440 V o 220 V, en las zonas aéreas o sobrepuestas en muros. Será de tipo pesado y debe cumplir con las características descritas en las especificaciones generales. Incluye:

7.47.3 MATERIALES

Los materiales requeridos para la ejecución de los trabajos objeto de esta especificación, son los siguientes (ver plano para las cantidades):

- Tubería galvanizada de diámetro ½”,
- Accesorios tale como curvas y boquillas,
- Elementos de fijación.

7.47.4 MEDIDA

La medida, para efectos de pago, será por metro.

7.47.5 PAGO

Los trabajos que cubre esta especificación le serán pagados al Contratista de acuerdo con la medida descrita en el numeral anterior, y al precio unitario correspondiente consignado en el formulario de cantidades aproximadas de obra y precios unitarios del Contrato.

Es requisito para el pago, la ejecución de los trabajos de acuerdo con esta especificación y el recibo de los mismos a satisfacción de la Interventoría.

7.48 DUCTERÍA H.G. de 1”

7.48.2 Generalidades

La especificación se refiere al suministro, transporte e instalación del la ductería en el lado de baja tensión de la red, a 440 V o 220 V, en las zonas aéreas o

sobrepuestas en muros. Será de tipo pesado y debe cumplir con las características descritas en las especificaciones generales. Incluye:

7.48.3 MATERIALES

Los materiales requeridos para la ejecución de los trabajos objeto de esta especificación, son los siguientes (ver plano para las cantidades):

- Tubería galvanizada de diámetro 1”,
- Accesorios tale como curvas y boquillas,
- Elementos de fijación.

7.48.4 MEDIDA

La medida, para efectos de pago, será por metro.

7.48.5 PAGO

Los trabajos que cubre esta especificación le serán pagados al Contratista de acuerdo con la medida descrita en el numeral anterior, y al precio unitario correspondiente consignado en el formulario de cantidades aproximadas de obra y precios unitarios del Contrato.

Es requisito para el pago, la ejecución de los trabajos de acuerdo con esta especificación y el recibo de los mismos a satisfacción de la Interventoría.

7.49 DUCTERÍA H.G. de 2”

7.49.2 Generalidades

La especificación se refiere al suministro, transporte e instalación del la ductería en el lado de baja tensión de la red, a 440 V o 220 V, en las zonas aéreas o sobrepuestas en muros. Será de tipo pesado y debe cumplir con las características descritas en las especificaciones generales. Incluye:

7.49.3 MATERIALES

Los materiales requeridos para la ejecución de los trabajos objeto de esta especificación, son los siguientes (ver plano para las cantidades):

- Tubería galvanizada de diámetro 2”,
- Accesorios tale como curvas y boquillas,
- Elementos de fijación.

7.49.4 MEDIDA

La medida, para efectos de pago, será por metro.

7.49.5 PAGO

Los trabajos que cubre esta especificación le serán pagados al Contratista de acuerdo con la medida descrita en el numeral anterior, y al precio unitario correspondiente consignado en el formulario de cantidades aproximadas de obra y precios unitarios del Contrato.

Es requisito para el pago, la ejecución de los trabajos de acuerdo con esta especificación y el recibo de los mismos a satisfacción de la Interventoría.

7.50 DUCTERÍA H.G. de 3”

7.50.2 Generalidades

La especificación se refiere al suministro, transporte e instalación del la ductería en el lado de baja tensión de la red, a 440 V o 220 V, en las zonas aéreas o sobrepuestas en muros. Será de tipo pesado y debe cumplir con las características descritas en las especificaciones generales. Incluye:

7.50.3 MATERIALES

Los materiales requeridos para la ejecución de los trabajos objeto de esta especificación, son los siguientes (ver plano para las cantidades):

- Tubería galvanizada de diámetro 3”,
- Accesorios tale como curvas y boquillas,
- Elementos de fijación.

7.50.4 MEDIDA

La medida, para efectos de pago, será por metro.

7.50.5 PAGO

Los trabajos que cubre esta especificación le serán pagados al Contratista de acuerdo con la medida descrita en el numeral anterior, y al precio unitario correspondiente consignado en el formulario de cantidades aproximadas de obra y precios unitarios del Contrato.

Es requisito para el pago, la ejecución de los trabajos de acuerdo con esta especificación y el recibo de los mismos a satisfacción de la Interventoría.

7.51 CAJAS DE INSPECCIÓN DE B. T. 0,6x0,6x0,6 m

7.51.2 GENERALIDADES

La especificación se refiere al suministro, transporte e instalación de las cajas de inspección de baja tensión, según especificación ESSA.

Los extremos de la tubería deben ser emboquillados.

7.51.3 MATERIALES

Los materiales requeridos para la ejecución de los trabajos objeto de esta especificación, son los siguientes:

- Ladrillo Tolete
- Mortero 1:3
- Concreto 210 Kg/cm²
- Acero de Refuerzo
- Tapa de H. F. ESSA de 40 cm de diámetro (de tipo pesado en caso de que quede en vía vehicular)
- Tablas, puntillas, acrílico, etc.

7.51.4 MEDIDA

La medida, para efectos de pago, será por unidad.

7.51.5 PAGO

Los trabajos que cubre esta especificación le serán pagados al Contratista de acuerdo con la medida descrita en el numeral anterior, y al precio unitario correspondiente consignado en el formulario de cantidades aproximadas de obra y precios unitarios del Contrato.

Es requisito para el pago, la ejecución de los trabajos de acuerdo con esta especificación y el recibo de los mismos a satisfacción de la Interventoría.

7.52 ALIMENTACIÓN TRIFÁSICA TRIFILAR EN #10

7.52.2 GENERALIDADES

La especificación se refiere al suministro, transporte e instalación de la red de baja tensión a 440 V o 220 V para llegar desde las subestaciones hasta los distintos

tableros (tableros de acometidas, tableros multitomas y torres de alumbrado). Los conductores serán en cable sin importar su calibre, a excepción de la tierra de seguridad que será desnudo. Para este caso, la acometida consistirá en tres fases y un conductor de puesta a tierra de seguridad, desnudo, de acuerdo con la descripción contenida en las cantidades de obra.

En todo el trayecto los cables correspondientes al circuito deben ser entorchados entre sí formando una hélice de un (1) metro de paso. En cada caja de inspección los cables deben ser identificados mediante marquillas plásticas que agrupan al circuito.

7.52.3 MATERIALES

Los materiales requeridos para la ejecución de los trabajos objeto de esta especificación, son los siguientes:

- Cable THHN #10
- Alambre #12 desnudo,
- Señalización, amarres, etc.

7.52.4 MEDIDA

La medida, para efectos de pago, será por unidad.

7.52.5 PAGO

Los trabajos que cubre esta especificación le serán pagados al Contratista de acuerdo con la medida descrita en el numeral anterior, y al precio unitario correspondiente consignado en el formulario de cantidades aproximadas de obra y precios unitarios del Contrato.

Es requisito para el pago, la ejecución de los trabajos de acuerdo con esta especificación y el recibo de los mismos a satisfacción de la Interventoría.

7.53 ALIMENTACIÓN TRIFÁSICA TRIFILAR EN #8

7.53.2 GENERALIDADES

La especificación se refiere al suministro, transporte e instalación de la red de baja tensión a 440 V o 220 V para llegar desde las subestaciones hasta los distintos tableros (tableros de acometidas, tableros multitomas y torres de alumbrado). Los conductores serán en cable sin importar su calibre, a excepción de la tierra de seguridad que será desnudo. Para este caso, la acometida consistirá en tres fases y un conductor de puesta a tierra de seguridad, desnudo, de acuerdo con la descripción contenida en las cantidades de obra.

En todo el trayecto los cables correspondientes al circuito deben ser entorchados entre sí formando una hélice de un (1) metro de paso. En cada caja de inspección los cables deben ser identificados mediante marquillas plásticas que agrupan al circuito.

7.53.3 MATERIALES

Los materiales requeridos para la ejecución de los trabajos objeto de esta especificación, son los siguientes:

- Cable THHN #8
- Alambre #12 desnudo,
- Señalización, amarres, etc.

7.53.4 MEDIDA

La medida, para efectos de pago, será por metro.

7.53.5 PAGO

Los trabajos que cubre esta especificación le serán pagados al Contratista de acuerdo con la medida descrita en el numeral anterior, y al precio unitario correspondiente consignado en el formulario de cantidades aproximadas de obra y precios unitarios del Contrato.

Es requisito para el pago, la ejecución de los trabajos de acuerdo con esta especificación y el recibo de los mismos a satisfacción de la Interventoría.

7.54 ALIMENTACIÓN TRIFÁSICA TETRAFILAR EN #8

7.54.2 GENERALIDADES

La especificación se refiere al suministro, transporte e instalación de la red de baja tensión a 440 V o 220 V para llegar desde las subestaciones hasta los distintos tableros (tableros de acometidas, tableros multitomas y torres de alumbrado). Los conductores serán en cable sin importar su calibre, a excepción de la tierra de seguridad que será desnudo. Para este caso, la acometida consistirá en tres fases, un neutro y un conductor de puesta a tierra de seguridad, desnudo, de acuerdo con la descripción contenida en las cantidades de obra.

En todo el trayecto los cables correspondientes al circuito deben ser entorchados entre sí formando una hélice de un (1) metro de paso. En cada caja de inspección los cables deben ser identificados mediante marquillas plásticas que agrupan al circuito.

7.54.3 MATERIALES

Los materiales requeridos para la ejecución de los trabajos objeto de esta especificación, son los siguientes:

- Cable THHN #8
- Cable THHN #10
- Alambre #12 desnudo,
- Señalización, amarres, etc.

7.54.4 MEDIDA

La medida, para efectos de pago, será por metro.

7.54.5 PAGO

Los trabajos que cubre esta especificación le serán pagados al Contratista de acuerdo con la medida descrita en el numeral anterior, y al precio unitario correspondiente consignado en el formulario de cantidades aproximadas de obra y precios unitarios del Contrato.

Es requisito para el pago, la ejecución de los trabajos de acuerdo con esta especificación y el recibo de los mismos a satisfacción de la Interventoría.

7.55 ALIMENTACIÓN TRIFÁSICA TETRAFILAR EN #6

7.55.2 GENERALIDADES

La especificación se refiere al suministro, transporte e instalación de la red de baja tensión a 440 V o 220 V para llegar desde las subestaciones hasta los distintos tableros (tableros de acometidas, tableros multitomas y torres de alumbrado). Los conductores serán en cable sin importar su calibre, a excepción de la tierra de seguridad que será desnudo. Para este caso, la acometida consistirá en tres fases, un neutro y un conductor de puesta a tierra de seguridad, desnudo, de acuerdo con la descripción contenida en las cantidades de obra.

En todo el trayecto los cables correspondientes al circuito deben ser entorchados entre sí formando una hélice de un (1) metro de paso. En cada caja de inspección los cables deben ser identificados mediante marquillas plásticas que agrupan al circuito.

7.55.3 MATERIALES

Los materiales requeridos para la ejecución de los trabajos objeto de esta especificación, son los siguientes:

- Cable THHN #6,

- Cable THHN #8,
- Alambre #12 desnudo,
- Señalización, amarres, etc.

7.55.4 MEDIDA

La medida, para efectos de pago, será por metro.

7.55.5 PAGO

Los trabajos que cubre esta especificación le serán pagados al Contratista de acuerdo con la medida descrita en el numeral anterior, y al precio unitario correspondiente consignado en el formulario de cantidades aproximadas de obra y precios unitarios del Contrato.

Es requisito para el pago, la ejecución de los trabajos de acuerdo con esta especificación y el recibo de los mismos a satisfacción de la Interventoría.

7.56 ALIMENTACIÓN TRIFÁSICA TETRAFILAR EN #4

7.56.2 GENERALIDADES

La especificación se refiere al suministro, transporte e instalación de la red de baja tensión a 440 V o 220 V para llegar desde las subestaciones hasta los distintos tableros (tableros de acometidas, tableros multitomas y torres de alumbrado). Los conductores serán en cable sin importar su calibre, a excepción de la tierra de seguridad que será desnudo. Para este caso, la acometida consistirá en tres fases, un neutro y un conductor de puesta a tierra de seguridad, desnudo, de acuerdo con la descripción contenida en las cantidades de obra.

En todo el trayecto los cables correspondientes al circuito deben ser entorchados entre sí formando una hélice de un (1) metro de paso. En cada caja de inspección los cables deben ser identificados mediante marquillas plásticas que agrupan al circuito.

7.56.3 MATERIALES

Los materiales requeridos para la ejecución de los trabajos objeto de esta especificación, son los siguientes:

- Cable THHN #4,
- Cable THHN #6,
- Alambre #12 desnudo,
- Señalización, amarres, etc.

7.56.4 MEDIDA

La medida, para efectos de pago, será por metro.

7.56.5 PAGO

Los trabajos que cubre esta especificación le serán pagados al Contratista de acuerdo con la medida descrita en el numeral anterior, y al precio unitario correspondiente consignado en el formulario de cantidades aproximadas de obra y precios unitarios del Contrato.

Es requisito para el pago, la ejecución de los trabajos de acuerdo con esta especificación y el recibo de los mismos a satisfacción de la Interventoría.

7.57 ALIMENTACIÓN TRIFÁSICA TETRAFILAR EN #2

7.57.2 GENERALIDADES

La especificación se refiere al suministro, transporte e instalación de la red de baja tensión a 440 V o 220 V para llegar desde las subestaciones hasta los distintos tableros (tableros de acometidas, tableros multitomas y torres de alumbrado). Los conductores serán en cable sin importar su calibre, a excepción de la tierra de seguridad que será desnudo. Para este caso, la acometida consistirá en tres fases, un neutro y un conductor de puesta a tierra de seguridad, desnudo, de acuerdo con la descripción contenida en las cantidades de obra.

En todo el trayecto los cables correspondientes al circuito deben ser entorchados entre sí formando una hélice de dos (2) metros de paso. En cada caja de inspección los cables deben ser identificados mediante marquillas plásticas que agrupan al circuito.

7.57.3 MATERIALES

Los materiales requeridos para la ejecución de los trabajos objeto de esta especificación, son los siguientes:

- Cable THHN #2,
- Cable THHN #4,
- Alambre #8 desnudo,
- Señalización, amarres, etc.

7.57.4 MEDIDA

La medida, para efectos de pago, será por metro.

7.57.5 PAGO

Los trabajos que cubre esta especificación le serán pagados al Contratista de acuerdo con la medida descrita en el numeral anterior, y al precio unitario correspondiente consignado en el formulario de cantidades aproximadas de obra y precios unitarios del Contrato.

Es requisito para el pago, la ejecución de los trabajos de acuerdo con esta especificación y el recibo de los mismos a satisfacción de la Interventoría.

7.58 ALIMENTACIÓN TRIFÁSICA TETRAFILAR EN 3#1/0

7.58.2 GENERALIDADES

La especificación se refiere al suministro, transporte e instalación de la red de baja tensión a 440 V o 220 V para llegar desde las subestaciones hasta los distintos tableros (tableros de acometidas, tableros multitomas y torres de alumbrado). Los conductores serán en cable sin importar su calibre, a excepción de la tierra de seguridad que será desnudo. Para este caso, la acometida consistirá en tres fases, un neutro y un conductor de puesta a tierra de seguridad, desnudo, de acuerdo con la descripción contenida en las cantidades de obra.

En todo el trayecto los cables correspondientes al circuito deben ser entorchados entre sí formando una hélice de dos (2) metros de paso. En cada caja de inspección los cables deben ser identificados mediante marquillas plásticas que agrupan al circuito.

7.58.3 MATERIALES

Los materiales requeridos para la ejecución de los trabajos objeto de esta especificación, son los siguientes:

- Tres cables THHN #1/0, por fase,
- Tres Cables THHN #2,
- Tres Cables #4 desnudo,
- Señalización, amarres, etc.

7.58.4 MEDIDA

La medida, para efectos de pago, será por metro.

7.58.5 PAGO

Los trabajos que cubre esta especificación le serán pagados al Contratista de acuerdo con la medida descrita en el numeral anterior, y al precio unitario correspondiente consignado en el formulario de cantidades aproximadas de obra y precios unitarios del Contrato.

Es requisito para el pago, la ejecución de los trabajos de acuerdo con esta especificación y el recibo de los mismos a satisfacción de la Interventoría.

7.59 ALIMENTACIÓN TRIFÁSICA TETRAFILAR EN #1/0

7.59.2 GENERALIDADES

La especificación se refiere al suministro, transporte e instalación de la red de baja tensión a 440 V o 220 V para llegar desde las subestaciones hasta los distintos tableros (tableros de acometidas, tableros multitomas y torres de alumbrado). Los conductores serán en cable sin importar su calibre, a excepción de la tierra de seguridad que será desnudo. Para este caso, la acometida consistirá en tres fases, un neutro y un conductor de puesta a tierra de seguridad, desnudo, de acuerdo con la descripción contenida en las cantidades de obra.

En todo el trayecto los cables correspondientes al circuito deben ser entorchados entre sí formando una hélice de dos (2) metros de paso. En cada caja de inspección los cables deben ser identificados mediante marquillas plásticas que agrupan al circuito.

7.59.3 MATERIALES

Los materiales requeridos para la ejecución de los trabajos objeto de esta especificación, son los siguientes:

- Cable THHN #1/0,
- Cable THHN #2,
- Alambre #4 desnudo,
- Señalización, amarres, etc.

7.59.4 MEDIDA

La medida, para efectos de pago, será por metro.

7.59.5 PAGO

Los trabajos que cubre esta especificación le serán pagados al Contratista de acuerdo con la medida descrita en el numeral anterior, y al precio unitario correspondiente consignado en el formulario de cantidades aproximadas de obra y precios unitarios del Contrato.

Es requisito para el pago, la ejecución de los trabajos de acuerdo con esta especificación y el recibo de los mismos a satisfacción de la Interventoría.

7.60 ALIMENTACIÓN TRIFÁSICA TETRAFILAR EN 2 #2/0

7.60.2 GENERALIDADES

La especificación se refiere al suministro, transporte e instalación de la red de baja tensión a 440 V o 220 V para llegar desde las subestaciones hasta los distintos tableros (tableros de acometidas, tableros multitomas y torres de alumbrado). Los conductores serán en cable sin importar su calibre, a excepción de la tierra de seguridad que será desnudo. Para este caso, la acometida consistirá en tres fases, un neutro y un conductor de puesta a tierra de seguridad, desnudo, de acuerdo con la descripción contenida en las cantidades de obra.

En todo el trayecto los cables correspondientes al circuito deben ser entorchados entre sí formando una hélice de dos (2) metros de paso. En cada caja de inspección los cables deben ser identificados mediante marquillas plásticas que agrupan al circuito.

7.60.3 MATERIALES

Los materiales requeridos para la ejecución de los trabajos objeto de esta especificación, son los siguientes:

- Dos Cables THHN #2/0 por fase,
- Dos Cables THHN #1/0,
- Dos Cables #2 desnudo,
- Señalización, amarres, etc.

7.60.4 MEDIDA

La medida, para efectos de pago, será por metro.

7.60.5 PAGO

Los trabajos que cubre esta especificación le serán pagados al Contratista de acuerdo con la medida descrita en el numeral anterior, y al precio unitario correspondiente consignado en el formulario de cantidades aproximadas de obra y precios unitarios del Contrato.

Es requisito para el pago, la ejecución de los trabajos de acuerdo con esta especificación y el recibo de los mismos a satisfacción de la Interventoría.

7.61 ALIMENTACIÓN TRIFÁSICA TETRAFILAR EN 4#1/0

7.61.2 GENERALIDADES

La especificación se refiere al suministro, transporte e instalación de la red de baja tensión a 440 V o 220 V para llegar desde las subestaciones hasta los distintos

tableros (tableros de acometidas, tableros multitomas y torres de alumbrado). Los conductores serán en cable sin importar su calibre, a excepción de la tierra de seguridad que será desnudo. Para este caso, la acometida consistirá en tres fases, un neutro y un conductor de puesta a tierra de seguridad, desnudo, de acuerdo con la descripción contenida en las cantidades de obra.

En todo el trayecto los cables correspondientes al circuito deben ser entorchados entre sí formando una hélice de dos (2) metros de paso. En cada caja de inspección los cables deben ser identificados mediante marquillas plásticas que agrupan al circuito.

7.61.3 MATERIALES

Los materiales requeridos para la ejecución de los trabajos objeto de esta especificación, son los siguientes:

- Cuatro cables THHN #1/0, por fase
- Cuatro Cables THHN #2,
- Cuatro cables #4 desnudo,
- Señalización, amarres, etc.

7.61.4 MEDIDA

La medida, para efectos de pago, será por metro.

7.61.5 PAGO

Los trabajos que cubre esta especificación le serán pagados al Contratista de acuerdo con la medida descrita en el numeral anterior, y al precio unitario correspondiente consignado en el formulario de cantidades aproximadas de obra y precios unitarios del Contrato.

Es requisito para el pago, la ejecución de los trabajos de acuerdo con esta especificación y el recibo de los mismos a satisfacción de la Interventoría.

7.62 ELECTRODO HORIZONTAL EN CABLE DE COBRE DESNUDO #4 EN CEMENTO CONDUCTIVO ELECTRO-PAT

7.62.2 GENERALIDADES

La especificación se refiere al suministro, transporte e instalación de la malla de puesta a tierra para todo el campus. Su ejecución se hará de acuerdo con el detalle mostrado en el plano de la malla.

El proceso de construcción es el siguiente:

Se hace la excavación,

Se echa una cama de cemento conductivo en polvo, a una rata de 6 kg/m,

Se coloca el cable #4 y se recubre con cemento conductivo, haciendo un montículo a todo lo largo del cable,

Se humedece el cemento conductivo Electro-PAT, rociándole agua de tal manera que no se licue,

Se echa una capa de suelo cernido de 5 cm de espesor, el que se apisona con los pies, para no destruir la cama de cemento conductivo.

Se echan capas sucesivas de suelo, extrayendo las piedras, con espesores de máximo 15 cm, apisonando con medios mecánicos, de acuerdo con la exigencia de compactación efectuada por la interventoría. Cada capa debe humedecerse adecuadamente.

6.58.2 MATERIALES

Los materiales requeridos para la ejecución de los trabajos objeto de esta especificación, son los siguientes:

Cemento conductivo Electro-PAT, a razón de 6 kg/m de electrodo horizontal.

Cable #4 desnudo,

6.58.3 MEDIDA

La medida, para efectos de pago, será por metro.

6.58.4 PAGO

Los trabajos que cubre esta especificación le serán pagados al Contratista de acuerdo con la medida descrita en el numeral anterior, y al precio unitario correspondiente consignado en el formulario de cantidades aproximadas de obra y precios unitarios del Contrato.

Es requisito para el pago, la ejecución de los trabajos de acuerdo con esta especificación y el recibo de los mismos a satisfacción de la Interventoría.

7.63 POZOS VERTICALES INDUSTRIALES TIPO ELECTRO-PAT

7.63.2 GENERALIDADES

La especificación se refiere al suministro, transporte e instalación de los electrodos verticales para conectar a la malla del campus las subestaciones, los tableros y las torres.

La instalación debe hacerse de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

7.63.3 MATERIALES

Los materiales requeridos para la ejecución de los trabajos objeto de esta especificación, son los siguientes:

- Electro-PAT. Bulto de 14 kg, a razón de 3,5 bultos por pozo,
- Tubo de concreto de 4", uno por cada pozo,
- Tubo de concreto de 6", uno por cada pozo,
- Varilla de tierra 1.8 Metros * 5/8", de cobre, una por cada pozo,
- Caja de concreto de 30 cm,

7.63.4 MEDIDA

La medida, para efectos de pago, será por valor unidad.

7.63.5 PAGO

Los trabajos que cubre esta especificación le serán pagados al Contratista de acuerdo con la medida descrita en el numeral anterior, y al precio unitario correspondiente consignado en el formulario de cantidades aproximadas de obra y precios unitarios del Contrato.

Es requisito para el pago, la ejecución de los trabajos de acuerdo con esta especificación y el recibo de los mismos a satisfacción de la Interventoría.

7.64 SOLDADURA CADWELD

7.64.2 GENERALIDADES

La especificación se refiere al suministro, transporte e instalación de las soldaduras que se requieran para el correcto funcionamiento del sistema de puesta a tierra. Se aplica en todo punto de unión de cable con varilla o cable con cable en donde haya gran presencia de humedad.

La instalación debe hacerse de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

7.64.3 MATERIALES

Los materiales requeridos para la ejecución de los trabajos objeto de esta especificación, son los siguientes:

Soldadura cadweld de 90 gr,

7.64.4 MEDIDA

La medida, para efectos de pago, será por valor unidad.

7.64.5 PAGO

Los trabajos que cubre esta especificación le serán pagados al Contratista de acuerdo con la medida descrita en el numeral anterior, y al precio unitario correspondiente consignado en el formulario de cantidades aproximadas de obra y precios unitarios del Contrato.

Es requisito para el pago, la ejecución de los trabajos de acuerdo con esta especificación y el recibo de los mismos a satisfacción de la Interventoría.

7.65 BARRAJES DE PUESTA A TIERRA

7.65.2 GENERALIDADES

La especificación se refiere al suministro, transporte e instalación de los barrajes que se colocarán en cada conexión de bajante de tablero al conductor del electrodo de puesta a tierra.

7.65.3 MATERIALES

Los materiales requeridos para la ejecución de los trabajos objeto de esta especificación, son los siguientes:

Caja metálica de 40*40*12, lámina cal 16, pintada con pintura electrostática de color marfil,

Aislador portabarras grande

Platina de Cobre de 2" * 3/8"

Elementos de fijación a muro, concreto, etc.

7.65.4 MEDIDA

La medida, para efectos de pago, será por valor unidad.

7.65.5 PAGO

Los trabajos que cubre esta especificación le serán pagados al Contratista de acuerdo con la medida descrita en el numeral anterior, y al precio unitario correspondiente consignado en el formulario de cantidades aproximadas de obra y precios unitarios del Contrato.

Es requisito para el pago, la ejecución de los trabajos de acuerdo con esta especificación y el recibo de los mismos a satisfacción de la Interventoría.

7.66 MÁSTIL DE FIBRA DE VIDRIO DE 24 METROS

7.66.2 GENERALIDADES

La especificación se refiere al suministro, transporte e instalación de los mástiles que servirán de soporte a los reflectores y a los pararrayos.

La instalación debe hacerse de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

7.66.3 MATERIALES

Los materiales requeridos para la ejecución de los trabajos objeto de esta especificación, son los siguientes:

Poste de fibra de vidrio de 24.0 Metros, tipo alumbrado, fibratore

Concreto 210 Kg/cm²

Acero de Refuerzo

Tablas, cercos, puntillas, alambre negro, etc.

7.66.4 MEDIDA

La medida, para efectos de pago, será por valor unidad.

7.66.5 PAGO

Los trabajos que cubre esta especificación le serán pagados al Contratista de acuerdo con la medida descrita en el numeral anterior, y al precio unitario correspondiente consignado en el formulario de cantidades aproximadas de obra y precios unitarios del Contrato.

Es requisito para el pago, la ejecución de los trabajos de acuerdo con esta especificación y el recibo de los mismos a satisfacción de la Interventoría.

7.67 CANASTA EN ESTRUCTURA METÁLICA PARA REFLECTORES

7.67.2 GENERALIDADES

La especificación se refiere al suministro, transporte e instalación de las canastas que serán apoyo para los reflectores, pero que también permiten lograr las condiciones de seguridad personal que se requieren durante operaciones de mantenimiento.

Los elementos de la canasta deben ser pintados a brocha con dos manos de anticorrosivo a base de Cromato de Zinc, una en taller y otra en sitio, y con soplete con dos manos de pintura de acabado.

7.67.3 MATERIALES

Los materiales requeridos para la ejecución de los trabajos objeto de esta especificación, son los siguientes:

Ángulo de 2" * 1/8"

Soldadura eléctrica

Pintura de acabado

Pintura anticorrosiva en Cromato de Zinc

Tornillos, tuercas, platinas, etc.

7.67.4 MEDIDA

La medida, para efectos de pago, será por valor unidad.

7.67.5 PAGO

Los trabajos que cubre esta especificación le serán pagados al Contratista de acuerdo con la medida descrita en el numeral anterior, y al precio unitario correspondiente consignado en el formulario de cantidades aproximadas de obra y precios unitarios del Contrato.

Es requisito para el pago, la ejecución de los trabajos de acuerdo con esta especificación y el recibo de los mismos a satisfacción de la Interventoría.

7.68 DESMONTAJE, MANTENIMIENTO, MONTAJE Y ALINEACIÓN DE REFLECTORES EXISTENTES

7.68.2 GENERALIDADES

La especificación se refiere al desmonte y mantenimiento de los reflectores existentes actualmente en el campus y su posterior montaje en los mástiles nuevos. En el mantenimiento se le deben cambiar los accesorios y bombillos dañados o con más horas de funcionamiento que las correspondientes a tres (3) años, cambiar el cableado, dotando a la instalación de las borneras y manecillas requeridas para que el mantenimiento tenga un efecto de larga vida.

Los elementos de la canasta deben ser pintados a brocha con dos manos de anticorrosivo a base de Cromato de Zinc, una en taller y otra en sitio, y con soplete con dos manos de pintura de acabado.

7.68.3 MATERIALES

Los materiales requeridos para la ejecución de los trabajos objeto de esta especificación, son los siguientes:

- Accesorios y/o bombillos,
- Cables y borneras, en caso de necesidad

7.68.4 MEDIDA

La medida, para efectos de pago, será por valor unidad.

7.68.5 PAGO

Los trabajos que cubre esta especificación le serán pagados al Contratista de acuerdo con la medida descrita en el numeral anterior, y al precio unitario correspondiente consignado en el formulario de cantidades aproximadas de obra y precios unitarios del Contrato.

Es requisito para el pago, la ejecución de los trabajos de acuerdo con esta especificación y el recibo de los mismos a satisfacción de la Interventoría.

7.69 SUMINISTRO Y MONTAJE DE REFLECTORES METAL HALIDE DE 400W, 220 V.

7.69.2 GENERALIDADES

La especificación se refiere al suministro, transporte e instalación de los reflectores necesarios para completar los 96 que requiere el campus. Antes de ser instalados, deben ser mostrados en su caja a la interventoría para su aprobación.

7.69.3 MATERIALES

Los materiales requeridos para la ejecución de los trabajos objeto de esta especificación, son los siguientes:

- Reflector M.H. 400W,220V, ref. RFR45G-400 de H.I.D o sim.
- Bombillo Metal Halide 400 W

7.69.4 MEDIDA

La medida, para efectos de pago, será por valor unidad.

7.69.5 PAGO

Los trabajos que cubre esta especificación le serán pagados al Contratista de acuerdo con la medida descrita en el numeral anterior, y al precio unitario correspondiente consignado en el formulario de cantidades aproximadas de obra y precios unitarios del Contrato.

Es requisito para el pago, la ejecución de los trabajos de acuerdo con esta especificación y el recibo de los mismos a satisfacción de la Interventoría.

7.70 ASTA METÁLICA PARA PARARRAYOS

7.70.2 GENERALIDADES

La especificación se refiere al suministro, transporte e instalación de los soportes de los pararrayos, los que se apoyarán en el mástil de 24 metros.

Todos los elementos deben ser galvanizados en caliente.

7.70.3 MATERIALES

Los materiales requeridos para la ejecución de los trabajos objeto de esta especificación, son los siguientes:

- Tubería Galvanizada DIAM 3/4"
- Abrazadera a poste, tornillos, tuercas, arandelas.

7.70.4 MEDIDA

La medida, para efectos de pago, será por valor unidad.

7.70.5 PAGO

Los trabajos que cubre esta especificación le serán pagados al Contratista de acuerdo con la medida descrita en el numeral anterior, y al precio unitario correspondiente consignado en el formulario de cantidades aproximadas de obra y precios unitarios del Contrato.

Es requisito para el pago, la ejecución de los trabajos de acuerdo con esta especificación y el recibo de los mismos a satisfacción de la Interventoría.

7.71 PARARRAYOS DE CUATRO PUNTAS

7.71.2 GENERALIDADES

La especificación se refiere al suministro, transporte e instalación de los pararrayos.

Debe ser de acero inoxidable o con puntas de bronce o cobre.

7.71.3 MATERIALES

Los materiales requeridos para la ejecución de los trabajos objeto de esta especificación, son los siguientes:

- Pararrayos de cuatro puntas

7.71.4 MEDIDA

La medida, para efectos de pago, será por valor unidad.

7.71.5 PAGO

Los trabajos que cubre esta especificación le serán pagados al Contratista de acuerdo con la medida descrita en el numeral anterior, y al precio unitario correspondiente consignado en el formulario de cantidades aproximadas de obra y precios unitarios del Contrato.

Es requisito para el pago, la ejecución de los trabajos de acuerdo con esta especificación y el recibo de los mismos a satisfacción de la Interventoría.

7.72 BAJANTE PARA PARARRAYOS EN Cu DESNUDO #2

7.72.2 GENERALIDADES

La especificación se refiere al suministro, transporte e instalación de los bajantes de los pararrayos, los cuales se extienden hasta los barrajes. El conductor estará protegido por un tubo galvanizado tipo MT de 1/2" hasta una altura de 18 m. En este trayecto y el que sigue el conjunto estará fijado fuertemente al mástil mediante abrazaderas en cinta band it cada seis (6) metros.

7.72.3 MATERIALES

Los materiales requeridos para la ejecución de los trabajos objeto de esta especificación, son los siguientes:

- Cable de Cobre desnudo #2
- Tubería Galvanizada DIAM 1/2"
- Cinta band it con hebilla, de 1/2"

7.72.4 MEDIDA

La medida, para efectos de pago, será por valor unidad.

7.72.5 PAGO

Los trabajos que cubre esta especificación le serán pagados al Contratista de acuerdo con la medida descrita en el numeral anterior, y al precio unitario correspondiente consignado en el formulario de cantidades aproximadas de obra y precios unitarios del Contrato.

Es requisito para el pago, la ejecución de los trabajos de acuerdo con esta especificación y el recibo de los mismos a satisfacción de la Interventoría.

7.73 BARRAJE PARA PARARRAYOS

7.73.1 GENERALIDADES

La especificación se refiere al suministro, transporte e instalación de los barrajes que se colocarán en cada conexión de bajante de pararrayos al conductor del electrodo de puesta a tierra. Estarán colocados en la base del mástil.

7.73.2 MATERIALES

Los materiales requeridos para la ejecución de los trabajos objeto de esta especificación, son los siguientes:

- Aislador portabarras grande
- Platina de Cobre de 2" * 3/8"
- Elementos de fijación a muro, concreto, etc.

7.73.3 MEDIDA

La medida, para efectos de pago, será por valor unidad.

7.73.4 PAGO

Los trabajos que cubre esta especificación le serán pagados al Contratista de acuerdo con la medida descrita en el numeral anterior, y al precio unitario correspondiente consignado en el formulario de cantidades aproximadas de obra y precios unitarios del Contrato.

Es requisito para el pago, la ejecución de los trabajos de acuerdo con esta especificación y el recibo de los mismos a satisfacción de la Interventoría.

7.74 SALIDA PARA LUZ DE VAPOR DE SODIO, 150 W, 220 V

7.74.1 GENERALIDADES

La especificación se refiere al suministro, transporte e instalación de los elementos necesarios para materializar la salida para luz. Antes de ser instalados, deben ser aprobados por la interventoría.

7.74.2 MATERIALES

Los materiales requeridos para la ejecución de los trabajos objeto de esta especificación, son los siguientes:

Soportada en la estructura de la cubierta, a la altura de las correas de la misma. En el valor debe incluirse:

Tubería galvanizada EMT ½" o ¾" (tramos a la vista)	m
Tubería PVC ½" o ¾" (tramos incrustados)	m
Adaptadores, curvas	Gl
Cajas de salida: metálicas, octagonal y rectangular.	Un
Alambre TW No 12	m
Alambre desnudo No 14	m
Cintas de amarre, señalizaciones, etc.	Gl

7.74.3 MEDIDA

La medida, para efectos de pago, será por valor unidad.

7.75 SALIDA PARA TOMACORRIENTE DOBLE CON POLO A TIERRA

7.75.1 GENERALIDADES

La especificación se refiere al suministro, transporte e instalación de los elementos necesarios para materializar la salida para tomacorriente. Antes de ser instalados deben ser aprobados por la interventoría.

7.75.2 MATERIALES

Todas estas instalaciones serán incrustadas en muro. En el valor debe incluirse:

Tubería PVC ½" o ¾"	m
Ducto rectangular PVC ½"	m
Adaptadores, curvas	Gl
Cajas metálicas de salida, cuadrada y rectangular.	Un
Aparato	Un
Alambre TW No 12	m
Alambre desnudo No 14	m
Cintas de amarre, señalizaciones, etc.	Gl

7.75.3 MEDIDA Y PAGO: Se medirá y pagará por Unidad

7.76 ACOMETIDA A TABLERO DE AUTOMÁTICOS

7.76.1 GENERALIDADES

La especificación se refiere al suministro, transporte e instalación de los elementos necesarios para materializar el tendido de la acometida a tablero de automáticos.

7.76.2 MATERIALES

Los materiales requeridos para la ejecución de los trabajos objeto de esta especificación, son los siguientes:

Se efectuará en Ducto PVC de tipo pesado y en alambre, de acuerdo con el siguiente contenido:

Ducto PVC DIAM 3/4"
Curva PVC DIAM 3/4"
Adaptador PVC DIAM 3/4"
Caja metálica de 40*40*12
Alambre TW No 8
Alambre #10, Desnudo
pegante PVC, limpiador, cinta aislante, etc.

7.76.3 MEDIDA Y PAGO: Se medirá y pagará por Unidad

7.77 TABLEROS TRIFÁSICOS DE 12 CIRCUITOS

7.77.1 GENERALIDADES

La especificación se refiere al suministro, transporte e instalación de los tableros trifásicos. Antes de ser instalados, deben ser mostrados en su caja a la interventoría para su aprobación.

7.77.2 MATERIALES

Serán de tensión de servicio 260V, 60 ciclos, doce (12) circuitos, dotados de barrajes para fases, neutro y tierra aislada, modelo TWP-12 de Luminex Legrand o similar.

Se instalarán a una altura de 1,45 m desde su base hasta el nivel de piso terminado. Deberá quedar perfectamente nivelado y a ras de la pared terminada.

Las puntas de cable que entran al tablero se dejarán de suficiente longitud, medio perímetro de la caja, con el fin de permitir un arreglo correcto del mismo en la zona del tablero.

Los tableros se derivarán y cablearán siguiendo exactamente la descripción de los circuitos dada en los planos, para garantizar el equilibrio de las fases.

Se deben utilizar para las derivaciones interruptores de enchufar tipo Luminex o similar, de los amperajes y números de polos especificados en los planos y una capacidad de cortocircuito de 10 kA en corriente simétrica a 240 V, con disparo térmico de tiempo inverso para sobrecargas y disparo magnético instantáneo para cortocircuitos. En los bipolares y tripulares los polos deberán actuar simultáneamente.

7.77.3 MEDIDA Y PAGO: Se medirá y pagará por Unidad

7.78 LUMINARIA AXIAL ABIERTA SODIO, 150 W, 220 V.

7.78.1 GENERALIDADES

La especificación se refiere al suministro, transporte e instalación de las luminarias axial abiertas de sodio. Antes de ser instaladas, deben ser mostrados a la interventoría para su aprobación.

7.78.2 MATERIALES

Serán de marca H.I.D. Eléctric o similar. Se fijarán de tal manera que su cara inferior quede a nivel de la cuerda inferior de la estructura de cubierta. Incluye:

Lámpara, conductores, bajante metálico	Un	1,0
Accesorios de fijación	Gl	1,0

7.78.3 MEDIDA Y PAGO: Se medirá y pagará por Unidad

SECCION OCTAVA

ESPECIFICACIONES PARTE MECANICA

GLOSARIO

BIOSÓLIDOS. Lodos procesados procedentes del tratamiento de aguas residuales domésticas. Obtenidos en una planta especializada, generalmente conocida como planta de lodos. Contienen materiales orgánicos ricos en nutrientes para las plantas, y que poseen mediano poder calorífico. Pueden reciclarse como fertilizantes, o usarse como combustible. Deben obtenerse bajo estrictos controles sanitarios y ambientales, y usarse o disponerse de conformidad con las disposiciones reglamentarias. Tienen olor distintivo según tipo de proceso de obtención: algunos tienen olor ligero a humedad y amoníaco; otros tienen un olor más fuerte que puede resultar molesto para algunas personas. La mayoría de los olores provienen de compuestos de azufre y amoníaco, que son los compuestos que actúan como nutrientes para las plantas.

DISEÑO (DE INGENIERIA). Generación y evaluación sistemática de especificaciones de organizaciones, procesos, métodos, objetos, productos, o servicios; cuyas formas y funciones alcanzan objetivos establecidos dentro de restricciones y limitaciones de tiempo, dinero, impacto social e impacto ambiental. Existen tres etapas en el diseño: diseño conceptual, preliminar y detallado.

DISEÑO CONCEPTUAL. Generación de conceptos o esquemas de alternativas para la solución de un problema o satisfacción de una necesidad. Realizado a partir del planteamiento del problema o necesidad, junto con las restricciones y limitaciones de la solución, los requerimientos del cliente y/o usuario y las funciones a desempeñar. Usa como referencia y fuentes de solución productos y servicios competitivos. Tiene como tareas establecer especificaciones para el diseño y generar alternativas de diseño. Se ayuda con especificaciones de desempeño, despliegue de la función calidad, y/o tablas morfológicas. Acude a técnicas de lluvia de ideas, sinéctica, analogía, Benchmarking, y/o Ingeniería Inversa. Presenta como resultados diseño(s) o esquema(s) conceptual(es), y especificaciones para el diseño.

DISEÑO DETALLADO. Afirmación y definición detalladas del diseño final a partir de los correspondientes diseños conceptual y preliminar. Realizado a partir del diseño seleccionado, y los resultados de evaluaciones y pruebas. Usa como referencia códigos de diseño; leyes; reglamentos; y, especificaciones de organizaciones, procesos, sistemas, equipos, componentes y partes. Tiene la tarea afinar y optimizar el diseño seleccionado. Acude a técnicas de dibujo y diseño asistido por computador

(CADD), e ingeniería asistida por computador (CAE). Usa herramientas de mejoramiento o afinamiento tales como revisiones formales, audiencias públicas (si aplicable), prueba beta (prueba piloto) Presenta como resultados detalles y especificaciones técnicas del producto o servicio propuesto según revisión final del diseño por el cliente.

DISEÑO PRELIMINAR. Identificación de los atributos principales de los conceptos o esquemas de alternativas. Realizado a partir de diseño(s) o esquema(s) conceptual(es) y especificaciones para el diseño elaborados en el diseño conceptual. Usa como referencia o fuentes reglas empíricas, modelos simples, y relaciones científicas, tecnológicas y técnicas conocidas. Tienen la tarea de modelar, analizar, probar y evaluar diseño(s) conceptual(es). Usa las técnicas de árbol de objetivos ponderados, y cuadro de comparación por pares. Se ayuda con definición de sistemas de medición, experimentos de laboratorio, desarrollo de prototipos, simulación y análisis por computador, y prueba de comprobación de conceptos. Presenta como resultados un diseño seleccionado, y datos y análisis de pruebas y evaluación.

ESPECIFICACIONES TECNICAS. Parámetros cualitativos o cuantitativos traducción de los objetivos de un proyecto, y usados para describir y controlar los objetivos de la ejecución del proyecto o el alcance de los trabajos. Estas especificaciones se establecen según restricciones y limitaciones del proyecto; y tienen significado según contexto técnico, administrativo, económico, financiero, legal, social y ambiental del proyecto. Existen cuatro tipos de especificaciones técnicas: 1) Especificaciones prescriptivas: establecen atributos a satisfacer por el objeto o servicio; 2) Especificaciones procedimentales: identifican métodos específicos para calcular u obtener atributos y/o comportamiento del objeto o servicio; 3) Especificaciones funcionales: establecen que debe realizar o hacer el objeto / servicio; y, 4) Especificaciones de desempeño: caracterizan nivel del comportamiento deseado del objeto o servicio.

EQUIPO. Conjunto de partes y sistemas mecánicos, eléctricos, electromecánicos y electrónicos para un uso particular o para la ejecución de una actividad humana, en este caso los procesos y operaciones unitarios de una planta de tratamiento de aguas residuales.

EQUIPOS MAYORES. Equipos que realizan directamente o contribuyen a realizar en mayor cuantía los procesos y operaciones unitarios del tratamiento del influente y el procesamiento de subproductos. Estos equipos son de diseño y construcción de empresa especializadas en el ramo, la mayoría localizadas en el extranjero.

EQUIPOS MENORES. Equipos que contribuyen a realizar en menor cuantía los procesos y operaciones unitarios del tratamiento del influente y el procesamiento de subproductos. En la mayoría de los casos, estos equipos son comerciales

(disponibles en el mercado local, regional, nacional o internacional) y son también de diseño y construcción de empresa especializadas en el ramo.

INSTALACIONES DE SERVICIO. Canalizaciones o conducciones que llevan a las unidades de proceso y equipos, los servicios o flujos de materia y energía requeridos para realizar un objetivo, acción o tratamiento propuesto. Estos servicios incluyen energía eléctrica, señales de sensores, señales de control, influentes, efluentes, lodos, aire comprimido, biogás, olores, agua de proceso, agua de lavado, y agua de prensado.

MEMORIAS DE CALCULO. Documento complementario que presenta detalles acerca de cómo se hicieron los cálculos para determinar los resultados presentados y discutidos en el cuerpo de un informe de ingeniería. Este documento permite que el cuerpo del informe enfatice sobre interpretación y significado de los resultados sin anegar al lector con detalles de largos cálculos. El cuerpo del informe referencia estas memorias, de modo que el lector que desee conocer cómo se hizo un determinado cálculo, pueda consultar rápidamente la apropiada memoria. Adicionalmente, las memorias de cálculo sirven para documentar las razones de las decisiones tomadas al adoptar una determinada solución entre varias alternativas. El método de desarrollo de las memorias se adapta a la modalidad del proyecto o trabajo. Cada memoria parte de ciertos datos, y se orienta a obtener ciertos resultados, o demostrar que ciertas adopciones son adecuadas. Las memorias son claras y concisas y contienen: objetivo (o uso), alcance (o caso), hipótesis o premisas de calculo (o código de diseño), desarrollo del calculo, y conclusión. Las memorias están complementadas por gráficos o dibujos que muestran aspectos típicos del objetivo. Los gráficos son claros y esquemáticos (simples - simplificados)

MONTAJE. Acción de armar y/o colocar en sitio de operación una máquina o equipo

OPERACION UNITARIA. Método de eliminación de contaminantes en el agua residual mediante el uso o aprovechamiento de fenómenos físicos.

PROCESO. Secuencia ordenada de acontecimientos en el tiempo, de tal manera que cada uno es causa o requerimiento del siguiente. Etapas o fases de un fenómeno natural o artificial

PROCESO UNITARIO. Método de eliminación de contaminantes en el agua residual mediante el uso o aprovechamiento de fenómenos químicos y/o biológicos.

PROYECTO (DE INGENIERIA). Actividad eventual y temporal con claros objetivos y con resultados prácticos requeridos dentro de restricciones de tiempo, dinero, impacto social e impacto ambiental. Pueden clasificarse en proyectos de diseño, construcción, implementación, puesta en servicio, evaluación, mantenimiento y rehabilitación

TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES. Modo de trabajar las aguas residuales para eliminar sus contaminantes, sometiéndolas a una secuencia de operaciones y procesos unitarios.

INTRODUCCION

Este documento y los planos relacionados y/o referenciados tienen por objeto especificar suministro y montaje de equipos e instalaciones de servicio para la ejecución de la primera etapa (caudal de 0.5 m³/s) y subsecuentes etapas (caudal mayor a 0.5 y hasta 2.0 m³/s) del proyecto de optimización, modificación y nueva integración de procesos en la PTAR Río Frío, Bucaramanga, Santander, Colombia. Las especificaciones y planos indican las condiciones de trabajo, planos, materiales, mano de obra, pruebas y manuales requeridos para la correcta ejecución y recibo a satisfacción de los trabajos. Todo lo anterior según alcance, acepciones y excepciones consignadas en el glosario y a lo largo del documento.

Básicamente el propósito de la ejecución del proyecto es cumplir con las normas sobre la calidad de los vertimientos domésticos municipales de la parte sur del área metropolitana de Bucaramanga. Esto se pretende lograr transportando el agua residual por unidades de procesos y operaciones localizadas en el área de la planta de tratamiento, para así disminuir el DBO (Demanda Biológica de Oxígeno) y los TSS (Sólidos Totales Disueltos). Todo lo anterior según lo establecido por el Ministerio de Salud Pública mediante el Decreto 1594 del 26 de Julio de 1984 y el documento de "Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS 2000"

El capítulo 8.1 presenta el alcance de los trabajos y las condiciones generales. Aquí se consigna definición y tipo de equipos, instalaciones y especificaciones técnicas. Las condiciones, legales y comerciales son como aparecen en el pliego general para la solicitud de ofertas o licitación.

El capítulo 8.2 contiene las normas aplicables. Por su parte los capítulos 8.3 a 8.5 presentan las especificaciones técnicas generales para equipos e instalaciones de servicio.

El capítulo 8.6 contiene las especificaciones particulares para las instalaciones de servicios y los equipos. Estas especificaciones se elaboraron según diseño conceptual y preliminar elaborados bajo la asesoría de la firma Brasmetano Indústria e Comércio Ltda, de Piracicaba, Estado de Sao Paulo, Brasil. Las especificaciones se presentan siguiendo el diagrama de bloques de las etapas del tratamiento y el diagrama de los procesos y operaciones unitarias del mismo.

Finalmente se presentan los anexos que comprenden memorias de cálculo, planos y catálogos de venta de equipos seleccionados o recomendados. Estas memorias y

planos corresponden a equipos y componentes no disponibles comercialmente. Para el caso de los disponibles comercialmente, solo se hizo la selección según catálogos y hojas de datos, disponibles en papel o en Internet (online) y publicados por fabricantes y/o proveedores de los mismos.

8.1 ALCANCE DE LOS TRABAJOS Y CONDICIONES GENERALES

Este capítulo contiene el alcance de los trabajos a ejecutar y las condiciones generales a aplicar. Las condiciones son de carácter técnico (definiciones y acepciones) y algunas de carácter legal y comercial. Todas las condiciones técnicas, legales y comerciales contenidas en este capítulo se ciñen, acogen y complementan las similares condiciones de los pliegos de la solicitud de oferta o licitación.

8.1.1 ALCANCE DE LOS TRABAJOS

Los trabajos incluidos en estas especificaciones comprenden el replanteo, construcción y prueba de las instalaciones de servicio; y, el suministro, montaje y prueba de los equipos para la primera etapa (caudal de 0.5 m³/s) y subsecuentes etapas (caudal mayor a 0.502 y hasta 2.01 m³/s) del proyecto de optimización, modificación y nueva integración de procesos de la PTAR Río Frío, Bucaramanga, Santander, Colombia, para entregar a entera satisfacción del CONTRATANTE: la CORPORACIÓN AUTONOMA DE LA DEFENSA DE BUCARAMANGA (CDMB).

EL CONTRATISTA deberá suministrar toda la supervisión, ingeniería detallada, planos de fabricación, mano de obra, equipo propio o alquilado, cargue, manejo y almacenamiento de materiales y equipos, trámites y gastos requeridos para construir, suministrar, montar, instalar y probar todas las instalaciones de servicio y los equipos descritos más adelante. Igualmente el CONTRATISTA deberá suministrar la supervisión, mano de obra, materiales y consumibles para el entrenamiento del personal designado por el cliente; y para la elaboración y entrega de todos los manuales de operación y mantenimiento de los equipos e instalaciones de servicio.

El CONTRATISTA será el único responsable por el suministro, montaje, pruebas, pre-operación y eventuales ajustes de las unidades de proceso y relacionados equipos e instalaciones de servicio, los cuales deberá operar según los parámetros del proyecto, y las presentes especificaciones. Esta responsabilidad también incluye elaboración y entrega de planos "as built", entrenamiento al personal designado por la CDMB, y entrega de manuales de operación y mantenimiento con listas de recomendada de repuestos.

La ejecución de trabajos incluye todos los detalles, generalmente no mostrados en planos o especificaciones, pero necesarios para la correcta ejecución de los trabajos, el logro de eficiencia y rendimiento de equipos y procesos, y la operación y mantenimiento correctos de la planta. Lo anterior como si estos detalles estuvieran contenidos en las especificaciones o mostrados en los planos.

Para los anteriores y todos los demás efectos, las especificaciones y planos son complementarios. Todo lo que aparezca en los planos, pero no aparezca en las especificaciones, o viceversa, deberá ejecutarse. En caso de dudas o incongruencia entre especificaciones y planos deberá acudir a la Interventoría designada por la CDMB quien, previa las consultas técnicas y administrativas que el caso amerite, resolverá la duda o incongruencia en un término no mayor a tres días hábiles.

8.1.2 CONDICIONES GENERALES

8.1.2.1 Definición y tipo de equipos e instalaciones de servicio

Para todos los efectos de estas especificaciones y planos relacionados y referenciados, se establecen los siguientes tipos de equipos y de instalaciones de servicio:

- 1). Equipos mayores
- 2). Equipos menores
- 3). Equipos auxiliares
- 4). Instalaciones de servicio.

Además de las definiciones generales contenidas en el Glosario, para los anteriores tipos de equipos e instalaciones se presentan a continuación definiciones específicas que deberán aplicarse al alcance de los trabajos y las presentes especificaciones.

8.1.2.1.1 Definición de equipos mayores

Equipos mayores son aquellos que realizan directamente o contribuyen a realizar en mayor cuantía las operaciones y procesos unitarios del tratamiento del agua residual, y el manejo y procesamiento de subproductos [2, 3 y 5]. Estos equipos son de diseño y construcción de empresa especializadas en el ramo, la mayoría localizada en el extranjero.

El presente documento especifica los equipos mayores para conseguir los objetivos propuestos del tratamiento de las aguas residuales. No se consigna los fundamentos teóricos en que se basa su diseño mecánico; ni tampoco se presenta detalles necesarios para fabricación, operación y mantenimiento (planos de ingeniería de detalle; planos de taller; y, manuales de operación y mantenimiento).

Por lo anterior, para los equipos mayores, este documento establece la especificación y la obligación de seguimiento y cumplimiento por el PROPONENTE / CONTRATISTA de parámetros de diseño y/o funcionamiento y desempeño. Estos parámetros y especificaciones se elaboraron de acuerdo al diseño conceptual y preliminar, y a la revisión de fuentes de información comercial y técnica, la mayoría de los cuales se consignan en las referencias bibliográficas.

8.1.2.1.2 Definición de equipos menores

Equipos menores son aquellos que contribuyen a realizar en menor cuantía las operaciones y procesos unitarios del tratamiento del agua residual, y el manejo y procesamiento de subproductos. En la mayoría de los casos, estos equipos son comerciales (disponibles en el mercado local, regional, nacional o internacional) y son también de diseño y construcción de empresas especializadas en el ramo.

Algunos de estos equipos están disponibles en stock de fabricantes y distribuidores, y/o se fabrican bajo pedido por productores locales o nacionales. Dentro de los equipos menores están por ejemplo, compuertas, puentes grúas, diferenciales, puentes viajeros, gabinetes y aparataje para tableros de fuerza y control, bombas y motobombas para arena y lodos, ventiladores-extractores y compresores para aire y gases.

Para los equipos menores, este documento establece la especificación y la obligación de seguimiento y cumplimiento por el PROPONENTE / CONTRATISTA de parámetros de diseño y/o funcionamiento y desempeño. Como para el caso de los equipos mayores, estos parámetros y especificaciones se elaboraron de acuerdo al diseño conceptual y preliminar, y a la revisión de fuentes de información comercial y técnica, la mayoría de los cuales se consignan aquí.

Para el caso de algunos equipos menores no normalizados, o no muy comerciales, y/o para fabricar bajo pedido, se presentan planos conteniendo arreglo general, vistas y detalles principales. Tal es el caso de puentes grúas para compuertas de la unidad de pretratamiento, puente viajero del desarenador, puentes del tanque de aeración, puente giratorio del decantador y compuertas para canales.

8.1.2.1.3 Definición de instalaciones de servicio

Instalaciones de servicio son aquellas canalizaciones o conducciones que llevan a y/o sacan de las unidades de proceso y operación y de los equipos, los flujos de materia y energía requeridos para realizar el tratamiento propuesto. Estos servicios incluyen energía eléctrica, señales de sensores, señales de control, influentes, efluentes, lodos, aire comprimido, biogás, gases (con olores), agua de proceso, agua de lavado, y agua de prensado.

En la mayoría de los casos, las partes y componentes de estas canalizaciones o conducciones son comerciales (disponibles en el mercado local, regional o nacional o internacional), y son también de diseño y construcción de empresa especializadas en el ramo.

Algunos de estos ítems están disponibles en stock de fabricantes y distribuidores, y/o se fabrican bajo pedido por productores locales o nacionales. Dentro de conducciones y canalizaciones están por ejemplo, tubos y sus accesorios para flujos

de proceso, tubos y accesorios para conductores eléctricos, conductores y aparataje eléctricos, y soportería para tubería y canalizaciones eléctricas.

Para las conducciones y canalizaciones de las instalaciones de servicio, este documento contempla la especificación y obligación de seguimiento y cumplimiento por el PROPONENTE / CONTRATISTA de parámetros de diseño y/o funcionamiento y desempeño. Estos parámetros y especificaciones se elaboraron de acuerdo al diseño conceptual y preliminar, y a la revisión de fuentes de información comercial y técnica, la mayoría de los cuales se consignan aquí.

8.1.2.2 Definición y tipos de especificaciones técnicas

Las especificaciones técnicas establecidas por este documento se consideran como parámetros cualitativos o cuantitativos traducción de los objetivos del proyecto, las cuales se usan para describir y controlar los objetivos de la ejecución del proyecto y el alcance de los trabajos [1, 4 y 5]. Estas especificaciones se han establecido según restricciones y limitaciones del proyecto; y tienen significado según contexto técnico, administrativo, económico, financiero, legal, social y ambiental del proyecto.

Las especificaciones técnicas se dividen en generales y particulares. Como su nombre lo indica, las especificaciones técnicas generales son de aplicación extensa. Por la otra parte, las especificaciones técnicas específicas son de menor alcance y solo se aplicarán para las obras y equipos que mencionan. Ambas clases de especificaciones pueden establecer excepciones en su aplicación.

Las especificaciones generales y específicas establecidas por este documento son de cuatro tipos:

- 1) **Especificaciones prescriptivas:** Establecen atributos a satisfacer por el objeto o servicio
- 2) **Especificaciones procedimentales:** Identifican métodos específicos para calcular u obtener atributos y/o comportamiento del objeto o servicio
- 3) **Especificaciones funcionales:** Establecen que debe realizar o hacer el objeto / servicio
- 4) **Especificaciones de desempeño:** Caracterizan nivel del comportamiento deseado del objeto o servicio

Para este caso, el objeto es equipo, componente o parte a suministrar, instalar y probar; y el servicio es diseño, construcción y prueba de equipos e instalaciones de servicio para la primera y subsecuentes etapas de la ejecución del proyecto de optimización, modificación y nueva integración de procesos de la PTAR Río Frío, Bucaramanga.

Las especificaciones técnicas definen con claridad cómo se deben realizar técnicamente las obras e instalaciones a cargo del contratista, o como se debe ejecutar la provisión de determinado equipo. Las especificaciones no son un manual constructivo de las obras, las instalaciones y/o los equipos; y el CONTRATISTA será el responsable de la construcción, dotación, pruebas y rendimientos de las obras e instalaciones de servicio; y del suministro, montaje, pruebas y rendimientos de los equipos.

El ingeniero de proyecto no es ingeniero de producto, y para obtener la calidad deseada se basa en las normas, y la sola mención de las mismas debe definir correctamente la calidad deseada del producto. Durante los pasos intermedios de construcción y fabricación, el CONTRATISTA deberá verificar los diferentes requerimientos de las normas. Una advertencia importante es que en una misma provisión, no se deben mezclar normas, ya que de hacerlo se generan problemas imposibles de liquidar.

El CONTRATISTA deberá entregar con anticipación la documentación las características detalladas de sus obras y suministros. El alcance, necesidad e importancia de esta documentación debe ser claramente transmitidas para efectos de contratación y de conformidad a lo estipulado más adelante para el replanteo y la ingeniería de detalle.

8.1.2.3 Alternativas en oferta y en ejecución

El PROPONENTE al ofertar, y el CONTRATISTA al ejecutar los trabajos, podrá presentar alternativas en los sistemas, equipos, partes y componentes; y lo será con respecto a lo establecido por las especificaciones y/o planos. La aceptación y/o ejecución de las alternativas presentada estará sujeta al estudio y aprobación de la Interventoría designada por la CDMB. El considerar y estudiar una o varias alternativas no compromete a la CDMB con su aceptación.

8.1.2.4 Límites de suministro y unidades y sub-unidades del tratamiento

El límite de suministro de una unidad de proceso u operación, o de un equipo mayor, comprende la entrega a entera satisfacción de la CDMB de la unidad o equipo con todos sus componentes correctamente montados, probados y verificados en su funcionamiento y rendimiento- Esto incluye todas las instalaciones de servicio tales como energía eléctrica, efluentes, aire, biogás, olores, lodos y agua de proceso.

Dentro de los límites de suministro de cada unidad u equipo deberá considerarse el tablero de fuerza y control (TFC) y la acometida desde el tablero parcial al TFC. Igualmente se debe considerar la acometida y conexión a los servicios de efluentes, aire, biogás, olores, lodos y agua de proceso; y el retorno de agua de lavado, prensado o secado a la corriente de efluentes de las aguas residuales en tratamiento.

Adicionalmente, los límites de suministro incluyen también pruebas para verificar cumplimiento de especificaciones, operabilidad y rendimiento; planos “as built”; entrenamiento del personal y manual de operación y mantenimiento. Todo lo anterior como se consigna mas adelante.

Para efectos estos límites de suministro se establecen las siguientes unidades y sub-unidades del tratamiento, como se consigna en la Tabla 5.

Tabla 8.1 Unidades y sub-unidades para límites de suministro

#	Unidad	Sub-unidades
1	Pretratamiento	<ul style="list-style-type: none"> • Cribado • Desarenación
2	Aeración	<ul style="list-style-type: none"> • Sopladores con motor a biogás • Motor eléctrico de emergencia para sopladores • Intercambiador de calor (para aire de sopladores) • Tubería para aire sopladores-intercambiador de calor • Tanque distribuidor de aire • Módulos de aeración (en tanque de aeración) • Homogenizadores (en tanque de aeración)
3	Tratamiento de olores	<ul style="list-style-type: none"> • Extractores de olor • Filtro biológico (biofiltro de compost) • Tratamiento físico químico (con wet scrubbers)
4	Biogás	<ul style="list-style-type: none"> • Tanques de almacenamiento de biogás • Quemador cerrado • Quemador abierto
5	Decantación y transporte de lodos	<ul style="list-style-type: none"> • Concentración de lodo en el decantador • Bombeo para recirculación de lodo • Bombeo del exceso de lodos
6	Procesamiento de lodos	<ul style="list-style-type: none"> • Deshidratación de lodos • Desinfección, peletización y secado de lodos • Transporte y almacenamiento de biosólidos
7	Supervisión de operación	<ul style="list-style-type: none"> • Sensores • Conductores • Canalizaciones • Indicadores • Consolas con monitores • Software
8	Agua de proceso	<ul style="list-style-type: none"> • Equipo hidroneumático • Tubería

8.1.2.5 Precios unitarios y cobertura de costos

Los precios unitarios son a todo costo. El precio unitario de equipos e instalaciones de servicios deberá cubrir todos los costos de suministro, accesorios, insumos, consumibles, complementarios, importación, transporte internacional, replanteo, diseño, fabricación, transporte local, almacenamiento, vigilancia, mano de obra, garantías, seguros y demás costos directos e indirectos necesarios para el correcto suministro, montaje e instalación de obras mecánicas, instalaciones de servicios y equipos; y para el recibo a entera satisfacción de la Interventoría y/o La CDMB.

El precio unitario deberá también incluir:

- 1) **Instalaciones de servicio:** instalaciones y conexiones eléctricas, hidráulicas y neumáticas previstas en el recipiente o contenedor; y requeridas real o eventualmente para su operación, o no contempladas en otros ítems de estas especificaciones
- 2) **Pruebas de operación y rendimiento**
- 3) **Entrenamiento a personal de la CDMB para la operación y mantenimiento**
- 4) **Manuales de operación y mantenimiento con directorio para insumos y repuestos.**

8.1.2.6 Medición y pago de la ejecución de los trabajos

La unidad de medida para efectos de pago de la ejecución de los trabajos, será por unidad de obra ejecutada correctamente y/o por equipo suministrado y montado correctamente; y recibidos a entera satisfacción por la CDMB.

Dentro de la medición se incluye pruebas, instrucción o entrenamiento a personal de la CDMB y manuales de operación y mantenimiento; y lo serán para cada ítem contenido en el formulario de cantidades y precios y/o estas especificaciones. Algunos ítems de las cantidades de obra o de estas especificaciones establecen requerimientos o cumplimientos especiales para el recibo a entera satisfacción de la CDMB.

8.1.2.7 Cantidades de obra adicionales y cobros posteriores

Cualquier alternativa, adición de obra o de cantidades de obra no contempladas en los planos, especificaciones, objetivo de la unidad o formularios, deberán autorizarse por la Interventoría designada por la CDMB. Esta Interventoría, previa las consultas técnicas y administrativas que el caso amerite, deberá autorizar o denegar la ejecución en un termino no mayor a tres días hábiles.

Igualmente, no se aceptarán cobros posteriores sobre equipos, productos o servicios colocados, instalados y/o dispuestos para el servicio, en cualquier sitio de la planta, o con destino a las unidades de proceso y operación o los equipos mayores y menores, sin la solicitud escrita previa del CONTRATISTA, y la aprobación previa escrita de la Interventoría designada por la CDMB. En caso contrario, todos los riesgos y costos son por cuenta única del CONTRATISTA.

8.1.2.8 Replanteo e ingeniería de detalle

Dentro del alcance de los trabajos está incluido ingeniería detallada, planos de fabricación y planos "as built". Igualmente, el alcance de los trabajos estipula que el CONTRATISTA será el único responsable por el suministro, montaje, pruebas, pre-operación y eventuales ajustes de las unidades de proceso y relacionados equipos e instalaciones de servicio, los cuales deberá operar según los parámetros del proyecto, y las presentes especificaciones.

Además se establece también que la ejecución de trabajos incluye todos los detalles menores, generalmente no mostrados en planos o especificaciones, pero necesarios para la correcta ejecución de los trabajos, el logro de eficiencia y rendimiento de equipos y procesos, y la operación y mantenimiento correctos de la planta. Lo anterior como si estos detalles estuvieran contenidos en las especificaciones o mostrados en los planos.

Adicionalmente se considera que El PROPONENTE al ofertar, y el CONTRATISTA al ejecutar los trabajos, podrá presentar alternativas en los sistemas, equipos, partes y componentes; y lo será con respecto a lo establecido por las especificaciones y/o planos.

Por todo lo anteriormente expuesto, antes de iniciar los trabajos el CONTRATISTA deberá proceder a replantear el proyecto y realizar la ingeniería de detalle correspondiente. Como fruto de esta labor, el CONTRATISTA deberá presentar a la Interventoría el informe escrito de replanteo y de ingeniería de detalle, y deberá hacerlo al menos dentro de los cuatro meses siguientes a la legalización del contrato, o dentro del termino establecido por los pliegos de condiciones y/o la Interventoría designada por la CDMB.

El informe de replanteo y de ingeniería de detalle deberá contener todos los balances de masa, diagramas de flujo, descripciones de procesos y operaciones, planos generales de fabricación, memorias de cálculo, precios, análisis de precios, y hojas de datos y catálogos del fabricante; de manera tal que la Interventoría pueda realizar la revisión dentro del siguiente mes calendario. El CONTRATISTA / PROVEEDOR deberá anticipar con documentación las características detalladas de los suministros; el alcance, necesidad e importancia de esta documentación debe ser claramente transmitidas para efectos del contrato. En el evento de que este documento no pase la aprobación de Interventoría, será por cuenta total del CONTRATISTA todos los trabajos de detección y corrección de defectos; y la realización de nuevo replanteo y/o de ingeniería de detalle.

8.1.2.9 Memorias de cálculo de la ingeniería de detalle

Las memorias de cálculo deberán presentarse como documento complementario para presentar los detalles de cómo se hicieron los cálculos y/o obtuvieron los resultados presentados en la ingeniería de detalle. Estas memorias deberán claras y

concisas y deberán contener: objetivo (o uso), alcance (o caso), hipótesis o premisas de cálculo (o código de diseño), desarrollo del cálculo, y conclusión.

Las memorias deberán complementarse con gráficos o dibujos que muestran aspectos típicos del objetivo. Los gráficos son claros y esquemáticos (simples - simplificados).

Se aceptarán como memorias de cálculo hojas de cálculo o reportes de software genérico: MS Excel, Solid Works, Mechanical Desktop, etc.; o de software específico: SAPS, ANSYS CFD, etc. También se aceptará reportes de software específico desarrollado por el CONTRATISTA, y/o los fabricantes y/o proveedores de partes, componentes, sistemas y equipos.

8.1.2.10 Garantías y cobertura

Todos los equipos e instalaciones de servicio que, el PROPONENTE se comprometa, o que el CONTRATISTA pacte suministrar y montar, deberán garantizarse contra defectos en materiales, fabricación, montaje, nivel de producción, rendimiento o eficiencia, y lo será por un (1) año a partir de la fecha de entrega a plena satisfacción del CONTRATANTE, o por 8.760 horas de operación, lo que ocurra primero. Esta garantía no lo será contra daño causado por accidente, abuso o defectos en operación y mantenimiento.

El CONTRATISTA deberá reparar o reemplazar, libre de cualquier cargo para el CONTRATANTE, todas las partes que resultaren defectuosas como consecuencia de la cobertura de esta garantía. La responsabilidad por daños originados por el cubrimiento de estas garantías está limitada al costo de reparar o reemplazar los sistemas, componentes o partes que resultaren defectuosas. Bajo la expiración de la garantía, la anterior responsabilidad termina.

El CONTRATISTA no será responsable por los gastos de operación, otros equipos u otras pérdidas o daños consecuentes de cualquier naturaleza originados por la reparación o cambio no autorizados; ni por la venta, entrega, uso por terceros no autorizados de los equipos cubiertos por la garantía. En adición el CONTRATISTA no deberá asumir responsabilidad con la adecuación de cualquier equipo, soporte u estructura relacionados y/u otros similares ítems no suministrados y/o montados por el CONTRATISTA.

Las pólizas y cobertura de las garantías serán como establecido por las condiciones legales y comerciales de los pliegos.

8.1.3 OTRAS CONDICIONES

Las condiciones contenidas en este documento se ciñen y acogen a la totalidad de las condiciones legales y comerciales contenidas en los pliegos de la solicitud de oferta o licitación. Ambas condiciones son complementarias. Todo lo que aparezca

en las condiciones legales y comerciales de los pliegos, pero no aparezca en estas condiciones, o viceversa, deberá cumplirse.

En caso de dudas o incongruencia entre lo establecido por las condiciones legales y comerciales y las condiciones y especificaciones consignadas en este documento, deberá acudir a la Interventoría designada por la CDMB: Esta Interventoría, previa las consultas administrativas y legales que el caso amerite, debe resolver la duda o incongruencia en un término no mayor a tres días hábiles.

8.1.4 VERIFICACION CON OTRAS CONDICIONES Y ESPECIFICACIONES

Es obligación del PROPONENTE / CONTRATISTA verificar y contrastar alcance de los trabajos, condiciones y especificaciones aquí presentados, con los correspondientes de las obras civiles y eléctricas.

8.1.5 FORMA DE DIRIMIR DUDAS, INCONGRUENCIAS O DIVERGENCIAS

Como consignado anteriormente, cualquier duda, incongruencia o divergencia sobre alcance de los trabajos, especificaciones, rendimientos, precios, medidas y forma de pago deberá dirimirse o solucionarse en primera instancia por la Interventoría designada por la CDMB. Esta Interventoría, previa las consultas técnicas y administrativas que el caso amerite, deberá resolver la duda o incongruencia en un término no mayor a tres días hábiles.

En caso que el CONTRATISTA no acepte la anterior solución, éste dispone de tres días hábiles para solicitar a la CDMB reconsiderar el caso. Para tal efecto deberá presentar por escrito una solicitud respetuosa, y aportar para el efecto pruebas o argumentos que apoyen o refuercen su posición y/ o solicitud.

La última y tercera instancia será el arbitraje de amigables componedores. Esta última instancia debe definir tres árbitros nombrados por los Capítulos Santander de la Asociación Colombiana de Ingenieros Electricistas, Mecánicos y Ramas Afines (ACIEM), la Asociación Colombiana de Acueducto y Alcantarillado (ACODAL) y la Sociedad Colombiana de Ingenieros (SCI-SSI). El concepto de estos árbitros será inapelable y obligará por igual a ambas partes.

Las pruebas o argumentos para cualquiera de las anteriores instancias deberán obtenerse de los fabricantes y/o proveedores de equipos; de literatura sobre el tema; de manuales de procedimientos y de diseño; y, de obras realizadas o resultados obtenidos en el país o el extranjero. La literatura sobre el tema y casos similares de obras y resultados, podrán obtenerse de libros técnicos, bases electrónicas de datos y sitios web conteniendo documentos y/o publicaciones de agencias gubernamentales, universidades, centro de investigación y desarrollo y agremiaciones profesionales.

8.2 NORMAS APLICABLES

Excepto donde se indique en contrario o en adición, al alcance de los trabajos estipulado en este documento debe aplicarse las normas técnicas de las siguientes instituciones o agremiaciones profesionales:

- 1). American Bearing Manufacturers Association
- 2). American Gear Manufacturers Association (AGMA)
- 3). American National Standards Institute (ANSI)
- 4). American Public Health Association (APHA)
- 5). American Society for Testing and Materials (ASTM)
- 6). American Society of Mechanical Engineers (ASME)
- 7). American Society of Heating, Refrigerating, and Air Conditioning Engineers (ASHRAE)
- 8). American Water Works Association (AWWA)
- 9). American Welding Society (AWS)
- 10). Antifriction Bearing Manufacturers Association (ABMA)
- 11). Instituto Colombiano de Normas Técnicas (ICONTEC)
- 12). International Standards Organization (ISO)
- 13). National Fire Protection Association (NFPA)
- 14). National Electrical Manufacturers Association (NEMA)

Más particularmente, deben aplicarse las ediciones actualizadas de las siguientes normas técnicas:

- 1). ABMA 9 Load Ratings and Fatigue Life for Ball Bearings
- 2). ABMA 11 Load Ratings and Fatigue Life for Roller Bearings
- 3). AISC M011 Manual of Steel Construction, 8th Edition
- 4). AISC Manual of American Institute of Steel Construction, Manual of Steel Steel Construction Construction, Allowable Stress Design - 9th Edition
- 5). AISI 1045 Steel
- 6). ANSI B16.1 Cast Iron Pipe Flanges and Flanged Fittings Class 25, 125, 250, and 800
- 7). ANSI B16.5 Pipe Flanges and Flanged Fittings, Steel, Nickel Alloy, and Other Special Alloys
- 8). ANSI B46.1 Surface Texture
- 9). ANSI S12.6 Method for the Measurement of the Real-Ear Attenuation of Hearing Protectors
- 10). ANSI/ASME B1.20.1 General Purpose Pipe Threads (Inch)
- 11). ANSI/ASME B31.1 Power Piping
- 12). ANSI/AWWA D100 Welded Steel Tanks for Water Storage
- 13). ANSI A 58.1 Minimum Design Loads for Buildings and Other Structures
- 14). ANSI/NFPA 70 National Electrical Code
- 15). ANSI/ASME B31.1 Power Piping
- 16). ANSI/ASME B73.1 Specifications for Horizontal End Suction Centrifugal Pumps for Chemical Process

- 17). ANSI/ASME B73.2 Specifications for Vertical In-Line Centrifugal Pumps for Chemical Process
- 18). ANSI/AWWA E101 Deep Well Vertical Turbine Pumps - Line Shaft and Submersible Types
- 19). ANSI/HI 1.1-1.6 Centrifugal Pumps
- 20). ANSI/HI 2.1-2.6 Vertical Pumps
- 21). ANSI/HI 3.1-3.6 Rotary Pumps
- 22). ANSI/HI 6.1-6.6 Reciprocating Pumps
- 23). ANSI/HI 7.1-7.5 Controlled Volume Pumps
- 24). ANSI/HI 9.1-9.5 Pumps - General Guidelines
- 25). ANSI/HI 9.3.3 Pumps - Polymer Material Selection
- 26). ANSI/HI 9.6.1 Centrifugal and Vertical Pumps for NPSH Margin
- 27). ANSI/HI 9.6.3 Centrifugal/Vertical Pumps Allowable Operating Region
- 28). ANSI/HI 9.6.4 Centrifugal and Vertical Pumps. Vibration Measurements and Allowable Values.
- 29). ANSI/HI 9.8 Pump Intake Design Standard
- 30). ANSI/IEEE 112 Test Procedure for Polyphase Induction Motors and Generators
- 31). ANSI/IEEE 115 Test Procedure for Synchronous Machines
- 32). ASME Code ASME Boiler and Pressure Vessel Code
- 33). AISI 1045 Steel
- 34). ANSI/ASME B73.1 Specifications for Horizontal End Suction Centrifugal Pumps for Chemical Process
- 35). ANSI/ASME B73.2 Specifications for Vertical In-Line Centrifugal Pumps for Chemical Process
- 36). ANSI/AWWA E101 Deep Well Vertical Turbine Pumps - Line Shaft and Submersible Types
- 37). ANSI/HI 1.1-1.6 Centrifugal Pumps
- 38). ANSI/HI 2.1-2.6 Vertical Pumps
- 39). ANSI/HI 3.1-3.6 Rotary Pumps
- 40). ANSI/HI 6.1-6.6 Reciprocating Pumps
- 41). ANSI/HI 7.1-7.5 Controlled Volume Pumps
- 42). ANSI/HI 9.1-9.5 Pumps - General Guidelines
- 43). ANSI/HI 9.3.3 Pumps - Polymer Material Selection
- 44). ANSI/HI 9.6.1 Centrifugal and Vertical Pumps for NPSH Margin
- 45). ANSI/HI 9.6.3 Centrifugal/Vertical Pumps Allowable Operating Region
- 46). ANSI/HI 9.6.4 Centrifugal and Vertical Pumps. Vibration Measurements and Allowable Values.
- 47). ANSI/IEEE 112 Test Procedure for Polyphase Induction Motors and Generators
- 48). ANSI/IEEE 115 Test Procedure for Synchronous Machines
- 49). ANSI/MSS SP-58 Standard Pipe Support Components
- 50). API 610, 1995 Centrifugal Pumps for Petroleum, Heavy Duty Chemical and Gas Industry Services
- 51). ASTM A 48 Specification for Gray Iron Castings
- 52). ASTM A 53 Pipe, Steel, Black and Hot-Dipped Zinc Coated, Welded and Seamless
- 53). ASTM A 108 Specification for Steel Bars, Carbon, Cold-Finished, Standard Quality

- 54). ASTM A128 Steel Castings, Austenitic Manganese
- 55). ASTM A 216 Specification for Steel Castings, Carbon Suitable for Fusion Welding for High-Temperature Service
- 56). ASTM A217 Steel Castings, Austenitic and Martensitic Stainless and Alloy
- 57). ASTM A 276 Stainless and Heat-Resisting Steel Bars and Shapes
- 58). ASTM A 278 Specification for Gray Iron Castings for Pressure-Containing Parts for Temperatures Up to 650_ F (345_ C)
- 59). ASTM A 283 Low and Intermediate Tensile Strength Carbon Steel Plates
- 60). ASTM A 322 Specification for Steel Bars, Alloy, Standard Grades
- 61). ASTM A 395 Specification for Ferritic Ductile Iron Pressure-Retaining Castings for Use at Elevated Temperatures
- 62). ASTM A 470 Specification for Vacuum-Treated Carbon and Alloy Forgings for Turbine Rotors and Shafts
- 63). ASTM A 536 Specification for Ductile Iron Castings
- 64). ASTM A 576 Specification for Steel Bars, Carbon, Hot-Wrought, Special Quality
- 65). ASTM A 743 Specification for Castings, Iron-Chromium, Iron-Chromium-Nickel, and Nickel-Base Corrosion-Resistant for General Application
- 66). ASTM A 744 Castings, Iron Chromium-Nickel, Corrosion Resistant, for Severe Service
- 67). ASTM B 62 Specification for Composition Bronze or Ounce Metal Castings
- 68). ASTM B 148 Aluminum Bronze Sand Castings
- 69). ASTM B 505 Copper-Base Alloy Continuous Castings
- 70). ASTM B 584 Copper Alloy Sand Castings for General Applications
- 71). ASTM E 448 Recommended Practices for Scleroscope Hardness Testing of Metallic Materials
- 72). ASTM D 2310 Classification for Machine-Made Reinforced Thermosetting Resin Pipe
- 73). ASTM D 2992 Method for Obtaining Hydrostatic Design Basis for Reinforced Thermosetting Resin Pipe and Fittings
- 74). ASTM D 2996 Specification for Filament-Wound Reinforced Thermosetting Resin Pipe.
- 75). AWWA C206 Field Welding of Steel Water Pipe
- 76). AWS-B3.0 Welding Procedures and Performance Qualifications
- 77). AWS D1.1 Structural Welding Code—Steel
- 78). (EPA) 40 CFR Part 503 Standards for the Use and Disposal of Sewage Sludge
- 79). ICONTEC NTC-2550 Código Eléctrico Nacional
- 80). ISO 9001 Quality Systems
- 81). ISO 10816 Mechanical Vibration--Evaluation of Machine Vibration by Measurement on Non-rotating Parts--Part 1: General Guidelines, Annex B, Table B.1. Zone A, Class I, II or III, as applicable. For the purposes of this specification, Annex B of ISO 10816, Part 1 shall form a part of this specification and ISO 10816, Part 1.
- 82). MIL STD 167-2 Mechanical Vibrations of Shipboard Equipment (Reciprocating Machinery and Propulsion System and Shafting)
- 83). NEMA 250 Enclosures for Electrical Equipment
- 84). NEMA MG1 Motors and Generators
- 85). NSI/HI 9.8 Pump Intake Design Standard

86). UL 674 Motors and Generators, Electric, for Use in Hazardous Locations, Class 1, Groups C and D, Class II, Groups E, F and G

8.2.1 FORMA DE DIRIMIR DIVERGENCIAS EN APLICAR NORMAS TECNICAS

Será como consignado anteriormente en el numeral 1.5 para el caso de forma de dirimir dudas incongruencias o divergencias en la ejecución de los trabajos.

8.3 ESPECIFICACIONES GENERALES PARA EQUIPOS E INSTALACIONES

Como su nombre lo indica, las especificaciones técnicas generales son de aplicación extensa. Aquí se presentan estas especificaciones para al ejecución de los trabajos en lo referente a planos, mano de obra equipos para obra, transporte, campamento, limpieza y acabados.

8.3.1 PLANOS

8.3.1.1 Plano de localización de unidades de tratamiento, equipos e instalaciones

La localización de las unidades de proceso y operación, y los equipos mayores de las mismas puede observarse en los siguientes planos:

1. UTPT-CDMB-4478-PL-HID-005-05: Propuesta de Diseño – Planta General
2. UTPT-CDMB-4478-PL-HID-018-05: Cortes 1 a 7
3. UTPT-CDMB-4478-PL-HID-019-05: Perfil hidráulico

Estos planos contienen la representación gráfica y la posición relativa de las unidades y los equipos.

El trazado, identificación y cantidades de la tubería de efluentes, lodos, biogás, aire (comprimido), olores y agua de proceso están consignados en los siguientes planos:

1. UTPT-CDMB-4478-PL-HID-005-05: Propuesta de diseño - Planta - Red efluentes
2. UTPT-CDMB-4478-PL-HID-007-05: Propuesta de diseño - Planta - Red lodos
3. UTPT-CDMB-4478-PL-HID-008-05: Propuesta de diseño - Planta - Red biogás
4. UTPT-CDMB-4478-PL-HID-009-05: Propuesta de diseño - Planta - Red aireación
5. UTPT-CDMB-4478-PL-HID-010-05: Propuesta de diseño - Planta - Red olores
6. UTPT-CDMB-4478-PL-HID-011-05: Propuesta de diseño - Planta - Red agua proceso

En estos planos las distancias se definen entre centros o líneas de centro (CL) tuberías y/o accesorios de las mismas.

8.3.1.2 Planos de equipos mayores e instalaciones de servicio

Arreglo general y detalles básicos de algunos equipos mayores y de algunas instalaciones de servicio pueden encontrarse en los siguientes planos anexos:

1. UTPT-CDMB-4478-PL.MEC-001-05: Sub-unidad de Cribado - Canal de cribado - Compuertas - Corte AA' y detalle 1
2. UTPT-CDMB-4478-PL.MEC-002-05: Sub-unidad de Cribado - Canal de cribado - Compuertas - Detalles de sellos y puente grúa
3. UTPT-CDMB-4478-PL.MEC-003-05: Sub-unidad de Desarenado - Desarenador - Compuerta - Corte AA' y detalle 1
4. UTPT-CDMB-4478-PL.MEC-004-05: Sub-unidad de Desarenado - Desarenador - Compuerta - Detalles de sellos y puente grúa
5. UTPT-CDMB-4478-PL.MEC-005-05: Sub-unidad de Desarenación - Desarenador - Puente viajero - Arreglo general, vistas y detalle 1
6. UTPT-CDMB-4478-PL.MEC-006-05: Tanque de aeración - Puentes peatonales y de servicio - Puente tipo 1 - Planta, elevación y módulos
7. UTPT-CDMB-4478-PL.MEC-007-05: Tanque de aeración - Puentes peatonales y de servicio - Puente tipo 2 - Planta, elevación y módulos
8. UTPT-CDMB-4478-PL.MEC-008-05: Tanque de aeración - Puentes peatonales y de servicio - Puente tipo 3 - Planta, elevación y módulos
9. UTPT-CDMB-4478-PL.MEC-009-05: Tanque de aeración - Puentes peatonales y de servicio - Puente tipo 1, 2 y 3 - Detalles
10. UTPT-CDMB-4478-PL.MEC-010-05: Tanque de aeración – Homogeneizadores - Pescante y guía
11. UTPT-CDMB-4478-PL.MEC-011-05: Unidad de decantación y lodos - Tanque decantador - Puente giratorio - Planta, elevación, cortes y detalles
12. UTPT-CDMB-4478-PL.MEC-012-05: Unidad de decantación y lodos - Tanque decantador - Puente giratorio - Detalles constructivos
13. UTPT-CDMB-4478-PL.MEC-013-05: Unidad de decantación y lodos - Tanque decantador - Raspador - Detalles constructivos

14. UTPT-CDMB-4478-PL.MEC-014-05: Unidad de Proceso de Lodos - Deshidratación y secado de lodos - Planta de lodos - Planta; y cortes AA', BB', CC', DD' y EE'
15. UTPT-CDMB-4478-PL.MEC-015-05: Unidad de Biogás - Quemador cerrado y quemador abierto - Planta; y, cortes AA' y BB'
16. UTPT-CDMB-4478-PL.MEC-016-05: Unidad de Aeración - Sopladores, motor de emergencia, intercambiador, tanque distribuidor - Planta; y cortes AA', BB', CC', y DD'
17. UTPT-CDMB-4478-PL.MEC-017-05: Unidad de Aeración - Tanque distribuidor y tubería sopladores-intercambiador - Detalles constructivos
18. UTPT-CDMB-4478-PL.MEC-018-05: Unidad de Tratamiento de Olores - Extractores, biofiltro y tratamiento físico químico - Planta, vista, cortes y detalles
19. UTPT-CDMB-4478-PL.MEC-019-05: Tubería para aire, biogás, olor, lodos y agua de proceso - Soportería (típico) - Soportes tipo y detalles
20. UTPT-CDMB-4478-PL.MEC-020-05: Tubería para aire, biogás, olor, lodos y agua de proceso - Válvulas y soportes (típicos) - Soportes tipo y detalles
21. UTPT-CDMB-4478-PL.MEC-021-05: Tubería para aire, biogás, olor, lodos y agua de proceso - Puente para paso de vías (Típico) - planta, elevación y detalles
22. UTPT-CDMB-4478-PL.MEC-022-05: Canales para efluentes - Compuerta de corte (típica) - Dimensiones generales, arreglo general, sellos y detalles

El resto de equipos menores e instalaciones de servicio son de origen comercial y producción y/o existencia amplia en el mercado local, regional y nacional. Por lo anterior, estos ítems solo se han seleccionado y/o especificado [5].

Todos los planos arriba mencionados son generales e indicativos del arreglo de instalaciones de servicio, unidades de proceso, unidades de operación y equipos mayores. El PROPONENTE y el CONTRATISTA deberán examinar todos los planos del proyecto para la configuración, dimensiones generales y detalles básicos de dichas unidades, tubería y equipos. Igualmente deberán seguir los planos para localizar y/o replantear los trabajos, y verificar los espacios disponibles para efectos de presupuestar y ejecutar los trabajos.

Adicionalmente, el CONTRATISTA deberá seguir el original y la revisión de replaneamiento de estos planos, para el suministro (o para los planos de taller de la fabricación) de los equipos. El PROPONENTE y el CONTRATISTA deberán también verificar configuración, dimensiones principales, distribución en planta, y dependencia o

relación entre todas las demás obras, instalaciones, unidades de procesos y equipos mayores actuales y futuros.

8.3.1.3 Planos de taller de equipos

El CONTRATISTA someterá a la aprobación de la Interventoría los planos detallados, o de taller, de la fabricación de equipos y partes requeridas para completar el montaje, pruebas y puesta en marcha de equipos e instalaciones de servicio. Los planos deberán ser completos, mostrando la construcción, tamaño, arreglos, espacios para mantenimiento, características de operación y capacidad. Las partes o equipos como (motores, reductores, etc.) deberán especificarse e identificarse en catálogos. Información de carácter general no se aceptará.

8.3.1.4 Planos “as built” de obras, equipos e instalaciones de servicio

Una vez terminados los trabajos y para efectos del recibo a satisfacción, el CONTRATISTA deberá elaborar y someter a la aprobación de la Interventoría los planos “as built” (“como construido”), junto con catálogos y hojas de especificaciones (data sheet) de los sistemas y componentes de los equipos y de las instalaciones de servicio.

Los planos de localización serán similares a los entregados por la CDMB y deberán contener el número de la revisión, la nota de revisión “as built” y resumen de los cambios realizados. Estos planos deberán ser completos, mostrando la construcción, tamaño, arreglos y características generales de las instalaciones de servicio. Igualmente, estos planos deberán ser completos, mostrando tamaño, arreglos, espacios para mantenimiento, características generales de capacidad de los equipos.

8.3.2 MATERIALES A USAR EN LA EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

Debe considerarse que los equipos y materiales van usarse en un ambiente característicamente corrosivo. El hierro dúctil (HD), el hierro fundido (HF), el acero inoxidable (AI), el caucho sintético, el polietileno de alta densidad (HDPE), los polímeros de alto peso molecular (HMWP), o el plástico reforzado con fibra de vidrio (PRFV) pueden seleccionarse y usarse sin problema.

Igualmente podrá recomendarse acero carbono (AC) galvanizado, con limpieza a grata metálica y acabado con anticorrosivo y pintura epóxica.

8.3.3 MANO DE OBRA PARA LA EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

El CONTRATISTA deberá suministrar la mejor mano de obra disponible, para la ejecución de los trabajos. La mano de obra de mala calidad será objetada a juicio del interventor, y el CONTRATISTA deberá reemplazarla inmediatamente según

disponibilidad en el mercado local. En el evento de demostrada no-disponibilidad en el mercado local de la mano de obra solicitada reemplazar, el CONTRATISTA dispone de tres días hábiles para localizarla en el mercado nacional y contratarla.

8.3.4 EQUIPOS PARA LA EJECUCION DE LOS TRABAJOS

El CONTRATISTA deberá disponer y usar el mejor equipo disponible para la ejecución de los trabajos. Este equipo podrá ser propio o alquilado. Equipo de obra de mala calidad o con defectos de operación y/o mantenimiento será objetado a juicio del interventor, y el CONTRATISTA deberá reemplazarlo inmediatamente según disponibilidad en el mercado local. En evento de demostrada no-disponibilidad en el mercado local del equipo para obra solicitado reemplazar, el CONTRATISTA dispone de tres días hábiles para localizarlo en el mercado nacional y contratarlo.

8.3.5 TRANSPORTE A OBRA DE MATERIALES Y EQUIPOS

El CONTRATISTA deberá suministrar el mejor transporte para los materiales para las instalaciones de servicio y para equipos a suministrar. El transporte no adecuado o de mala calidad será objetado a juicio del interventor, y el CONTRATISTA deberá reemplazarla inmediatamente según disponibilidad en el mercado local.

8.3.6 TRANSPORTE A OBRA DEL PERSONAL

Será totalmente a cargo del CONTRATISTA el transporte de todo el personal directivo, asesor, empelados y obreros que intervenga en la ejecución de los trabajos. Esto de acuerdo a las disposiciones legales vigentes. El transporte de personal no adecuado o de mala calidad será objetado a juicio del interventor, y el CONTRATISTA deberá reemplazarla inmediatamente según disponibilidad en el mercado local.

8.3.7 CAMPAMENTO DE OBRA Y VIGILANCIA

Al CONTRATISTA se le asignará un área para levantar un campamento y almacén de obra. El CONTRATISTA será responsable de este campamento y almacén, lo mismo que de los trabajos en ejecución y de los materiales y equipos recibidos de los proveedores. Esto será hasta que obras y equipos se instalen y prueben, y las CDMB los reciba a entera satisfacción.

8.3.8 LIMPIEZA DE OBRAS Y EQUIPOS

El CONTRATISTA deberá mantener limpio el sitio de trabajo y las áreas asignadas para su uso (campamento y almacén). Las áreas asignadas deberán permanecer en excelentes condiciones de limpieza. Toda suciedad producto de la ejecución de los trabajos deberá evacuarse de la planta y disponerse adecuadamente según el Código Colombiano de Seguridad Industrial, y la legislación y normatividad civil y ambiental vigentes.

8.3.9 LIMPIEZA FINAL DEL SITIO DE TRABAJO Y EVACUACION DE ESCOMBROS

El sitio de trabajo y los trabajos ejecutados por EL CONTRATISTA, incluyendo las instalaciones de servicio (electricidad, agua, aire, gas y lodos) y los equipos mayores, menores y auxiliares, deberán ser dejado en excelentes condiciones de limpieza. Toda suciedad producto de la ejecución de los trabajos deberá evacuarse de la planta y disponerse adecuadamente según el Código Colombiano de Seguridad Industrial, y la legislación y normatividad civil y ambiental vigentes.

8.3.10 ACABADO DE LAS OBRAS

El CONTRATISTA deberá entregar las obras y equipos con los acabados especificados. Por la anterior, después de las pruebas, deberá retocar o repara los acabados que resultaren deteriorados.

8.3.11 FACTORES DE SEGURIDAD Y DE SERVICIO

Para el diseño, selección, fabricación, y montaje de equipos y de las instalaciones de servicios deberá tenerse en cuenta los siguientes factores:

- **Factor de servicio para los equipos (Fser):** según accionamiento, tiempo de operación y tipo de carga
- **Factor de seguridad para estructuras (Fseg):** según Método de Pugsley

A continuación se presentan estos factores, los cuales se dan solo como referencia. La experiencia del PROPONENTE, del CONTRATISTA, del FABRICANTE o del PROVEEDOR, podrán aconsejar o dictar la selección de diferente factores.

8.3.11.2 Factor de servicio (Fser)

En la práctica, es difícil que una máquina realice su trabajo en condiciones ideales; por tanto la potencia demandada o la potencia al freno (BHP) requerida por la máquina accionada deberá multiplicarse por un factor de servicio (Fser) que deberá tener en cuenta las características específicas del trabajo a realizar. El resultado así obtenido llamado potencia efectiva o del accionamiento (HP efec), es el que deberá emplearse para determinar el motor y los componentes o elementos de transmisión de potencia (rodamientos, engranajes, cadenas, bandas y acoples; según la siguiente ecuación:

$$\text{HPefec} = \text{BHP} \times \text{Fser}$$

Donde:

BHP: Potencia demandada (o potencia al freno)

HPefec: Potencia efectiva (o del motor)

Fser: Factor de servicio

El factor de servicio deberá tener en cuenta al menos el accionamiento, el tiempo de operación y el tipo de carga de la máquina, y se deberá establecer con al menos los siguientes criterios:

Factor de servicio (Fser)

Accionamiento	Operación	Tipo de carga		
	hrs/día	Uniforme	Media	Choques
Motor eléctrico (Entrada constante)	2	0,90	1,10	1,50
	10	1,00	1,25	1,75
	24	1,25	1,50	2,00
Motor de combustión interna de varios cilindros (Medianamente impulsivo)	2	1,00	1,35	1,75
	10	1,25	1,50	2,00
	24	1,50	1,75	2,50

8.3.11.3 Factor de seguridad para estructuras (Fseg)

Es difícil evaluar exactamente los diferentes factores involucrados en un diseño de ingeniería. Un factor es la forma de la parte: para una parte de forma irregular puede que no haya ecuaciones de diseño disponibles para el cálculo exacto de los esfuerzos. Otro factor es la consecuencia de la falla de la parte: peligro para vidas humanas.

Para efectos del alcance de los trabajos contenidos en estas especificaciones, el PROPONENTE / CONTRATISTA deberá emplear al menos el factor de seguridad como establecido por el Método de Pugsley mediante el uso de la siguiente ecuación:

$$F_{seg} = fs(ABC) \times fs(DE)$$

Donde se tienen los siguientes subfactores:

fs(A_): Calidad de materiales, mano de obra, operación y mantenimiento

fs(_ B _): Análisis de esfuerzos, pruebas o experiencia

fs(_ C): Control sobre la carga aplicada a la parte

s(D_): Impacto económico

fs(_ E): Peligro para el personal

Y se establece los siguientes valores para las condiciones A, B, C, D y E:

Factor de seguridad y condiciones

fs(ABC)		fs(_ _ C)			
fs(A_ _)	fs(_ B_)	E	B	R	M
Excelente E	E	1,10	1,30	1,50	1,70
	B	1,20	1,45	1,70	1,95
	R	1,30	1,60	1,90	2,20
	M	1,40	1,75	2,10	2,45
Bueno B	E	1,30	1,55	1,80	2,05
	B	1,45	1,75	2,05	2,35
	R	1,60	1,95	2,30	2,65
	M	1,75	2,15	2,55	2,95
Regular R	E	1,50	1,80	2,10	2,40
	B	1,70	2,05	2,40	2,75
	R	1,90	2,30	2,70	3,10
	M	2,10	2,55	3,00	3,45
Malo M	E	1,70	2,15	2,40	2,75
	B	1,95	2,35	2,75	3,15
	R	2,20	2,65	3,10	3,55
	M	2,45	2,95	3,45	3,95

fs(DE)	fs(_ E)		
fs(D_ _)	No serio	Serio	Muy serio
No serio	1,00	1,20	1,40
Serio	1,00	1,30	1,50
Muy serio	1,20	1,40	1,60

Fuente: PUGSLEY, A. G. The safety of structures, New York: Arnold, 1966

El Método de Pugsley es solamente una directriz y no es especialmente conservador; y podrá ocurrir que el factor de seguridad sea mayor, según el código de diseño o la norma que se aplique. Por lo anterior, el PROPONENTE / CONTRATISTA deberá consignar específica y detalladamente el factor seguridad empleado, junto con el código de diseño y norma que lo especifica, exige o recomienda (factor de seguridad mandatorio o no mandatorio)

8.3.12 NIVEL SEGURO Y CONTROL DE RUIDO

En su oferta y para efectos del recibo a entera satisfacción, el CONTRATISTA deberá garantizar la existencia de un nivel seguro ruido en toda el área de la planta. Este nivel seguro de ruido dependerá esencialmente de tres factores: 1) Tiempo de exposición al ruido; 2) Nivel o volumen del ruido; y, 3) Distancia a la fuente de ruido. El nivel seguro o permisible de ruido será de 84-90 dB, a 1 a 2 metros de distancia

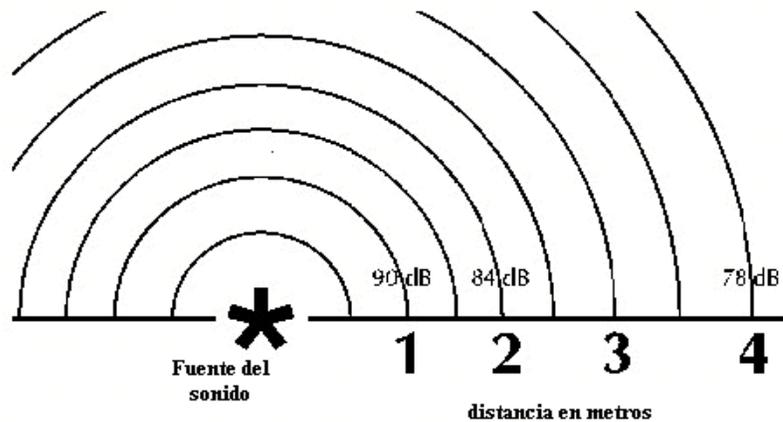
de la fuente de sonido, y durante una jornada laboral de ocho horas (*según las normas sobre ruido de la mayoría de los países*).

En la tabla y figuras siguientes aparecen los límites seguros y permisibles de ruido según exposición, nivel y distancia a la fuente.

Tabla 8.1 Exposición y nivel de ruido

Exposición [hrs]	Nivel del ruido [dB]
8	90
6	92
4	95
3	97
2	100
1 1/2	102
1	105
1/2	110
1/4 o menos	115

Fig 8.1 Nivel de ruido y distancia a la fuente



El límite de exposición de ocho horas al día que figura en la tabla anterior es la cantidad total de ruido a la que un trabajador puede estar expuesto durante un período de ocho horas. La exposición puede ser a un ruido **continuo** (constante) o a un ruido **intermitente** (un ruido que es periódico a intervalos periódicos, pero no interrumpido).

Según lo anterior, el CONTRATISTA deberá garantizar que la suma de los niveles de ruido a los que el operario y/o trabajador involucrado esté expuesto a lo largo del

día no supere los 85-90 dB, de uno a dos metros de distancia de la fuente de ruido. Adicionalmente, el CONTRATISTA deberá garantizar que los trabajadores **nunca** estarán expuestos a más de 140 dB de ruido **impulsivo** (normalmente, un ruido muy alto que se produce sólo una vez) en un momento dado.

Antes de recomendar el uso de protección para los oídos y/o de rotar a los operarios y trabajadores involucrados, el CONTRATISTA deberá hacer todo lo posible para disminuir el ruido utilizando controles mecánicos.

8.3.12.2 Control del ruido

El CONTRATISTA deberá controlar y combatir el ruido generados por las maquinas, equipos e instalaciones suministradas mediante tres métodos: 1) Control en la fuente; 2) Disminución con barreras; y 3) Protección contra el ruido de operarios y/o trabajadores involucrados.

8.3.12.2.1 Control del ruido en la fuente

Esta será el método obligatorio de combatir y controlar el ruido (y es además, el método más barato). Dentro de la aplicación de la obligatoriedad de este método, el CONTRATANTE y/o el INTERVENTOR podrán llegar a solicitar al CONTRATISTA que sustituya cualquier máquina, equipo, instalación de servicio, sistema, parte o componente ruidosos.

El propio CONTRATISTA deberá combatir el ruido en la fuente, haciendo que las maquinas, equipos e instalaciones de servicio (tuberías, motores y tableros eléctricos, etc.), no sean ruidosos, y se ajusten a las normas vigentes sobre ruidos. Por lo tanto, antes de adquirir las máquinas y/o equipos, el CONTRATISTA deberá comprobar si cumplen las normas sobre ruidos. El CONTRATISTA también podrá **organizar** el control del ruido en la fuente haciendo ajustes totales o parciales a máquinas, equipos e instalaciones de servicio, de modo que se disminuya el ruido.

Otros métodos mecánicos para disminuir el ruido son:

- 1). Montar las máquinas, equipos y tuberías que vibran sobre **tacos o colchones de caucho** u otros materiales amortiguadores para disminuir notablemente el problema
- 2). Impedir o disminuir el choque entre piezas de la máquina
- 3). Disminuir suavemente la velocidad entre los movimientos hacia adelante y hacia atrás
- 4). Sustituir piezas de metal por piezas de plástico más silenciosas
- 5). Aislar las piezas de las máquinas que sean particularmente ruidosas
- 6). Colocar silenciadores en las salidas de aire de las válvulas neumáticas
- 7). Cambiar de tipo de bomba de los sistemas hidráulicos
- 8). Colocar ventiladores y compresores más silenciosos o poner silenciadores en los conductos de los sistemas de aire comprimido y de ventilación
- 9). Colocar amortiguadores en los motores eléctricos y de combustión interna
- 10). Colocar silenciadores en las tomas y descargas (exhostos) de los compresores, los sopladores y los motores de combustión interna.

También serán aceptados como eficaces para disminuir los niveles de ruido las recomendaciones sobre **mantenimiento preventivo** y de **lubricación** periódicos, y la **sustitución** de las piezas gastadas o defectuosas. Estas recomendaciones deberán figurar resaltadas en los manuales de procedimiento y de operación y mantenimiento a entregar por el CONTRATISTA dentro de los límites de suministro de maquinas y equipos.

Igualmente se aceptarán recomendaciones sobre reducir el ruido que causa **la manera en que se manipulan los materiales** con medidas como las siguientes:

- 1). Disminuir la altura de la caída de los objetos que se recogen en recipientes para transporte interno o externo
- 2). Aumentar la rigidez de los recipientes contra los que chocan objetos, o dotarlos de amortiguadores
- 3). Utilizar caucho blando o plástico para los impactos fuertes
- 4). Disminuir la velocidad de las cadenas y correas de transmisión y de transporte
- 5). Utilizar transportadores de banda en lugar de transportadores de rodillo

Estas recomendaciones sobre manejo de materiales deberán también figurar resaltadas en los manuales de procedimiento y de operación y mantenimiento a entregar por el CONTRATISTA dentro de los límites de suministro de maquinas y equipos.

8.3.12.2 Disminución del ruido con barreras

Si no puede controlar el ruido en la fuente, el CONTRATISTA deberá proceder a: 1) **Aislar** la máquina, equipo o instalación; 2) **Levantar barreras o cercas** que disminuyan el sonido entre la fuente y el operario o trabajador; o, 3) **Aumentar la distancia** entre el operario y la fuente (aunque esto puede ser difícil hacerlo en muchos casos.).

Si el CONTRATISTA al pretender controlar el ruido poniendo barreras, deberá tener en cuenta lo siguiente:

- 1). Separar la fuente de ruido de las otras zonas de trabajo
- 2). Silenciar y alejar de los trabajadores las evacuaciones y tiros de aire
- 3). Desviar el ruido de la zona de trabajo mediante un obstáculo que aisle del sonido o lo rechace
- 4). Evitar colocar las cercas aislantes en contacto con alguna pieza de la máquina
- 5). Perforar el número mínimo de orificios en las cercas aislantes
- 6). Forrar por dentro los paneles de las cercas aislantes con material que absorba el sonido
- 7). Rellenar las puertas de acceso y los orificios de paso de los cables con material elastomérico
- 8). De ser posible, usar en las paredes, los suelos y los techos materiales que absorban el sonido

8.3.12.2.3 Protección contra el ruido de operarios y/o trabajadores involucrados

El control del ruido con protección al operario y/o trabajadores involucrados utilizando protección de los oídos es, desafortunadamente, la forma más habitual, pero la menos eficaz, de controlar y combatir el ruido. Obligar al trabajador a adaptarse al lugar de trabajo es siempre la forma menos conveniente de protección frente a cualquier riesgo.

La protección de los oídos será el método **menos** aceptable de combatir el problema de ruido en el lugar de trabajo, porque:

- 1). El ruido sigue estando ahí: no se ha reducido
- 2). Si hace calor y hay humedad los trabajadores suelen preferir los tapones de oídos (que son menos eficaces) porque las orejeras los hacen sudar y estar incómodos
- 3). Los trabajadores no pueden comunicarse entre sí, ni pueden oír las señales de alarma
- 4). Si se facilita protección de los oídos en lugar de combatir el ruido, se pasa la responsabilidad al trabajador, y éste se convierte en responsable si contrae sordera.

8.3.12.3 Método sencillo para evaluar la exposición al ruido

Para evaluar de manera práctica la exposición al ruido, el CONTRATISTA y el INTERVENTOR deberán ponerse a una distancia de un brazo de otra persona. Si no pueden hablar en tono normal y tienen que gritar para comunicarse, quiere decirse que el nivel de ruido del lugar de trabajo es demasiado elevado y que hay que rebajarlo.

8.4 ESPECIFICACIONES GENERALES PARA EQUIPOS

Se presentan ahora las especificaciones técnicas generales a aplicar extensamente a todos equipos contemplados en el alcance de los trabajos. Como punto de partida, se consigna los caudales y parámetros básicos de diseño, las etapas del tratamiento, las etapas de ejecución del proyecto, y el diagrama de bloque de los procesos y operaciones unitarios.

Se incluye también especificaciones sobre identificación, anclaje, pruebas y manuales de los equipos e instalaciones. Finalmente se especifican algunas partes y componentes e instalaciones de servicio comunes a los equipos mayores, tales como compuertas, tapas, rejillas peatonales, tableros de fuerza y control (TFC), tubería de proceso, canalizaciones eléctricas y soportería para tubería de proceso y canalizaciones eléctricas.

8.4.1 CAUDALES DE DISEÑO

Tabla 8.5 Caudales de diseño de la PTAR Río Frío

#	Descripción	Símbolo	Resultados			
			Sistema métrico		Sistema UCS	
			Cant.	Unidad	Cant.	Unidad
1	Caudal de diseño sanitario ≡ Caudal medio de diseño	$q_{ds} =$	2.01	m ³ /s	45.88	MGD
2	Caudal de diseño hidráulico ≡ Caudal máximo de diseño	$q_{dh} =$	3.08	m ³ /s	70.31	MGD
3	Caudal máximo de entrada ≡ Caudal máximo posible de llegada	$q_{max} =$	5.16	m ³ /s	5.16	MGD

8.4.2 PARÁMETROS DE INFLUENTE Y EFLUENTE

Tabla 8.6 Características de la carga y parámetros de descarga requeridos

Parámetro	Unidad	Influente	Efluente
DBO ₅	mg/L	≈ 80	' 50
DQO	mg/L	≈ 230	' 180
SST	mg/L	' 80	≤ 90
OD	mg/L	' 0.5	2 - 4
NH ₃ -N	mg/L	≈ 40	≤ 10
N _{org} -N	mg/L	≈ 10	≤ 10
NKT	mg/L	≈ 46	≤ 20
Sulfuros disueltos	mg/L	8 - 12	2 - 4
pH	-	6.9 - 7.1	6.9 - 7.1
Alcalinidad como CaCO ₃	mg/L	≈ 265	N. E.

Fuente: CDMB. Estudios y diseños para la adecuación, optimización, modificación y nueva integración de procesos de PTAR Río Frío: Términos de referencia. CDMB, Bucaramanga: 2004, p. 1

Tabla 8.7 Parámetros mínimos en la entrega del efluente

Parámetro	Efluente
pH	5 - 9
Temperatura	≤ 40° C
Material flotante	Ausente
Grasas y aceites	Remoción] 80%
Sólidos suspendidos domésticos o Industriales (SST)	Remoción] 80%
Demanda Biológica de Oxígeno (DBO)	Remoción] 80%

Fuente: CDMB Unión Temporal PTAR. Informe de diseño del sistema de tratamiento: Versión 4, v. 2, UT PTAR, Bucaramanga: 2005. p. 15

8.4.3 ETAPAS DEL TRATAMIENTO Y DIAGRAMA DE BLOQUES DE PROCESOS

La planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) Río Frío es una sucesión de unidades de proceso y operaciones unitarias a través de las cuales las aguas residuales fluyen por gravedad. Esta sucesión es función del tipo de aguas residuales a tratar, y de los contaminantes a remover.

Dado que la mayor contaminación de las aguas residuales domésticas y/o municipales es materia orgánica, se ha adoptado un tratamiento biológico para remover la carga orgánica en términos de remoción de la Demanda Biológica de Oxígeno (DBO). Este tratamiento está compuesto básicamente de cuatro etapas: 1) Pretratamiento, 2) Tratamiento primario, 3) Tratamiento secundario y 4) Manejo de subproductos (sólidos –lodos–, y gaseosos –biogás y olores–).

La Figura 2 contienen el diagrama de bloques de las etapas del tratamiento y los procesos y operaciones que las componen. De otra parte, la Figura 3 contiene el diagrama de bloques de los procesos y operaciones unitarios que componen el tratamiento de las aguas residuales.

En la Fig. 3, los bloques de los procesos y operaciones unitarios tienen bordes y flechas más gruesos. Los bloques de los procesos auxiliares y/o para manejo de subproductos tienen bordes y flechas más delgados.

En los bloques de procesos y operaciones unitarias, los insumos se colocan al lado izquierdo de estos bloques, y los subproductos al lado derecho. Después de los subproductos aparecen los bloques de los procesos y operaciones para su manejo. Mayores datos de la planta y sus procesos puede consultarse en la memoria descriptiva del diseño o en literatura sobre el tema [1, 2 y 3].

En general, cada unidad de proceso u operación unitarios y de manejo de insumos y subproductos, está compuesta de equipos mayores y equipos menores. Adicionalmente existen instalaciones de servicio (efluentes, lodos, biogás, olores, aire, agua de proceso y electricidad).

Fig 8.2 Diagrama de bloque de las etapas del tratamiento

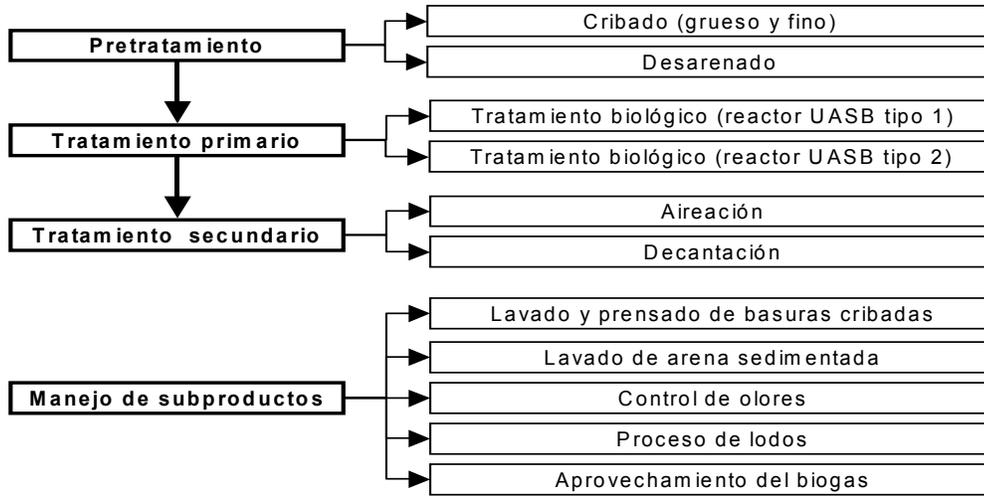
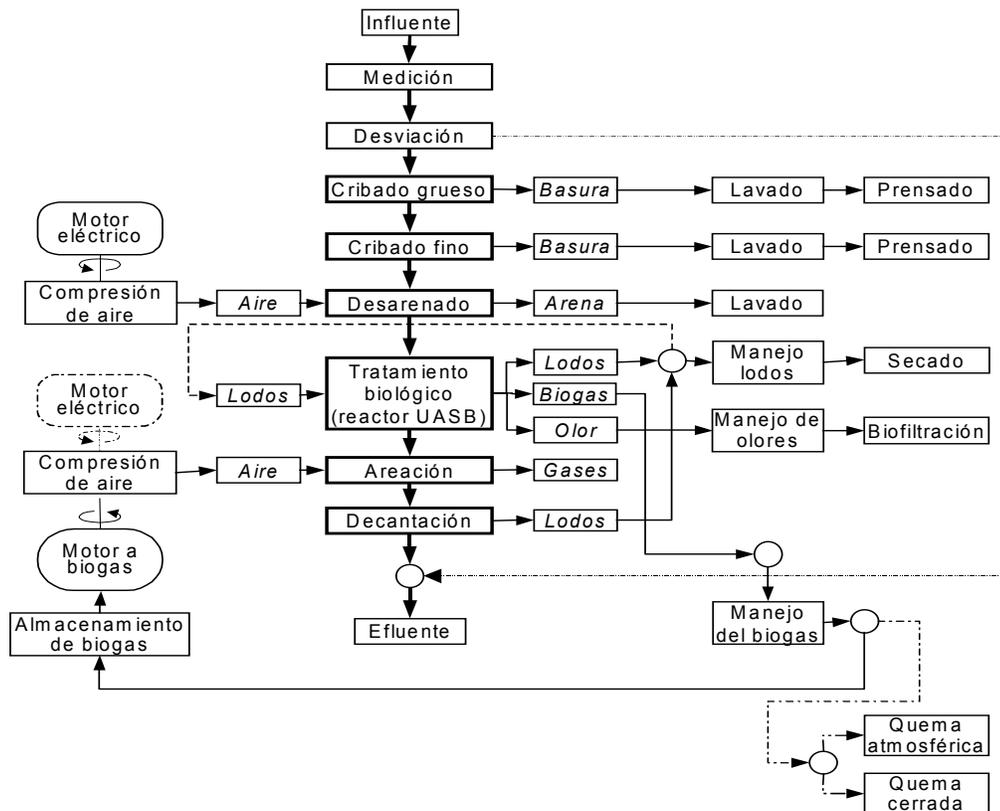


Fig 8.3 Diagrama de bloques de los procesos y operaciones unitarios



8.4.4 ACABADOS PARA EQUIPOS E INSTALACIONES DE SERVICIO

8.4.5.1 Galvanizado a 40 micrones

Donde se especifique “acabado galvanizado en caliente a 40 micrones”, significa que los elementos metálicos por instalar susceptibles de corrosión, después del proceso de soldadura deben someterse a limpieza con cepillo metálico grata y acabado por galvanizado por inmersión en caliente para recubrimiento de 40 micrones.

8.4.5.2 Pintura epóxica

Donde se especifique “acabado en 3.0 mills de pintura epóxica color reglamentario” o “pintado con 3.0 mills de pintura epóxica de color reglamentario”, significa que los elementos metálicos por instalar susceptibles de corrosión, después del proceso de soldadura deben someterse a limpieza con cepillo metálico grata, pintado con 3 mills de primer epóxico más 3.0 mills de pintura epóxica de color reglamentario.

El color reglamentario será bajo norma del Código Colombiana de Seguridad Industrial y/o OSHA, según lo establecido por la Interventoría.

8.4.5.3 Pintura esmalte sintético

Donde se especifique “pintada con 3 mills de primer y 3 mills de esmalte sintético color reglamentario”, significa que el equipo o tubería susceptible de corrosión, después del proceso de soldadura deben limpiarse con cepillo metálico grata, pintado con 3 mills de anticorrosivo gris más 3.0 mills de esmalte sintético de color reglamentario.

El color reglamentario será bajo norma del Código Colombiana de Seguridad Industrial y/o OSHA, según lo establecido por la Interventoría.

8.4.6 ANCLAJE DE EQUIPOS

Todo equipo, deberá asegurarse al piso o la estructura de soporte. Los anclajes serán de naturaleza fuerte, durables, y de material resistente a la corrosión: acero inoxidable 304, excepto donde se especifique diferente.

8.4.7 IDENTIFICACION DE EQUIPOS

Una vez montados y anclados y previo a las pruebas, todos los equipos deberán pintarse e identificarse. El color e identificación será bajo norma del Código Colombiana de Seguridad Industrial y/o OSHA, según lo aprobado por la Interventoría.

El CONTRATISTA, con 48 horas hábiles de anticipación, debe someter a aprobación de la Interventoría el protocolo y programación para realizar la pintura e identificación de uno o varios equipos totalmente montados y anclados. Esta actividad debe realizarse de manera tal que la Interventoría pueda realizar control del trabajo y verificación de la identificación dentro de los días hábiles de la semana calendario.

8.4.8 PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO Y RENDIMIENTO DE EQUIPOS

Después montar, pintar e identificar los equipo y una vez conectadas y probadas todas las instalaciones de servicio (acometidas y tableros parciales eléctricos; y, tuberías de agua, aire, gas y lodos), el CONTRATISTA debe realizar la prueba de funcionamiento y rendimiento de todos los equipos suministrados y montados por el mismo. Esta prueba debe realizarse durante al menos veinticuatro (24) horas hábiles, y lo será según requerimiento y/o recomendaciones de norma contenidas en los manuales de operación y mantenimiento.

Durante y al final del período de prueba, la Interventoría controlará e inspeccionará los equipos para verificar eficiencias mecánicas, eléctricas y/o térmicas (donde aplicable); consumo de electricidad, servicios, materias primas, insumos o consumibles; y rendimiento (producción horaria y/o rata de procesamiento).

El CONTRATISTA debe aportar todo los materiales; consumibles, insumos; equipos para realizar, verificar y controlar la prueba; y la mano de obra para las pruebas de todos los equipos suministrados y montados por el CONTRATISTA.. Dentro de estos costos deberá incluirse también el costo de elaborar y someter a aprobación de la Interventoría el protocolo (procedimiento) de cada prueba. Dentro de este protocolo deberá incluirse las eficiencias y rendimientos garantizados por los fabricantes y/o proveedores de los equipos, y la forma de determinarlos y evaluarlos.

El CONTRATISA, con 48 horas hábiles de anticipación, debe someter a aprobación de la Interventoría el protocolo, la programación y el manual de operación y mantenimiento a usarse para realizar la prueba de uno o varios equipos. Esta prueba debe ocurrir de manera tal que la Interventoría pueda realizar control de la prueba e inspección de equipos dentro de los días hábiles de la semana calendario.

En el evento de que un equipo o alguna de sus instalaciones de servicio no pasen la prueba, será por cuenta total del CONTRATISTA todos los trabajos de detección y corrección de defectos; el reemplazo de equipos principales, equipos auxiliares, sistemas, componentes y/o partes que resultaren defectuosos; y, la realización de nuevas pruebas. Esto lo será hasta el recibo de la prueba y equipo a plena satisfacción de la Interventoría.

8.4.9 INSTRUCCIONES O ENTRENAMIENTO EN OPERACION Y MANTENIMIENTO

Después de ejecutar totalmente y previo al recibo a satisfacción los trabajos, el CONTRATISTA deberá instruir y entrenar total y adecuadamente a la CDMB, o a su personal designado, sobre la operación y mantenimiento de todas las instalaciones de servicio ejecutadas y todos los equipos suministrados y montados.

Para realizar esta instrucción o entrenamiento, el CONTRATISTA, debe aportar todo los materiales; consumibles, insumos; equipos para realizar, verificar y controlar la instrucción; y los instructores certificados u avalados por los fabricantes y/o suministradores de los equipos. Esta actividad deberá incluir también el elaborar y someter a aprobación de la Interventoría el protocolo (procedimiento) de la instrucción sobre cada equipo en particular, y entregar el respectivo manual de operación y mantenimiento (especificaciones del manual de operación y mantenimiento se consignan mas adelante).

Dentro del protocolo de instrucción y el manual de operación y mantenimiento deberá incluirse perfil y calificación o competencia requerida para los operarios a instruir, y las eficiencias y rendimientos de la mano de obra esperados o requeridos por los fabricantes y/o proveedores de los equipos, y la forma de determinarlos y evaluarlos.

El CONTRATISTA, con 48 horas hábiles de anticipación, debe someter a aprobación de la Interventoría protocolo, programación y manual para realizar la

instrucción sobre operación y mantenimiento de uno o varios equipos. Esta instrucción debe ocurrir de manera tal que la Interventoría pueda realizar su control y evaluación de los operarios de la instrucción dentro de los días hábiles de la semana.

8.4.10 MANUAL DE OPERACION Y MANTENIMIENTO

Después de ejecutar totalmente y previo a las pruebas, la instrucción sobre operación y mantenimiento, y al recibo a satisfacción los trabajos, el CONTRATISTA deberá proporcionar a la CDMB cuatro (4) juegos del manual de operación y mantenimiento de todas las instalaciones de servicio ejecutadas y todos los equipos mayores suministrados y montados por el mismo. Uno de esos juegos será para usar durante las pruebas y la instrucción, y la CDMB determinará el uso de los otros tres juegos.

Para realizar y proporcionar estos manuales de operación y mantenimiento, el CONTRATISTA debe aportar todo los materiales; consumibles, insumos, mano de obra, y los documentos certificados u avalados por los fabricantes y/o suministradores de los equipos. Esta actividad deberá incluir también el elaborar y someter a aprobación de la Interventoría él hasta dos revisiones del manual de cada instalación de servicio u equipo en particular.

Cada manual de operación y mantenimiento deberá incluir anexos sobre: 1) Errores o fallas más comunes de operación y mantenimiento y forma de corregirlos; 2) Programa de mantenimiento preventivo; 3) Existencia recomendada de insumos y consumibles para operación; 4) Existencia mínima recomendada de materiales, insumos, y reopuestos recomendados; 5) Directorio de proveedores nacionales de consumibles, insumos y de sistemas, componentes y partes de repuesto. 6) Forma de realizar y registra las pruebas en vacío y con carga, incluye forma para registrar los datos y certificarlas con firma de quien supervisa y/o realiza las pruebas; 7) Nivel y forma de determinar y calcular las eficiencias y rendimientos del equipo y del personal, según requerimiento y/o recomendaciones de los fabricantes y/o proveedores de los equipos; y, 8) Descripción del cargo, perfil y calificación o competencia requerida del personal requerido para operación y mantenimiento.

El CONTRATISTA, con al menos tres (3) semanas calendario de anticipación a la realización de las pruebas y/o a la instrucción especificadas, debe someter a aprobación de la Interventoría el manual de operación y mantenimiento de cada equipo. Esta entrega debe ocurrir de manera tal que la Interventoría pueda leerlo detenidamente y así poder presentar su evaluación y/o solicitud de corrección o adición dentro de los días hábiles de una semana.

8.4.11 COMPUERTAS DE CORTE PARA CANALES DE EFLUENTES

Todas las compuertas de corte para los canales deberán ser del tipo trabajo pesado para instalación en canal y cierre bajando. Tamaño W x H (Ancho x Alto) =

dimensiones efectivas del canal. Máximo nivel = profundidad del canal. Otras dimensiones y especificaciones generales según planos. Cabeza máxima de diseño 6.0 m metros (20') –varía con tamaño–. Rata AWWA esperada de perdida 0.05 – 1 gal/ min x pie perímetro húmedo (0.01-0.21 litros/s x metro de perímetro húmedo)

Las compuertas serán con cubierta exterior en PRFV (poliéster reforzado en fibra de vidrio) y refuerzo interno en estructura reticulada metálica totalmente encapsulada. Guías exteriores en lámina de acero inoxidable AISI 304. Estructuras para guías e izaje para embeber en paredes del canal y fabricadas en canales de lamina doblada de acero inoxidable AISI 304. Toda la tornillería en acero inoxidable AISI 304.

El lado de flujo de las compuertas tendrá guías y mecanismo de cuña en lamina de acero inoxidable AISI 304 y platina de desgaste en polímetro de alto peso molecular (HMWP) dureza 60. El lado opuesto al flujo tendrá sello tipo J, en elastómero dureza 60. El asiento inferior será con sello de perfil de elastómero dureza 60. Toda la tornillería en acero inoxidable AISI 304.

Las compuertas serán de operación manual con mecanismo de izaje en tandem y volante accesible desde el piso o borde del canal. El mecanismo de izaje será con tornillos de potencia y cajas de engranajes. Tornillo de potencia en acero SAE 1040. Cajas de engranajes de fabricación específica, o tipo reductor comercialmente disponible.

Deberán existir sellos frontales, posteriores y superiores en el marco del mecanismo de izaje para evitar al máximo escape de gases. Los sellos serán con cubierta en lamina 3 mm, elastómero de dureza 30. Cubierta con refuerzo interno en estructura reticulada de platinas de lamina de acero inoxidable 304. Marco pisador de la cubierta en ángulo de lamina doblada de acero inoxidable AISI 304. Toda la tornillería en acero inoxidable AISI 304.

Las compuertas serán para montaje embebido en ranura dispuesta para tal fin en paredes y fondo del canal. Para el montaje presentar la compuerta en la ranura, nivelar, bloquear, verificar funcionamiento (de mecanismo de izaje y sellos), y rellenar toda la ranura del canal con grouting de espesor mínimo 2.5 mm (1"). Seleccionar el grouting según el servicio y seguir instrucciones del fabricante.

8.4.12 TAPA PARA REACTOR Y CANALES DE EFLUENTES

Todas las tapas para reactores y canales deberán ser tipo domo peatonal de arco en dos direcciones, de espesor 8.0 mm, con faldón para apoyar dentro de canal de sello hidráulico. Fabricada totalmente en PRFV, con estructura tipo sándwich con fibra rigidizante de poliéster ortofálico. No incluye ganchos ni tornillería para sello hidráulico.

La forma de medición y pago para tapas de reactor y canales será por área plana proyectada. Por lo anterior, el PROPONENTE y/o CONTRATISTA deberá considerar en el análisis del precio el desarrollo para arco y faldón.

8.4.13 GANCHOS Y TORNILLERIA PARA SELLO HIDRAULICO DE TAPAS

Todos los ganchos y tornillería para los sellos hidráulicos de las tapas deberán ser de acero inoxidable AISI 304, acabado 2B. Los ganchos deberán ser en lamina doblada 3 mm de acero inoxidable AISI 304, acabado 2B. La tornillería de ajuste de estos sellos será tipo tornillo de anclaje de ½" de acero inoxidable AISI 304.

8.4.14 REJILLA TIPO PEATONAL PARA PASARELAS Y POZOS DE BOMBEO

Tipo módulo de rejilla peatonal L x W x H = 1200 x 1035 x 33 mm. Fabricada totalmente de plástico reforzado con fibra de vidrio (PRFV) con fibra rigidizante de poliéster ortofálico, color verde. Apertura: 57.37%, vigas longitudinales de amarre: 6, vigas transversales de carga: 31. Ancho de prueba 1035 mm, longitud de apoyo 90 mm, luz 945 mm, carga segura concentrada 700 kg y distribuida 1100 kg/cm², deflexión máxima esperada 18.90 mm, factor de seguridad 5.0. Marca Fibratore, modelo Rejilla Peatonal tipo 1, 1035 x 1200 x 33 mm, o similar.

8.5 ESPECIFICACIONES GENERALES PARA INSTALACIONES

Se presentan a continuación las especificaciones técnicas generales a aplicar extensamente a todas instalaciones de servicio dentro de la ejecución de los trabajos. Se consignan las especificaciones para la tubería de las instalaciones de servicio (aire, biogás, olores, lodos y agua de proceso) y para las instalaciones eléctricas a partir de los tableros parciales. Las especificaciones de los tableros parciales hacia atrás pueden consultarse en el diseño de las instalaciones eléctricas.

8.5.1 TUBERIA PARA INSTALACIONES DE SERVICIO

El trazado en planta general de las tuberías de las instalaciones de servicio se muestran en los planos hidráulicos

A continuación se consignan las especificaciones técnicas particulares para las tuberías de las instalaciones de servicio.

8.5.1.1 Tubería para efluentes

Excepto donde se indique lo contrario, toda la tubería del cabezal de efluentes de los reactores debe ser de PRFV, rigidez 255, PN 1, a la vista, sobre soportes y pintada, inicialmente con un primer y después con esmalte sintético de color reglamentario. Temperatura máxima de trabajo 40° C. Presión máxima de trabajo 2.0 PN = 2.04 kg/cm² (29.4 lb/pulg²). Presión de prueba 1.5 PN 1.53 kg/cm² (22.05

psig). Velocidad máxima de flujo = 3.0 m/s (según desniveles, perfil hidráulico y/o pérdidas máximas para diámetro más económico).

Uniones deslizantes (junta elástica) con sellos de caucho EPDM dureza 55 a 60 Shore A. Uniones con bridas ANSI 150 libras, PRFV con empaque elastomérico y tornillería en acero inoxidable 304.

8.5.1.2 Tubería para aire

Excepto donde se indique lo contrario, toda la tubería de aire comprimido debe ser en tubo PVC UM, RDE 21, revestida con PRFV, a la vista y sobre soportes y pintada con primer y esmalte sintético de color reglamentario. Presión máxima de trabajo 14.06 kg/cm² (200 psig), temperatura máxima de trabajo 40° C, presión de prueba 21.0 kg/cm² (350 psig). Velocidad máxima 15 m/s.

Uniones soldadas con soldadura plástica. Uniones deslizantes (junta elástica) con sellos de caucho EPDM dureza 55 a 60. Shore A. Uniones con bridas ANSI 150 libras, acero carbono, o PRFV, con empaque elastomérico y tornillería en acero inoxidable 304.

8.5.1.3 Tubería para biogás

Excepto donde se indique lo contrario, toda la tubería de biogás debe ser en tubo PVC UM, RDE 21, revestida con PRFV, a la vista y sobre soportes y pintada con primer y esmalte sintético de color reglamentario. Presión máxima de trabajo 14.06 kg/cm² (200 psig), temperatura máxima de trabajo 40° C, presión de prueba 21.0 kg/cm² (350 psig). Velocidad máxima = 3.0 m/s.

Uniones soldadas con soldadura plástica. Uniones deslizantes (junta elástica) con sellos de caucho EPDM dureza 55 a 60 Shore A. Uniones con bridas ANSI 150 libras, acero carbono, o PRFV, con empaque elastomérico y tornillería en acero inoxidable 304.

8.5.1.4 Tubería para olor

Excepto donde se indique lo contrario, toda la tubería de olor debe ser en tubo PVC UM, RDE 21, revestida con PRFV, a la vista y sobre soportes y pintada con primer y esmalte sintético de color reglamentario. Presión máxima de trabajo 14.06 kg/cm² (200 psig), temperatura máxima de trabajo 40° C, presión de prueba 21.0 kg/cm² (350 psig). Velocidad máxima = 15.0 m/s.

Uniones soldadas con soldadura plástica. Uniones deslizantes (junta elástica) con sellos de caucho EPDM dureza 55 a 60 Shore A. Uniones con bridas ANSI 150 libras, acero carbono, o PRFV, con empaque elastomérico y tornillería en acero inoxidable 304.

8.5.1.5 Tubería para lodos

La tubería para lodos se divide en dos tipos: 1) Tubería para lodos desde los reactores UASBs a planta de lodos, y 2) Tubería para lodos de decantador a estaciones de bombeo y tanque aireador.

8.5.1.5.1 Tubería para lodos reactores UASB - Planta de lodos

Excepto donde se indique lo contrario, la tubería para lodos de reactores UASB a Planta de lodos deberá ser en tubo de acero A-53^B, en Sch. 40 de Ø 4 a 6", y en Sch. 20 de Ø 8 a 12". Esta tubería deberá ser a la vista, sobre soportes, acabado exterior pintado con anticorrosivo alquídico y esmalte sintético de color reglamentario. Presión máxima de trabajo 2.0 kg/cm² (29.4 psig), temperatura máxima de trabajo 80° C, presión de prueba 3.0 kg/cm² (44.1 psig). Velocidad máxima 5.0 m/s.

Unión soldada entre tramos y accesorios con soldaduras a tope o con uniones bridadas. Las bridas deberán ser ANSI 150 libras, acero carbón, con empaque elastomérico y tornillería en acero inoxidable 304. Accesorios soldables, con soldaduras externas con limpieza a grata. Limpieza interna de la tubería drenada.

Todos los codos de 30°, 45°, 60° y 90° deberán ser de radio largo (R/D = 1.5). Todos los codos con uniones soldadas a tope. Todas las tees deberán ser de entrada / salida lateral a 90°. Todas las reducciones / expansiones deberán ser concéntricas a 5 o 10°.

Tubería con protección catódica de electrodo consumible a calcular, suministrar e instalar por el CONTRATISTA.

8.5.1.5.2 Tubería para lodos decantador - estación de bombeo / tanque aireador

Excepto donde se indique lo contrario, toda la tubería para lodos de decantador a estación de bombeo y/o tanque aireador, de Ø14" en adelante, deberá ser en tubo de acero carbón, soldado longitudinalmente, a la vista, sobre soportes, acabado exterior pintado con anticorrosivo alquídico y esmalte sintético de color reglamentario. Presión máxima de trabajo 2.0 kg/cm² (29.4 psig), temperatura máxima de trabajo 80° C, presión de prueba 3.0 kg/cm² (44.1 psig). Velocidad máxima 5.0 m/s.

Tubería fabricada de mínimo lámina 3/16" HR, A-36, en tramos de entre 1.20 y 2.40 metros, con uniones longitudinales y transversales soldadas eléctricamente a tope. Soldaduras externas con limpieza a grata. Soldaduras internas con limpieza a cepillo de acero. Limpieza interna del tubo: drenado y seco; acabado interno: 2 mills de anticorrosivo alquídico color gris. Limpieza externa del tubo: manual con cepillo de acero, acabado externo: 2 mills de anticorrosivo alquídico color gris.

Unión soldada entre tramos y accesorios con soldaduras a tope o con uniones bridadas. Las bridas deberán ser de dimensiones similares a las bridas ANSI 150 libras, en mínimo lamina 3/8" HR, A-36, (o en ángulo L curvado, de espesor mínimo 1/4", A-36), con empaque elastomérico y tornillería en acero inoxidable 304.

Accesorios en mínimo lámina 3/16", HR, A-36, extremos soldables, con uniones longitudinales y transversales soldadas eléctricamente a tope. Soldaduras externas con limpieza a grata. Soldaduras internas con limpieza a cepillo de acero. Limpieza interna del accesorio: drenado y seco; acabado interno: 2 mills de anticorrosivo alquídico color gris. Limpieza externa del accesorio: manual con cepillo de acero, acabado externo: 2 mills de anticorrosivo alquídico color gris.

Todos los codos de 30°, 45°, 60° y 90° deberán ser de radio largo (R/D = 1.5). Los codos de 90° deberán ser de cinco piezas, los de 60° de tres piezas y los de 30° y 45° de dos piezas. Todos los codos con uniones soldadas a tope. Todas las tees deberán ser de entrada / salida lateral a 90°. Todas las reducciones / expansiones deberán ser concéntricas de 5 a 10°.

Tubería con protección catódica de electrodo consumible a calcular, suministrar e instalar por el CONTRATISTA.

8.5.1.6 Tubería para agua de proceso

Excepto donde se indique lo contrario, toda la tubería de agua de proceso debe ser en tubo PVC UM, RDE 21, revestida con PRFV, a la vista y sobre soportes y pintada con primer y esmalte sintético de color reglamentario. Presión máxima de trabajo 14.06 kg/cm² (200 psig), temperatura máxima de trabajo 40° C, presión de prueba 21.0 kg/cm² (350 psig). Velocidad máxima = 5.0 m/s.

Uniones roscadas con rosca cónica NPT. Uniones bridadas con bridas ANSI 150 libras galvanizadas con empaque elastomérico y tornillería en acero inoxidable 304.

8.5.2 SOPORTERIA PARA TUBERIA DE INSTALACIONES DE SERVICIO

Todas las tuberías de las instalaciones de servicio son a la vista, pintada con colores reglamentarios, y sobre soportes Arreglo, dimensiones generales y detalles principales de la soportería para tubería y válvulas, y el paso de vías se muestran en los siguientes planos:

1. UTPT-CDMB-4478-PL.MEC-019-05: Tubería para aire, biogás, olor, lodos y agua de proceso - Soportería (típico) - Soportes tipo y detalles
2. UTPT-CDMB-4478-PL.MEC-020-05: Tubería para aire, biogás, olor, lodos y agua de proceso - Válvulas y soportes (típicos) - Soportes tipo y detalles
3. UTPT-CDMB-4478-PL.MEC-021-05: Tubería para aire, biogás, olor, lodos y agua de proceso - Puente para paso de vías (Típico) - planta, elevación y detalles

A continuación se consignan las especificaciones técnicas particulares para la soportería de las instalaciones de servicio. Excepto donde se especifique lo contrario, las instalaciones de servicio siguen las especificaciones técnicas generales establecidas anteriormente.

8.5.2.1 Soportes en marco H

La soportería para tubería deberá ser tipo marco en H con uniones atornilladas, que soporte las cargas estáticas, dinámicas y de dilatación de las tuberías.

La distancia entre soportes y la separación entre tuberías deben ser como recomendado por los fabricantes / suministradores de la tubería, y deberá tener en cuenta el diámetro exterior de la brida. En los planos se dan indicaciones generales sobre la distancia entre soportes para tubería de acero. Las tuberías de acero de gran diámetro podrán usarse para apoyar soportería de tuberías plásticas de diámetro menor.

Cada válvula deberá tener como mínimo dos soportes. Un soporte deberá instalarse cerca a cada unión a la tubería (bridas). Un soporte adicional deberá instalarse bajo el cuerpo en válvulas de gran peso y/o tamaño.

La soportería para tubería y válvulas deberá tener columna, ménsulas y travesaños en C 1.5/8 x 1.5/8" x 3 kg/m, en lamina doblada cal. 12 HR, A-570 Gr 33, galvanizada en caliente bajo normas ASTM A 123 y A 153. Las uniones de la soportería deben ser con platinas conectoras en lamina calibre 12 y 1/4" ASTM A 36, galvanizada en caliente según normas ASTM A 123 y A 153.

Las columnas y parales de la soportería deben ir sobre placas soportes para anclar a piso o base de concreto. Estas placas deben ser en lamina 1/4" HR A-36 con cartelas para unión a columnas y parales con tornillería grado 2. El acabado de las placas soportes y la tornillería puede ser galvanizado en caliente según normas ASTM A 123 y A 153; o zincado electrolítico según norma ASTM B 633-78.

Las ménsulas, platinas conectoras y las cartelas deben unirse a columnas, parales, travesaños y placas soporte con tornillo cabeza hexagonal, arandela plana, arandela de presión y tuerca mordaza con resorte. Esta tornillería debe ser grado 2, y galvanizada en caliente según normas ASTM A 123 y A 153; o con zincado electrolítico según norma ASTM B 633-78.

Las placas soportes para columnas y parales deben anclarse al piso o a base de concreto. Las bases deberán ser en concreto de 3000 lb/pulg², diseñadas para soportar las cargas estáticas, dinámicas y de dilatación de la soportería y de las tuberías.

Los anclajes de las placas soporte deben ser de naturaleza fuerte, durables, y de material resistente a la corrosión. Los anclajes mínimos serán anclaje de cuña $\Phi 1/2$ "

x 3.3/4", acero inoxidable 304, con resistencia a la extracción de 6000 lb/pulg², y resistencia al corte de 9000 psi, excepto donde se especifique diferente.

8.5.2.2 Puente para paso de tubería sobre vías

El paso de tubería a través de las vías internas deberá hacerse sobre puente. Este puente será del tipo plataforma metálica elevada sobre columnas tubulares, y lo será para vías de ancho 5.0, 6.0 y 7.0 m. El típico de puente para vía de 7 metros se muestra en el plano UTPT-CDMB-4478-PL.MEC-021-05: Tubería para aire, biogás, olor, lodos y agua de proceso - Puente para paso de vías (Típico) - planta, elevación y detalles).

La altura mínima por debajo de la estructura del puente deberá ser de 5.0 m, La plataforma deberá ser de ancho 3.60 m. Luz máxima del puente deberá ser de 8.00 m (para vía de 7.0 m de ancho), para carga segura concentrada de 4000 kg, carga distribuida de 50 kg/m, deflexión máxima de los largueros de $L / 1,200$ (longitud entre soportes dividido por 1200)

La plataforma deberá contar con espacio para montar soportes para tubería en marco H, pasos peatonales a ambos lados, baranda de 1.0 m de alto, y dos escaleras tipo gato con protección, para acceso del personal a la plataforma, por un solo lado.

Largueros y travesaños de la plataforma en perfiles estructurales A-42, y tramado para piso en ángulos A-36. Piso en lamina 1/8" Alfajor A-36 con barandas en L 2 x 2 x14" A-36. Columnas en tubo A 53 °B. Cartelas mínimo en lámina 1/4" A-36. Todas las uniones atornilladas con tornillería en acero carbón grado 5. Acabado general en 3 mills de pintura epóxica, color reglamentario. Peso aproximado 4,500 kg.

Las placas soportes de las columnas tubulares deben anclarse a bases de concreto. Estas bases deberán ser en concreto de 3000 psi, diseñadas para soportar las cargas estáticas, dinámicas y de dilatación de la plataforma y la tubería.

Los anclajes de las placas soporte de las columnas deben ser de naturaleza fuerte, durables, y de material resistente a la corrosión. Los anclajes mínimos serán anclaje con tornillo mínimo $\Phi 3/4$ " pulg.

La distancia entre soportes y la separación entre tuberías antes de subir a la plataforma, y sobre la plataforma en sí, deberán ser como recomendado por los fabricantes / suministradores de la tubería, y deberá tener en cuenta el diámetro exterior de la brida. Las tuberías de acero de gran diámetro podrán usarse para apoyar soportería de tuberías plásticas de diámetro menor.

Arreglo general, configuración, dimensiones principales y detalles básicos del puente para paso elevado de tuberías sobre vías pueden verse en el plano UTPT-CDMB-4478-PL.MEC-021-05: Tubería – Puente paso vías (Típico)

Puente con protección catódica de electrodo consumible a calcular, suministrar e instalar por el CONTRATISTA.

8.5.3 ANCLAJE DE TUBERIA DE INSTALACIONES DE SERVICIO

Toda la tubería de proceso debe anclarse a la soportería. Los accesorios para fijación de la tubería a columnas, ménsulas, parales y travesaños de la soportería pueden ser en lamina HR A-36, o redondos de acero SAE 1020, y tornillería grado 2.. Estos accesorios deben ser galvanizados en caliente según normas ASTM A 123 y A 153; o zincada electrolíticamente según norma ASTM B 633-78.

8.5.4 PRUEBA HIDROSTATICA DE TUBERIA DE INSTALACIONES DE SERVICIO

Después de instalar, el CONTRATISTA debe realizar la prueba hidrostática de todas las tuberías (agua, aire, gas y lodos). Esta prueba debe realizarse a 1.50 veces la presión de trabajo de la tubería, durante 24 horas. Al final de las 24 horas de prueba, la Interventoría inspeccionará la tubería para verificar que la pérdida de presión durante esas 24 horas es menor al 5.0% de la presión de prueba.

El CONTRATISTA debe aportar todo los materiales; consumibles, insumos; equipos para realizar, verificar y controlar la prueba; y la mano de obra para las pruebas hidrostática de todas las tuberías instaladas por el CONTRATISTA. Dentro de estos costos deberá incluirse también el costo de elabora y someter a aprobación de la Interventoría el protocolo (procedimiento) de cada prueba.

El CONTRATISTA, con 48 horas hábiles de anticipación, debe someter a aprobación de la Interventoría el protocolo y programación para realizar la prueba hidrostática de una o varias tuberías. Esta prueba debe ocurrir de manera tal que la Interventoría pueda realizar control de la prueba e inspección de la tubería dentro de los días hábiles de una sola semana calendario.

En el evento de que una tubería no pase la prueba hidrostática, será por cuenta total del CONTRATISTA todos los trabajos de detección y corrección de defectos; , el reemplazo de tubería, equipos auxiliares, sistemas, componentes y/o partes que resultaren defectuosos; y, la realización de nuevas pruebas hidrostáticas.

8.5.5 IDENTIFICACION DE TUBERIA DE INSTALACIONES DE SERVICIO

Toda la tubería de proceso es a la vista, pintada con colores reglamentarios, y sobre soportes. Una vez instalada y pintada una haz de tubería, y previo a la prueba hidrostática de la misma, el CONTRATISTA deberá procederse a identificar cada línea. La identificación de líneas será bajo norma del Código Colombiana de Seguridad Industrial y/o OSHA, según lo aprobado por la Interventoría.

El CONTRATISTA, con 48 horas hábiles de anticipación, debe someter a aprobación de la Interventoría el protocolo y programación para realizar la identificación de uno o varios haces de tuberías totalmente instalados y pintados. Esta actividad debe realizarse de manera tal que la Interventoría pueda realizar control del trabajo y verificación de la identificación dentro de los días hábiles de la semana calendario.

8.5.6 ACOMETIDAS ELECTRICAS PARCIALES

Las acometidas eléctricas parciales para las unidades de procesos y operaciones y para equipos serán como especificadas en el diseño de las instalaciones eléctricas.

8.5.7 TABLERO ELECTRICO PARCIAL (TP) DE ACOMETIDAS ELECTRICAS

Cada acometida eléctrica parcial tendrá también su tablero parcial. Estos TPs serán como especificadas en el diseño de las instalaciones eléctricas. Excepto donde se especifique diferente, los TPs estarán entre tres y cinco metros de la unidad o equipo al cual alimentan.

8.5.8 TABLERO DE FUERZA Y CONTROL (TFC) DE UNIDADES Y EQUIPOS

Será por cuenta total del CONTRATISTA el tablero de fuerza y control (TFC) de cada una de las unidades y de los equipos a suministrar y montar. Todos los equipos individuales deben tener su propio TFC, excepto donde se especifique lo contrario.

A este respecto, dentro de los límites de suministro de cada ítem de equipos debe considerarse: 1) Suministrar e instalar el TFC con todos los conductores y el aparataje necesario, y 2) Conectar el TFC al tablero parcial eléctrico (especificado dentro de las obras eléctricas), situado a no más de cinco metros de distancia.

Excepto donde se especifique diferente, todos los TFCs serán a la vista, sobre soportes, y pintados con colores reglamentarios. El TFC será para área no peligrosa y a prueba de agua y corrosión, según Código Eléctrico Nacional y norma NEMA 4X, con gabinetes en lámina de al menos 2.0 mm, acero inoxidable AISI 304.

El TFC de cada unidad de proceso o equipo individual, como mínimo deberá contener:

- 1) Barraje 440V/3f/60Hz, de acuerdo a la carga instalada
- 2) Aparataje de fuerza y control completo que incluye totalizadores, contactores, relés termo magnéticos, temporizadores, arrancadores, potenciómetros, etc.
- 3) Aparataje de señalización que incluye amperímetro, voltímetro, vatímetro, botonera y luces pilotos para accionamientos start-stop y manual-automático (donde aplicable)
- 4) Borneras y conductores con identificación

- 5) Aparataje completo de sensores, indicadores, y controladores para la medición y/o automatización de procesos, según lo especificado para cada unidad de proceso y/o equipo
- 6) Borneras y salidas eléctricas y/o digitales con identificación para enviar las señales, según lo especificado, para la Unidad Supervisora de Operación de la planta.

Los módulos especiales de control o automatización de procesos con tableros de fábrica, o que no puedan instalarse dentro del TFC del respectivo equipo, deberán tener protección NEMA 4X y gabinete en acero inoxidable 304. Adicionalmente deberán cumplir, o facilitar cumplir, las demás especificaciones de los TFCs.

8.5.9 CANALIZACION Y CONDUCTORES DE ACOMETIDAS TP – TFC

Será por cuenta del CONTRATISTA la canalización y conductores de la acometida del tablero parcial (TP) de la unidad de proceso al tablero de fuerza y control (TFC) de cada equipo. Los TP serán como consignado en las especificaciones de los equipos e instalaciones eléctricas.

La canalización externa e interna será en tubo conduit pesado a la vista, pintado y sobre soportes. El tubo, conduit y las cajas de paso deben ser para área no peligrosa y a prueba de agua y corrosión, según Código Eléctrico Nacional y norma NEMA 4X.

La canalización deberá pintarse con primer y luego con esmalte sintético color reglamentario según el Código Colombiano de Seguridad Industrial y/o OSHA, como determine la Interventoría.

Los conductores serán a prueba de corrosión y agua, y deberán tener terminales e identificación, siguiendo para el efecto lo establecido para las obras e instalaciones eléctricas.

8.5.10 CANALIZACION Y CONDUCTORES DE ACOMETIDAS TFC – EQUIPO

Será por cuenta del PROPONENTE / CONTRATISTA la canalización y conductores de la acometida del tablero de fuerza y control (TFC) a cada equipo.

La canalización será en tubo conduit pesado a la vista, pintado y sobre soportes. El tubo, conduit y las cajas de paso deben ser para área no peligrosa y a prueba de agua y corrosión, según Código Eléctrico Nacional y norma NEMA 4X. El tubo deberá pintarse con primer y luego con esmalte sintético color reglamentario según el Código Colombiano de Seguridad Industrial y/o OSHA, como determine la Interventoría.

Los conductores serán a prueba de corrosión y agua, y deberán tener terminales e identificación.

8.5.11 SOPORTERIA PARA ACOMETIDAS TP - TFC y TFC – EQUIPO

Todas las canalizaciones de acometidas eléctricas parciales son a la vista, pintada con colores reglamentarios, y sobre soportes. El soporte debe ser tipo columna o marco en H con uniones atornilladas, que soporte las cargas estáticas, dinámicas y de dilatación de las canalizaciones.

La soportería para las canalizaciones eléctricas debe ser similar a la soportería para tubería de agua, aire y gas, especificada anteriormente.

8.5.12 ANCLAJE DE TFC DE CADA EQUIPO

Todo tablero debe asegurarse al poste o la estructura de soporte. Los anclajes serán de naturaleza fuerte, durables, y de material resistente a la corrosión: acero inoxidable 304, excepto donde se especifique diferente.

8.5.13 PRUEBA DE ACOMETIDAS Y TABLEROS ELECTRICOS

Después de instalar, el CONTRATISTA debe realizar la prueba de todas las acometidas eléctricas parciales y todos los TPs y TFCs. Estas pruebas son protección, puesta a tierra, aislamiento, operación y amperaje o carga instalada. Igualmente deberá probarse el factor de potencia y factor de demanda establecidos para la carga instalada. La realización, verificación y aceptación de esta prueba será como establecido en las especificaciones de las obras eléctricas.

El CONTRATISTA debe aportar todo los materiales; consumibles, insumos; equipos para realizar, verificar y controlar la prueba; y la mano de obra para las pruebas de todas las acometidas y tableros parciales suministros e instalados por el CONTRATISTA. Dentro de estos costos deberá incluirse también el costo de elabora y someter a aprobación de la Interventoría el protocolo (procedimiento) de cada prueba.

El CONTRATITA, con 48 horas hábiles de anticipación, debe someter a aprobación de la Interventoría el protocolo y programación para realizar la prueba de una o varias acometidas y tableros parciales. Esta prueba debe ocurrir de manera tal que la Interventoría pueda realizar control de la prueba e inspección de la s instalaciones dentro de los días hábiles de la semana calendario.

En el evento de que una acometida o tablero no pase la prueba respectiva, será por cuenta total del CONTRATISTA todos los trabajos de detección y corrección de defectos; el reemplazo de conductores, canalizaciones, tableros, equipos auxiliares, sistemas, componentes y/o partes que resultaren defectuosos; y, la realización de nuevas pruebas. Esto lo será hasta el recibo de la prueba y tubería a plena satisfacción de la Interventoría.

8.6 ESPECIFICACIONES PARTICULARES PARA EQUIPOS E INSTALACIONES

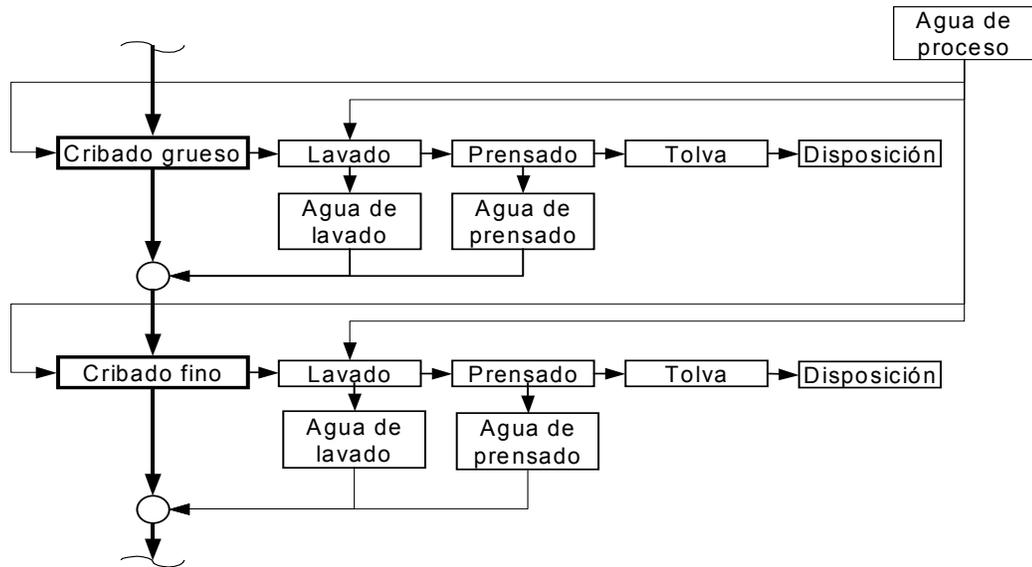
Se presentan aquí las especificaciones técnicas particulares para las operaciones y procesos unitarios, los equipos mayores, y las instalaciones de servicio no cubiertas por las especificaciones generales. El orden de presentación sigue el diagrama de bloques de las etapas del tratamiento de la Figura 2, y el diagrama de bloques los procesos y operaciones unitarias de la Figura 3.

En cada numeral, inicialmente se resume el proceso u operación unitaria, y se relacionan los componentes y planos de referencia; para después presentar las especificaciones en sí. No se consignan cantidades ni unidades de medición de los ítems especificados, los cuales son de fácil acceso al consultar el formulario de cantidades de obras.

8.6.1 CRIBADO

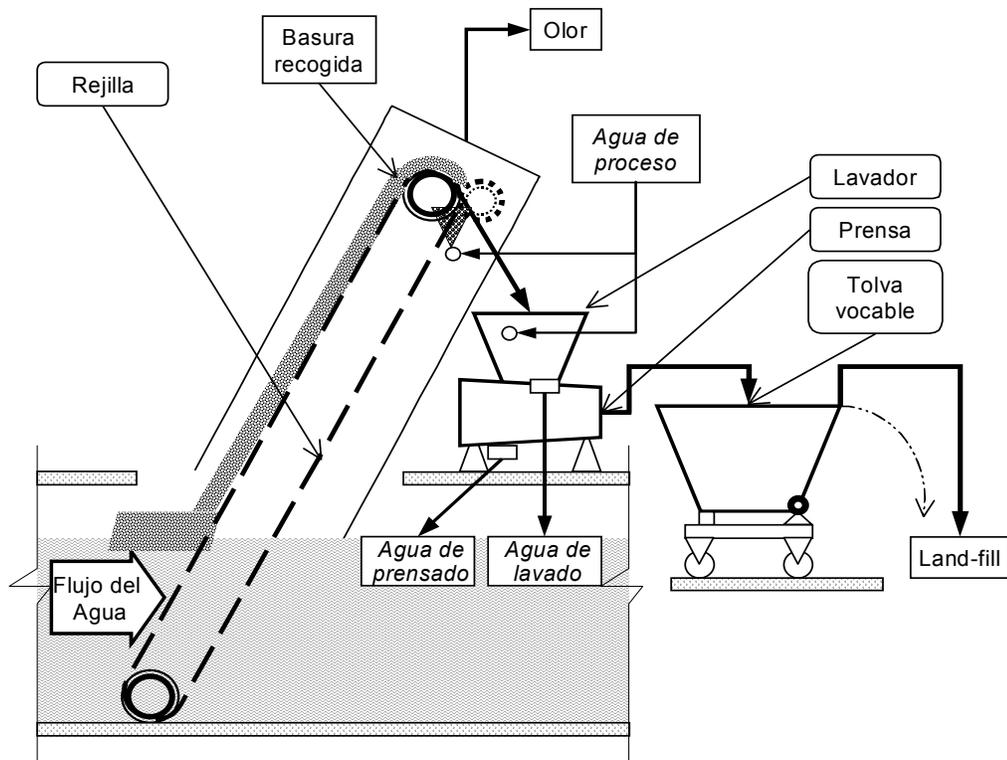
Cribado es la operación unitaria usada para remover los sólidos (basuras) con tamaño superior a 3 milímetros presente en el agua residual. La unidad de cribado está compuesta de rejillas para cribado grueso (6 mm), rejillas cribado fino (3 mm), lavadores y compactadores o prensas de cribados y tolva para recibir y transportar las basuras lavadas y prensadas. Por otra parte, la entrada y salida del canal de cribado cuentan con compuertas de corte, con izaje y traslado mediante diferenciales con troles que corren a todo lo ancho del canal sobre puentes grúas.

Fig 8.4 Diagrama de bloques de la operación unitaria de cribado



La Figura 4 muestra el diagrama de bloques del proceso de cribado, y en la Figura 5 se presenta el esquema de sus equipos mayores: rejilla, lavador, compactador, y tolva volcable. La tolva volcable es para recepción y transporte de las basuras cribadas, lavadas y compactadas, que tendrán disposición final en un relleno sanitario o land-fill.

Fig 8.5 Esquema de la rejilla para cribado



En el cribado, el influente será recibido por gravedad en el canal que los conducirá a las rejillas. El influente pasa primero por el cribado grueso donde serán retenidos los materiales con tamaño mayor de 6 mm; y luego por el cribado fino, para detener basuras con tamaño mayor de 3 mm. Un sensor de nivel, tipo ultrasónico, localizado aguas abajo de cada cribado, envía señal a un control on-off para que las rejillas entren en operación.

En la medida en que el influente pase por la superficie cribante, unas horquillas móviles realizarán la limpieza de esta superficie, sacando las suciedades y descargándolas en la cara posterior. La limpieza de la superficie cribante y las horquillas se mejora con agua de proceso a presión de hasta 2 kg/cm^2 .

Las rejillas deberán ser montadas lado a lado, con una distancia de hasta 5 centímetros entre cada equipo. El espacio entre rejillas deberá cerrarse con sellos de elastómero sintético.

Arreglo y dimensiones generales, junto con detalles principales de la unidad de cribado y algunos de sus equipos mayores (compuerta, puente grúa y rejillas) se muestran en el plano hidráulico UT-PTAR-CDMB-4478-PL-HID-014: Estructura de cribado – Plantas, cortes y dimensiones.

Por otra parte, el trazado en planta general de las tuberías de efluentes, olores y agua de proceso se muestran en los siguientes planos hidráulicos:

- UTPT-CDMB-4478-PL.HID-005-05: Propuesta de diseño – Red de efluentes
- UTPT-CDMB-4478-PL.HID-010-10: Propuesta de diseño – Red de olores
- UTPT-CDMB-4478-PL.HID-011-11: Propuesta de diseño – Red de agua de proceso.

Finalmente, arreglo y dimensiones generales, y detalles principales de compuerta y puente grúa se muestran en los planos mecánicos:

- UTPT-CDMB-4478-PL.MEC-001-05: Sub-unidad de Cribado - Canal de cribado - Compuertas - Corte AA' y detalle1
- UTPT-CDMB-4478-PL.MEC-002-05: Sub-unidad de Cribado- Canal de cribado - Compuertas -Detalles de sellos y puente grúa.

A continuación se consignan las especificaciones técnicas particulares para los equipos mayores de la unidad de cribado: compuerta, puente grúa para compuerta, diferencial con troles para puente grúa, rejillas gruesas y finas, lavador y compactador para basuras cribadas, y tolva para basuras. Excepto donde se especifique lo contrario, las instalaciones de servicio de energía eléctrica, influente / efluente, olor y agua de proceso siguen las especificaciones técnicas generales establecidas anteriormente.

8.6.1.1 Compuerta para entrada / salida del canal de cribado (más de 502 lps)

Especificación no aplicable para primera etapa, con $q_{ds} = 0.502 \text{ m}^3/\text{s}$.

Compuerta tipo plana para instalación en canal, con izaje y traslado mediante diferenciales con troles, para tres posiciones: canal 1-canal 2-izada. Tamaño W x H (Ancho x Alto) = 6.08 x 2.00 m. Peso aproximado 2400 kg.

Otras dimensiones y especificaciones generales según planos. Cabeza máxima de diseño = 6.0 m metros (20'). Rata AWWA esperada de perdida = 0.05 – 1 gal/min x pie perímetro húmedo (0.01-0.21 litros/s x metro de perímetro húmedo)

Compuertas con cubierta exterior en placas modulares de hierro fundido y refuerzo con estructura reticulada en perfiles de acero carbón A-36, uniones con tornillería de acero inoxidable AISI 304. Incluye tres orejas para izaje con diferencial. Orejas de izaje en acero carbón A-36. Acabado general con 3.0 mills de pintura epóxica, color reglamentario.

Lado de flujo de las compuertas con guías y mecanismo de cuña en lamina de acero inoxidable AISI 304 y platina de desgaste en polímetro de alto peso molecular (HMWP) de dureza 60. Lado opuesto al flujo con sello tipo J, en elastómero de

dureza 60. Asiento inferior con sello en perfil de elastómero de dureza 60. Toda la tornillería en acero inoxidable AISI 304.

Compuertas de operación manual con izaje y desplazamiento mediante tres diferenciales de cadena de eslabones con troles, ambos accionados desde el piso, o borde del canal.

Montaje embebido en ranura dispuesta para tal fin en paredes y fondo del canal. Para la instalación presentar las guías en la ranura, nivelar, bloquear, verificar funcionamiento (de mecanismo de izaje y sellos), y rellenar toda la ranura del canal con grouting de espesor mínimo 2.5 mm (1"). Seleccionar el grouting según el servicio y seguir instrucciones del fabricante.

Compuerta metálica con protección catódica de electrodo consumible a calcular, suministrar e instalar por el CONTRATISTA.

8.6.1.2 Puente grúa para compuertas del canal de cribado (más de 502 lps)

Especificación no aplicable para primera etapa, con $q_{ds} = 0.502 \text{ m}^3/\text{s}$.

Puente grúa para sacar y colocar compuerta. Estructura compuesto de tres pórticos y una viga en I, de carga y para desplazamiento de los troles de diferenciales. Estructura montada sobre borde del canal con pernos de anclaje de acero inoxidable 304.

Todas las vigas de la estructura en perfil estructural A-42. Patas del pórtico en tubo A 53 °B. Cartelas mínimo lamina A-36, de ¼" de espesor mínimo. Uniones atornilladas con la tornillería en acero carbón grado 5. Limpieza mecánica con grata, acabado general en 3 mills de pintura epóxica. Incluye protección catódica de electrodo consumible a calcular, suministrar e instalar por el CONTRATISTA.

Peso aproximado 1800 kg. Arreglo general, configuración, dimensiones principales y detalles básicos del puente grúa se presentan en los planos UTPT-CDMB-4478-PL.MEC-001-05: Subunidad de Cribado - Canal de cribado - Compuertas - Corte AA' y detalle1; y, UTPT-CDMB-4478-PL.MEC-002-05: Sub-unidad de Cribado - Canal de cribado - Compuertas - Detalles de sellos y puente grúa

8.6.1.3 Diferencial con trole para puente grúa para compuertas (más de 502 lps)

Especificación no aplicable para primera etapa, con $q_{ds} = 0.502 \text{ m}^3/\text{s}$.

Diferencial eléctrico de cadena de eslabones con trole motorizado. Diferencial con capacidad 1.5 toneladas x 3.0 de elevación, velocidad de elevación 7.5 m/min, y motor 2 kW, 440V/3f/60Hz TEFC. Trole con velocidad 24 m/min, ancho de vía hasta 178 mm, motor 0.3 kW 440V/3f/60Hz TFEC. Peso total aprox. 54 kg.

Incluye suministro e instalación de bolsa en cuero para cadena, botonera (push button) para accionar desde el piso al borde del canal, y tablero de potencia y control (TFC) con gabinete a prueba de corrosión y agua según norma NEMA 4X. Incluye también la acometida eléctrica tablero parcial - TFC.

8.6.1.4 Rejilla para cribado grueso (más 502 Ips)

Especificación no aplicable para primera etapa, con $q_{ds} = 0.502 \text{ m}^3/\text{s}$.

Tipo esterilla para instalar en canal de 6.0 metros de ancho. Espaciamiento 6 mm (3/16"); ancho efectivo de la rejilla 1.90 m. Partes sumergidas en acero inoxidable 304 y plástico resistente al impacto. Operación totalmente automática. Sistema totalmente cerrado para reducir olores y atracción de vectores. Incluye conexión para tubería de extracción de olores.

Para instalar en canal de W x H (anchura x profundidad) = 6.0 x 1.96 m; máximo nivel del influente 0.89 m (35"), medido desde el fondo del canal; máxima velocidad de aproximación 0.58 m/s (1.9 ft/s); ángulo de la rejilla 80 grados; máxima pérdida de cabeza 0.18 metros (7"); remoción de cribados hasta 0.25 m³/hr.

Basura a colectarse comprende piedras pequeñas o gravilla, hojas y ramas de árboles, piezas de madera, trapos, papel higiénico, condones, plásticos y restos de alimentos sin descomponer.

Cada rejilla debe componerse de:

- 1). Superficie filtrante
- 2). Elementos mecánicos de limpieza
- 3). Accionamiento electromecánico
- 4). Elementos hidráulicos para la limpieza con agua a presión
- 5). Tolva de descarga de los sólidos retenidos
- 6). Elementos para encerramiento compuestos por paneles removibles
- 7). Campana superior para la succión de los gases con olor

Cada rejilla debe tener un sistema de apoyo posterior para instalación. Esto, para facilitar de mantenimiento y no intervenir ninguna área de la sección del canal. Este apoyo posterior debe anclarse sobre la tapa del canal, construida en placa de concreto.

Las rejillas deberán ser montadas lado a lado, con una distancia de hasta 5 centímetros entre cada unidad. El espacio entre rejillas deberá cerrarse con sellos de elastómero sintético.

Incluye suministro e instalación del accionamiento mediante moto reductor tipo helicoidal con variador electrónico de velocidad, motor de al menos 2.0 kW, 440V/3f/60Hz, TEFC.

Incluye suministro e instalación de sensor de nivel tipo ultrasónico (instalado aguas abajo), control proporcional de nivel, actuador (el variador electrónico de velocidad del accionamiento de la rejilla), tablero de potencia y control (TFC) con gabinete a prueba de corrosión y agua según norma NEMA 4X, y acometida eléctrica tablero parcial – TFC.

8.6.1.5 Lavador de cribados gruesos (más 502 lps)

Especificación no aplicable para primera etapa, con $q_{ds} = 0.502 \text{ m}^3/\text{s}$.

Tipo lavado por agitación usando agua, aire y mezcla por medios mecánicos. Lavado de cribados hasta $0.25 \text{ m}^3/\text{hr}$. Para abastecer el lavado de los residuos procedentes de todas las rejillas de cribado grueso.

Retorno de agua de lavado a la corriente del proceso y salida de material lavado por gravedad al compactador. El material lavado con materia orgánica reducida es adecuado para deshidratar y posterior disposición en relleno sanitario.

Partes sumergidas en acero inoxidable 304 y plástico resistente al impacto. Operación totalmente automática. Sistema totalmente cerrado para reducir olores y atracción de vectores.

Accionamiento por moto reductor tipo helicoidal de al menos 2.0 kW, 440V/3f/60Hz. Incluye interruptor de flotador para accionamiento automático, y tablero de potencia y control (TFC) con gabinete a prueba de corrosión y agua según norma NEMA 4X, y acometida tablero parcial – TFC.

8.6.1.6 Compactador de cribados gruesos (más 502 lps)

Especificación no aplicable para primera etapa, con $q_{ds} = 0.502 \text{ m}^3/\text{s}$.

Tipo prensa tornillo sin fin para deshidratar cribados reduciendo su volumen hasta un 75% y extrayendo de 40 a 50% de agua. Deshidratado de cribados hasta $0.25 \text{ m}^3/\text{hr}$. Para abastecer el lavado de los residuos procedentes de todas las rejillas de cribado grueso.

Retorno de agua de deshidratado y de lavado del equipo a la corriente del proceso y salida de material compactado por prensado. El material compactado, cae por gravedad a una tolva para disponer en relleno sanitario (land-fill).

Partes sumergidas en acero inoxidable 304 y plástico resistente al impacto. Operación totalmente automática. Sistema totalmente cerrado para reducir olores y atracción de vectores.

Accionamiento por moto reductor tipo helicoidal de al menos 3.0 kW, 440V/3f/60Hz. Incluye interruptor de flotador para accionamiento automático, y tablero de potencia

y control (TFC) con gabinete a prueba de corrosión y agua según norma NEMA 4X, y acometida tablero parcial – TFC..

8.6.1.7 Rejilla para cribado fino

Tipo esterilla para instalar en canal de 6.0 m de ancho. Espaciamiento 3 mm (1/8"); ancho efectivo de la rejilla 2.90 m. Partes sumergidas en acero inoxidable 304 y plástico resistente al impacto. Operación totalmente automática.

Sistema totalmente cerrado para reducir olores y atracción de vectores. Incluye conexión para tubería de extracción de olores.

Para instalar en canal de W x H (anchura x profundidad) = 6.0 x 1.96 m; máximo nivel del influente 0.71 m (28"), medido desde el fondo del canal; máxima velocidad de aproximación 0.72 m/s (2.37 ft/s); ángulo de la rejilla 35 grados con la horizontal; máxima pérdida de cabeza 0.20 m (8"); remoción de cribados 0.039 - 0.42 m³/hr (0.05-0.54 cu yd /hr). remoción de BOD 5-10%; remoción de TSS 5-10%

Basura a colectarse comprende arena, papel picado, fibras vegetales y artificiales, cabello, restos de alimentos sin descomponer y heces.

Resto de especificaciones similares a la de la rejilla para cribado fino.

8.6.1.8 Lavador de cribados finos

Similar al lavador para cribado grueso, y para abastecer el lavado de los residuos procedentes de todas las rejillas de cribado fino.

8.6.1.9 Compactador de cribados para sistema de cribado fino

Similar al compactador para cribado grueso y para abastecer el lavado de los residuos procedentes de todas las rejillas de cribado fino.

8.6.1.10 Tolva para recibir y transportar cribados finos

Tipo tolva de auto-volteo, trabajo pesado, con ruedas y guía para trasladar con montacargas. Capacidad 1.15 m³ (1.5 yardas³), 1000 kg, L x H x H = 1.25 x 1.30 x 1.30 m. (49 x 51.1/4 x 51"). Fabricada totalmente en acero carbono con acabado en pintura epóxica. Peso aproximado 200 kg.

Tolva en lamina cal. 12 HR A-36. Con borde reforzados con platina de acero carbón A-36. Soporte y mecanismo de volteo en laminas y perfiles de acero carbón. Incluye cadena de seguridad para asegurar a montacargas y cable para accionar mecanismo de volteo desde el asiento del montacargas.

Guías para montacargas y bases para ruedas en perfiles estructurales de acero carbón. Incluye ruedas ø 8 x 2 ", dos fijas y dos móviles

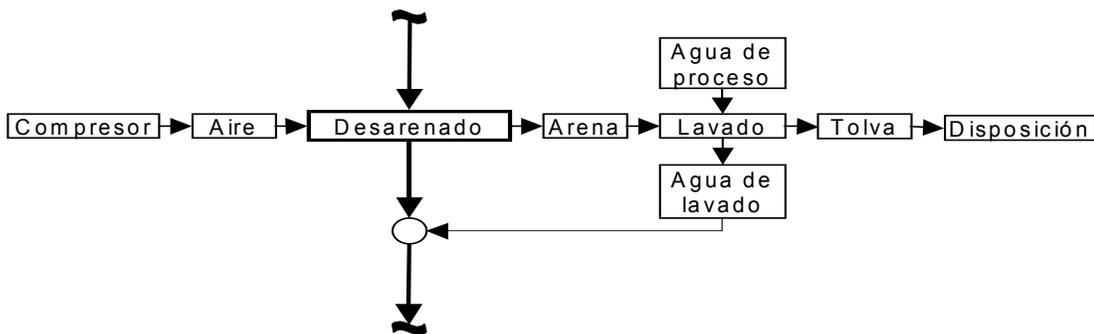
Limpieza interior y exterior con grata, y acabado con 3.0 mills pintura epóxica color reglamentario.

8.6.2 DESARENADO

Desarenado es la operación unitaria que remueve la arena presente en los influentes sanitarios, para así evitar que llegue a otras unidades de proceso afectando desempeño y erosionando conductos y equipos. La unidad de desarenado esta compuesta de canal desarenador con difusores de burbujas finas de aire, compresor para aire, y motobomba sumergible para extraer la arena, montada sobre puente viajero. Adicionalmente, la entrada al canal cuenta con compuerta de cierre con izaje y traslado mediante diferenciales con trole que corren a todo lo ancho del canal sobre puente grúa. La salida cuenta con vertedero fijo. *Especificación sólo aplicable para etapa donde se tratarán de 0.5 m³/s.*

La Figura 6 muestra el diagrama de bloques del proceso de desarenado. Por otra parte, la Figura 7 muestra el esquema de sus equipos mayores: puente viajero, motobomba sumergible para arena, canal de recolección de arena, lavador-separador de arena y tolva volcable. La tolva volcable es para recepción y transporte de arena lavada que tendrá como disposición final recomendada el uso en la construcción.

Fig 8.6 Diagrama de bloques de la operación unitaria de desarenado

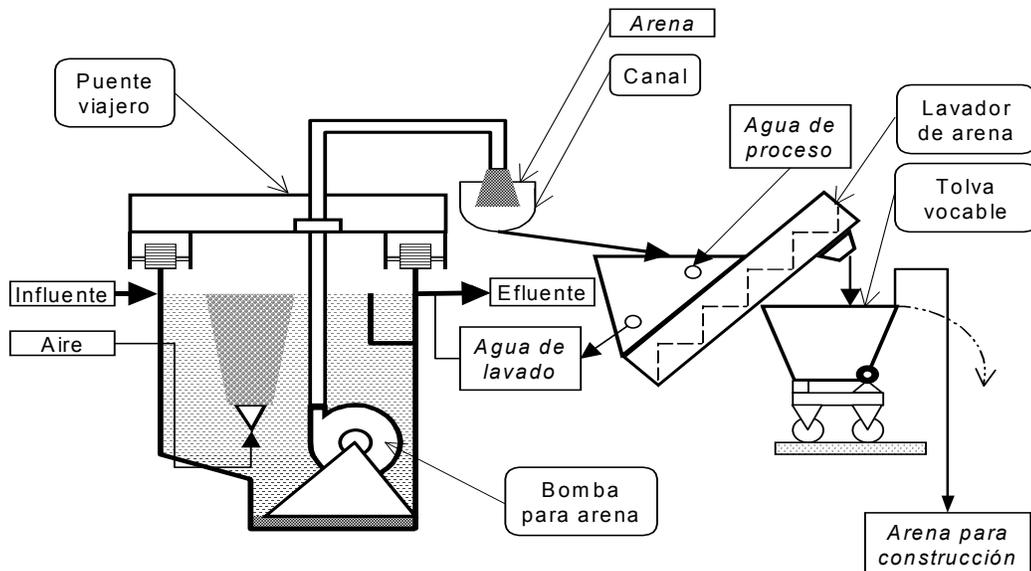


Luego de la remoción de los sólidos (basuras) en la unidad de cribado, el agua residual sigue por desnivel a la unidad de desarenado. En el desarenador ocurre la sedimentación de la arena, lo cual es promovido por un flujo ascendente de aire inyectado por difusores de membrana.

La arena decantada se precipita en el fondo del tanque donde inmediatamente la succiona la motobomba sumergible, la cual cuelga y se desplaza con el puente viajero. La descarga de la motobomba sumergible arroja el agua y arena a un canal lateral que, por gravedad, lleva la mezcla al lavador-separador de arena localizado en la extremidad del mismo canal.

El lavador-separador de arena realiza su función aprovechando la gravedad y el mezclado y transporte efectuado por un tornillo sin fin. El agua de lavado retorna a la corriente de agua residual y la arena cae en la tolva volcable para la remoción y disposición final.

Fig 8.7 Esquema del desarenador



Arreglo y dimensiones generales, junto con detalles principales de la unidad de desarenado y algunos de sus equipos mayores (compuerta y canal lateral) se muestran en el plano hidráulico UTPT-CDMB-4478-PL.HID-015-05: Desarenador - Planta, cortes y dimensiones,

Por otra parte, el trazado en planta general de las tuberías de efluentes se muestra en el plano hidráulico: UTPT-CDMB-4478-PL.HID-005-05: Propuesta de diseño – Red de efluentes

Finalmente, arreglo y dimensiones generales, y detalles principales de compuerta, puente grúa, puente viajero se muestra en los planos mecánicos

- UTPT-CDMB-4478-PL.MEC-003-05: Sub-unidad de Desarenado - Desarenador - Compuerta - Corte AA' y detalle 1
- UTPT-CDMB-4478-PL.MEC-004-05: Sub-unidad de Desarenado - Desarenador - Compuerta - Detalles de sellos y puente grúa
- UTPT-CDMB-4478-PL.MEC-005-05: Sub-unidad de Desarenación - Desarenador - Puente viajero - Arreglo general, vistas y detalle 1

A continuación se consignan las especificaciones técnicas particulares para los equipos mayores de la unidad de cribado: compuerta, puente grúa para compuerta, diferencial con troles para puente grúa, puente viajero, moto reductor para puente viajero, compresor, motobomba sumergible, canal lateral, lavador-separador de arena, y tolva para arena lavada. Adicionalmente se especifican las instalaciones de servicio de tubería de aire, la cual no sigue las especificaciones generales antes consignadas. Las instalaciones de servicio de energía eléctrica, influente / efluente, olor y agua de proceso siguen las especificaciones técnicas generales establecidas anteriormente.

8.6.2.1 Compuerta de corte para entrada del canal del desarenador

Tipo plana para instalación en canal, con izaje y traslado mediante diferencial con trole para tres posiciones: canal 1-canal 2-izada. Tamaño W x H (Ancho x Alto) = 3.93 x 2.88 m.

Otras dimensiones y especificaciones generales según planos. Cabeza máxima de diseño = 6.0 m metros (20'). Rata AWWA esperada de perdida = 0.05 – 1 gal / min x pie perímetro húmedo (0.01-0.21 litros/s x metro de perímetro húmedo)

Compuertas con cubierta exterior en placas modulares de hierro fundido y refuerzo estructura reticulada en perfiles de acero carbón A-36, uniones con tornillería de acero inoxidable AISI 304. Incluye tres orejas de izaje con diferencial. Orejas de izaje en laminas y varillas acero carbón A-36.

Resto de especificaciones similares alas del numeral 5.1.1 Compuerta de corte 6.08 x 2.0 m para entrada / salida de canal de cribado.

Arreglo general, configuración, dimensiones principales y detalles básicos en los planos UTPT-CDMB-4478-PL.MEC-003-05: Sub-unidad de Desarenado - Desarenador - Compuerta - Corte AA' y detalle 1; y, UTPT-CDMB-4478-PL.MEC-004-05: Sub-unidad de Desarenado - Desarenador - Compuerta - Detalles de sellos y puente grúa.

8.6.2.2 Puente grúa para compuerta de corte de entrada del canal de desarenado

Puente grúa para sacar y colocar compuerta. Estructura compuesto de tres pórticos y una viga en I, de carga y para desplazamiento de los troles de diferenciales. Estructura montada sobre borde del canal con pernos de anclaje de acero inoxidable 304.

Todas las vigas de la estructura en perfil estructural A-42. Patas del pórtico en tubo A 53 °B. Cartelas mínimo lamina A-36, de ¼" de espesor mínimo. Uniones atornilladas con la tornillería en acero carbón grado 5. Limpieza mecánica con grata, acabado general en 3 mills de pintura epóxica. Incluye protección catódica de electrodo consumible a calcular, suministrar e instalar por el CONTRATISTA.

Peso aproximado 1800 kg. Arreglo general, configuración, dimensiones principales y detalles básicos del puente grúa se presentan en los planos UTPT-CDMB-4478-PL.MEC-003-05: Sub-unidad de Desarenado - Desarenador - Compuerta - Corte AA' y detalle 1; y, UTPT-CDMB-4478-PL.MEC-004-05: Sub-unidad de Desarenado - Desarenador - Compuerta - Detalles de sellos y puente grúa.

8.6.2.3 Diferencial con trole para puente grúa para compuerta de corte

Diferencial eléctrico de cadena de eslabones con trole motorizado. Diferencial con capacidad 1.5 toneladas x 3.0 de elevación, velocidad de elevación 7.5 m/min, motor 2 kW, 440V/3f/60Hz. Trole con velocidad 24 m/min, ancho de vía hasta 178 mm, motor 0.3 kW 440V/3f/60Hz Peso total aprox. 54 kg.

Incluye suministro e instalación de bolsa en cuero para cadena, botonera (push button) y tablero de potencia y control (TFC) con gabinete a prueba de corrosión y agua según norma NEMA 4X, y acometida eléctrica tablero parcial – TFC

8.6.2.4 Puente viajero para desarenador

Puente viajero (móvil) peatonal y para soporte de bombas sumergibles y sus tuberías de descarga de slurry arena-agua; de dimensiones generales L x W x H (longitud total x ancho x alto) = 10.50 x 1.05 x 2.50 m, distancia entre apoyos L = 9.80 m. Puente con diseño preliminar para carga segura concentrada de al menos 2.900 kg, carga distribuida de al menos 390 kg/m, y deflexión máxima admisible = $L / 1000 = 9.80$ mm. Velocidad variable de 0.5 a 1.0 m/min, recorrido 33 m (33 m de ida y 33 m de regreso),

Puente peatonal para facilitar acceso de personal a la división central del tanque desarenador con un tráfico estimado de dos hombre de 100 kg cada metro, y con carga muerta por tubería y bombas. Puente con dos motobombas de 200 kg cada una y con descarga de bombas a canaleta de slurry de arena-agua en dos tubos Ø4" Sch 40 A-53°B (25 kg/m),.

Puente metálico tipo armadura Warren de seis módulos, con largueros y barras en perfil estructural A-42 o en vigas cajón en lamina HR doblada A-36 (que el CONTRATISTA deberá calcular), piso en parrilla peatonal de PRFV, y baranda en L

2 x 2 x 1/4" A-36. Ambos extremos con escalera, para acceso desde el piso del borde del tanque.

Puente con uniones atornilladas con cartelas de al menos lámina 3/8", A-36; y tornillería grado 5. Toda la tornillería deberá ser galvanizada en caliente según normas ASTM A- 123 y A-153; o con zincado electrolítico según norma ASTM B-633-78.

Puente viajero, con ambos extremos montados sobre trole motorizado. Ruedas de troles tipo ferrocarril (con pestaña) Ø 6" HF, para correr sobre rieles. Ruedas montadas sobre dos rodamientos sellados de cilindros a rotula sellados, para eje Ø3" SAE 1040. Extensión de ejes de ruedas en tubo Ø4" Sch 40 A-53°B. Rieles para ruedas en perfil estructural C 6" x 8.3 lb/pie A-42 de 34 m longitud, instalados sobre concreto nivelado del borde del tanque. Anclaje de rieles con pernos Ø3/8 x 3.1/2", acero inoxidable 304.

Barandas del puente y escaleras en L 2 x 2 x 1/4", A-36, cartelas en lamina 1/4" A-36. Todas las uniones con tornillo cabeza hexagonal, arandela plana, arandela de presión y tueda mordaza con resorte. Toda la tornillería grado 2, y galvanizada en caliente según normas ASTM A- 123 y A-153; o con zincado electrolítico según norma ASTM B-633-78. Baranda para puente metálico y piso para puente, podrán ser como se muestran en el plano UTPT-CDMB-4478-PL.MEC-005-05: Sub-unidad de Desarenación - Desarenador - Puente viajero - Arreglo general, vistas y detalle 1.

Piso del puente y escalones de escaleras en módulos de rejilla peatonal. Módulo de rejilla peatonal de L x W x H = 1200 x 1035 x 33 mm. Módulo fabricado totalmente de plástico reforzado con fibra de vidrio (PRFV) con fibra rigidizante de poliéster ortofálico, color verde. Apertura: 57.37%, vigas longitudinales de amarre: 6, vigas transversales de carga: 31. Ancho de prueba 1035 mm, longitud de apoyo 90 mm, luz 945 mm, carga segura concentrada 700 kg y distribuida 1100 kg/cm², deflexión máxima esperada 18.90 mm, factor de seguridad 5.0. Marca Fibratore, modelo Rejilla Peatonal tipo 1, 1035 x 1200 x 33 mm, o similar.

Puente con motobombas montados en su parte inferior y colgadas de la tubería de descarga. Tubería de slurry arena-agua a instalar en la parte externa del puente sin obstaculizar tráfico peatonal. Soportería para esta tubería será como se consigna en especificaciones para la tubería de servicio y en los planos UTPT-CDMB-4478-PL.MEC-019-05: Tubería para aire, biogás, olor, lodos y agua de proceso - Soportería (típico) - Soportes tipo y detalles; y, UTPT-CDMB-4478-PL.MEC-020-05: Tubería para aire, biogás, olor, lodos y agua de proceso - Válvulas y soportes (típicos) - Soportes tipo y detalles. En esta tubería, los soportes deberán colocarse al menos cada tres metros

Acabado general del puente y sus accesorios con limpieza mecánica y 3 mills de pintura epóxica color reglamentario. Incluye protección catódica de electrodo consumible a calcular, suministrar e instalar por el CONTRATISTA.

Accionamiento del puente viajero mediante moto reductor de doble reducción (moto reductor + reductor) con variador electrónico de velocidad, limitador del par tursor e interruptores de final de carreras e inversor. Todos los anteriores para trabajo continuo de 24 hr/día, y como se especifican mas adelante.

Suministro y montaje del puente viajero incluye interruptor con alarma por exceso de par tursor; un carrete automático con colector (reel) para acometida eléctrica parcial; y, un tablero de fuerza y control tipo NEMA 4X, en lámina de acero inoxidable 304. Este tablero, montado sobre el puente debe incluir todo los conductores y el aparataje eléctrico de alimentación, protección, accionamiento, control e indicación. Arreglo general, configuración, dimensiones principales y detalles básicos del puente se muestran en el plano UTPT-CDMB-4478-PL.MEC-005-05: Sub-unidad de Desarenación - Desarenador - Puente viajero - Arreglo general, vistas y detalle 1.

Todas las placas de las uniones atornilladas al puente viajero y usadas para soportar parales, soportes de tubería, guías y pescantes, deberán instalarse con empaque en lámina 5 mm, elastómero dureza 85 Shore A, y tornillería al menos grado 5 galvanizada.

Peso aproximado total del puente sin carga 1,675 kg, y peso total aproximado con carga 5.800 kg. Peso definitivo según diseño detallado a realizar por el CONTRATISTA.

8.6.2.5 Moto reductor y variador de velocidad para puente viajero

Tipo tornillo sin fin, con doble reducción, relación 1:5000, entrada 1800 rpm, salida 0.3 rpm, con motor de al menos 0.5 kW, 440V/3f/Hz TFC. Incluye variador electrónico de velocidad para control automático y manual (por potenciómetro) de la velocidad actuando sobre el ciclaje de la energía eléctrica. moto reductor y variador de velocidad de marca y repuestos con disponibilidad en el mercado local o nacional.

Incluye sensor de nivel de arena (instalado aguas abajo), control proporcional de nivel de arena, conectados al variador electrónico de velocidad. Incluye dos interruptores de final de carrera para ida y retorno del puente, tablero de fuerza y control (TFC) con gabinete a prueba de corrosión y agua, según norma NEMA 4X. Moto reductor, variador, interruptores de fin de carrera y TFC deberán instalarse sobre el puente viajero.

8.6.2.6 Canalización y conductores tablero parcial - TFC del desarenador

La acometida tablero parcial - tablero de fuerza y control (TFC) del desarenador debe ser capaz de alimentar todos los equipos instalados sobre el puente viajero (moto reductor, variador, motobombas y controles). Esta acometida se divide en tres partes: 1) Tablero parcial – caja de conexión sobre uno de los extremos del tanque;

2) Caja de conexión – carrete automático sobre puente viajero; y 3) Carrete automático – TFC, ambos sobre puente viajero.

La primera parte de esta acometida debe ser en conductores a prueba de corrosión y agua, tipo conductor aislado, con terminales e identificación. La canalización debe ser en tubo conduit a la vista, pintado y sobre soportes. El tubo, conduit y la caja de conexión deben ser para área no peligrosa y a prueba de agua y corrosión, según Código Eléctrico Nacional y norma NEMA 4X. El tubo conduit y la caja de conexión deben pintarse con primer y luego con esmalte sintético color reglamentario según el Código Colombiano de Seguridad Industrial y/o OSHA, como determine la Interventoría.

La segunda parte de esta acometida debe ser en conductores a prueba de corrosión y agua; tipo cable cauchetado; con terminales e identificación; y, corriendo y conectando a la bornera de un carrete automático (reel). La canalización debe ser en bandeja porta cable tipo “escalera”, para trabajo pesado, de 30 cm de ancho, La bandeja porta cable debe instalarse con anclajes de acero inoxidable 304 al borde superior del tanque desarenador. Esta bandeja porta cable debe tener laterales y platinas de unión en lamina calibre 14 y travesaños y fondo en lamina calibre 16 HR A-36, con acabado galvanizado en caliente según norma ASTM A-386, y uniones atornilladas con tornillería grado 2 galvanizada en caliente según normas ASTM A 123 y A 153; o con zincado electrolítico según norma ASTM B 633-78.

La bandeja porta cable y el carrete automático (reel) debe permitir enrollar-desenrollar de los conductores (cable cauchetado) según movimiento del puente viajero. El carrete debe ser tipo automático accionado por resorte, con protección NEMA 4X, y permanentemente lubricado. Capacidad hasta 50 metros de cable cauchetado 3 x 12 AWG a 3 x 8 AWG, según acometida.

La tercera parte de esta acometida debe ser similar a la primera parte.

8.6.2.7 Compresor de aire para difusores del desarenador

Tipo ventilador regenerativo o compresor de anillo, caudal 250 Nm³/h aire (148 scfm aire), presión 5.46 mCA (175“ WC), succión x descarga = 3 x 3” rosca M-NPT. Potencia de entrada 6.18 kW, potencia de salida 5.46 kW, eficiencia de 60%. Cuerpo de hierro fundido, impulsor de bronce. Accionado por motor 6.6 kW 440V/3f/60Hz, TEFC. Incluye filtro y silenciador en succión, y manómetro en descarga. Peso aprox. 100 kg.

Incluye suministro e instalación de tablero de fuerza y control (TFC) a prueba de corrosión y agua según norma NEMA 4X con gabinete en lámina de al menos 2.0 mm, acero inoxidable 304; y, la acometida tablero parcial - TFC.

8.6.2.8 Válvula de corte para compresor de aire del desarenador

Válvula de mariposa Ø4"x150 WOG, extremos bridados, cuerpo de hierro fundido, mariposa de acero inoxidable 304 y sellos elastoméricos. Incluye empaque elastomérico y tornillería en acero inoxidable 304 para bridas.

8.6.2.9 Tubería compresor- ramales de difusores de aire para desarenador

Tubo Ø4" Sch 5, acero inoxidable 304, a la vista, sobre soportes y pintada con primer y esmalte sintético de color reglamentario. Incluye accesorios para derivación distribuidor-difusores con brida con cuello 2" x 150.

La soportería para esta tubería será como se consigna en especificaciones para la tubería de servicio y en los planos UTPT-CDMB-4478-PL.MEC-019-05: Tubería para aire, biogás, olor, lodos y agua de proceso - Soportería (típico) - Soportes tipo y detalles; y, UTPT-CDMB-4478-PL.MEC-020-05: Tubería para aire, biogás, olor, lodos y agua de proceso - Válvulas y soportes (típicos) - Soportes tipo y detalles. En esta tubería, los soportes deberán colocarse al menos cada tres metros

8.6.2.10 Tubería de distribuidor-difusores para desarenador

Tubo Ø2" Sch 5, acero inoxidable 304. a la vista, sobre soportes y pintada con primer y esmalte sintético de color reglamentario. Incluye accesorios (brida, codo y coupling ¾")

8.6.2.11 Difusor de disco y burbujas finas para aireación del desarenador

Difusor tipo disco de membrana y burbujas finas con conexión roscada. Tamaño de las micro-burbujas 0,5 a 1 mm en el origen.

Difusor con base y anillo en FRP, membrana en EPDM, Ø 12", conexión inferior 3/4" MNPT. Caudal pico 18.7 Nm³ aire/hr (11.0 SCFM), caudal de diseño 1.7 - 13.6 Nm³ aire/hr (1.0 - 8.0 SCFM), superficie activa 381 cm² (0.4 pie²), profundidad de sumergimiento 6.40 m (21 pies). Marca SSI, modelo AFD-350 12", o similar.

La vida útil mínima de las membranas debe ser de 6 a 8 años, en condiciones normales de uso. Esta vida útil mínima deberá ser garantizada por el PROPONENTE y CONTRATISTA.

8.6.2.12 Motobomba sumergible para desarenador

Motobomba de trasiego de slurry arena-agua desde fondo del desarenador a canaleta de recolección. Para manejar 1080 m³/día de slurry con contenido máximo de 0.5% de arena, con una bomba operando 24.0 hrs/día.

Motobomba tipo centrifuga sumergible, impeler multicanal abierto para manejo de medios conteniendo material altamente abrasivo tales como arcilla, arena, lodos,

etc. Líquido a manejar: slurry con hasta 20% de arena y partículas hasta \varnothing 5 mm. Caudal $Q = 45.0 \text{ m}^3/\text{hora}$ ($13.0 \text{ L/s} = 198 \text{ gal/min}$), altura dinámica total $H = 11.81 \text{ m}$, succión x descarga = 102 mm, (4") brida ANSI 150 libras. Potencia de entrada $P_i = 2.5 \text{ kW}$, potencia de salida $P_o = 1.5 \text{ kW}$, eficiencia del 60%, y giro a 1770 rpm. Cuerpo de hierro fundido revestida con elastómero, impeler de polímetro de alto peso molecular (HMWP) resistente a la abrasión, eje de acero inoxidable 304, y sello mecánico resistente a la abrasión. Eje montado sobre rodamientos axiales de bolas con lubricación por grasa. Acabado exterior en pintura epóxica. Acoplada directamente a motor eléctrico 2.65 kW (3.6 HP), 440V/3f/60Hz, sumergible. Peso aprox. 200 kg.

Incluye suministro e instalación de tablero de potencia y control (TFC) con gabinete a prueba de corrosión y agua según norma NEMA 4X; y, acometida tablero parcial - TFC. TFC montado sobre puente viajero.

8.6.2.13 Tubería trasiego de arena del desarenador

Tubo $\varnothing 4"$ Sch 40, acero carbono, ASTM A-53 Gr. B, sin costura. Uniones soldadas, a la vista y sobre soportes. Incluye bridas y accesorios. Acabado con limpieza mecánica con cepillo de acero y 3 mills de pintura epóxica color definido por Interventoría

8.6.2.14 Canal de recolección de arena del desarenador

Tipo canal abierto de sección rectangular $W \times H = 0.50 \times 0.70$ metros. En tramos de 2.0 metros. A la vista y sobre soportes. Canal en lámina doblada cal. 16, acero inoxidable AISI 304, acabado 2B. Refuerzo de borde en dobleces de la lámina. Refuerzos de cuerpo en $PI 1.1/2 \times 3/16$, acero inoxidable AISI 304. Uniones bridadas en $PI 1.1/2 \times 3/16"$ acero inoxidable AISI 304, con empaques en elastómero color beige. Toda la tornillería en acero inoxidable 304.

8.6.2.15 Soporte para canal de recolección de arena del desarenador

Tipo poste metálico anclado al piso con cruceta superior. Poste en tubo 6" Sch 40 A 53 Gr. B, sin costura. Cartela de anclaje en lámina $1/4"$ HR A-36. Cruceta terminal en U invertida de lámina doblada cal. 16, acero inoxidable AISI 304 2 B. Toda la tornillería en acero inoxidable 304.

8.6.2.16 Lavador-separador de arena

Tipo tolva separadora por gravedad con tornillo sin fin. Tolva en lámina de acero inoxidable 304. Canal del tornillo sin fin en acero inoxidable 304 con camisa de desgaste en acero carbono. Tornillo sin fin tipo espiral sin eje, en acero carbono con recubrimiento duro en los bordes. Sin rodamiento inferior. Rodamiento superior tipo chumacera escualizable. Volumen de agua 1.19 m^3 (42 pies³), descarga de sólidos $0.25 \text{ m}^3/\text{hr}$. Accionamiento por moto reductor tipo helicoidal de 0.5 kW, 220 o 440 V/3f/60Hz con motor TEFC. Peso aproximado 800 kg.

Incluye suministro e instalación de tablero de potencia y control (TFC) con gabinete a prueba de corrosión y agua según norma NEMA 4X; y, acometida tablero parcial - TFC.

8.6.2.17 Recipiente para recibir y transportar arena lavada

Especificaciones técnicas similares a las del recipiente para recibir y transportar cribados.

8.6.3 REACTOR ANAEROBICO UASB

La parte más importante del tratamiento primario del agua residual deberá efectuarse mediante un proceso unitario anaerobio en reactores UASB (upflow anaerobic sludge blanket reactor = reactor de flujo ascendente y manto de lodos). La unidad de proceso anaerobio está compuesta de reactores UASB con sus partes interna y cubiertas, además de las tuberías de lodos, biogás, y olor.

La Figura 8 muestra el diagrama de bloques del tratamiento primario con reactores UASB, y el tratamiento secundario con aeración y decantación. Por otra parte, la Figura 9 muestra el esquema de un reactor UASB típico.

Luego de la remoción de los sólidos (basuras) en la unidad de cribado, y de la arena en el desarenador, el agua residual fluye por gravedad hacia los reactores UASB. En estos reactores ocurre la coagulación de sólidos coloidales no sedimentables y la reducción de materia orgánica.

En los reactores UASB, el líquido a tratarse se introduce en el fondo del reactor (ver Figura 9) donde asciende a través de un manto de lodos compuesto de gránulos o partículas densas biológicamente formadas. Los gránulos varían en tamaño de 1.5 a 6 mm. En algunos casos el manto de lodos es floculante. Los gases producidos bajo condiciones anaeróbicas (principalmente metano CH_4 , gas carbónico CO_2 y sulfuro de hidrogeno H_2S) sirven para mezclar el contenido del reactor mientras ascienden a la superficie. Los gases que salen también ayudan a formar y mantener los gránulos del manto. El material flotado por el gas choca contra las placas desgasificantes y vuelve hacia abajo al manto de lodos. El gas se atrapa en un domo de colección localizado en la parte superior del reactor [3].

Arreglo y dimensiones generales, junto con detalles principales del reactor UASB se muestran en los siguientes planos hidráulicos:

- UTPT-CDMB-4478-PL-HID-024-05: Reactor - Planta y corte AA'
- UTPT-CDMB-4478-PL-HID-025-05: Reactor - Cortes BB', CC' y DD'
- UTPT-CDMB-4478-PL-HID-026-05: Reactor - Montaje placas- Detalles y dimensiones
- UTPT-CDMB-4478-PL-HID-027-05: Reactor - Alimentación y sistema de lodos
- UTPT-CDMB-4478-PL-HID-028-05: Reactor - Sistema de lodos - cortes EE', FF' y JJ'

Por otra parte, el trazado en planta general de las tuberías de efluentes, lodos, biogás y olores se muestran en los siguientes planos:

- UTPT-CDMB-4478-PL.HID-005-05: Propuesta de diseño – Red de efluentes
- UTPT-CDMB-4478-PL.HID-007-05: Propuesta de diseño – Red de lodos
- UTPT-CDMB-4478-PL.HID-008-05: Propuesta de diseño – Red de biogás
- UTPT-CDMB-4478-PL.HID-010-05: Propuesta de diseño – Red de olores

Finalmente, típicos de la soportería para tubería y válvulas se muestran en los siguientes planos mecánicos:

- UTPT-CDMB-4478-PL.MEC-019-05: Tubería para aire, biogás, olor, lodos y agua de proceso - Soportería (típico) - Soportes tipo y detalles
- UTPT-CDMB-4478-PL.MEC-020-05: Tubería para aire, biogás, olor, lodos y agua de proceso - Válvulas y soportes (típicos) - Soportes tipo y detalles
- UTPT-CDMB-4478-PL.MEC-021-05: Tubería para aire, biogás, olor, lodos y agua de proceso - Puente para paso de vías (Típico) - planta, elevación y detalles

Fig 8.8 Diagrama de bloques del tratamiento primario y secundario

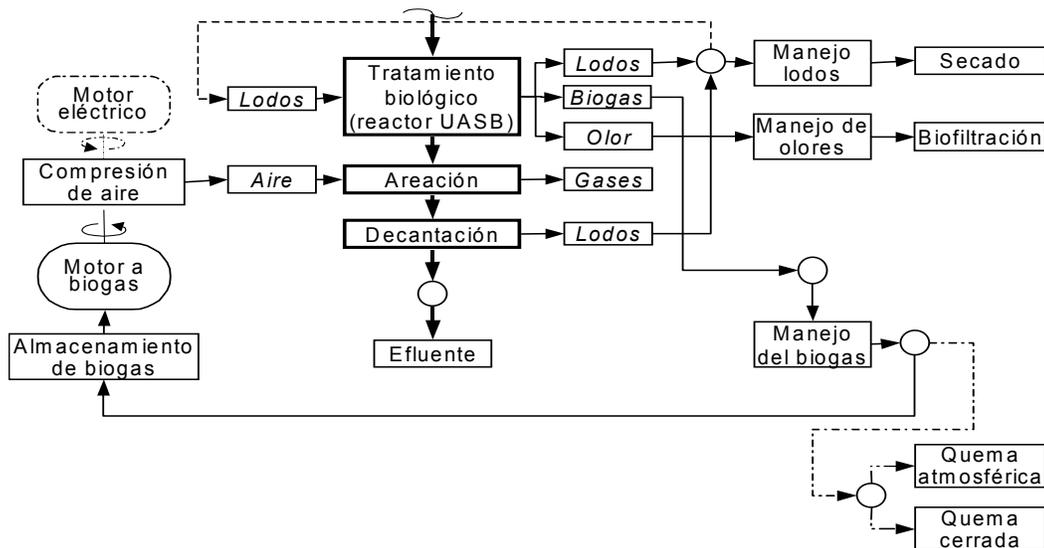
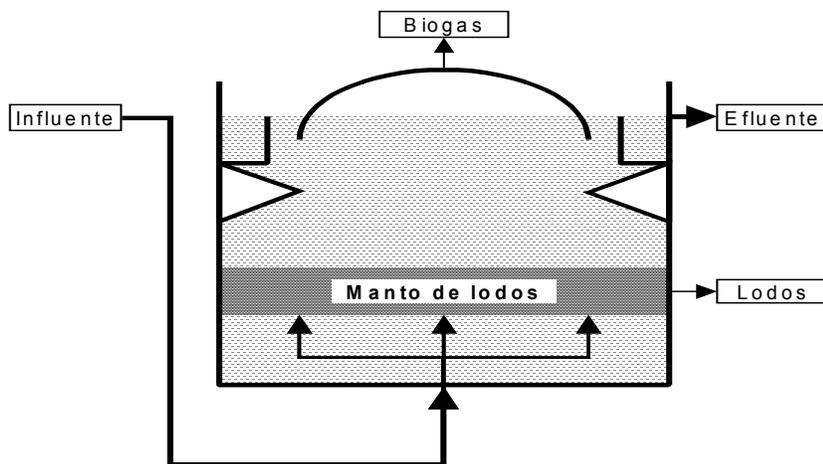


Fig 8.9 Esquema del reactor UASB (Típico)



A continuación se consignan las especificaciones técnicas particulares para las partes externas e internas del reactor UASB. Adicionalmente se especifican las instalaciones de servicio de tubería a de lodos, biogás, y olor, las cuales no sigue las especificaciones generales antes consignadas. Las instalaciones de servicio de energía eléctrica y de influente / efluente siguen las especificaciones técnicas generales establecidas anteriormente.

8.6.3.1 Compuerta de entrada a reactor UASB

Compuerta de corte tipo trabajo pesado para instalación en canal y cierre bajando. Tamaño $W \times H$ (Ancho x Alto) = dimensiones efectivas del canal. Máximo nivel = profundidad del canal. Otras dimensiones y especificaciones generales según planos y numeral 4.17 Compuertas de corte para canales.

8.6.3.2 Placas internas de reactor UASB

Placa con doblado trapezoidal, $e = 5 \text{ mm}$, $w = 13 \text{ kg/m}^2$. Fabricada totalmente de PRFV, estructura tipo sándwich con fibra rigidizante de poliéster ortofálico. Incluye refuerzos para paso de tornillería de unión, de soporte y de anclaje a otras laminas y a estructuras del reactor. No incluye tornillería ni soportes.

La configuración y dimensiones principales de las placas y sus fijaciones se muestran en el plano UTPT-CDMB-4478-PL-HID-026-05: Reactor - Montaje placas-Detalles y dimensiones, y las cantidades aproximadas son:

1. **Placas laterales:** 832
2. **Placas frontales:** 32
3. **Placas opuestas:** 32

8.6.3.3 Soporte para placa interna del reactor UASB

Forma recta. Fabricado en tubo galvanizado pesado, sin costura, soldaduras longitudinales. Extremos tapados en PRFV. Sin soldaduras longitudinales o transversales. Clasificados según longitud total así:

- **Tipo 1:** $\Phi 2''$ x 1 672 mm longitud total, extremos cortados según inclinación de las placas
- **Tipo 2:** $\Phi 2''$ x 2 460 mm longitud total, extremos cortados según inclinación de las placas
- **Tipo 3:** $\Phi 2''$ x 6 290 mm longitud total, extremos cortados a escuadra
- **Tipo 4:** $\Phi 2''$ x 5 850 mm longitud total, extremos cortados a escuadra

Para la instalación colocar el gancho, colocar el tubo, colgar la placa, nivelar, bloquear, verificar niveles con topografía, y verificar sellos de placas.

8.6.3.4 Pasamuros para gancho de colgar soporte de placa

Forma recta con un disco central. Fabricado en tubo $\Phi 2''$ Sch 40 x 150 mm longitud total, extremos cortados a escuadra; disco central $\Phi 4''$ x $\frac{1}{4}''$ espesor, acero inoxidable 304 2B.

8.6.3.5 Gancho para colgar soporte para placa

Forma J, con radio interno de 32 mm. Fabricado en varilla $\Phi 5/8''$, acero inoxidable 304, con un extremo curvado y otro extremo con rosca $\Phi 5/8''$ UNC x 1 000 mm long. Incluye tuerca y contratuerca hexagonales, acero inoxidable 304. Incluye arandela plana $\Phi 2.1/2''$ x $1/4''$ espesor, acero inoxidable 304 2B. . Clasificados según longitud de la parte recta así:

- **Tipo 1:** $\Phi 5/8''$ x 365 mm longitud parte recta
- **Tipo 2:** $\Phi 5/8''$, x 220 mm longitud parte recta

Para la instalación, colocar el gancho, colocar el tubo, colgar la placa, nivelar, bloquear, verificar niveles con topografía, verificar sellos de placas, y rellenar toda la ranura del gancho con grouting epóxico. Seleccionar el grouting según el servicio y seguir instrucciones del fabricante.

8.6.3.6 Abrazadera para unión soporte-placa

Forma U, con radio interno de 32 mm. Fabricado en varilla $\Phi 1/4''$, acero inoxidable 304, ambos extremos rosca $\Phi 1/4''$ UNC x 40 mm long. Incluye dos tuercas y dos contratuercas hexagonales, acero inoxidable 304. Incluye dos arandelas planas $\Phi 1/4''$, acero inoxidable 304. Clasificados según longitud de la parte recta así:

- **Tipo 1:** Φ 1/4" x 110 mm longitud parte recta
- **Tipo 2:** Φ 1/4", x 85 mm longitud parte recta
- **Tipo 3:** Φ 1/4" x 110 mm longitud parte recta

8.6.3.7 Tapa para reactor UASB

Tipo domo peatonal con arco en dos direcciones, $e = 8$ mm, $w = 13.2$ kg/m², con faldón para canal de sello hidráulico. Fabricadas totalmente en PRFV. Resto de especificaciones similares a las especificaciones generales de tapa para reactor y canal. Según configuración y dimensiones principales contenidas en planos, así:

- UTPT-CDMB-4478-PL-HID-024-05: Reactor - Planta y corte AA'
- UTPT-CDMB-4478-PL-HID-025-05: Reactor - Cortes BB', CC' y DD'

8.6.3.8 Manguera para influente del reactor

Manguera Φ 3" PN 4 (4.0 bar), polietileno alta densidad (HDPE) color negro. No incluye acoples ni soportes.

8.6.3.9 Acople Φ 3" para manguera del influente del reactor

Tipo acople rápido para manguera Φ 3" x 50 libras/pulg² (3 bar), HDPE, sello en Neopreno. Un extremo rosca 3" F-NPT, otro extremo socket para unión por soldadura termoplástica de manguera de HDPE

8.6.3.10 Soportes para mangueras de influente de reactor

Tipo soporte de cuatro patas con hueco para acople rápido para manguera. Placa del soporte en lamina 3 mm acero inoxidable 304. Patas en tubo Φ 1/2" acero inoxidable 304, un extremo con una tuerca 1/2" acero inoxidable 304 (soldada) para montaje de la placa con tornillo Φ 1/2"; otro extremo con dos ángulos L 1 x1 x 1/8" x 2" long, acero inoxidable 304 para anclaje. En el centro de la placa se instala un acople rápido para manguera Φ 3" x 50 libras/pulg² (3 bar HDPE con sello en Neopreno.

8.6.3.11 Vertederos de influentes y efluentes del reactor

Los vertederos de influentes y efluentes del reactor deberán consistir en secciones de lamina acrílica de 5.5 mm de espesor x 180 mm ancho, con ranuras en V de 80 mm ancho x 70 mm profundidad, a intervalos de: 340 mm, para influentes, y 480 mm para efluentes. Las secciones del vertedor deberán instalarse uniéndolas a la pared del tanque con masilla epóxica que permita el ajuste y nivelación verticales. Ver configuración y forma de instalar estos vertederos en el plano UTPT-CDMB-4478-PL.HID-025: Reactor – Cortes BB', CC' y DD'.

8.6.3.12 Hueco de hombre Ø24" para reactor

Cuello en tubo Ø 24" x 1.0 m longitud, PRFV, incluye pasamuros. Brida tipo ANSI, PRFV. Tapa en brida ciega tipo ANSI, PRFV. Empaque en elastómero EPDM dureza 55 a 60. Tornillería en acero inoxidable 304.

8.6.3.13 Rejilla tipo peatonal para fosos de bombeo de lodos del reactor

Módulo de rejilla peatonal L x W x H = 1200 x 1035 x 33 mm. Esto de especificaciones similares a las especificaciones para rejillas peatonales para fosos de bombeo y pasarelas.

8.6.3.14 Salida de efluentes del reactor

Tubo Ø10" x 0.60 m longitud, PRFV, incluye pasamuros. Un extremo con brida tipo ASA Ø10" x 150 #, PRFV, otro extremo con un codo 90, radio largo (R = 1.5 D), PRFV.

8.6.3.15 Válvula de corte para salida de efluentes del reactor

Válvula de compuerta Ø10" x 150 WOG, vástago ascendente, extremos bridados, cuerpo y compuerta de hierro fundido y sellos en acero inoxidable 304. Incluye empaque elastomérico y tornillería en acero inoxidable 304 para bridas.

Incluye brida tipo ASA Ø10" x 150 #, PRFV, y un niple Ø10" x 0.30 m, PRFV para conexión a tubo Ø 800 mm, PRFV del cabezal colector de efluentes

8.6.3.16 Tubería de cabezal colector de efluentes del reactor

Tubo Ø 800 mm, PRFV PN 2, a la vista, en zanja de concreto y pintado, inicialmente con un primer y después con esmalte sintético de color reglamentario. Temperatura máxima de trabajo 70 C. Presión máxima de trabajo 2 kg/cm². Presión de prueba 3 kg/cm². Velocidad máxima = 5.0 m/s. (según desniveles, perfil hidráulico y/o pérdidas máximas para diámetro más económico).

Uniones deslizantes (junta elástica) con sellos de caucho EPDM dureza 55 a 60. Uniones bridadas con bridas ANSI 150 libras, PRFV con empaque elastomérico y tornillería en acero inoxidable 304.

8.6.3.17 Salida para drenaje de lodos del reactor

Tubo Ø8" Sch 10 x 0.60 m longitud, acero inoxidable 304, incluye pasamuros. Un extremo con brida deslizante ASA Ø10" x 150 #, acero inoxidable 304, otro extremo con un codo 90° soldable Ø10" Sch 10, radio largo (R = 1.5 D), acero inoxidable 304.

8.6.3.18 Válvula de corte para salida de drenaje de lodos del reactor

Válvula de compuerta Ø 8" x 150 WOG, vástago ascendente, extremos bridados, cuerpo y compuerta de hierro fundido y sellos en acero inoxidable 304. Incluye empaque elastomérico y tornillería en acero inoxidable 304 para bridas.

Incluye brida tipo ASA Ø10" x 150 #, PRFV, y un niple Ø10" x 0.30 m, PRFV para conexión a tubo Ø 800 mm, PRFV del cabezal colector de efluentes.

8.6.3.19 Tubería de drenaje de lodos del reactor

Tubería Ø 8 Sch 20, A-53^B, a la vista, sobre soportes, acabado exterior pintado con anticorrosivo alquídico y esmalte sintético de color reglamentario. Presión máxima de trabajo 2.0 kg/cm² (29.4 psig), temperatura máxima de trabajo 80° C, presión de prueba 3.0 kg/cm² (44.1 psig). Velocidad máxima 5.0 m/s.

Unión soldada entre tramos y accesorios con soldaduras a tope o con uniones bridadas. Las bridas deberán ser ANSI 150 libras, acero carbón, con empaque elastomérico y tornillería en acero inoxidable 304. Accesorios soldables, con soldaduras externas con limpieza a grata. Limpieza interna de la tubería drenada.

Todos los codos de 30°, 45°, 60° y 90° deberán ser de radio largo (R = 1.5 D). Todos los codos con uniones soldadas a tope. Todas las tees deberán ser de entrada / salida lateral a 90°. Todas las reducciones / expansiones deberán ser concéntricas a 5 o 10°.

Tubería con protección catódica de electrodo consumible a calcular, suministrar e instalar por el CONTRATISTA.

8.6.3.20 Salida para toma-muestras del reactor

Niple Ø2" Sch 40 x 0.65 m longitud, ambos extremos roscados, acero inoxidable 304, incluye pasamuros en lamina ¼" acero inoxidable 304.

8.6.3.21 Válvula de corte para toma-muestras del reactor

Válvula de bola Ø2" x 150 WOG, extremos roscados, cuerpo y bola de acero inoxidable 304 y sellos en teflón.

8.6.3.22 Tubería de toma-muestras del reactor

Tubo de Ø2" Sch 40, a la vista, sobre soportes. Uniones roscadas, incluye accesorios (dos codos 90° y dos codos 45° para cada toma-muestra). Los soportes de la tubería en el interior del tanque deberán ser totalmente de acero inoxidable 304.

8.6.3.23 Salida para biogás del reactor

Tubo Ø4" Sch 10 x 0.90 m longitud, acero inoxidable 304, incluye pasamuros. Un extremo liso, otro extremo con un codo 45° soldable Ø10" Sch 10, radio largo (R = 1.5 D), acero inoxidable 304, con brida deslizante ANSI Ø4" x 150 libras. (Instalar hacia arriba a 45°).

8.6.3.24 Válvula de corte para salida de biogás del reactor

Válvula de compuerta Ø4" x 150 WOG, vástago ascendente, extremos bridados, cuerpo y compuerta de hierro fundido y sellos en acero inoxidable 304. Incluye empaque elastomérico y tornillería en acero inoxidable 304 para bridas.

Incluye brida roscada tipo ASA Ø4" x 150 #, PRFV, y un adaptador macho Ø4", PVC, RDE 35 para conexión a tubo Ø4", PVC, RDE 35 del cabezal colector de efluentes.

8.6.3.25 Tubería de biogás en el reactor

Tubería Ø4", PVC, RDE 35, revestida de PRFV, a la vista, sobre soportes y pintada, inicialmente con un primer y después con esmalte sintético de color reglamentario. Temperatura máxima de trabajo 70 C. Presión de prueba 3.51 kg/cm². Velocidad máxima = 3.0 m/s.

Uniones soldadas con soldadura plástica. Uniones deslizantes (junta elástica) con sellos de caucho EPDM dureza 55 a 60. Uniones bridadas con bridas ANSI acero carbono con empaque elastomérico y tornillería en acero inoxidable 304.

8.6.3.26 Tubería de olor en el reactor

Tubería PVC RDE 21, revestida de PRFV, a la vista, sobre soportes y pintada, inicialmente con un primer y después con esmalte sintético de color reglamentario. Temperatura máxima de trabajo 70 C. Presión de prueba 3.5 kg/cm². Velocidad máxima = 15.0 m/s.

Uniones soldadas con soldadura plástica. Uniones deslizantes (junta elástica) con sellos de caucho EPDM dureza 55 a 60. Uniones bridadas con bridas ANSI acero carbono con empaque elastomérico y tornillería en acero inoxidable 304.

8.6.3.27 Tapa para canal en el reactor

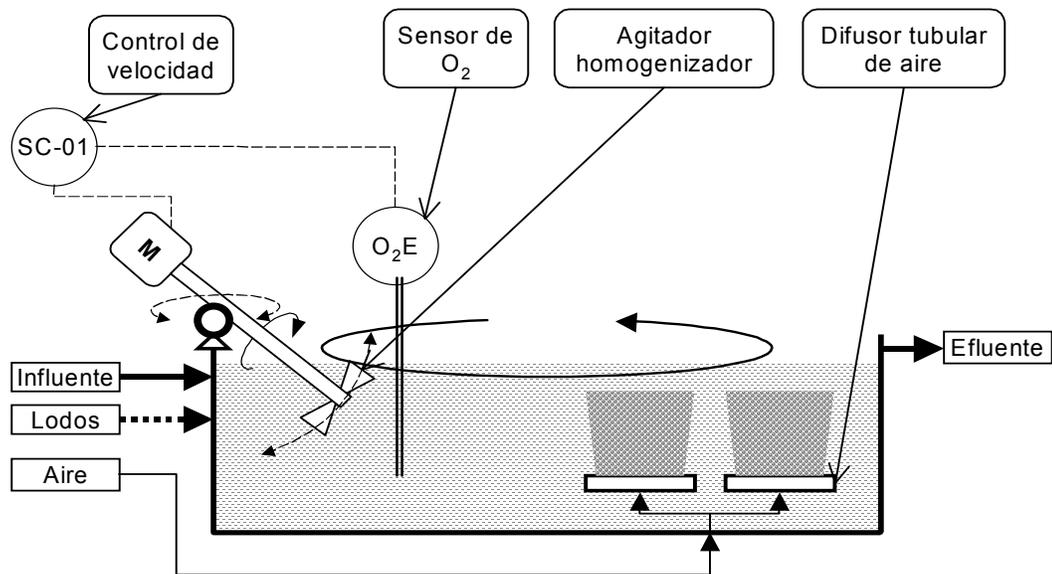
Tipo domo peatonal, (e = 8 mm, w = 13.2 kg/m²), con faldón para canal de sello hidráulico y fabricadas totalmente en PRFV. Resto de especificaciones similares a las especificaciones generales de tapa para reactor y canal.

8.6.4 TANQUE AERADOR

La primera parte del tratamiento secundario del agua residual deberá efectuarse mediante la operación unitaria de aeración. La unidad de esta operación unitaria está compuesta de un tanque con un sistema de aeración con difusores tubulares de burbujas finas de aire; agitadores o homogenizadores para controlar el flujo y mantener el lodo biológico en suspensión en la zona anóxica, y mover y producir un flujo para los efluentes, sobre la zona aeróbica. El giro de los agitadores se regula mediante control de la generación de óxido nítrico. Adicionalmente, la entrada cuenta con compuerta de cierre y la salida.

La Figura 8 muestra el diagrama de bloques del tratamiento primario con reactores UASB, y el tratamiento secundario con aeración y decantación. Por otra parte, la Figura 10 muestra el esquema de tanque de aireación.

Fig 8.10 Esquema del tanque aireador



El tanque de aireación es la unidad de operación cuya función es oxidar la carga contaminante remanente en los efluentes provenientes de los reactores y reducir la concentración de nitrógeno total en los efluentes hasta en un 60%. Con esto se minimizan los riesgos de generación de óxido nítrico y se maximizan las formas de nitrógeno remanente como nitratos.

Para lograr los parámetros de operación, el tanque aireador deberá contar con un sensor de demanda de oxígeno disuelto, instalado en la zona anóxica del tanque de aireación e intercomunicado con similar sensor del otro tanque. Este sensor enviará la señal de demanda de oxígeno disuelto, a un control que, según lo preestablecido,

regulará la rotación de los motores de los moto-sopladores para así aumentar o disminuir la adición de aire.

Mientras tanto, los homogeneizadores sumergibles regulan el tiempo de retención del agua residual en cada zona aerobia y anóxica, y así lo harán en función de los parámetros previamente seleccionados para la señal del sensor de demanda de oxígeno disuelto.

Arreglo y dimensiones generales, junto con detalles principales del tanque aerador y sus partes externas (tapas) e interna (sistema de aireación) se muestran en el plano hidráulico UTPT-CDMB-4478-PL-HID-030-05: Tanque aeración - Planta, sección AA' y detalles.

Por otra parte, el trazado en planta general de las tuberías de efluentes, biogás, aire y olores se muestran en los siguientes planos hidráulicos:

- UTPT-CDMB-4478-PL-HID-005-05: Propuesta de diseño - Planta - Red efluentes
- UTPT-CDMB-4478-PL-HID-007-05: Propuesta de diseño - Planta - Red lodos
- UTPT-CDMB-4478-PL-HID-009-05: Propuesta de diseño - Planta - Red aireación

Finalmente, típicos de la soportería para tubería se muestran en los siguientes planos mecánicos:

- UTPT-CDMB-4478-PL.MEC-019-05: Tubería para aire, biogás, olor, lodos y agua de proceso - Soportería (típico) - Soportes tipo y detalles
- UTPT-CDMB-4478-PL.MEC-020-05: Tubería para aire, biogás, olor, lodos y agua de proceso - Válvulas y soportes (típicos) - Soportes tipo y detalles
- UTPT-CDMB-4478-PL.MEC-021-05: Tubería para aire, biogás, olor, lodos y agua de proceso - Puente para paso de vías (Típico) - planta, elevación y detalles

A continuación se consignan las especificaciones técnicas particulares para las partes externas e internas del aerador. Las instalaciones de servicio de energía eléctrica, influente / efluente y aire, siguen las especificaciones generales establecidas anteriormente.

8.6.4.1 Compuerta de cierre para entrada a tanque de aeración

Tamaño W x H (Ancho x Alto) = 1.50 x 1.80 m -dimensiones efectivas del canal-. Cabeza estática máxima = 3.0 m CA (120" WC). Resto de especificaciones similares a las especificaciones generales de compuertas de corte para canales.

8.6.4.2 Puente tipo 1 para tanque aerador

Puente peatonal y para soporte de tubería y mezcladores; de dimensiones generales L x W x H (longitud total x ancho x alto) = 27.80 x 1.44 x 2.70 m, distancia

entre apoyos = 25.72 m. Puente con diseño preliminar para carga segura concentrada 14,576 kg, carga distribuida 3,044 kg/m, y deflexión máxima admisible = $L / 1000 = 25.7$ mm.

Puente peatonal para facilitar acceso de personal a la división central del tanque aireador con un tráfico estimado de un hombre de 100 kg cada metro, y conectado a otro puente (el puente 3).

Puente para tubería y mezcladores, con dos tubos Ø16" PRFV x 18 kg/m, para aire; un tubo Ø 63" RDE 250 A-36 x 2,118 kg/m, para efluentes; y dos mezcladores de 500 kg cada uno.

Puente metálico tipo armadura Warren de seis módulos, con largueros en vigas cajón en lamina 1/2" HR A-36 doblada, barras en perfiles estructurales A-42, baranda en L 2 x 2 x 1/4" A-36, y piso en parrilla peatonal de PRFV.

Puente fijo con un extremo montado sobre pasarela central del tanque aireador, y el otro extremo, sobre base en concreto al lado del borde del mismo tanque. Un extremo con escalera, para acceso desde el piso del borde del tanque, y el otro extremo para bajar a pasarela central del tanque y con conexión a puente 3.

Todas las uniones atornilladas del puente con cartelas de al menos lámina 3/8", A-36; y tornillería grado 5. Toda la tornillería deberá ser galvanizada en caliente según normas ASTM A- 123 y A-153; o con zincado electrolítico según norma ASTM B-633-78.

Baranda para pasarela central, baranda para puente metálico y piso para puente, serán como se muestran en el plano UTPT-CDMB-4478-PL.MEC-009-05: Tanque de aeración - Puentes peatonales y de servicio - Puente tipo 1, 2 y 3 - Detalles

Tubería de aire a instalar en la parte superior externa del puente sin obstaculizar tráfico peatonal. Soportería para esta tubería será como se consigna en especificaciones para la tubería de servicio y en el plano UTPT-CDMB-4478-PL.MEC-009-05: Tanque de aeración - Puentes peatonales y de servicio - Puente tipo 1, 2 y 3 - Detalles. En esta tubería, los soportes deberán colocarse en al menos cada tres metros.

Tubería para efluentes a instalar en la parte inferior del puente sin obstaculizar tráfico peatonal. Soportería para esta tubería será como se consigna en especificaciones para la tubería de servicio y en el plano UTPT-CDMB-4478-PL.MEC-009-05: Tanque de aeración - Puentes peatonales y de servicio - Puente tipo 1, 2 y 3 - Detalles.

Mezcladores a instalar sobre guías y con pescante para operación y mantenimiento como se detalla en el plano UTPT-CDMB-4478-PL.MEC-010-05: Tanque de aeración - Homogeneizadores - Pescante y guía.

Todas las placas de las uniones atornilladas al puente y usadas para soportar parales, soportes de tubería, guías y pescantes, deberán instalarse con empaque en lámina 5 mm, elastómero dureza 85 Shore A, y tornillería al menos grado 2 galvanizada.

Acabado general del puente y sus accesorios con limpieza mecánica y 3 mills de pintura epóxica color reglamentario. Incluye protección catódica de electrodo consumible a calcular, suministrar e instalar por el CONTRATISTA.

Peso aproximado total del puente sin carga 12,209 kg, y peso total aproximado con carga 78,300 kg. Peso definitivo según diseño detallado a realizar por el CONTRATISTA.

8.6.4.3 Puente tipo 2 para tanque aerador

Puente peatonal y para soporte de tubería; de dimensiones generales L x W x H (longitud total x ancho x alto) = 27.80 x 1.44 x 2.70 m, distancia entre apoyos = 25.72 m Puente con diseño preliminar para carga segura concentrada 9070 kg, carga distribuida 924 kg/m, y deflexión máxima admisible = $L / 1000 = 25.7$ mm.

Puente peatonal para facilitar acceso de personal a la división central del tanque aireador con un tráfico estimado de un hombre de 100 kg cada metro, y conectado a otro puente (el puente 3).

Puente para tubería con un tubo Ø28" RDE 250 A-36 x 511 kg/m, para lodos.

Puente metálico tipo armadura Warren de seis módulos, con largueros en vigas cajón en lamina 1/4" HR A-36 doblada, barras en perfiles estructurales A-42, baranda en L 2 x 2 x 1/4" A-36, y piso en parrilla peatonal de PRFV.

Puente fijo con un extremo montado sobre pasarela central del tanque aireador, y el otro extremo, sobre base en concreto al lado del borde del mismo tanque. Un extremo con escalera, para acceso desde el piso del borde del tanque, y el otro extremo para bajar a pasarela central del tanque y con conexión a puente 3.

Todas las uniones atornilladas con cartelas de al menos lámina 3/8", A-36; y tornillería grado 5. Toda la tornillería deberá ser galvanizada en caliente según normas ASTM A- 123 y A-153; o con zincado electrolítico según norma ASTM B-633-78.

Baranda para pasarela central, baranda para puente metálico y piso para puente, serán como se muestran en el plano UTPT-CDMB-4478-PL.MEC-009-05: Tanque de aeración - Puentes peatonales y de servicio - Puente tipo 1, 2 y 3 - Detalles.

Tubería para lodos a instalar en la parte inferior del puente sin obstaculizar tráfico peatonal. Soportería para esta tubería será como se consigna en especificaciones para la tubería de servicio y en el plano UTPT-CDMB-4478-PL.MEC-009-05:

Tanque de aeración - Puentes peatonales y de servicio - Puente tipo 1, 2 y 3 - Detalles. En esta tubería, los soportes deberán colocarse en al menos cada tres metros. En esta tubería, los soportes deberán colocarse en al menos cada tres metros y en el centro de la separación entre dos bajantes.

Mezcladores a instalar sobre guías y con pescante para operación y mantenimiento como se detalla en el plano UTPT-CDMB-4478-PL.MEC-010-05: Tanque de aeración - Homogeneizadores - Pescante y guía.

Todas las placas de las uniones atornilladas al puente y usadas para soportar parales, soportes de tubería, guías y pescantes, deberán instalarse con empaque en lámina 5 mm, elastómero dureza 85 Shore A, y tornillería al menos grado 2 galvanizada.

Acabado general del puente y sus accesorios con limpieza mecánica y 3 mills de pintura epóxica color reglamentario. Incluye protección catódica de electrodo consumible a calcular, suministrar e instalar por el CONTRATISTA.

Peso aproximado total del puente sin carga 5,638 kg, y peso total aproximado con carga 23,743 kg. Peso definitivo según diseño detallado a realizar por el CONTRATISTA.

8.6.4.4 Puente tipo 3 para tanque aerador

Puente peatonal y para soporte de mezcladores; de dimensiones generales L x W x H (longitud total x ancho x alto) = 27.80 x 1.44 x 2.70 m, distancia entre apoyos = 25.72 m. Puente con diseño preliminar para carga segura concentrada 14,576 kg, carga distribuida 3,044 kg/m, y deflexión máxima admisible = $L / 1000 = 25.7$ mm.

Puente peatonal para facilitar acceso de personal a la división central del tanque aireador con un tráfico estimado de un hombre de 100 kg cada metro, y conectado a otro puente (el puente 1 y 3).

Puente para mezcladores con hasta tres mezcladores de 500 kg cada uno.

Puente metálico tipo armadura Warren de seis módulos, con largueros en vigas cajón en lamina 1/8" HR doblada A-36, barras en perfiles estructurales A-42, baranda en L 2 x 2 x 1/4" A-36, y piso en parrilla peatonal de PRFV.

Puente fijo con un extremo montado sobre pasarela central del tanque aireador, y el otro extremo, sobre base en concreto al lado del borde del mismo tanque. Un extremo con escalera, para acceso desde el piso del borde del tanque, y el otro extremo para bajar a pasarela central del tanque y con conexión a puente 3.

Todas las uniones atornilladas con cartelas de al menos lámina 1/4" A-36; y tornillería grado 5. Toda la tornillería deberá ser galvanizada en caliente según

normas ASTM A- 123 y A-153; o con zincado electrolítico según norma ASTM B-633-78.

Baranda para pasarela central, baranda para puente metálico y piso para puente, serán como se muestran en el plano UTPT-CDMB-4478-PL.MEC-009-05: Tanque de aeración - Puentes peatonales y de servicio - Puente tipo 1, 2 y 3 - Detalles.

Mezcladores a instalar sobre guías y con malacates para operación y mantenimiento como detallado en el plano UTPT-CDMB-4478-PL.MEC-010-05: Tanque de aeración - Homogeneizadores - Pescante y guía.

Todas las placas de las uniones atornilladas al puente y usadas para soportar parales, soportes de tubería, guías y pescantes, deberán instalarse con empaque en lámina 5 mm, elastómero dureza 85 Shore A, y tornillería al menos grado 2 galvanizada.

Acabado general del puente y sus accesorios con limpieza mecánica y 3 mills de pintura epóxica color reglamentario. Incluye protección catódica de electrodo consumible a calcular, suministrar e instalar por el CONTRATISTA.

Peso aproximado total del puente sin carga 2,842 kg, y peso total aproximado con carga 10,431 kg. Peso definitivo según diseño detallado a realizar por el CONTRATISTA.

8.6.4.5 Detalles de puentes para tanque aerador

Vigas canales de los puentes con uniones longitudinales bridadas para facilitar transporte y montaje. Bridas en lámina 3/8" HR A-36, con tornillería grado 5 galvanizada y con empaque en lámina 5 mm, elastómero dureza 85 Shore A

Baranda de acceso al puente y baranda de la pasarela unidas a baranda de cada puente. Parales de baranda en L 2 x 2 x 1/4" A-36 unidos con abrazaderas a la viga cajón del puente. Estos parales deberán soportar el piso del puente. Pasamanos de la baranda en L 2 x 2 x 1/4" A-36, y refuerzo medio en L 1.1/2 x 1.1/2 x 3/16" A-36, ambos con unión atornillada a parales. Guarda pie de baranda en platina 4 x 1/8", cortada de lámina 1/8" HR A-36 y con unión atornillada a parales

Piso del puente y escalones de escaleras en módulos de rejilla peatonal. Módulo de rejilla peatonal de L x W x H = 1200 x 1035 x 33 mm. Módulo fabricado totalmente de plástico reforzado con fibra de vidrio (PRFV) con fibra rigidizante de poliéster ortofálico, color verde. Apertura: 57.37%, vigas longitudinales de amarre: 6, vigas transversales de carga: 31. Ancho de prueba 1035 mm, longitud de apoyo 90 mm, luz 945 mm, carga segura concentrada 700 kg y distribuida 1100 kg/cm², deflexión máxima esperada 18.90 mm, factor de seguridad 5.0. Marca Fibratore, modelo Rejilla Peatonal tipo 1, 1035 x 1200 x 33 mm, o similar. Incluye

Rejillas soportadas sobre L 2 x 2 x 1/4" A-36 con uniones atornilladas a parales de la baranda. Elementos de fijación para la retención de las rejillas peatonales tipo clip en J, M y C; doblados de lámina 1.5 mm acero inoxidable 304

Todas las uniones atornilladas del puente con cartelas de al menos lámina 1/4" HR, A-36; y tornillería grado 5. Toda la tornillería deberá ser galvanizada en caliente según normas ASTM A- 123 y A-153; o con zincado electrolítico según norma ASTM B-633-78.

Tubería para lodos a instalar en la parte inferiores del puente 1 y 2 sin obstaculizar tráfico peatonal. Soportería para esta tubería será como se consigna en especificaciones para la tubería de servicio y en el plano UTPT-CDMB-4478-PL.MEC-009-05: Tanque de aeración - Puentes peatonales y de servicio - Puente tipo 1, 2 y 3 - Detalles. En esta tubería, los soportes deberán colocarse en al menos cada tres metros. y en el centro de la separación entre dos bajantes.

Todas las placas de las uniones atornilladas al puente y usadas para soportar parales, soportes de tubería, guías y pescantes, deberán instalarse con empaque en lámina 5 mm, elastómero dureza 85 Shore A, y tornillería al menos grado 2 galvanizada.

Acabado general de los puentes y sus accesorios con limpieza mecánica y 3 mills de pintura epóxica color reglamentario. Incluye protección catódica de electrodo consumible a calcular, suministrar e instalar por el CONTRATISTA.

8.6.4.6 Tubería de cabezal distribuidor de aire del tanque aerador

Tubo Ø 219 a 406 mm, PVC UM, RED 21, revestida con PRFV, a la vista y sobre soportes y pintada con primer y esmalte sintético de color reglamentario. Presión máxima de trabajo 14.06 kg/cm² (200 psig), temperatura máxima de trabajo 40° C, presión de prueba 21.0 kg/cm² (350 psig). Velocidad máxima 15 m/s.

Uniones soldadas con soldadura plástica. Uniones deslizantes (junta elástica) con sellos de caucho EPDM dureza 55 a 60. Uniones bridadas con bridas ANSI, acero carbono, o PRFV, con empaque elastomérico y tornillería en acero inoxidable 304.

8.6.4.7 Válvula de corte para bajantes de aire del tanque aerador

Válvula de mariposa Ø4" x 150 WOG, extremos bridados, cuerpo de hierro fundido, mariposa de acero inoxidable 304 y sellos elastoméricos. Incluye empaque elastomérico y tornillería en acero inoxidable 304 para bridas.

8.6.4.8 Tubo bajante de aire del tanque aerador

Tubo Ø4" Sch 5, uniones soldadas, acero inoxidable 304. Incluye los siguientes accesorios: una silla tee Ø (219 a 406) mm x Ø 4" Sch 5; dos codos 45° soldables Ø4" Sch 5; dos bridas deslizantes ASA Ø 4" x 150 libras (para válvula de corte), un

racor Ø4" rosca tubo hembra x Ø4" espigo manguera, acero inoxidable 304; y, dos abrazaderas para manguera Ø4", totalmente en acero inoxidable 304.

8.6.4.9 Manguera para bajantes a módulo del tanque aerador

Manguera de succión Φ4" x 70 WOG (Φ100 mm x 4.5 bar agua-aceite-gas), PVC transparente liso interiormente, con refuerzo en espiral de PVC azul embebido, ambos formando un solo cuerpo. Peso teórico 3.0 kg / cm², temperatura de operación -10 a 55° C, radio de mínimo de curvado 500 mm. Fabricada según norma ISO 3994, o similar.

8.6.4.10 Módulos de difusor para tanque aerador

Modulo compuesto de difusores tipo tubular de burbujas finas, Ø 80 x 7.0 m longitud. Flujo de diseño 10 Nm³/ hr m (1.8 SCFM/pie), rango 0-15 Nm³/hr m (0-2.7 SCFM/pie). Base y anillo en PVC; membrana en EPDM: conexión niple liso Ø 2.1/2" x 0.15 m longitud, acero inoxidable 304.

Seis difusores de Ø 80 x 7.0 mm longitud que deberán conectarse a un distribuidor (cabezal) en tubo Ø 4 Sch 5 x 1.70 m longitud, acero inoxidable 304, para conformar un módulo de aireación. El distribuidor deberá estar provisto de una manguera de succión de succión Φ4" x 70 WOG x 6.0 y 9.0 m longitud (Φ100 mm x 4.5 bar agua-aceite-gas), PVC transparente liso interiormente, con refuerzo en espiral de PVC azul embebido, ambos formando un solo cuerpo, la cual deberá conectarse directamente tubería de distribución de aire.

Cada módulo de aireación deberá instalarse, con abrazaderas de acero inoxidable 304, sobre una parrilla removible, como se especifica más adelante.

Arreglo y dimensiones generales, y el detalle principal del módulo de aireación del tanque aerador se muestran en el plano hidráulico: UT-PT-CDMB-4478-PL-HID-026: Aireador – Planta, sección AA' y detalles

8.6.4.11 Parrilla removible para módulo de difusores del tanque aerador

Tipo parrilla izable, 1.75 x 7.50 m, en tubo Ø2" Sch 5, acero inoxidable 304. Uniones soldadas y decapadas. Módulos instalados en el fondo del tanque e izables para mantenimiento, y evitar parar la unidad,

La parrilla de cada módulo deberá ser envolvente, protegiendo las extremidades de los difusores tubulares contra choques en el momento de la instalación. Adicionalmente deberá tener doce protecciones laterales oblicuas para evitar apilamiento de los módulos en el momento de cualquier reinstalación, ya que todos los mantenimientos deberán hacerse con todo el tanque en operación.

Cada parrilla deberá tener tres lastres de tubo Ø 4" Sch 5 x 7.60 m longitud, acero inoxidable 304, relleno de concreto. El lastre mínimo de cada módulo no deberá ser inferior a 500 kg.

Estas parrillas deberán poseer a lo mínimo dos puntos de izamiento rígidos contruidos enteramente en acero inoxidable 304. A estos puntos deberán unirse cables de izamiento con boyas de señalización que indicaran posición y punto de izamiento de cada módulo.

Las parrillas se apoyarán directamente sobre el piso, que, para el caso de geomembrana, deberá protegerse con al menos 5.0 cm de concreto estructural. En general, la preparación y acabado de cada módulo deberá evitar daños al piso o a las paredes, especialmente cuando haya geomembrana expuesta.

Arreglo y dimensiones generales, y el detalle principal de la parrilla se muestran en el plano hidráulico: UT-PT-CDMB-4478-PL-HID-026: Aerador – Planta, sección AA' y detalles

8.6.4.12 Homogenizador para tanque aerador

Para controlar el flujo y mantener el lodo biológico en suspensión en la zona anóxica del tanque aerador, así como para mover y producir flujo de efluentes sobre la zona aeróbica,

Tipo sumergible, hélice de dos aspas con diámetro hasta 2.10 m, plástico o PRFV, que no afecten la geomembrana en caso de daño.. Velocidad de las aspas variable entre 40 a 60 rpm.

Motor eléctrico no superior a 5,5 kW (7,5 HP) 440V/3f/Hz. Rodamientos del motor con vida útil de hasta 100.000 horas y lubricados con aceite, Sellos mecánico con garantía mínima de 8 meses. Incluye sensores de humedad en el aceite y en el motor para prevención de daños, que envían señal al TFC y con salida para la Unidad de Supervisión de Operación.

Incluye suministro e instalación de tablero de fuerza y control (TFC) con gabinete a prueba de corrosión y agua según norma NEMA 4X; y, acometida tablero parcial - TFC.

8.6.4.13 Sistema para instalar y posicionar homogenizador en tanque aerador

Incluye guías verticales, pescante para izamiento y mecanismo para variar en operación el sumergimiento, hasta 2.0 m de profundidad, y el giro, hasta 180 grados. Todo en acero inoxidable 304.

Estos dispositivos deberán fijarse en el puente de acceso y en la base de concreto instalada en el fondo del tanque, y la cual deberá revestirse con geomembrana.

Guía vertical para instalar mezclador y poder girarlo manualmente hasta 180°, o poder variar su sumergimiento hasta 2.80 m de profundidad, mediante el uso del malacate del pescante. Guía y soportes todos en acero inoxidable 304

Soporte superior de guía a instalar sobre larguero de los puentes 1, 2 y 3 del tanque aireador. Esta fijación deberá tener empaque en lámina 5 mm de elastómero dureza 60 (para proteger acabado y pintura del puente).

Soporte inferior de guía a instalar sobre base de concreto en el fondo del tanque aireador, con tonillos de $\text{Ø}1/2 \times 3.1/2$ " longitud de acero inoxidable 304. Esta fijación deberá también tener empaque en lámina 5 mm de elastómero dureza 60 (para proteger geomembrana del tanque)

Mezclador a fijar en posición mediante cadena $1/4$ " de acero inoxidable 304. Cadena fijada con grilletes también de acero inoxidable 304 al mezclador y el soporte superior de la guía o el pescante.

Pescante para operación y mantenimiento, usado para posicionar mezclador. Pescante tipo articulado y de eslabones de longitud variable para facilitar operación. Pescante en acero carbón con acabado general limpieza mecánica y 3 mills de pintura epóxica color reglamentario. Pescante a instalar sobre larguero de los puentes 1, 2 y 3 del tanque aireador. Esta fijación deberá tener empaque en lámina 5 mm de elastómero dureza 60.

Toda la tornillería del pescante deberá ser grado 2, galvanizada en caliente según normas ASTM A- 123 y A-153; o con zincado electrolítico según norma ASTM B- 633-78

Malacate del pescante para elevar hasta 500 kg, y totalmente galvanizado según normas ASTM A- 123 y A-153; o con zincado electrolítico según norma ASTM B- 633-78.

8.6.4.14 Sensor para control de la generación de oxido nitroso

Sensor de oxireducción (ORP) que envía señal a un variador electrónico de velocidad del motor eléctrico de las aspas de los mezcladores homogenizadores. El variador actúa sobre frecuencia de la electricidad alimentando al motor.

La señal del sensor y el giro de las aspas de los mezcladores deben enviarse al TFC y a la Unidad de Supervisión de Operación.

8.6.5. UNIDAD 5. DECANTACIÓN Y TRANSPORTE DE LODOS

Los trabajos para entregar en funcionamiento cada **Unidad de Decantación y Transporte de Lodos** de la PTAR Río Frío a entera satisfacción del CONTRATANTE comprende suministrar, montar, probar y poner en operación los equipos e instalaciones de servicio para esta unidad como se estipulan en estas especificaciones particulares y especificaciones generales para equipos (Numeral 8.3 a 8.5) relacionadas.

A continuación se consignan las especificaciones particulares de los equipos e instalaciones de servicio para la Unidad de Decantación y Transporte de Lodos de la PTAR Río Frío, para al menos un caudal de diseño sanitario de $q_{dis} = 0.500 \text{ m}^3/\text{s}$. En estas especificaciones, inicialmente se describen la unidad y subunidades con sus procesos y operaciones, y luego se relacionan los componentes y planos de referencia. Después se presentan las especificaciones particulares de los equipos e instalaciones de servicio.

Las especificaciones particulares se refieren a los equipos necesarios para realizar las operaciones unitarias de decantación y transporte de lodos. Excepto donde se especifique lo contrario, las instalaciones de servicio de energía eléctrica, afluente / efluente, olor y agua de proceso siguen las especificaciones generales que acompañan a las presentes especificaciones particulares, y que forman parte de los documentos de la solicitud de ofertas y/o licitación.

El valor de las instalaciones de servicio de la Unidad de Decantación y Transporte de Lodos como se estipulan en estas especificaciones, no se pagará por separado. Su valor deberá estar incluido dentro del precio unitario de cada subunidad que comprende la unidad.

8.6.5.1 Características de las operaciones unitarias

La Unidad Decantación y Transporte de Lodos de la PTAR Río Frío, para al menos un caudal de diseño sanitario de $q_{dis} = 0.500 \text{ m}^3/\text{s}$ deberá ser para realizar las operaciones unitarias de decantación y transporte de los lodos del afluente procedente del tanque de aireación del proceso de lodos activados.

Esta Unidad de Decantación y Transporte de Lodos deberá separar el lodo biológico de los efluentes provenientes del tratamiento secundario recuperándolo por decantación y transportándolo al tanque de aireación o llevando el exceso de lodo a la alimentación de los reactores anaerobios UASB, o a la Unidad de Proceso de Lodos.

La operación unitaria de decantación o sedimentación deberá hacerse en un decantador o clarificador secundario. La operación unitaria de transporte de lodos deberá ser por bombeo a través de tubería según perfil hidráulico.

En el decantador se realiza la sedimentación de lodos procedentes del tanque de aeración. Esta operación deberá realizarse para:

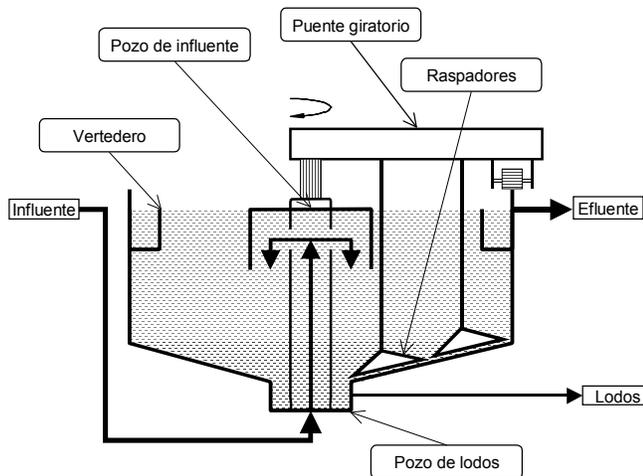
1. Reducir la concentración de lodos en los efluentes
2. Minimizar sólidos totales (ST)
3. Maximizar remoción de contaminantes

8.6.5.2 Tanque decantador

La última parte del tratamiento secundario del agua residual deberá efectuarse mediante la operación unitaria de decantación. La unidad de esta operación está compuesta de tanque de fondo cónico con pozo del afluente, vertedero periférico para efluente, puente giratorio con raspador; y motobombas para lodo.

Más adelante se muestra el diagrama de bloques del tratamiento primario con reactores UASB, y el tratamiento secundario con aireación y decantación. Adicionalmente se muestra el esquema de tanque decantador.

Ilustración -1. Esquema del decantador



El tanque decantador es la unidad de operación cuya función es separar por decantación el lodo biológico producido en el tratamiento biológico del agua residual. Por desnivel y desde el tanque de aireación, el efluente llega al centro del decantador donde su energía se disipa por los baffles del pozo de afluente. La disminución de velocidad contribuye a la decantación de los lodos por gravedad; y permite que el líquido clarificado llegue al vertedero periférico del decantador.

Mediante raspadores inclinados que se mueven con el puente giratorio, el lodo sedimentado se lleva a un foso central en el fondo del decantador. De este foso, el lodo se evacua mediante dos bombas axiales que operan simultáneamente, y con una tercera bomba de reserva.

Sobre la tubería que lleva los lodos extraídos del decantador, se deberá instalar un medidor de caudal para indicar el volumen de lodo que está regresando a los reactores y el que se remueve como exceso. El no-exceso de lodo deberá devolverse a los tanques de aireación.

La motomba de lodos en la Estación de bombeo No. 3, cuyo caudal también es medido a través del medidor de caudal arriba mencionado, lleva el lodo a la alimentación de los reactores anaerobios, junto con los efluentes que están llegando al tratamiento, inmediatamente después del cribado y la desarenación.

Arreglo y dimensiones generales, junto con detalles principales del tanque decantador y sus partes se muestran en los planos hidráulicos y mecánicos de la unidad y del decantador. Igualmente, los planos hidráulicos muestran el trazado en planta general de las tuberías de efluentes y lodos, y los típicos de la soportería para tubería se muestran en los planos mecánicos

A continuación se consignan las especificaciones técnicas particulares para las partes externas e internas del decantador. Las instalaciones de servicio de energía eléctrica, influente / efluente y lodos, siguen las especificaciones generales establecidas anteriormente.

8.6.5.3 Deflector central del afluente al decantador

Este dissipador de energía deberá ser del tipo circular con cinco baffles radiales y totalmente en PRFV. Deberá anclarse a la columna central del tanque decantador.

8.6.5.4 Vertederos del decantador

Los vertederos del decantador deberán consistir en secciones de lámina de policarbonato de 6 mm de espesor x 200 mm ancho, con ranuras en V de 120 mm ancho x 100 mm profundidad, a intervalos de 460 mm. Las secciones del vertedor deberán curvarse e instalarse uniéndolos a la pared del tanque con masilla epóxica que permita el ajuste y nivelación verticales. Ver configuración y forma de instalar estos vertederos en el plano respectivo del diseño hidráulico.

8.6.5.5 Subunidades de la Unidad de Decantación y Transporte de Lodos

La Unidad de Decantación y Transporte de Lodos de la PTAR Río Frío para al menos un caudal de diseño sanitario de $q_{dis} = 0.500 \text{ m}^3/\text{s}$, deberá componerse de las subunidades como aparece en la tabla siguiente:

Tabla 0-1. Subunidades de la Unidad de Decantación y Transporte de Lodos

Item	Descripción	Uni.	Cant.
5.	UNIDAD DE DECANTACIÓN Y TRANSPORTE DE LODOS		
5.1	Subunidad de puente giratorio para decantador	Global	1
5.2	Subunidad de recirculación de lodos	Global	1
5.3	Subunidad de purga de lodos	Global	1

Nota 1: El primer y segundo dígitos de cada ítem corresponden, respectivamente, al número de unidad y subunidad según Tabla de Unidades y Subunidades para Límites de Suministro. Esta tabla aparece en las especificaciones generales.

SUBUNIDAD DE PUENTE GIRATORIO PARA DECANTADOR

Cada subunidad de puente giratorio para decantador de la Unidad de Decantación y Transporte de Lodos de la PTAR Río Frío, para al menos un caudal de diseño sanitario de $q_{dis} = 0.500 \text{ m}^3/\text{s}$, deberá componerse de equipos e instalaciones de servicio relacionados en la tabla siguiente.

Tabla 0-2. Equipos e instalaciones de servicio de la Unidad de Decantación y Transporte de Lodos

Item	Descripción	Uni.	Cant.
5.	UNIDAD DE DECANTACIÓN Y TRANSPORTE DE LODOS		
5.1	Subunidad de puentes giratorios de decantador		
5.1.1	Puente giratorio con barrelodos y colector de flotantes. Incluye motoreductor, tableros TP y TFC y acometida TP-TFC	Uni.	1
5.1.2	Instalaciones de servicio para Subunidad de Puentes Giratorios de Decantadores	Global	1

Nota 1: El primer y segundo dígitos de cada ítem corresponden, respectivamente, al número de unidad y subunidad según Tabla de Unidades y Subunidades para Límites de Suministro. Esta tabla aparece en las especificaciones generales.

Arreglo y dimensiones generales del puente giratorio, junto con detalles principales y sus partes se muestran en los planos hidráulicos y mecánicos.

Puente giratorio con raspadores de lodo y colector de flotantes para decantador

Puente giratorio en vigas cajón en lámina HR doblada A-36, miembros en perfiles estructurales A-42, (que el CONTRATISTA deberá calcular), piso en parrilla peatonal de PRFV, y baranda en L 2 x 2 x 1/4" A-36. Ambos extremos con escalera, para acceso desde el piso del borde del tanque, y para bajar a columna central. La estructura de este puente podrá ser en largueros y travesaños en viga cajón de lámina A-36, como se presenta en los planos; y el CONTRATISTA podrá presentar otra(s) alternativa(s) de estructura(s).

Puente de dimensiones externas $L \times W \times H = 31.30 \times 1.44 \times 2.70 \text{ m}$, distancia entre apoyos $L = 29.50 \text{ m}$, y diseñado para carga segura concentrada 2,000 kg, carga distribuida 400 kg/m, deflexión máxima $L/1000$. Velocidad 3.09 m/min, giro 0.0166 rpm = 1 rph (recorrido de una vuelta/hr = 185.35 m /hr, sobre borde del tanque).

Puente giratorio, con un extremo montado sobre trole motorizado, y el otro extremo, sobre trole libre y un pivote central.

Pivote central con eje de Ø 4" SAE 1040, montado sobre chumaceras escualizables de rodamientos de cilindros a rótula. Incluye soporte para anclaje a la parte superior de la columna central del tanque, mecanismo para absorber desalineamiento por inclinación del puente giratorio por desnivel y obstáculos menores sobre las pistas, y soporte para el colector de la acometida parcial eléctrica del accionamiento.

Ruedas de troles tipo tambor de Ø 500 x 500 mm longitud, fabricadas en lamina A-36, con cubierta labrada de caucho vulcanizado para mayor tracción, y montadas sobre chumaceras escualizables de rodamientos de cilindros a rotula Ø4".

Pistas para ruedas en concreto nivelado y grafilado sobre borde del tanque y la parte superior de la columna central del tanque.

Barandas del puente y escaleras en L 2 x 2 x ¼", A-36, cartelas en lamina ¼" A-36. Todas las uniones con tornillo cabeza hexagonal, arandela plana, arandela de presión y tuerca mordaza con resorte. Toda la tornillería grado 2, y galvanizada en caliente según normas ASTM A- 123 y A-153; o con zincado electrolítico según norma ASTM B-633-78.

Piso del puente y escalones de escaleras en módulos de rejilla peatonal. Módulo de rejilla peatonal de L x W x H = 1200 x 1035 x 33 mm. Módulo fabricado totalmente de plástico reforzado con fibra de vidrio (PRFV) con fibra rigidizante de poliéster ortofálico, color verde. Apertura: 57.37%, vigas longitudinales de amarre: 6, vigas transversales de carga: 31. Ancho de prueba 1035 mm, longitud de apoyo 90 mm, luz 945 mm, carga segura concentrada 700 kg y distribuida 1100 kg/cm², deflexión máxima esperada 18.90 mm, factor de seguridad 5.0, modelo Rejilla Peatonal tipo 1, 1035 x 1200 x 33 mm, o similar.

Puente con raspadores (barre lodos) montados en su parte inferior. Estructura soporte de los raspadores tubo de acero A-53^B y perfiles A-36. Raspadores tipo paletas inclinadas con bordes ajustables en plástico UHMW. Ver detalles de rascadores en plano mecánico de detalles constructivos.

Acabado general del puente y sus accesorios con limpieza mecánica y 3 mills de pintura epóxica color reglamentario. Incluye protección catódica de electrodo consumible a calcular, suministrar e instalar por el CONTRATISTA.

Peso aproximado total del puente sin carga 7,000 kg, y peso total aproximado con carga 15,000 kg. Estos pesos deberán ser recalculado por el CONTRATISTA.

Accionamiento mediante moto reductor de doble reducción (moto reductor + reductor), para trabajo continuo de 24 hr/día, y con control del par tursor, especificado mas adelante.

Suministro y montaje del puente giratorio incluye interruptor con alarma por exceso de par tursor; un colector para acometida eléctrica parcial; y, un tablero de fuerza y control tipo NEMA 4X, en lámina de acero inoxidable 304. Este tablero, montado

sobre el puente debe incluir todos los conductores y el aparataje eléctrico de alimentación, protección, accionamiento, control e indicación.

Como se estipula al principio de este numeral, el CONTRATISTA podrá presentar alternativas para la estructura de cada puente giratorio. Se aceptarán puentes giratorios con estructura así:

- 1) Largueros y travesaños de viga cajón de lámina A-36
- 2) Larguero de una sola viga cajón de lámina A-36
- 3) Larguero de un sola viga tubular de lámina A-36
- 4) Largueros y travesaños de perfiles estructurales comerciales A-42
- 5) Largueros en viga C de 0.90 a 1.00 m de alto, de lámina A-36¹, que sirven también como barandas.

El CONTRATISTA deberá diseñar estructura y detalles constructivos del puente según la alternativa seleccionada, lo cual deberá incluir diseñar o adaptar escalera, piso, barandas, forma de unión de elementos estructurales, y, soportes para barrelos, colector de flotantes y para accionamiento. Según módulo de la viga larguero, alguna(as) alternativa(s) podrá(n) tener estructura más livianas que la del puente consignado en los planos, que corresponde a estructura de largueros y travesaños de viga cajón de lámina A-36.

Moto reductor para accionar puente del decantador

El accionamiento del puente giratorio del decantador deberá ser por moto reductor tipo helicoidal de acople directo al eje del trole, o por doble reducción (moto-reductor + reductor). Este accionamiento deberá incluir una base para el accionamiento, un tablero parcial, un tablero de fuerza, un control del par torsor, y las acometidas y canalizaciones de conductores.

El moto-reductor del accionamiento del puente giratorio de cada decantador podrá ser tipo helicoidal relación o sinfín corona, relación $i = 15:1$, potencia de entrada de al menos 12 HP, potencia de salida 10 HP, velocidad de entrada 1750 rpm, velocidad de salida 120 rpm, torque de salida 15 kg m, eficiencia 0.85, motor 12.0 HP 440V/3f/60Hz TEFC, sin fin a la derecha, montaje horizontal + un reductor sinfín-corona, relación $i = 50:1$, potencia de entrada 2.4 HP, potencia de salida 1.8 HP, velocidad de entrada 120 rpm, velocidad de salida 2.4 rpm, torque de salida 634 kg m, eficiencia 0.78, sin fin a la derecha, montaje – *Nota: Si los reductores no se pueden acoplar directamente, se recomienda acoplarlos con transmisión por cadena, y distribuir la relación de transmisión por cadena entre el acople intermedio y el acople final al eje de las ruedas del trole. –*

El accionamiento del puente giratorio del decantador deberá incluir un colector para acometida eléctrica parcial; un tablero parcial tipo NEMA 4X en lámina de acero inoxidable 304, y, un tablero de fuerza y control tipo NEMA 4X, con interruptor y

¹ Ver, por ejemplo, SERECO PRTP Peripheral drive scraper for circular clarifier. Brochure. Disponible en http://www.sereco.it/index.php/dir=_eng/mod=catalogo/idprod=37

alarma por exceso de par torsor. Estos tableros deberá ser en lámina de acero inoxidable 304, deberán montarse sobre el puente y deberán incluir todo los conductores y el aparataje eléctrico de alimentación, protección, accionamiento, control e indicación. Igualmente deberá incluir salidas para enviar señales a la Unidad de Supervisión de Operaciones.

Instalaciones de servicio de la Subunidad de Puentes Giratorios

Las instalaciones de servicio para la Subunidad de Puentes Giratorios de la Unidad de Decantación y Transporte de Lodos de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Municipales (PTAR) Río Frío, para al menos un caudal de diseño sanitario de $q_{dis} = 0.500 \text{ m}^3/\text{s}$, deberán ser las estipuladas en la tabla siguiente.

Tabla 0-3. Instalaciones de servicio de la Subunidad de Puentes Giratorios

Item	Descripción	Uni.	Cant.
1.	UNIDAD DE DECANTACIÓN Y TRANSPORTE DE LODOS		
5.1	Subunidad de Puentes Giratorios		
5.1.2	Instalaciones de servicio		
5.1.2.1	Acometida eléctrica parcial	Uni.	1
5.1.2.2	Tablero eléctrico parcial (TP)	Uni	0
5.1.2.3	Tablero de fuerza y control (TFC), con interruptor por exceso de par torsor y salidas a la Unidad de Supervisión de Operación	Uni	0
5.1.2.4	Acometida eléctrica TP a TFC	Uni	0
5.1.2.5	Acometida eléctrica TFC a equipo	Uni	0
5.1.2.6	Canalización de conductores y acometidas parciales	Global	0
5.1.2.7	Acometidas, aparataje, conductores, y canalizaciones de sensores, controles y actuadores	Global	1

Nota 1: El primer y segundo dígitos de cada ítem corresponden, respectivamente, al número de unidad y subunidad según Tabla de Unidades y Subunidades para Límites de Suministro. Esta tabla aparece en las especificaciones generales.

Nota 2: Algunas de las anteriores instalaciones de servicio (junto con su protección, anclaje, soportería, identificación y pruebas) se especifican en el documento de especificaciones generales que acompaña a las presentes especificaciones particulares, y que forma parte de los documentos de la solicitud de ofertas y/o licitación. Las instalaciones de servicios no consignadas en las especificaciones generales se especifican más adelante.

Nota 3: El valor de las instalaciones de servicio de la subunidad como se estipulan en estas especificaciones, no se pagará por separado. Su valor deberá estar incluido dentro del precio unitario de cada ítem que comprende la unidad y/o subunidad.

Estas instalaciones de servicio deberán comprender las provisionales y definitivas requeridas para la realización de las obras objeto de estas especificaciones. A continuación se presentan las instalaciones de servicio cuyas especificaciones particulares son diferentes a las especificaciones generales.

Acometida eléctrica parcial y tablero eléctrico parcial de puente giratorio

Cada puente giratorio del decantador deberá tener una acometida y un tablero parcial. La acometida parcial deberá ser desde el tablero parcial dispuesto para tal efecto en las instalaciones eléctricas

El tablero parcial de cada puente giratorio deberá ser con gabinete tipo NEMA 4X, en lámina de 2 mm acero inoxidable 304. Este tablero deberá montarse sobre un poste continuación del eje de giro del puente, y deberá incluir colectores, aisladores, barrajes y conductores; junto con el aparataje eléctrico de alimentación, protección, accionamiento, control e indicación.

SUBUNIDAD DE RECIRCULACIÓN DE LODOS

Cada Subunidad de Recirculación de Lodos de cada Unidad de Proceso de Lodos de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Municipales (PTAR) Río Frío, para al menos un caudal de diseño sanitario de $q_{dis} = 0.500\text{m}^3/\text{s}$, deberá componerse de equipos e instalaciones de servicio relacionados en la tabla siguiente.

Tabla 0-4. Equipos e instalaciones de servicio de la Subunidad de Recirculación de Lodos

Item	Descripción	Uni.	Cant.
5.	UNIDAD DE DECANTACIÓN Y TRANSPORTE DE LODOS		
5.2	Subunidad de Recirculación de Lodos		
5.2.1	Bomba para recircular lodos	Uni.	3
5.2.2	Instalaciones de servicio para Subunidad de Recirculación de Lodos	Global	1

Nota 1: El primer y segundo dígitos de cada ítem corresponden, respectivamente, al número de unidad y subunidad según Tabla de Unidades y Subunidades para Límites de Suministro. Esta tabla aparece en las especificaciones generales.

Localización y distribución en planta de las bombas se muestran en plano 24-HS: Tanque de aeración - cortes.

1...1.2 Motobomba para recircular lodos del decantador

Deberá proveerse tres motobombas, dos funcionando y otra en stand-by, para recircular lodos decantados desde Estación de Bombeo #1 (EB#1) del Decantador 1 (CLR-501) hasta Estación de Bombeo # 3 (EB#3), donde se reparte para recircular a Tanque de Aeración 1 (ATK-201) y/o pozo 2 A (P2A) para purgar a UASBs (ANR-205 a 207). Los lodos recirculados deberán ser de al menos $18,000\text{ m}^3/(\text{día} \times \text{decantador})$, con dos bombas operando 6.0 hrs/día, y una tercera bomba de reserva o en stand-by. El fluido a manejar será lodo decantado de proceso de UASB estabilizado por proceso de lodos activados, de densidad de al menos $1,006\text{ kg/m}^3$, temperatura máxima de 25°C ; y, contenido de sólidos de al menos 1.0% en peso (10.000 mg/L).

Cada motobomba para recircular lodos deberá ser del tipo vertical de flujo axial y de propela; de una o dos etapas; con eje suspendido protegido y lubricado por aceite; con campana de succión; y, con columna (o tubo) y codo para descarga sobre el nivel del piso. Esta bomba deberá tener un pedestal para el accionamiento por motor eléctrico con transmisión por correas y poleas.

Cada bomba para recircular lodos deberá diseñarse y/o seleccionarse para operación de 6 horas / día de 24 horas; para al menos un caudal $Q = 1,500 \text{ m}^3/\text{hora}$ ($0.417 \text{ L/s} = 6,605 \text{ gal/min}$); para al menos una altura dinámica total $H_t = 5.0 \text{ m CA}$ (11.5 pies CA); con al menos succión x descarga = $609 \times 609 \text{ mm}$ ($24 \times 24''$); succión con campana y descarga con brida ANSI 150 libras. El borde inferior de la succión deberá estar a un diámetro interior del tubo de la columna medido desde el piso del pozo, y la sumergencia mínima de la succión deberá ser al menos dos diámetros interiores de la campana de succión sobre el borde inferior de la misma campana.

Cada bomba deberá ser para al menos una potencia de entrada $P_i = 40 \text{ kW}$; una potencia de salida $P_o = 25 \text{ kW}$; una eficiencia del 60%. El accionamiento deberá ser mediante motor eléctrico 40 kW (53 HP), 1170 rpm , 440 V/3f/Hz , TEFC, IP 54; y, con transmisión por correas y poleas

La cabeza dinámica total deberá medirse en la descarga de la bomba y deberá incluir la cabeza de velocidad y la cabeza estática vertical desde el nivel mínimo de agua al eje de la descarga de la bomba. Este eje de descarga de la bomba deberá estar a 5.27 m de elevación sobre el piso del pozo húmedo. El mínimo nivel de agua deberá estar a la elevación de 0.60 m sobre el piso del pozo húmedo, y cada bomba deberá montarse a 4.40 m de elevación sobre el mismo piso. El piso del pozo húmedo estará a 800 msnm . (Para mayores detalles de elevaciones deberá verse los planos hidráulicos de decantador y el pozo de bombeo de lodos, y el plano de perfil hidráulico de la PTAR)

La rotación de cada bomba deberá ser en sentido antihorario vista desde el extremo del accionamiento hacia la bomba y horario para la bomba central, y no deberá exceder 1170 RPM . El tamaño del accionamiento deberá ser de al menos 40 kW (53 HP) máximos en el rango de la curva hidráulica de la bomba, y cada bomba deberá operar dentro del rango de la curva obtenida de y/o publicada por el fabricante. El cuerpo de la bomba deberá tener soportes requeridos para evitar vibración

La propela de cada bomba deberá ser del tipo de flujo axial y fabricada de bronce ASTM B584 C83600. Cada propela deberá fabricarse en una sola pieza con diseño de flujo axial de tres a cuatro vanos, capaces de dejar pasar sólidos de hasta 5 mm de diámetro. Los bordes de ataque de los vanos de la propela deberán ser redondeados para prevenir acumulación de material fibroso. Cada propela deberá balancearse estática y dinámicamente para limitar la vibración y deberá soportarse en ambos extremos por bujes para darles estabilidad. Las propelas deberán asegurarse al eje por medio de casquillos y tuercas de bronce para prevenir

movimiento axial. La posición de cada propela dentro de la campana de succión y/o el tazón intermedio deberá ajustarse por medio de tuercas y/o acoples.

Los tazones intermedios de las propelas (para bombas de más de una etapa) deberán ser de fundición de hierro de grano cerrado conforme a ASTM A48 Class 30. La fundición deberá estar libre de agujeros por soplado y arena y deberá maquinarse para obtener acabado y ajustes óptimos. Estos tazones deberán tener extremos bridados y pasajes suaves para asegurar operación eficiente. El tazón final deberá incluir la campana de succión que deberá tener entradas rebordeadas hacia fuera y bujes de bronce permanentemente lubricados. Esta campana de succión deberá tener un mínimo de tres vanos de guía para reducir el vórtice y las pérdidas en la entrada. El buje en la succión deberá tener protección contra la entrada de arena.

El eje de la propela deberá construirse en acero inoxidable 416 (ASTM A582) y deberá ser capaz de transmitir el torque requerido. Este eje deberá soportarse en bujes de bronce localizados en ambos lados de cada propela. El acople del eje deberá ser de acero carbón norma ASTM A108 Gr 12L14.

La columna o tubo de descarga de cada bomba deberá ser en al menos tubo Ø 24" Sch 10 con costura, A-106; o, fabricada de lámina ¼" HR, A-36. Esta columna deberá tener extremos bridados y deberá fabricarse en secciones no mayores de 3.05 m (10 pies) de longitud.

El eje de la columna deberá ser de tamaño suficiente para transmitir el torque y operar la bomba sin distorsión o vibración. Este eje deberá fabricarse en acero carbono AISI 1045 (o ASTM A582, 416) y deberá suministrarse en secciones no mayores de 3.05 m (10 pies) de longitud. Las secciones del eje deberán unirse con acoples roscados maquinados de redondos de barra de acero extrafuerte.

Deberá proveerse protección para el eje de la columna. Esta protección deberá ser en tubo Sch. 80 ASTM A120 y deberá suministrarse en secciones intercambiables no mayores que 1.50 m (5 pies) de longitud. Cada tubo de protección deberá maquinarse para recibir bujes conectores de bronce, Estos bujes deberán ser en bronce ASTM B505 C93200.

La cabeza de descarga de la bomba deberá ser sobre el piso y en tubo Sch 40 A-106, o fabricada en fundición de hierro gris, o fabricada de lamina de al menos 3/16" acero A-36 (codo de radio largo de tres secciones), y deberá tener en el extremo brida ANSI 125 lb. Esta cabeza deberá ser capaz de soportar todo el peso de la bomba y su accionamiento. Un eje de accionamiento, del mismo material que el eje de la columna, deberá extenderse a través del sello y acoplarse al eje del accionamiento mediante un espaciador tipo acople que permita remoción fácil del sello mecánico. La cabeza de descarga deberá tener un pedestal para montaje del accionamiento. Las aperturas de la cabeza de descarga deberán tener guardas para prevenir accidentes por el eje y acople.

El peso aproximado de la bomba con accionamiento es de 3.600 kg. El CONTRATISTA deberá recalcular este peso para efectos de soporte y anclaje en el pozo de bombeo de lodos.

Cada bomba de recirculación de lodos deberá tener protección anticorrosiva y protección catódica de electrodo consumible. La protección anticorrosiva deberá ser con 2.5 mills anticorrosiva epoxica y acabado con 5.0 mills de pintura epoxica, previa limpieza con sand-blasting comercial (SSPC-SP-6 / NACE # 3). La protección catódica deberá ser similar a la estipulada en las especificaciones generales mecánicas para la tubería de lodo, protección ésta que el CONTRATISTA deberá calcular, suministrar e instalar. Esta protección deberá diseñarse acorde a las normas NACE estándar RP-01-69-92, y deberá incluir al menos: a) Anodos de sacrificio para la columna de succión, la soportería ó anclajes y las válvulas de seccionamiento; b) Cables de lectura de potenciales; c) Sistemas de corriente impresa provista por rectificadores; y, d) Sistemas de aislamiento eléctrico.

El CONTRATISTA deberá suministrar certificado de las pruebas en fábrica de la bomba, pruebas que deberán realizarse de conformidad a la última edición Hydraulic Institute Standards (HIS). Las pruebas deberán ser suficientes para determinar la curva de potencia de entrada y de eficiencia relativas a capacidades desde el corte hasta 150% del flujo. Un mínimo de seis puntos, incluyendo el de corte, deberán tomarse en cada prueba. Al menos uno de estos seis puntos deberá tomarse tan cerca como sea posible de cada condición específica.

El suministro y montaje de cada bomba de recirculación de lodos deberá incluir columna (o tubo) y campana de succión; eje de columna con protección; cabeza de descarga con pedestal para el accionamiento; y, sistema de sello mecánico para el eje. Deberá también incluir todas las instalaciones de servicio como tubería para agua de proceso para retrolavado de tubería; soportes; sistema de protección catódica; puente grúa para inspección y mantenimiento (especificado mas adelante); sensores; controladores y actuadores; tablero parcial; tablero de fuerza y control; y, acometidas eléctricas. El tablero de fuerza y control deberá ser tipo NEMA 4X con gabinete en lámina 2 mm acero inoxidable 304.

Incluye válvula de retención en la descarga y suministro e instalación de tablero de potencia y control (TFC) tipo NEMA 4X con gabinete en acero inoxidable; y, acometida tablero parcial - TFC.

Puente grúa para mantenimiento de motobombas para lodos

Deberá proveerse un puente grúa para mantenimiento de las bombas de recirculación de lodos en el Pozo de Bombeo de Lodos No. 1. Este deberá ser un puente grúa de riel dotado con diferencial manual a cadena de eslabones con trole también manual.

El puente deberá permitir que los elementos rotatorios y los elementos no rotatorios críticos, sometidos a desgaste, y no la bomba completa, puedan removerse rápida y

fácilmente para inspección, reparación o cambio, sin necesidad de remover o desmontar la bomba completa. El puente deberá montarse sobre rieles en el borde del pozo de bombeo y deberá facilitar el izaje y desplazamiento manual y sin dificultades de los elementos rotatorios de las bombas para efectos de todas las actividades de montaje y mantenimiento.

El puente grúa deberá diseñarse para elevación hasta 3.0 m de cargas de al menos 0.5 ton., y lo será según se muestra en los planos civiles e hidráulicos del decantador. Las dimensiones principales aproximadas de este puente grúa deberán ser de al menos Largo x Ancho x Alto = 8.20 x 2.00 x 4.0 m. Para la elevación deberá disponerse de un diferencial manual a cadena de eslabones para 1.0 ton x 3.0 m de levante, con trole engranado de desplazamiento manual. Arreglo general, configuración, dimensiones principales y detalles básicos similares a los del plano del puente grúa para canal de cribado. El peso estimado total del puente grúa sin carga es 1,000 kg, y peso total estimado con carga es 1,200 kg. Estos pesos deberán ser recalculados por el CONTRATISTA.

Los componentes estructurales de puente grúa, que el CONTRATISTA deberá calcular, deberá incluir riel para trole del diferencial en al menos perfil estructural I 12" x 27 lb/pie A-42, patas en al menos tubo Ø 8" Sch 40 A-53°B, y cartelas en al menos lamina ¼" A-36. Este puente deberá tendrá uniones apernadas para facilitar transporte desde taller a sitio de la obra, y desde lugar de operación a sitio de almacenamiento. El puente grúa deberá tener limpieza previa con grata, protección con 2.5 mills anticorrosiva epoxica y acabado con 5.0 mills de pintura epóxica color reglamentario.

Diferencial con trole para puente grúa para motobombas para lodos

Diferencial manual de cadena de eslabones con trole engranado. Diferencial con capacidad 1.0 tonelada x 3.0 de elevación. Peso total aprox. 30 kg.

Caudalímetro

Medidor de caudal para indicar el volumen de lodo que regresa a los reactores y que se remueve como exceso, mientras el no-exceso de lodo vuelve a los tanques de aireación. Este caudalímetro deberá ser tipo no contacto, para montaje sobre línea. Y con indicador digital. Caudal máximo 5.000 m³/hora, caudal mínimo 500 m³/hora, error máximo de medición 2%, indicador con dígitos de 7 mm de alto y dos cifras decimales. Cuerpo y componentes internos resistentes a la acción de los componentes del fluido medido (lodos con un contenido de sólidos del 3 al 5%). Instalado después de la función de las tres bombas, donde los caudales de las bombas se juntan.

Incluye tablero de fuerza y control tipo NEMA 4X con gabinete de acero inoxidable AISI 304

Instalaciones de servicio de la Subunidad de Bombeo de Recirculación de Lodos

Las instalaciones de servicio para la Subunidad de Bombeo para Recirculación de Lodos de la Unidad de Decantación y Transporte de Lodos de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Municipales (PTAR) Río Frío, para al menos un caudal de diseño sanitario de $q_{dis} = 0.500 \text{ m}^3/\text{s}$, deberán ser las estipuladas en la tabla siguiente:

Tabla 0-5. Instalaciones de servicio de la Subunidad de Bombeo para Recirculación de Lodos

Item	Descripción	Uni.	Cant.
5.	UNIDAD DE DECANTACIÓN Y TRANSPORTE DE LODOS		
5.2.	Subunidad de Bombeo para Recirculación de Lodos		
5.2.5	Instalaciones de servicio		
5.2.5.1	Tubería para agua de proceso para retrolavado de tubería	Global	1
5.2.5.2	Acometida eléctrica parcial	Uni.	2
5.2.5.3	Tablero eléctrico parcial (TP)	Uni	2
5.2.5.4	Tablero de fuerza y control (TFC) con salidas a la Unidad de Supervisión de Operación	Uni	2
5.2.5.5	Acometida eléctrica TP a TFC y TFC a equipo	Uni	2
5.2.5.6	Canalización de conductores y acometidas parciales	Global	2
5.2.5.7	Acometida, aparataje, conductores, y canalizaciones de sensor, control y actuador electrónicos del equipo	Global	2

Nota 1: El primer y segundo dígitos de cada ítem corresponden, respectivamente, al número de unidad y subunidad según Tabla de Unidades y Subunidades para Límites de Suministro. Esta tabla aparece en las especificaciones generales.

Nota 2: Algunas de las anteriores instalaciones de servicio (junto con su protección, anclaje, soportería, identificación y pruebas) se especifican en el documento de especificaciones generales que acompaña a las presentes especificaciones particulares, y que forma parte de los documentos de la solicitud de ofertas y/o licitación. Las instalaciones de servicios no consignadas en las especificaciones generales se especifican más adelante.

Nota 3: El valor de las instalaciones de servicio de la subunidad como se estipulan en estas especificaciones, no se pagará por separado. Su valor deberá estar incluido dentro del precio unitario de cada ítem que comprende la unidad y/o subunidad.

Estas instalaciones de servicio deberán comprender las provisionales y definitivas requeridas para la realización de las obras objeto de estas especificaciones.

SUBUNIDAD DE PURGA DE LODOS DE REACTORES UASB

Las especificaciones particulares de la Subunidad de Purga de Lodos deberán solo usarse para información y/o referencia en el alcance de obras mecánicas de la etapa 1, fase 1 y 2 de construcción de la PTAR Río Frío. Estas especificaciones

deberán únicamente aplicarse al alcance de las obras mecánicas de la etapa 1, fase 3; y, de las etapas 2 y 3 de la mencionada construcción.

Cada Subunidad de Purga de Lodos de cada Unidad de Proceso de Lodos de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Municipales (PTAR) Río Frío, para al menos un caudal de diseño sanitario de $q_{dis} = 0.500\text{m}^3/\text{s}$, deberá componerse de equipos e instalaciones de servicio relacionados en la tabla siguiente.

Tabla 0-6. Equipos e instalaciones de servicio de la Subunidad de Purga de Lodos

Ítem	Descripción	Uni.	Cant.
5.	UNIDAD DE DECANTACIÓN Y TRANSPORTE DE LODOS		
5.2	Subunidad de purga de lodos		
5.2.1	Bomba para purga lodos de UASBs	Uni.	2
5.2.2	Instalaciones de servicio para Subunidad de Purga de Lodos	Global	1

Nota 1: El primer y segundo dígitos de cada ítem corresponden, respectivamente, al número de unidad y subunidad según Tabla de Unidades y Subunidades para Límites de Suministro. Esta tabla aparece en las especificaciones generales.

Localización y distribución en planta de las bombas y sus tuberías se muestran en plano 24-HS: Tanque de aeración - cortes.

Motobomba para purga de lodos de Estación de bombeo No. 3 a reactores UASBs (P-612)

Deberá proveerse dos motobombas, una funcionando y otra en stand-by, (P-612) para purga de lodos desde la Estación de bombeo No. 3 a pozo P2A, donde se mezclan con efluentes del pretratamiento para alimentar a los reactores UASBs. Estas motobombas deberán ser para manejar al menos $850\text{ m}^3/\text{turno}$ de 8 horas, 6 días a la semana ($125\text{ m}^3/\text{hr}$), de lodos de purga de reactores de lodos activados y/o de reactores UASB. Fluido a manejar será lodo de purga de proceso de lodos activados, de densidad de al menos $1,005\text{ kg}/\text{m}^3$, y contenido de sólidos de al menos 0.8% en peso ($8000\text{ mg}/\text{L}$), y lodos de purga de reactores UASB, de densidad de al menos $1.018\text{ kg}/\text{m}^3$, y contenido de sólidos de al menos 3%.

Cada motobomba deberá ser de desplazamiento positivo, una motobomba operante y otra de reserva. Caudal de al menos $125\text{ m}^3/\text{hora}$ ($550\text{ gal}/\text{min}$), altura dinámica total de al menos 11.50 mCA (37.80 pies CA), succión x descarga = 152 mm , (6") brida ANSI 150 libras. Potencia efectiva de al menos $P = 1.3\text{ HP}$ (5.0 kW), y giro a 180 rpm . Cada motobomba deberá ser para bombeo continuo de hasta $16\text{ hrs}/\text{día}$.

Cada motobomba deberá tener estator en acero inoxidable, rotor tipo sin fin en caucho nitrílico, y carcaza en hierro fundido, eje en acero inoxidable con sello mecánico. Eje montado sobre rodamientos axiales de bolas con lubricación por grasa. Acople directo a moto reductor tipo helicoidal, potencia de entrada 5.0 kW , relación $i = 10:1$, velocidad de entrada 1800 rpm , velocidad de salida 180 rpm , eficiencia 0.9 , con motor $2.0\text{ kW } 440\text{V}/3\text{f}/60\text{Hz TEFC}$. Peso aprox. 212 kg .

Incluye suministro e instalación de sensor e interruptor de temperatura y tablero de fuerza y control (TFC). Cada TFC deberá ser tipo NEMA 4X con gabinete en lámina 2.0 mm acero inoxidable 304; variador electrónico de velocidad para cada bomba; y, acometida tablero parcial - TFC.

Motobomba trasiego de lodos de EB # 3 a pozo P-2A

Deberán proveerse dos motobombas de trasiego de lodos, una funcionando y otra en Stand By, desde la Estación de Bombeo # 3 hasta pozo P-2A. Para manejar 280 m3/(día x decantador) x 2 decantadores = 560 m3/día, con una bomba operando 8 hrs/día

Motobomba tipo axial, de rotor abierto de alabes inclinables entre 28 y 35°, y de succión vertical. Líquido a manejar: lodos con hasta 5% de sólidos. Caudal Q = 85 m³/hora (370 gal/min), altura dinámica total de al menos 9m CA (29,5 pies CA), succión x descarga = 102 mm, (4”) brida ANSI 150 libras, potencia efectiva del al menos 3.0 kW, eficiencia del 60%, y giro a 1770 rpm. Cuerpo e impulsor en hierro fundido, y eje en acero inoxidable con sello mecánico. Eje montado sobre rodamientos axiales de bolas con lubricación por grasa. Acabado exterior en pintura epóxica. Acople directo a motor eléctrico 6.0 kW, 1770 rpm, 440 V/3f/Hz, TEFC, IP 54. Peso aprox. 200 kg.

Incluye suministro e instalación de tablero de fuerza y control (TFC) tipo NEMA 4X con gabinete en acero inoxidable; y, acometida tablero parcial – TFC.

Instalaciones de servicio de la Subunidad de Bombeo de Purga de Lodos

Las instalaciones de servicio para la Subunidad de Bombeo para Purga de Lodos de la Unidad de Decantación y Transporte de Lodos de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Municipales (PTAR) Río Frío, para al menos un caudal de diseño sanitario de $q_{dis} = 0.500 \text{ m}^3/\text{s}$, deberán ser las estipuladas en la tabla siguiente:

Tabla 0-7. Instalaciones de servicio de la Subunidad de Bombeo para Purga de Lodos

Item	Descripción	Uni.	Cant.
5.	UNIDAD DE DECANTACIÓN Y TRANSPORTE DE LODOS		
5.2.	Subunidad de de bombeo para purga de lodos		
5.2.5	Instalaciones de servicio		

5.2.5.1	Tubería para agua de proceso para retrolavado de tubería	Global	1
5.2.5.2	Acometida eléctrica parcial	Uni.	2
5.2.5.3	Tablero eléctrico parcial (TP)	Uni	2
5.2.5.4	Tablero de fuerza y control (TFC) con salidas a la Unidad de Supervisión de Operación	Uni	2
5.2.5.5	Acometida eléctrica TP a TFC y TFC a equipo	Uni	2
5.2.5.6	Canalización de conductores y acometidas parciales	Global	2
5.2.5.7	Acometida, aparataje, conductores, y canalizaciones de sensor, control y actuador electrónicos del equipo	Global	2

Nota 1: El primer y segundo dígitos de cada ítem corresponden, respectivamente, al número de unidad y subunidad según Tabla de Unidades y Subunidades para Límites de Suministro. Esta tabla aparece en las especificaciones generales.

Nota 2: Algunas de las anteriores instalaciones de servicio (junto con su protección, anclaje, soportería, identificación y pruebas) se especifican en el documento de especificaciones generales que acompaña a las presentes especificaciones particulares, y que forma parte de los documentos de la solicitud de ofertas y/o licitación. Las instalaciones de servicios no consignadas en las especificaciones generales se especifican más adelante.

Nota 3: El valor de las instalaciones de servicio de la subunidad como se estipulan en estas especificaciones, no se pagará por separado. Su valor deberá estar incluido dentro del precio unitario de cada ítem que comprende la unidad y/o subunidad.

Estas instalaciones de servicio deberán comprender las provisionales y definitivas requeridas para la realización de las obras objeto de estas especificaciones.

Tablero de fuerza y control de bomba para purga de lodos

Cada bomba para purga de lodos deberá incluir la acometida eléctrica parcial; y, un tablero de fuerza y control TFC tipo NEMA 4X, en lámina 2 mm de acero inoxidable 304. Este tablero deberá montarse cerca de cada homogenizador, sobre el puente peatonal del tanque aerador. El TFC deberá incluir un variador electrónico de frecuencia para variar el giro del motor eléctrico de cada homogenizador, según señal del control de velocidad especificado más adelante. Adicionalmente, el TFC deberá incluir todos los conductores y el aparataje eléctrico de alimentación, protección, accionamiento, control, indicación y alarmas; así como salida(s) para enviar a la USO.

8.6.5.6 CONDICIONES GENERALES DE ENTREGA DE LA UNIDAD DE DECANTACION Y TRANSPORTE DE LODOS

Instalación: Toda la Unidad de decantación y transporte de lodos como descrita en esta especificación, y sus equipos e instalaciones de servicio relacionadas deberán instalarse y alinearse bajo las recomendaciones y la supervisión de un ingeniero de servicio del fabricante. Todas las canalizaciones para conductores de potencia y control deberán localizarse y ejecutarse de acuerdo con las recomendaciones del fabricante de los equipos conformadores de la Unidad. Todas las adecuaciones del terreno, piso o estructura del sitio de servicio deberán localizarse, ejecutarse o adecuarse de acuerdo con las recomendaciones del fabricante.

El Proponente deberá hacer que el fabricante de cada uno de los equipos componentes de la Unidad de decantación y transporte de lodos examine/investigue los documentos de la solicitud de ofertas en cuanto al ambiente de funcionamiento al cual los equipos estarán sometido, para así aconsejar al Ingeniero del Proponente (antes de hacer una oferta) sobre cualquier problema potencial, que podrían hacer que los equipos no funcionen según lo previsto, y quien deberá dar recomendaciones para corregir/prevenir problemas posibles / esperados.

El Proponente deberá incluir en el precio unitario de la Unidad de decantación y transporte de lodos un mínimo de tres días de 8 horas/día de tiempo de un ingeniero de servicio del fabricante de cada uno de los equipos mayores. Este tiempo deberá utilizarse para asegurar la conexión y el funcionamiento apropiados de los equipos antes de arranque y para entrenar a personal del Contratante en la operación y mantenimiento de los equipos.

Pruebas: La prueba de despacho de los equipos mayores para La Unidad de decantación y transporte de lodos deberá ejecutarse en la planta del fabricante bajo condiciones simuladas en la gama de la carga esperada. Todos los puntos / rangos de operación deberán programarse y probarse, y el sistema deberá operarse con motor de características similares.

La prueba, comprobación, y arranque de los equipos en el campo deberá realizarse bajo la dirección técnica de un ingeniero de servicio del fabricante. Bajo cualquier circunstancia, ninguna porción de cualesquiera de los equipos podrá energizarse sin la autorización del ingeniero de servicio del fabricante. El Contratista deberá instruir al fabricante de los equipos sobre proporcionar los servicios de un ingeniero competente para asesorar en la puesta en operación inicial (commissioning) de cada uno de los equipos mayores, y para proporcionar la instrucción necesaria al personal a cargo de la operación y mantenimiento de los mismos.

La prueba del funcionamiento consistirá en tres pruebas que deberán durar tres horas cada una. Las muestras serán recogidas en el final de cada hora. Todas las pruebas deberán promediarse y el equipo suministrado deberá demostrar que puede cubrir o exceder los criterios especificados del funcionamiento. Si el equipo no puede resolver los criterios especificados del funcionamiento después de la tercera prueba, el CONTRATANTE tendrá la opción de hacer efectiva la póliza de garantía de funcionamiento, o solicitar al CONTRATISTA compensación por costos futuros, tales como acarreo de lodos húmedos y/o torta, exceso de dosificación del polímero, rendimiento de procesamiento del lodo y de sólidos capturados debido a la falta de cubrir los criterios del funcionamiento. La cantidad de la compensación deberá ser igual al coste adicional, sobre la base del valor presente, que incurrirá el CONTRATANTE en un período de veinte (20) años con interés de un 0.05 puntos porcentuales por debajo del interés de usura vigente a la fecha de hacerse efectivo el pago. El CONTRATISTA será responsable por estos costos adicionales, pero el monto no deberá exceder el 100% del precio del sistema suministrado.

Si el CONTRATANTE no puede proporcionar el lodo según lo especificado en las condiciones del servicio dentro 90 días después de que la notificación del CONTRATISTA de la preparación para realizar la prueba de funcionamiento, la prueba será juzgada ser satisfactoria y el Contratante aceptará el equipo.

Partes de repuesto requeridas: Una lista de partes de repuesto requeridas deberá incluirse con las especificaciones del equipo sometidas con la oferta. El Proponente deberá incluir en su oferta el costo de proveer las piezas de repuesto requeridas por el fabricante.

Partes de repuesto recomendadas: El Contratista deberá obtener del fabricante, y someter a aprobación del Contratante, una lista de las piezas de repuesto recomendadas para cada de equipo componente de la Unidad de proceso de lodo según las provisiones al respecto estipuladas en las especificaciones generales. Después de la aprobación, el Contratista deberá suministrar tales piezas de repuesto empaquetadas, identificadas con los datos del equipo, y etiquetadas convenientemente. El Contratista también deberá suministrar nombre, dirección, y número de teléfono del distribuidor más cercano para cada parte de repuesto.

Todas las partes de repuesto deberán destinarse para uso del Contratante sólo después de la expiración del período de la garantía. Cualquier pieza de repuesto que el Contratista utilice para las pruebas en campo y la cobertura de la garantía, el Contratista deberá sustituirlas antes de la aceptación parcial del Contratante del uso beneficioso del equipo.

Durante la duración de la garantía, el Contratista deberá notificar por escrito al Contratante sobre cualquier modificación por parte del fabricante de cualquiera de las partes de repuesto aprobadas, tales como número de parte, capacidad de intercambio, cambio del modelo u otros. Si el Contratante determina que las piezas modificadas no son más aplicables al equipo proveído, dentro de la cobertura de la garantía, el Contratista deberá proporcionar piezas de repuesto aplicables.

Servicio de asistencia técnica y repuestos: Cada uno de los equipos componentes de la Unidad de decantación y transporte de lodos, deberá tener servicio de asistencia técnica y repuestos para todo el territorio colombiano, con concesionarios o agentes autorizados directamente por la fábrica. El Contratista deberá presentar constancia escrita que estos concesionarios y/o agentes garantizan disponibilidad de repuestos y servicio en el mercado local para efectos del mantenimiento preventivo y reparativo después de vencerse la cobertura de la garantía.

Fabricantes: Cada equipo solicitado deberá ser nuevo, sin usar, y un modelo de producción actual del fabricante. Cada uno de los equipos requeridos en esta especificación deberá ser el producto de un fabricante que haya diseñado y fabricado equipos similares, y tenga un registro de no menos de cinco (5) años de operación exitosa en plantas similares en Latinoamérica y EE.UU. El Contratista

deberá someter a la Interventoría evidencias para el anterior efecto junto con una lista de sistemas instalados y en operación.

Los equipos solicitados en la presente unidad de decantación y transporte de lodos deberán ser de tecnología abierta y no deberán estar bajo regalías o extensiones de uso de diseño o nombre, o estar bajo patentes extranjeras o patentes pendientes. En caso de cualquier demanda por infracción de patentes o registros de diseño, el fabricante deberá defender e indemnizará al Contratante y lo deberá librar jurídica y económicamente de cualesquiera responsabilidades asociadas al uso del equipo, diseño o proceso patentado.

Garantía: El Fabricante / Contratista, deberá garantizar el funcionamiento de los equipos contra cualesquier defectos de los materiales y de fabricación por el tiempo de 12 meses contados después de la puesta en punto o 18 meses después de la fecha de suministro, lo que primero ocurra. El Fabricante/Contratista deberá comprometer a reparar o cambiar las piezas defectuosas, cuando se compruebe su defecto. Los servicios de cambio y reparos por garantía, como también el transporte y costos de viaje de técnicos, serán por cuenta del Fabricante/Contratista. No deberá incluirse en la cobertura de la garantía: (a) La no observancia de las instrucciones de existencias de carga y descarga instalación del equipo hechos por cuenta del Contratante; (b) La no observancia de las instrucciones de operación y mantenimiento establecidas en el manual suministrado por el fabricante/Contratista; y, (c) además piezas que por su naturaleza, mismo en operación normal tengan vida útil menor que el tiempo de garantía.

Análisis de costos para comparación: Para efectos de comparación y selección, el Proponente deberán presentar: (a) Análisis de costo capital (precio unitario del sistema), costo de operación y mantenimiento (O & M) y costo unitario de producción (US \$ /m³ de lodo deshidratado). El costo O & M debe incluir relación y consumo unitario de insumos (reactivos, polímeros / floculantes y consumibles), relación de personal necesario, y la disponibilidad de insumos y repuestos en el mercado nacional; y, (b) Las características finales de la torta de lodo producida, inclusive con ausencia o minimización de polvo. Estos serán parámetros a explicitarse por el proveedor, y que serán características a tener en cuenta en el análisis económico y de impacto social y ambiental del equipo y/o la operación.

8.6.6. UNIDAD DE PROCESO DE LODOS

Los trabajos para entregar en funcionamiento cada **Unidad de Proceso de Lodos** de la PTAR Río Frio a entera satisfacción del CONTRATANTE comprenden realizar la ingeniería de detalle de la Unidad, suministrar, montar, probar y poner en operación los equipos e instalaciones de servicio

para esta Unidad como se estipulan en estas especificaciones particulares y especificaciones generales relacionadas.

A continuación se consignan las especificaciones particulares de los equipos e instalaciones de servicio para la Unidad de Unidad de Proceso de Lodos de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Municipales (PTAR) Río Frío, para al menos un caudal de diseño sanitario $q_{dis} = 0.500 \text{ m}^3/\text{s}$ (cuatro reactores UASB, un tanque aerobio de lodos activados, un decantador, y una Planta de Proceso de Lodos). En estas especificaciones, inicialmente se describen la unidad y subunidades con sus procesos y operaciones, y luego se relacionan los componentes y planos de referencia. Después se presentan las especificaciones particulares de los equipos e instalaciones de servicio.

Las especificaciones particulares se refieren a los equipos necesarios para realizar la operación unitaria del deshidratado de lodos. Excepto donde se especifique lo contrario, las instalaciones de servicio de energía eléctrica, afluente / efluente, olor y agua de proceso siguen las especificaciones generales que acompañan a las presentes especificaciones particulares, y que forman parte de los documentos de la solicitud de ofertas y/o licitación.

El valor de las instalaciones de servicio de cada Unidad de Unidad de Proceso de Lodos como se estipulan en estas especificaciones, no se pagará por separado. Su valor deberá estar incluido dentro del precio unitario de cada subunidad que comprende la unidad.

Cada Unidad de Proceso de Lodos de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Municipales (PTAR) Río Frío, para al menos un caudal de diseño sanitario de $q_{dis} = 0.500 \text{ m}^3/\text{s}$ deberá ser para realizar la operación unitaria de deshidratado de lodo. En esta primera etapa operará durante 17 horas al día aproximadamente, Seis (6) días a la semana.

En las operaciones unitarias de procesamiento de lodos deberá poder removerse el agua de los lodos de purga de los reactores UASBs y el Clarificador secundario. Los sólidos removidos (torta de lodos) serán los presentes en el afluente de los reactores UASB y el clarificador secundario, y los cuales una vez deshidratados deberán transportarse a un sitio de disposición final: relleno o land fill, y/o a una Planta de Lodos para obtener biosólidos Clase A y/o B.

8.6.6.1 CARACTERÍSTICAS DE LAS OPERACIONES

Las operaciones unitarias de la Unidad de Proceso de Lodos de la PTAR Río Frío comprenden sólo Deshidratado de Lodos. El deshidratado de lodos tiene como objetivo reducir la humedad del exceso de lodo generado por la planta (lodos purgados), para disponerlos en land-fill o relleno sanitario, o para transformarlo en biosólidos clase A, según la norma estadounidense EPA – 40-CFR- Part. 503. La unidad de esta operación unitaria se compone de bombas para lodos, tuberías; sistema de preparación y dosificación de polímeros (incluye Tanques de homogenización); prensas de tornillo para deshidratación de lodos; y, transportadores y contenedores para torta de lodo.

Porque a la fecha de elaboración de estas especificaciones no existe legislación colombiana sobre biosólidos de PTARs municipales, la Unidad de Proceso de Lodos de la PTAR Río Frío deberá contener la operación de deshidratado para cumplir la norma federal estadounidense 40-CFR- Part 503: Standards for the Use and Disposal of Sewage Sludge (la “Part 503 Rule”)², para biosólido Clase A (patógenos no detectables), y las recomendaciones de los siguientes documentos:

- US Environmental Protection Agency (US-EPA): 1999 Biosolids Management Handbook, Washington, DC: 1999³
- National Biosolids Partnership (NBP), Manual of good practice for biosolids, Alexandria, VA: NBP, 2005⁴
- US-EPA. Guide for field storage of biosolids – EPA/832-B-00-007 July 2000. Washington, DC: 2000⁵.
- UNITED STATES OF AMERICA ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (US-EPA) Manual of design for sludge treatment and disposal, USEPA 625/1-79-011. 1979

Estos documentos estipulan el biosólido Clase A como aplicable a cualquier situación, inclusive en horticultura sin riesgos a la salud o al medio ambiente.

Cada subunidad de deshidratado de lodos deberá ser para acondicionar y deshidratar adecuadamente lodo húmedo para producir una torta de lodo que descargue fácilmente de la unidad sin obstruir y que se pueda manejar por la bomba o equipo del transporte. Cada unidad deberá ser para funcionar en el ambiente para el cual se requiere, continua o intermitentemente según demanda, y deberá realizar las operaciones de deshidratado requeridas, sin derramar agua o lodo más allá del chasis o cubierta nominal de los equipos.

² Disponible de www.epa.gov/epacfr40/chapt-1.info/

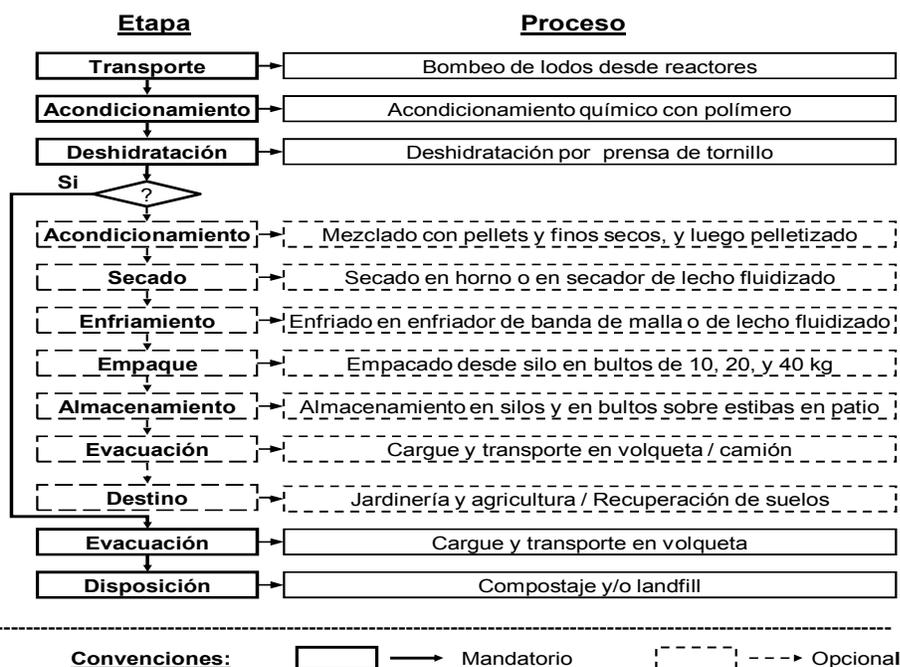
³ Disponible de www.epa.gov/region8/water/biosolids/biosolidsdown/handbook/index.html

⁴ Disponible de

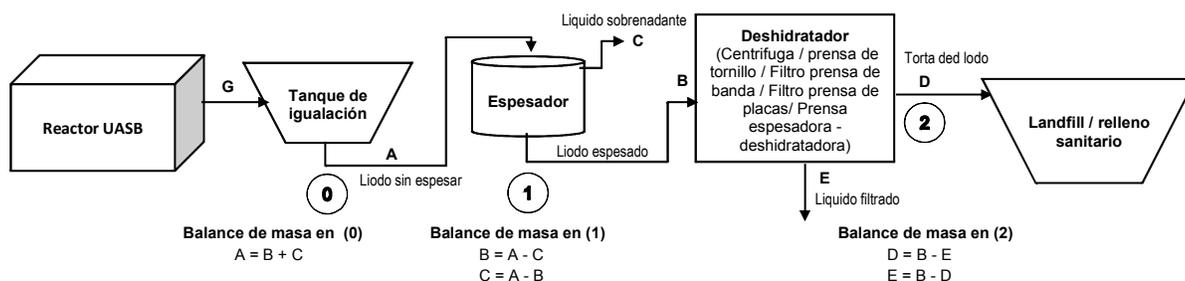
www.biosolids.org/ems_main.asp?sectionid=48&pageid=189&pagename=Manual%20of%20Good%20Practice

⁵ Disponible de www.epa.gov/owm/mtb/biosolids/fsguide/index.htm

Diagrama de bloques de etapas y procesos del manejo de lodos



Esquema y balances de masa de las operaciones unitarias del manejo de lodos



8.6.6.2 SUBUNIDADES DE LA UNIDAD DE PROCESO DE LODOS

Cada **Unidad de Proceso de Lodos** de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Municipales (PTAR) Río Frío, para al menos un caudal de diseño

sanitario de $q_{dis} = 0.500\text{m}^3/\text{s}$, deberá componerse de las subunidades como aparece en la tabla siguiente:

Subunidades de la Unidad de Subunidades de la Unidad de Proceso de Lodos

Item	Descripción	Unidad	Cantidad
1.	UNIDAD DE PROCESO DE LODOS		
6.0	Subunidad de Espesado de lodos	Un	0
6.1	Subunidad de Deshidratado de Lodos	Un	1
6.2	Subunidad de purga de lodos	Un	1

Nota 1: El primer y segundo dígitos de cada ítem corresponden, respectivamente, al número de unidad y subunidad según Tabla de Unidades y Subunidades para Límites de Suministro. Esta tabla aparece en las especificaciones generales.

SUBUNIDAD DE DESHIDRATADO DE LODOS

Cada Subunidad de Deshidratado de Lodos de cada Unidad de Proceso de Lodos de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Municipales (PTAR) Río Frío, para al menos un caudal de diseño sanitario de $q_{dis} = 0.500\text{ m}^3/\text{s}$, deberá componerse de equipos e instalaciones de servicio relacionados en la tabla siguiente.

Equipos e instalaciones de servicio para la Subunidad de Deshidratado de Lodos

Item	Descripción	Unidad	Cantidad
6.	UNIDAD DE PROCESO DE LODOS		
6.	Subunidad de Deshidratado de Lodos		
6.1.	Prensa de tornillo para deshidratar lodos	Uni.	2
6.2	Bomba para lavado de camisa perforada de prensa	Uni.	2
6.3	Sistema automático para preparar y dosificar polímeros	Uni.	1
6.6.	Bomba para agua de dilución al sistema de polímeros	Uni.	2
6.8	Tanque de homogenización	Uni.	2

6.10	Dispositivo para descargar prensa deshidratadora	Uni.	1
6.11	Contenedor rodante para recibir y transportar torta de lodos	Uni.	3
6.13	Instalaciones de servicio de la Unidad de Proceso de Lodos	Global	1

Nota 1: El primer y segundo dígitos de cada ítem corresponden, respectivamente, al número de unidad y subunidad según Tabla de Unidades y Subunidades para Límites de Suministro. Esta tabla aparece en las especificaciones generales.

Nota 2: Algunas de las anteriores instalaciones de servicio (junto con su protección, anclaje, soportería, identificación y pruebas) se especifican en el documento de especificaciones generales que acompaña a las presentes especificaciones particulares, y que forma parte de los documentos de la solicitud de ofertas y/o licitación. Las instalaciones de servicios no consignadas en las especificaciones generales se especifican más adelante.

Nota 3: El valor de las instalaciones de servicio de la subunidad como se estipulan en estas especificaciones, no se pagará por separado. Su valor deberá estar incluido dentro del precio unitario de cada ítem que comprende la unidad y/o subunidad.

Prensa de tornillo para deshidratar de lodos

Generalidades: Deberá proveerse cada prensa de tornillo para deshidratar continuamente, de manera automática o manual, lodo floculado espesado procedente del lodo de deshecho (WAS) de los reactores aerobios y anaerobios de la PTAR, para transformarlo en lodo deshidratado (torta de lodo) que deberá poder recibirse y transportarse en contenedor rodante (especificado más adelante), para enviar a tratamiento hasta obtener biosólidos Clase A; y/o enviar a disposición en land-fill o relleno sanitario.

Cada prensa deshidratadora deberá ser tipo modular cubierto, con capacidad de deshidratar lodo de deshecho de reactores aerobios y anaerobios de la PTAR, según siguientes rangos de criterios de diseño y/o operación:

- 1) Tipo de sólidos: Lodos de purga de reactores aerobios y anaerobios provenientes de espesador.
- 2) Sólidos secos en la alimentación: 3.0 a 6.0 % en peso (Feed solids: 3.0% by weight)
- 3) Sólidos secos en la torta: 20 a 25% en peso (Cake solids: 20 - 25% by weight)
- 4) Densidad de la alimentación: 1.000 a 1.010 kg/m³ (Waste sludge density: 62.4 – 63.05 lb/ft³)
- 5) Carga hidráulica: 558 kg/hr de lodos secos
- 6) Filtrado: 2,130 a 5,060 L /h (Filtrate: 9.38 – 22.28 GPM)
- 7) Sólidos en torta: 2500 a 2700 kg de sólidos húmedos / hora.
- 8) Rata de captura de sólidos: 90 a 95% (Solids capture rate: 90 to 95% by weight)
- 9) Consumo de polímero seco: 4.0 a 8.0 kg polímero seco/tonelada de sólidos secos (4.4 - 8.8 lb dry polymer / ton dry solids).

- 10) Precio unitario del polímero seco, \$ 18,800 a 23,500 / kg, \$ 27,600 a 184,000 / tonelada lodos deshidratados (Dry-polymer unit price: US \$ 3.6 – 4.5 / lb)
- 11) Ciclo operativo semanal: 6 días / semana (Weekly operation cycle: 6 days per week)
- 12) Ciclo operativo diario: 15 a 18 hr/día (Hourly operation cycle: 15 – 18 hours per day)
- 13) Consumo de energía térmica y eléctrica: No mayor a 20 - 30 W / kg de sólidos secos.
- 14) Lodo deshidratado o torta de lodo que pueda recibirse y transportarse en contenedor rodante, para enviar a tratamiento hasta obtener biosólidos Clase A; y/o enviar a disposición en land-fill o relleno sanitario.
- 15) Equipo para trabajo en posición horizontal, la camisa perforada y el tornillo trabajaran en posición horizontal.
- 16) El sistema de control de la deshidratación tendrá presostato y transmisor de presión instalados en el tanque de reacción. Los mismos deberán estar comunicados al PLC y a los variadores de frecuencia para hacer la variación automática de los caudales de la bomba de lodo y de la bomba de polímero.

Cada prensa deshidratadora deberá tener las siguientes características especiales:

- 1) _____ Bajo consumo de energía eléctrica
- 2) _____ Mínimo desgaste de componentes
- 3) _____ Mínimo ruido durante la operación
- 4) _____ Construcción cerrada y protegida, lograda con cubierta hermética, cubierta ésta que deberá tener ventana(s) lateral(es) para visualizar el funcionamiento durante la operación, y que deberá permitir acceso fácil a los componentes del equipo durante el mantenimiento
- 5) _____ Construcción simplificada para permitir operación continua y automática 24 horas/día, sin presencia del operador, y/o con el mínimo de contacto manual
- 6) _____ Sistema de lavado para la limpieza del tornillo sinfín y de la camisa perforada durante el funcionamiento, y, para antes y después de paradas prolongadas
- 7) _____ Todo el proceso de deshidratado deberá efectuarse, de preferencia, a temperatura ambiente (mínimo 15°C, máxima 30°C), para minimizar pérdida de

nitrógeno y la auto combustión —para procesos de deshidratado a mayor temperatura deberá proveerse proceso(s) de enfriamiento—.

Cada prensa deshidratadora deberá tener todos los equipos auxiliares y todas las instalaciones de servicio para recibir lodo húmedo y entregar lodo deshidratado, o torta de lodo, a container para recibir y transportarlo; y, esto lo será según lo estipulado en planos, especificaciones generales, estas especificaciones particulares, y las recomendaciones del fabricante. La floculación deberá hacerse en un tanque de reacción antes de la alimentación a la prensa. Este tanque hace parte del conjunto de suministro de la prensa.

Todos los componentes de cada prensa deshidratadora y sus equipos auxiliares deberán ser para servicio largo, continuo, e ininterrumpidos. Deberán tener provisiones para fácil lubricación, ajuste, o el reemplazo de todas las piezas. Las partes correspondientes de unidades múltiples deberán ser intercambiables.

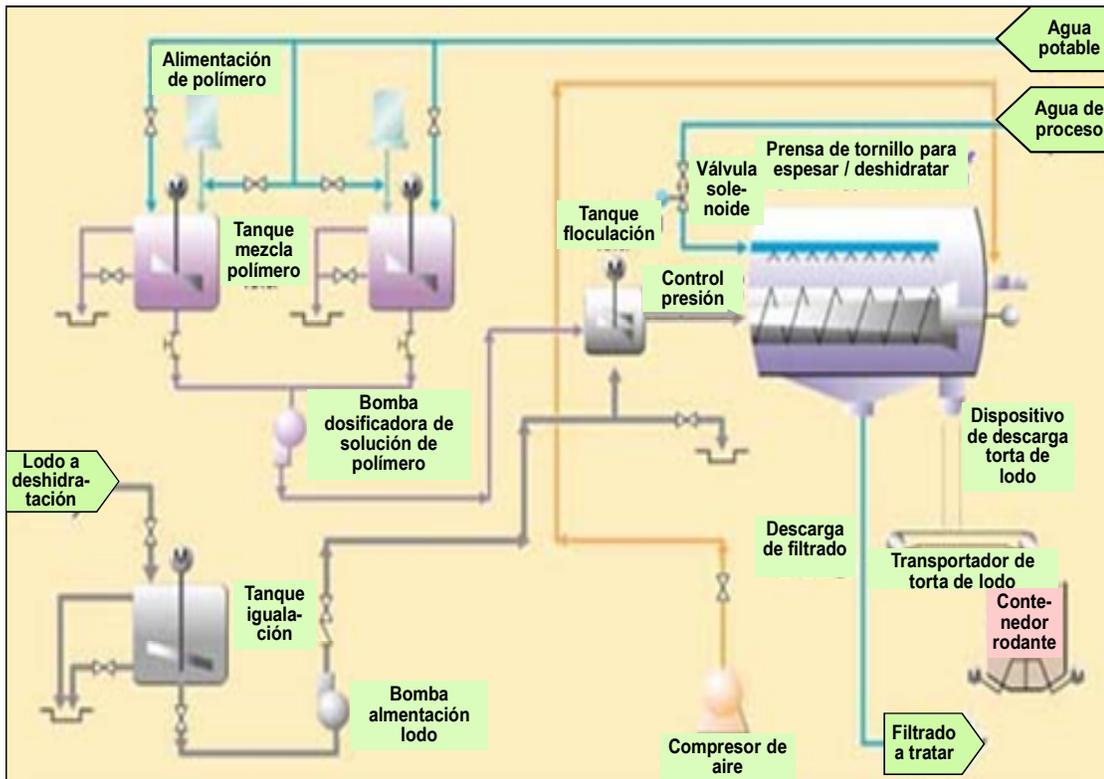
Excepto donde se especifique lo contrario, todas las partes de los equipos en contacto con lodos húmedos, polímero, y lodo deshidratado (torta) deberán ser en acero inoxidable 304 y/o plásticos resistentes a la acción física (abrasión y producción de polvo), química (corrosión) y biológica (producción de H₂S) de estos materiales. Igualmente, los tanques de trasiego y almacenamiento de lodos, deberán tener provisión para venteo con filtros atrapa llamas. Limpieza y acabado de las partes en acero carbono deberá ser: (a) Preparación de la superficie sandblasting a metal casi blanco —Sa 2½—, (b) Protección en 3 mils de anticorrosivo epóxico, y, (c) Acabado en 3 mils de pintura epóxico color reglamentario.

Los materiales de construcción previstos deberán ser resistentes al ambiente de funcionamiento al cual la prensa deshidratadora estará sometido, para así prevenir (antes de hacer una oferta) sobre cualquier problema potencial, que podrían hacer que la prensa deshidratadora no funcione según lo previsto, y así dar recomendaciones para corregir/prevenir problemas posibles / esperados.

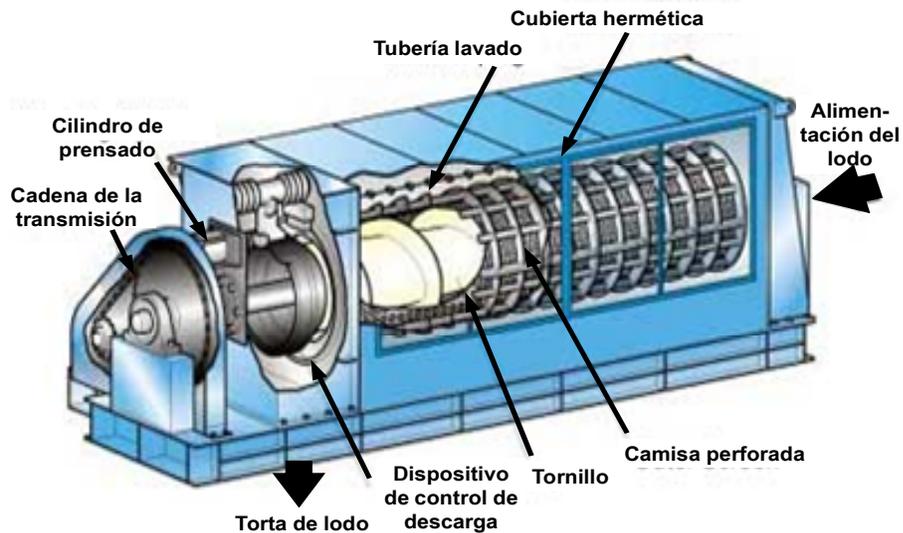
Toda prensa deshidratadora de tornillo deberá operar en ambiente cerrado con sistema de aspiración. Todos los gases y el aire contaminado generado en deshidratado de los lodos deberá removerse y enviarse al filtro biológico y/o a un lavador de gases (scrubber). Eso deberá ocurrir en ambiente cerrado con al menos 12 cambios de aire / hora y con el sistema de captación, transporte y tratamiento de olores, conectados a un biofiltro y lavador. (Ver más adelante especificaciones de la Unidad de Olores)

La figura siguiente muestra el diagrama de flujo básico para deshidratar continuamente lodos floculados con una prensa de tornillo. Figuras posteriores contienen el esquema de una prensa deshidratadora, y el pictograma de una prensa similar y sus equipos auxiliares. Por otra parte, arreglo y dimensiones generales de la planta de proceso de lodo se muestran en plano respectivo de la propuesta de diseño.

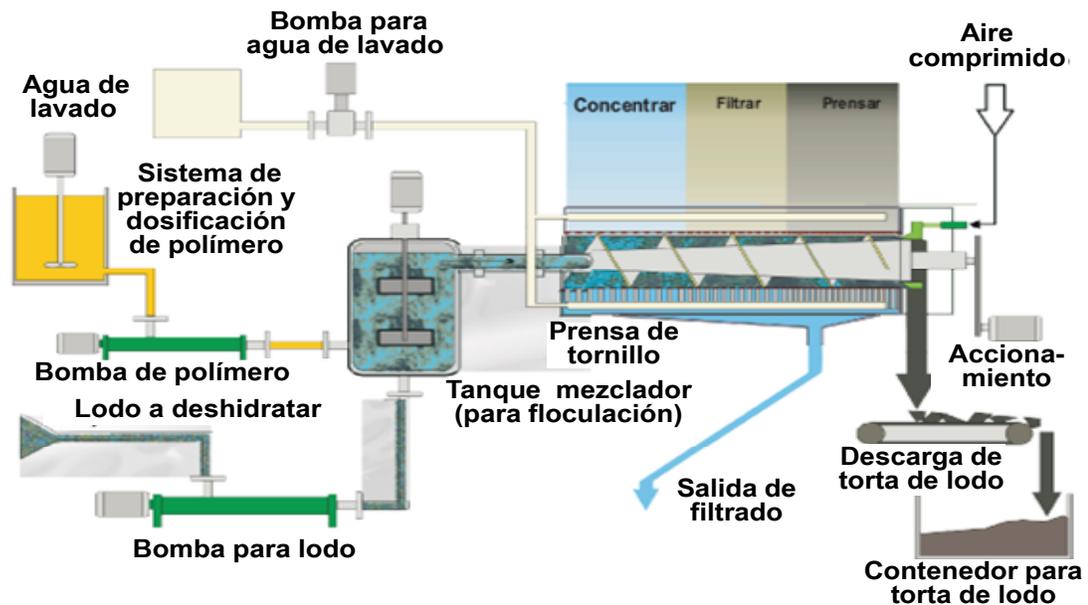
Diagrama de flujo básico para deshidratar continuamente lodos floculados con una prensa de tornillo



Esquema de una prensa de tornillo para deshidratar lodos



Pictograma de una prensa de tornillo para deshidratar lodos y sus equipos auxiliares



Alcance: Los trabajos para entregar en funcionamiento cada prensa deshidratadora a entera satisfacción del Contratante, comprende suministrar, montar, probar y poner en operación la prensa y sus equipos e instalaciones de servicio como se estipulan en estas especificaciones particulares y especificaciones generales relacionadas.

Las especificaciones particulares se refieren a los equipos, sistemas e instalaciones necesarios para realizar la operación unitaria del deshidratado continuo de lodo floculado en prensa de tornillo. Excepto donde se especifique lo contrario, las instalaciones de servicio de energía eléctrica, afluente / efluente, olor y agua de proceso siguen las especificaciones generales que acompañan a las presentes especificaciones particulares, y que forman parte de los documentos de la solicitud de ofertas y/o licitación.

Cada prensa deberá ser para realizar la operación unitaria de deshidratado continuo y automático de lodo floculado. En esta operación deberá poder removerse el agua del lodo de purga de los reactores UASBs y los clarificadores secundarios ó la que la operación indique. Los sólidos removidos (torta de lodos) serán las presentes en el afluente de los clarificadores y reactores UASB, y las cuales una vez deshidratados deberán transportarse a un sitio de disposición final: relleno o land fill, y/o a una Planta de Lodos para obtener biosólidos Clase A y/o B

Cada prensa deshidratadora de tornillo con sus periféricos deberá ser para deshidratar lodos de purga de reactores aerobios y anaerobios, espesados

con al menos 5.0% de sólidos secos en la alimentación (y con sólidos volátiles en la alimentación: < 35%), y deberá ser para producir una torta de lodo con al menos 20% de sólidos secos. La carga hidráulica de esta prensa deberá ser de al menos de 14 m³/hr de lodos húmedos al 5%, y los sólidos en torta: deberán ser de al menos 560 kg de sólidos secos / hora con una tasa de captura de sólidos de la menos 95%. Cada prensa será para un ciclo operativo semanal: 6 días / semana, un ciclo operativo de 17 hr/día.

Cada prensa deberá tener un consumo de polímero seco de 4.0 a 8.0 kg polímero seco/tonelada de sólidos secos, para un precio del polímero seco de \$ 18,800 a 23,500 / kg (de US \$ 3.6 a 4.5 / lb), y de \$ 27,600 a 184,000 / tonelada lodos deshidratados). Por otra parte, el consumo de energía térmica y eléctrica deberá no ser no mayor a 7 W / kg de solidos secos.

Cada prensa deshidratadora deberá tener dimensiones exteriores de al máximo L x W x H = 8.00 x 2.60 x 2.30 m. El peso vacío en operación de la prensa no deberá exceder 13000 kg, para reducir al mínimo el montaje y las obras civiles.

Cada prensa deshidratadora deberá ser nueva, sin usar, y un modelo de producción actual del fabricante. El fabricante deberá haber producido equipos similares, por un periodo de al menos cinco (5) años. Cada prensa deshidratadora deberá entregarse listo para operación con todas las operaciones y severo control de olores.

Cada prensa deshidratadora de tornillo deberá ser una unidad prefabricada completa que deberá componerse de al menos: (1) Marco estructural; (2) Cubierta hermética con ventana(s) lateral(es) de inspección y toma para extracción de olores; (3) Tornillo; (4) Sistema de accionamiento del tornillo; (5) Camisa perforada; (6) Bandeja colectora de filtrado con drenaje; (7) Tolva de descarga de lodo deshidratado; (8) Dispositivo neumático de control de descarga de la torta de lodo; (9) Compresor para aire comprimido del dispositivo de control de descarga; (10) Sistema de floculación con tanque y mezclador; (11) Sistema de desplazamiento automático para lavado de camisa; y, (12) Tablero de fuerza y control. (13) sistema de control de la deshidratación tendrá presóstato y transmisor de presión instalados en el tanque de reacción. (14) PLC con conexión a presóstato, transmisor de presión y a los variadores de frecuencia para hacer la variación automática de los caudales de la bomba de lodo y de la bomba de polímero.

Cada prensa deshidratadora de tornillo deberá tener como periféricos al menos los siguientes sistemas y equipos auxiliares: (1) Bomba para lavado de la camisa perforada; (2) Sistema automático para preparar y dosificar

polímero; (3) Bomba dosificadora de solución polimérica floculante acondicionada; (4) Bomba dosificadora de solución polimérica base; (5) Bomba para agua de dilución del sistema de polímeros; (6) Bomba para lodos de reactores UASB a planta de lodos; (7) Tanque de igualación con mezclador; (8) Bomba para lodos de tanque de igualación a tanque de mezcla y floclación de la prensa; (9) Dispositivo de descarga de torta de lodo; (10) Contenedores rodantes para torta de lodo; y, (11) Camión grúa para contenedor rodante.

El valor de las instalaciones de servicio de cada prensa deshidratadora como se estipulan en estas especificaciones, no se pagará por separado. Su valor deberá estar incluido dentro del precio unitario de cada prensa.

El montaje de la prensa en el edificio de lodos deberá permitir el retiro del tornillo y la camisa perforada para reparación, así como una separación de al menos 1.20 m en el resto de los lados de cada equipo. Los requisitos de separación y dimensiones exteriores mínima especificados anteriormente no relevarán al CONTRATISTA de la obligación de ejecutar las adecuaciones necesarias para el montaje, operación, y mantenimiento apropiado de cada equipo. Para equipo(s) diferente(s) a los aquí especificado(s), el CONTRATISTA será el único responsable de cualquier rediseño y/o replanteo, y la ejecución de adicionales obras civiles, mecánicas y eléctricas. Además de lo anterior no está permitido bajo ninguna circunstancia que el consumo de energía específico de 10 w/kg de sólidos secos sea superado.

Cada prensa deshidratadora de tornillo deberá cumplir los criterios de diseño y operación y las características especiales estipulados anteriormente. El Contratista deberá garantizar los criterios y características antedichos, mediante póliza de garantía de funcionamiento presentada con la sumisión de la ingeniería de detalle. El Contratista tendrá al menos tres oportunidades de demostrar conformidad con los criterios del funcionamiento. Si el equipo no puede cumplir los criterios del funcionamiento después de la tercera prueba, el Contratante deberá hacer efectiva la póliza de garantía de cumplimiento (ver más adelante las especificaciones sobre pruebas).

Normas aplicables: Todo el equipo y el alcance del trabajo cubierto por la presente especificación deberán estar conforme a las ediciones vigentes de las normas aplicables de ANSI, NEMA, IEEE, UL, NEC, el Código Eléctrico Nacional; y, las estipuladas en el diseño de las obras mecánicas y eléctricas. Particularmente deberán estar conforme a las ediciones vigentes de las siguientes normas:

- Norma federal estadounidense 40-CFR- Part 503: Standards for the Use and Disposal of Sewage Sludge

- NATIONAL BIOSOLIDS PARTNERSHIP (NBP), Manual of good practice for biosolids, Alexandria, VA: NBP, 2005
- UNITED STATES OF AMERICA ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (US-EPA) Process design manual for sludge treatment and disposal, USEPA 625/1-79-011. 1979

Coordinación Lodo a deshidratar - Sistema de polímeros - Sistema de floculación – Prensa deshidratadora: Porque los datos de desempeño de las prensas deshidratadoras varían significativamente en la capacidad de deshidratación de diferentes tipos de lodos, cada prensa de tornillo deberá cumplir al menos los criterios o datos de funcionamiento y desempeño dados anteriormente. Especial atención deberá darse a los siguientes factores que afectarán el desempeño de cada prensa deshidratadora:

- Características de los sólidos
- Tipo de acondicionamiento químico
- Presiones desarrolladas en el tornillo y la camisa perforada
- Configuración de la prensa
- Tipo de zona de gravedad y de zona de presión
- Velocidad del tornillo

Coordinación Sistema de polímeros - Sistema de floculación – Contenedores rodantes para torta de lodo - USO: En la selección, instalación y pruebas de la prensa y sus periféricos deberá prestarse atención a la necesidad de coordinar apropiadamente sistema de polímeros, tanque de floculación, dispositivos de descarga, contenedores rodantes para torta de lodo, y la instrumentación y control de la USO. Cada prensa de tornillo deberá entonces operar su propio accionamiento y los equipos e instalaciones acoplados y/o requeridos.

Componentes: Todos los equipos auxiliares, sistemas, partes y/o accesorios no especificados aquí, pero necesarios para la operación eficiente de la prensa, deberán incluirse. Los componentes mayores de cada prensa deshidratadora de lodos deberán al menos incluir:

1. Marco estructural
2. Cubierta hermética con ventana(s) lateral(es) de inspección y toma para extracción de olores
3. Tornillo
4. Sistema de accionamiento del tornillo
5. Camisa perforada
6. Bandeja colectora de filtrado con drenaje
7. Tolva de descarga de lodo deshidratado
8. Dispositivo neumático de control de descarga de la torta de lodo, con compresor para aire comprimido

9. Compresor para aire del dispositivo de control de descarga
10. Tanque de mezcla y floculación
11. Sistema para lavado de camisa
12. Tablero de fuerza y control.
13. Sistema de control de la deshidratación con presóstato y transmisor de presión instalados en el tanque de reacción.
14. PLC con conexión a presóstato, transmisor de presión y a los variadores de frecuencia para hacer la variación automática de los caudales de la bomba de lodo y de la bomba de polímero.

Sistemas y equipos auxiliares de la prensa deshidratadora deberán ser al menos:

1. Bomba para lavado de la camisa perforada
2. Sistema automático para preparar y dosificar polímero
3. Bomba dosificadora de solución polimérica floculante acondicionada
4. Bomba dosificadora de solución polimérica base
5. Bomba para agua de dilución del sistema de polímeros
6. Bomba para lodos de reactores UASB a planta de lodos
7. Tanque de igualación con mezclador
8. Bomba para lodos de tanque de igualación a tanque de mezcla y floculación de la prensa
9. Dispositivo de descarga de torta de lodo
10. Contenedores rodantes para torta de lodo
11. Camión grúa para contenedor rodante

Estos periféricos (especificados más adelante) deberán coordinarse con el funcionamiento de la prensa deshidratadora y deberán colaborar con su desempeño. .

Los componentes en sí de la prensa deshidratadora deberán ser al menos como sigue.

- 1) *Marco estructural:* Para soportar todos los componentes mayores de la prensa. Este marco deberá ser de acero al carbón con protección anticorrosión y/o acero inoxidable. La protección anticorrosión de este marco deberá incluir uso extensivo del acero inoxidable; acabados epóxicos: y, encapsulado en poliéster, nylon y/o PRFV. Protección mediante galvanizado en caliente o en frío no se aceptará porque el polímero ataca el zinc de este tipo de revestimientos. Podrán ser de acero al carbón componentes tales como base; y, engranajes, protecciones, y ejes del accionamiento. El marco deberá tener una base en perfiles estructurales de acero al carbono para fijación en base/plataforma de montaje; una bandeja de colectora de filtrado

(especificada más adelante); y, una tolva para descarga del lodo deshidratado (torta de lodo). El marco estructural y la camisa perforada tendrán alineamiento horizontal.

- 2) *Cubierta hermética con ventana(s) laterale(s) de inspección y toma para extracción de olor*: Cada prensa deshidratadora deberá ser de construcción cerrada y protegida y deberá contar con una cubierta hermética. La cubierta deberá ser plástica, con toma para extracción de gas de olor; y, con ventanas laterales para visualizar funcionamiento y para fácil acceso a los componentes del equipo en el mantenimiento.
- 3) *Tornillo*: Tipo sinfín, en acero inoxidable 304. Diámetro del eje; diámetro, paso, número de entradas y giro de las aletas; y, protección del borde de las aletas deberán ser adecuados a la operación de la prensa; y, a las características especificadas/esperadas del lodo, la rata de carga de sólidos, y la rata requerida de captura de sólidos.
- 4) *Accionamiento del tornillo*: Mediante moto reductor de engranajes helicoidales, de al menos 5,0 kW, 440V/3f/60Hz con motor eléctrico TEFC tipo “inverter duty” (o para accionamiento/control con variador electrónico de frecuencia —VEF—), rango de giro de 0,4 a 2 rpm (o el rango requerido según lo especificado anteriormente para el tornillo de la prensa), con acople limitador de torque y transmisión por sprockets y cadena de rodillos. La variación de la rotación del tornillo deberá ser por variador electrónico de frecuencia (VEF).
- 5) *Camisa perforada*: Fabricada totalmente de acero inoxidable 304. Tamaño y arreglo de las perforaciones deberán ser adecuados a la operación de la prensa; a las características esperadas del lodo, la rata de carga de sólidos; y, a la rata requerida de captura de sólidos. La salida del filtrado desde la camisa perforada deberá ser continua por gravedad hacia una bandeja colectora integrada al marco estructural.
- 6) *Bandeja colectora de filtrado con drenaje*: Fabricada totalmente de acero inoxidable 304. Incluye colectores y tubería de drenaje para recoger y transportar filtrados, agua de lavado y agua de desperdicio. Colectores y tubería de drenaje deberán descargar a un sumidero o un sistema de drenaje de piso localizado directamente bajo cada prensa. Este sistema de piso deberá llevarse hasta el sistema a la cabeza de la PTAR, o de los tanques de aireación.
- 7) *Tolva de descarga de torta de lodo*: Integrada al marco estructural y para recibir la descarga continua de lodo deshidratado a la salida del tornillo

sinfín. Fabricada totalmente de acero inoxidable 304, con brida para conectar a dispositivo para descarga especificado más adelante.

- 8) *Dispositivo neumático de control de descarga de torta de lodo*: Para controlar la compresión en el cono de descarga de los sólidos y permitir limpieza de la cámara de deshidratación en los casos de eventuales lavados. Presión de trabajo max. 7 bar man (100 psig), caudal volumétrico de al menos $1,16 \times 10^{-5} \text{ Nm}^3/\text{s}$ (0,0246 SCFM).
- 9) *Compresor para aire comprimido*: Para dispositivo neumático del cono de descarga de los sólidos y limpieza de la cámara de la prensa de tornillo. Compresor reciprocante, de una etapa, enfriado de por aire, montado sobre tanque vertical de 23,5 L (7 gal), presión de trabajo 8.67 bar-m (125 psig), caudal volumétrico $2,3 \times 10^{-3} \text{ Nm}^3/\text{s}$ (3,9 SCFM), accionamiento por motor eléctrico de al menos 0,75 kW (1HP), 1750 rpm, 440V/3f/60Hz TEFC. Dimensiones aproximadas. W x D x H = 0,48 x 0,43 x 0,72 m, peso aprox. 50 kg. Incluye tablero de fuerza y control tipo NEMA 4X, con presóstato y arrancador termomagnético. Incluye filtro, regulador, válvulas y tubería de compresor a sitio de consumo.
- 10) *Tanque de mezcla y floculación*: Reactor incorporado a la prensa deshidratadora. Tipo tanque cilíndrico vertical para una presión de trabajo de al menos 5,0 bar (72,5 psig), con volumen dimensionado de acuerdo con las características del lodo a deshidratar; el tipo de floculación; y, el tipo y caudal de la solución de polímero. Este tanque deberá ser todo en acinox 304 y deberá diseñarse / seleccionarse para proveer suficiente tiempo de retención y mezcla adecuada del lodo y la solución polimérica. Este tanque deberá incluir al menos: (a) Mezclador accionado mediante motor o moto reductor de al menos 0,5 kW, 440V/3f/60Hz TEFC; (b) Transmisor de presión; (c) Visor de inspección, (d) Dispositivo de des aeración; (e) Conexiones para bomba de alimentación, bomba de polímero y a la prensa; y, (f) Tablero de Fuerza y Control (TFC) instalado junto al equipo —o incorporado al TFC de la prensa— con control vía PLC, operación automático, 440V/3f/60Hz, en gabinete NEMA 4X, para comando local de las funciones del tanque, que deberá también incluir todas las interconexiones a los componentes eléctricos y PLC e interface de comunicación con el TFC de la prensa deshidratadora.
- 11) *Sistema de lavado de camisa perforada*: Para limpiar la camisa perforada durante el funcionamiento y/o antes y después de paradas prolongadas. Este sistema deberá proveer agua atomizada a alta presión —de al menos 7.0 bar (101,5 psig)— para remover sólidos residuales, grasa, polímero y cualquier otro tipo de material que tapone la camisa perforada.

La prensa deberá incluir tubería y boquillas auto limpiantes para el agua de lavado. La frecuencia y tiempo de lavado de la rejilla deberá ser cada hora, durante 15 minutos, o al menos un lavado por día con duración entre 15 minutos para aproximadamente 3,400 L/lavado. Este lavado deberá poderse hacer de modo manual u automático. El modo automático deberá ser con señal de control del PLC de la prensa. La bomba para el agua de lavado se especifica más adelante, y el tanque de agua de lavado es parte de las especificaciones de las obras civiles. Este tanque de almacenamiento deberá ser de capacidad suficiente para tomar/recibir agua de proceso y entregarla a alta presión, sin afectar la red de agua de proceso. La tubería tendrá forma circular y las boquillas rodearan completamente la camisa perforada y se moverá a lo largo de toda la camisa perforada. No se permiten sistemas fijos de lavado de la camisa perforada.

- 12) *Tablero de fuerza y control (TFC)*: Para operar la prensa y todos los sistemas auxiliares mediante un PLC (YIC-615) específico para aplicaciones de SCADA. Este TFC deberá integrar todos los demás componentes de fuerza y control para el funcionamiento del equipo con los periféricos, incluyendo interconexión con el PLC del sistema de preparación y dosificación de polímero (YIC-613); y con los TFCs de las bombas de trasiego y dosificación especificadas más adelante. Este TFC deberá suministrarse sobre base o pedestal para instalación por separado en zona seca dentro del campo de visión de la prensa, pero por fuera de atmósfera corrosiva o de presencia de rocío del agua de lavado. Adicionalmente, el TFC deberá incluir todos los conductores y el aparataje eléctrico de alimentación, protección, accionamiento, control, indicación y alarmas (como estipulado en las especificaciones generales mecánicas y eléctricas); así como salida(s) para enviar a la USO. Este TFC deberá tener protección NEMA 4X, con gabinete en lámina 2.0 mm acero inoxidable 304; y, deberá incluir la acometida tablero parcial – TFC, y todas las acometidas TFC a otros TFCs, y a motores eléctricos.

Nota: Como se especificó antes, todas los componentes de la prensa deshidratadora de tornillo y sus periféricos fabricados en acero carbono deberán tener limpieza y acabado así: (a) Preparación de la superficie sandblasting a metal casi blanco —Sa 2½—, (b) Protección en 3 millls de anticorrosivo epóxico, y, (c) Acabado en 3 millls de pintura epóxico de color reglamentario (según normas internacionales y/o nacionales vigentes sobre el transporte de materiales peligrosos).

Funcionamiento: Cada prensa deshidratadora deberá tener un tornillo sinfin de baja rotación y una camisa perforada para espesar y deshidratar el lodo

húmedo mediante una combinación de drenaje por gravedad y drenaje por compresión. El lodo deberá deshidratarse en tres etapas: concentración, filtración y prensado.

El lodo deberá provenir principalmente de los reactores anaerobios UASB. Se podrá tener también lodos provenientes de los decantadores secundarios. El lodo deberá bombearse dentro de la planta de lodos, donde deberá llegar al tanque de igualación. De este tanque, el lodo deberá bombearse al sistema de espesamiento y luego al tanque de mezcla y floculación donde recibirá la solución polimérica floculante.

En la entrada de la prensa deberá localizarse el tanque de mezcla y floculación, de modo que el lodo floculado pase a la prensa deshidratadora a la misma presión. El sensor de presión del tanque de mezcla y floculación deberá enviar señal al PLC de la prensa, que de acuerdo a la programación, deberá controlar el funcionamiento de la prensa y sus equipos auxiliares y/o periféricos.

El deshidratado deberá empezar cuando el lodo húmedo floculado entre en la zona de concentración de la prensa. De la zona de concentración, el lodo adelgazado deberá pasar a la zona de filtrado y luego a la de prensado. El lodo floculado deberá transportarse por medio del tornillo sinfín, en dirección a la camisa perforada, desaguando continuamente y concentrando los sólidos. La presión deberá incrementarse a medida que el lodo pasa a través de la “zona de prensado”, Las fuerzas de corte en la zona de prensado deberán ser lo suficientemente grandes para soltar del lodo el agua de enlace y algo del agua intercelular. Al terminar la zona de prensado, el lodo deshidratado o torta de lodo deberá pasar a descarga.

El líquido percolado, o filtrado, deberá colectarse en una bandeja bajo la prensa, y deberá conducirse al sistema de drenaje que lo deberá enviar al influente de la PTAR. Por otra parte, la torta de lodos a una concentración de 20 a 25% de sólidos secos, deberá descargarse a un container para transportarse con destino a relleno o landfilling. Opcionalmente, esta torta podrá cargarse en volquetas y evacuarse con destino también a relleno o landfilling.

Protección: Cada prensa de tornillo para deshidratar lodos deberá proveerse con circuito integral capaz de protegerse a sí mismo y al tanque floculador contra las condiciones siguientes:

- Marcha en vacío
- Sobrecarga o alta presión en tanque de mezcla y floculación

- Taponamiento de la camisa perforada

El Contratista deberá entrega al Contratante en el sitio de la obra, al menos las siguientes piezas de repuesto:

- Un conjunto de al menos tres fusibles de repuesto de cada tamaño.
- Dos lentes de repuesto de lámpara de cada color.
- Dos docenas de lámparas piloto.
- Uno de cada tipo de cada tarjeta madre electrónica usada.
- Un juego de herramientas para cada mantenimiento especial de los sistemas y componentes del equipo
- Un juego de anillos raspadores de la camisa perforada

Bomba para lavado de camisa perforada de prensa (P-613 A/B)

Deberá proveerse y montarse en cada planta de lodos, dos bombas, una funcionando y otra en stand-by, (P-613 A/B) para trasiego de agua desde pozo de agua de lavado a sistema de lavado a alta presión de cada prensa deshidratadora. . Cada bomba deberá ser capaz de bombear el agua de lavado y entregarla con una presión de descarga de al menos 7 bar (101 psig).

Como especificado antes, la frecuencia y tiempo de lavado de la camisa deberá ser cada hora, con duración de 10 a 15 minutos, o al menos un lavado por día con duración entre 10 y 15 minutos para aproximadamente 3,400 L/lavado. Este lavado deberá poderse hacer de modo manual u automático. Por lo anterior, estas motobombas deberán ser para manejar al menos 3,4 m³ de agua por turno de 0,25 horas cada hora, 6 días a la semana (13,8 m³ de agua /hr). Fluido a manejar será agua de proceso de la PTAR, de densidad de al menos 1,000 kg/m³, y contenido de sólidos de máximo 0,2 a 1% en peso.

Cada bomba deberá ser centrífuga de alta presión, de caudal de al menos 13.6 m³/hora (60 gal/min), altura dinámica total de al menos 84 mCA (275 pies CA), eficiencia global de la bomba del 63%, velocidad de flujo en la descarga de al menos 0,83 m/s, succión x descarga = 76 mm, (3") brida ANSI 150 libras, potencia efectiva de al menos 7.5 HP (5.5 kW), y giro de 1,750 rpm. Cada bomba deberá tener rotor en bronce, carcaza en hierro fundido, eje en acero inoxidable 304 con sello mecánico con parte estacionaria en cerámica, parte móvil con anillo de grafito y sello de exclusión en elastómero resistente a los hidrocarburos y resorte en acero inoxidable AISI 304. Eje montado sobre rodamientos axiales de bolas con lubricación por grasa. Peso aproximado de cada bomba 70 kg.

Cada bomba deberá componerse de la bomba antes especificada, un acople directo a motor, un motor eléctrico de al menos 7.5 HP, 440V/3f/60Hz TEFC, y base metálica de perfiles estructurales A-36 y/o lamina doblada A-36. Peso aproximado del conjunto de 150 kg.

Cada bomba deberá tener tubería de succión con válvula chequer, válvula de corte y conexiones a tanque de agua para lavado; y, tubería de descarga con filtro en Y, válvula chequer, válvula de corte y conexiones a sistema de lavado de la camisa perforada de la prensa. Cada bomba deberá tener conexiones de limpieza (flush connections) con válvulas chequer y válvula de corte. Todas las tuberías deberán apoyarse firmemente en soportes de perfiles estructurales galvanizados (ver especificaciones generales de soportería para tubería), soportes estos que deberá montarse sobre el piso, y que deberá evitar cualquier esfuerzo sobre la bomba o sobre la tubería.

Cada bomba deberá incluir suministro e instalación de un tablero de fuerza y control (TFC), que deberá incluir sensores e interruptores por bajo y alto nivel en el tanque de agua para lavado; un selector para cambio entre bombas; y, un selector de control manual-0-automático. El control automático deberá recibir señal del control del PLC de cada prensa deshidratadora. Adicionalmente, el TFC deberá incluir todos los conductores y el aparataje eléctrico de alimentación, protección, accionamiento, control, indicación y alarmas; así como salida(s) para enviar a la USO. Este TFC deberá tener protección tipo NEMA 4X con gabinete en lámina 2.0 mm acero inoxidable 304; deberá incluir alimentación en 440V/3f/60Hz, y todo el aparataje de fuerza y control como estipulado en las especificaciones generales mecánicas y eléctricas; y, deberá incluir acometida tablero parcial - TFC y todas las acometidas TFC a motores eléctrico.

Si el fabricante de la prensa deshidratadora de tornillo presenta otra alternativa con especificaciones de material de construcción como mínimo iguales ó superiores deberá el contratista solicitar aprobación de tal modificación.

Sistema automático para preparar y dosificar polímeros secos y líquidos

Generalidades: Para cada prensa deshidratadora, deberá proveerse un sistema automático para preparar y dosificar polímeros secos y líquidos, de tres cámaras o tanques, con PLC con pantalla gráfica, tipo paquete montado sobre skid. El sistema deberá ser para la producción de soluciones con una

concentración preestablecida obtenidas a partir de polímero en polvo o granulado y/o de una solución base de polímero. Todas las partes del sistema sumergidas en y/o tocadas directamente o salpicadas por la solución de polímero deberán ser de acero inoxidable tipo 316, polietileno virgen o plástico reforzado con fibra de vidrio. No se aceptará ninguna de las antes mencionadas partes en acero galvanizado.

Cada sistema para preparar y dosificar polímeros deberá ser de funcionamiento totalmente automatizado, continuo o discontinuo, y conforme al principio de corriente de circulación de tres cámaras. Este sistema deberá incluir al menos cámaras o tanques, dosificador y disolvedor de polímero seco, dosificador de solución base de polímero, dosificador de agua de dilución, dosificador de solución base, bombas dosificadoras, mezcladores para tanques, válvulas de corte, válvulas chequer, válvulas solenoides, tubería a la vista y sobre soportes; instrumentación y control: y, tablero de fuerza y control con PLC (YIC-613) específico para aplicaciones de SCADA.

Cada sistema automático para preparar y dosificar polímeros deberá seleccionarse o fabricarse, montarse, probarse y ponerse en operación con el cumplimiento de al menos los siguientes criterios de diseño y/o operación:

- 1) Para preparar (*que incluye*: medir exactamente, mojar, mezclar a fondo y diluir), acondicionar o madurar, y dosificar al menos 1,676 a 3,352 L/h (7,4 a 14,8 GPM) de una solución de polímero de al menos 0.20 a 0,25%, a partir de polímero seco con una densidad a granel de al menos 400 a 961 kg/m³ (25 a 60 libras/pie³), con un tiempo de acondicionamiento de al menos 45 a 60 minutos, y con un consumo de polímero seco de al menos 0,4 a 1,0% en peso de polímero seco / sólidos secos
- 2) Para preparar (*que incluye*: medir exactamente, mezclar a fondo y diluir), acondicionar, y dosificar al menos 1,676 a 3,352 L/h (7,4 a 14,8 GPM) de una solución de polímero de al menos 0.20 a 0,25%, a partir de polímero solución preparada a partir de al menos 1,676 a 3,352 L/h (7,4 a 14,8 GPM) de una solución base de polímero de al menos 0.5%, un tiempo de acondicionamiento de al menos 45 a 60 minutos, y para un consumo de polímero seco de al menos 0,4 a 1,0% en peso de polímero seco / sólidos secos;
- 3) Para soluciones base de polímero con viscosidad de 200 a 15.000 cp.
- 4) Para soluciones acondicionadas con viscosidad máxima de aproximadamente 5.000 cp.
- 5) Para soluciones acondicionadas uniformes en características, sin tener "ojos de pescado" u cualquier otra indicación de la carencia de uniformidad o de mezclado.

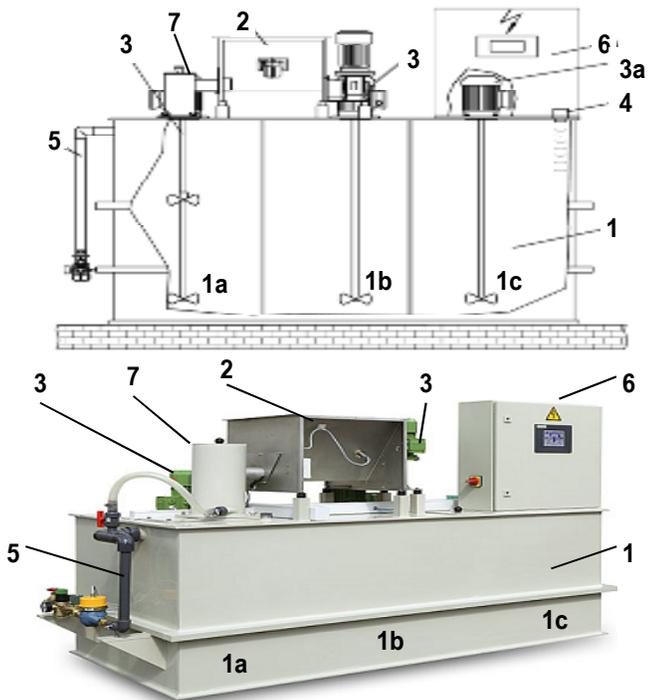
- 6) Para funcionamiento continuo, semicontinuo / discontinuo / por batches. (Ver más adelante especificación sobre el funcionamiento)
- 7) Con diseño y fabricación según datos de la demanda de polímero seco en kg/h, la concentración del polímero preparado, la concentración de la solución base usada y el tiempo de acondicionamiento en minutos.
- 8) Con todas las tuberías y válvulas de aislamiento y corte para la solución acondicionada en PVC y/o acero inoxidable tipo 316.
- 9) Con todos los componentes ensamblados sobre una base tipo patín. El área total del piso no deberá exceder $L \times W = 1,25 \times 3,50 \text{ m} = 4,375 \text{ m}^2$ (47.0 pies²), y la altura no podrá exceder 2,13 m (7.0 pies). El peso aproximado del equipo vacío 800 kg.
- 10) Para operar en conjunción con la bomba que alimenta al tanque de floculación de la prensa deshidratadora a que sirve.
- 11) Con conexión auxiliar de llenado para el tanque de preparación para alimentar la solución líquida base de polímero para dilución y acondicionamiento.

La figura siguiente muestra un esquema y una vista isométrica de un similar sistema para preparar y dosificar polímeros. Por otra parte, arreglo y dimensiones generales de la planta de proceso de lodo se muestran en plano respectivo de la propuesta de diseño.

Sistema automático para preparar y dosificar polímeros

Convenciones

- 1 Depósito de tres cámaras
 - 1a Tanque de preparación
 - 1b Tanque de acondicionamiento
 - 1c Tanque de dosificación
- 2 Dosificador de polímero seco
- 3 Mezclador eléctrico
 - 3a Mezclador eléctrico
- 4 Sonda de nivel ultrasónica
- 5 Dosificador del agua de dilución
- 6 Tablero de fuerza y control
- 7 Disolventor de polímero seco



Alcance: Los trabajos para entregar en funcionamiento cada sistema para preparar y dosificar polímeros a entera satisfacción del Contratante, comprende suministrar, montar, probar y poner en operación el sistema y sus equipos e instalaciones de servicio como se estipulan en estas especificaciones particulares y especificaciones generales relacionadas.

Las especificaciones particulares se refieren al sistema en sí y a los equipos auxiliares e instalaciones necesarios para realizar la operación unitaria de preparar y dosificar soluciones de polímeros para el deshidratado continuo de lodo floculado en prensa de tornillo. Excepto donde se especifique lo contrario, las instalaciones de servicio de energía eléctrica, polímero líquido, olor y agua para preparación siguen las especificaciones generales que acompañan a las presentes especificaciones particulares, y que forman parte de los documentos de la solicitud de ofertas y/o licitación.

El valor de las instalaciones de servicio de cada sistema para preparar y dosificar polímeros como se estipulan en estas especificaciones, no se pagará por separado. Su valor deberá estar incluido dentro del precio unitario de cada sistema.

Cada el sistema deberá ser para realizar la operación unitaria de preparar y dosificar soluciones de polímeros para el deshidratado continuo de lodo floculado en la prensa de tornillo ante especificada. En esta operación deberá poderse preparar soluciones de diferente concentración de polímero a partir de polímeros secos o de soluciones base de polímeros. Las soluciones a preparar deberán ser las requeridas para la operación eficiente de la prensa deshidratadora a que sirve el sistema, y los cuales una vez preparados deberán dosificar al tanque de mezcla y floculación de la misma prensa.

Cada sistema para preparar y dosificar polímeros con sus periféricos deberá cumplir los requisitos de diseño y/o operación estipulados anteriormente en el aparte de Generalidades. Cada sistema deberá ser para el mismo ciclo operativo de la prensa a que sirve.

Cada sistema para preparar y dosificar polímeros deberá ser una unidad prefabricada completa que deberá incluir todos los componentes necesarios para recibir, almacenar y dosificar el polímero seco, un dispositivo dosificador del agua de dilución, un dispositivo eficaz de humedecimiento del polímero, tres tanques con mezcladores, una bomba de la transferencia, dos bombas dosificadoras, todos los necesarios controles de nivel, alarmas de nivel locales y remotas, un tablero de fuerza y control (para control automático y

manual), un eductor para post-dilución, toda la tubería necesaria, base antivibratoria, toda la instrumentación y control; todas las requeridas válvulas solenoides y manuales.

Cada sistema para preparar y dosificar polímeros deberá tener dimensiones exteriores de al máximo $L \times W = 1,25 \times 3,50 \text{ m} = 4,375 \text{ m}^2$ (47.0 pies²), y la altura no podrá exceder 2,13 m (7.0 pies). El peso aproximado del equipo vacío 800 kg.

Cada sistema para preparar y dosificar polímeros deberá ser nueva, sin usar, y un modelo de producción actual del fabricante. El fabricante deberá haber producido equipos similares, por un periodo de al menos cinco (5) años. Cada sistema deberá entregarse listo para operación con todas las operaciones y severo control de olores.

El montaje de sistema para preparar y dosificar polímeros en el edificio de lodos deberá permitir el retiro de los mezcladores, así como una separación de al menos 0.60 m en el resto de los lados de cada sistema. Los requisitos de separación y dimensiones exteriores mínima especificados anteriormente no relevarán al CONTRATISTA de la obligación de ejecutar las adecuaciones necesarias para el montaje, operación, y mantenimiento apropiado cada sistema. Para equipo(s) diferente(s) a los aquí especificado(s), el CONTRATISTA será el único responsable de cualquier rediseño y/o replanteo, y la ejecución de adicionales obras civiles, mecánicas y eléctricas.

Cada sistema para preparar y dosificar polímeros deberá cumplir los criterios de diseño y operación y las características especiales de funcionamiento estipulados anteriormente. El Contratista deberá garantizar los criterios y características antedichos, mediante póliza de garantía de funcionamiento presentada con la sumisión de la ingeniería de detalle. El Contratista tendrá al menos tres oportunidades de demostrar conformidad con los criterios del funcionamiento. Si el sistema no puede cumplir los criterios del funcionamiento después de la tercera prueba, el Contratante deberá hacer efectiva la póliza de garantía de cumplimiento (ver más adelante las especificaciones sobre pruebas).

Normas aplicables: Todo el equipo y el alcance del trabajo cubierto por la presente especificación deberán estar conforme a las ediciones vigentes de las normas aplicables de ANSI, NEMA, IEEE, UL, NEC, el Código Eléctrico Nacional; y, las estipuladas en el diseño de las obras mecánicas y eléctricas. Particularmente deberán estar conforme a las ediciones vigentes de las siguientes normas:

- NATIONAL BIOSOLIDS PARTNERSHIP (NBP), Manual of good practice for biosolids, Alexandria, VA: NBP, 2005
- UNITED STATES OF AMERICA ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (US-EPA). Process design manual for sludge treatment and disposal. USEPA 625/1-79-011. 1979

Coordinación Lodo a deshidratar - Sistema de polímeros - Sistema de floculación – Prensa deshidratadora: Porque los datos de desempeño de las prensas deshidratadoras varían significativamente en la capacidad de deshidratación de diferentes tipos de lodos, cada prensa de tornillo deberá cumplir al menos los criterios o datos de funcionamiento y desempeño dados anteriormente. Especial atención deberá darse a los siguientes factores que afectarán el desempeño de cada prensa deshidratadora:

- Características físico químicas de los sólidos a deshidratar
- Tipo de polímero a usar
- Tipo de acondicionamiento de la solución de polímero
- Concentración de la solución del polímero
- Tipo de inyección de la solución de polímero en la corriente o tanque floculador del lodo a deshidratar
- Presiones desarrolladas en el tornillo y la malla de la prensa deshidratadora
- Configuración de la prensa deshidratadora
- Tipo de zona de gravedad de la prensa deshidratadora
- Velocidad del tornillo de la prensa deshidratadora

Componentes: Todos los equipos auxiliares, sistemas, partes y/o accesorios no especificados aquí, pero necesarios para la operación eficiente del sistema especificado deberán incluirse. Cada sistema para preparar y dosificar polímeros deberá incluir todos los componentes, periféricos, instalaciones y equipos auxiliares necesarios para recibir, almacenar y medir el polímero seco u mojado y entregar una solución de polímero adecuada a la operación y máximo rendimiento del equipo a que sirve. Cada sistema deberá al menos como sigue.

- 1) *Un depósito de tres cámaras:* Con cámaras o tanques de preparación, acondicionamiento y dosificación. Tanques en acero inoxidable tipo 316 y/o polietileno y/o plástico reforzado con fibra de vidrio, todos con mezclador y sensores de nivel ultrasónico. Los tanques deberán ser atmosféricos, rectangulares/cuadrados, de fondo plano y tapa plana removible. Las tapas podrán ser independiente, o podrá tenerse una tapa dividida que sirva a todos los tanques. Cuerpo, fondo y tapa del tanque deberán reforzarse para soportar cargas estáticas y dinámicas por construcción y operación. La separación, o unión, entre tanques deberá ser el adecuado al tipo de funcionamiento (funcionamiento continuo por

principio de corriente de circulación a lo largo de tres cámaras, y funcionamiento discontinuo y/o por batches). De acuerdo a estrategias de operación, cada tanque deberá tener al menos boquillas para sensor de nivel, y para llenado, trasiego, drenaje y rebose. Cada tanque deberá tener un “huecos de mano” con tapa removible, o ventanillas de inspección.

- 2) *Tres sensores de nivel ultrasónicos*: Deberá monitorizar constantemente el nivel de llenado del tanque, con puntos límites programables para niveles alto y bajo, que deberán enviara señal al PLC del tablero de fuerza y control, y que deberán también activar alarmas luminosas y audibles por marcha en vacío y rebose.
- 3) *Tres mezcladores para tanques*: Deberán ser del tipo industrial, trabajo pesado, no productores de altos esfuerzos de corte durante el mezclado, y con una velocidad máxima de 350 rpm, con accionamiento de motorreductor. Los mezcladores podrán ser del tipo con prensa para montar en una sección reforzada de la pared del tanque, o del tipo con brida para acoplar a brida de montaje encima del techo del tanque. El Contratista deberá coordinar la construcción del tanque para acertar en el montaje de cada mezclador. El método del montaje deberá proporcionar suficiente estabilidad para evitar vibraciones y la fatiga excesivas de la pared o techo del tanque. Los mezcladores verticales deberán ser una unidad completa consistente en un motor eléctrico de tipo trabajo pesado, a 440V/3f/60HZ, TEFC, un reductor de velocidad de engranajes helicoidales o cónicos en espiral en baño de aceite y con cojinetes con una vida mínima L-10 de 100.000 horas, un montaje anti vibración, una carcasa de hierro fundido con toda la tornillería de acero inoxidable tipo 304. Cada conjunto de accionamiento (motor + reductor) deberá tener la suficiente capacidad de proveer la salida requerida de potencia y torque; deberá ser adecuado para uso exterior; y, deberá ser a prueba de intemperie. Todas las partes de cada mezclador sumergidas o que puedan entrar en contacto con el polímero seco o alguna de sus soluciones (p. ej. ejes, propelas, soportes internos, etc.) deberán ser de acero inoxidable tipo 316. La(s) propelas(s) deberán ser del tipo propela marina montada sobre el eje con cuña y tornillo(s) prisionero(s).
- 4) *Un dosificador de polímero seco*: Tipo volumétrico para dosificar productos químicos secos dentro un tanque de disolución y producir una solución química. Deberá tener cuerpo, tubo de dosificación, rosca de dosificación, y tolva de carga totalmente en acero inoxidable tipo 304. Los cambios en la rata de alimentación deberán poder lograrse por un potenciómetro y accionamiento por DC-SCR (rectificador controlador del

silicio de corriente directa) para ajuste manual sobre una gama de 20:1, que deberá poder hacerse con el alimentador funcionando. El accionamiento por SCR deberá ser para 115 V /1f/60Hz. Cada dosificador deberá tener una tolva de almacenamiento con tapa removible de al menos 50 L (1,76 pies³), o para almacenar al menos 20 kg de polímero seco. La salida de esta tolva deberá ser del mismo tamaño que la entrada del alimentador para formar una conexión lisa y compacta. La tolva del alimentador deberá tener un vibrador eléctrico, enclavado al ajuste de la alimentación, para asegurar una alimentación efectiva del polímero a la hélice. La agitación deberá ser proporcional a la rata de alimentación. El tubo de dosificación deberá tener cinta calentadora de 115/230V, 50/60Hz, aprox. 60W. Este calentador deberá impedir la entrada de humedad en el tubo y tolva del dosificador. La tolva de almacenamiento deberá tener un interruptor de nivel tipo sensor capacitativo (24V CC, pnp) que deberá controlar y alarmar sobre el nivel del polímero seco. El vibrador de la tolva deberá impedir la “tunelización” y/o “empuentado” del polímero seco en la tolva. El dosificador de polímero seco deberá entregar el polímero seco automáticamente en proporción a la rata de flujo de lodo de la prensa deshidratadora correspondiente. Esto deberá poder lograrse mediante un control proporcional que reciba señal de control de 4 a 20 mA desde el tablero de fuerza y control (TFC) de la misma prensa deshidratadora. La dosificación de polímero seco deberá poderse ajustar local y remotamente y cambiarse de automático - manual - automático mediante interruptores-selectores tipo Manual-O-Automático localizados en los TFCs del sistema de polímeros y de la prensa. Incluye estructura metálica para apoyo sobre el suelo; y, escalera y plataforma para cargue manual desde sacos de 20 y/o 40 kg.

- 5) *Un disolvedor de polímero seco*: Deberá seguir al dosificador, y deberá ser de materiales totalmente resistentes a la corrosión por la solución química. La capacidad volumétrica del disolvedor deberá ser de al menos 2 a 20 kg/h de polímero seco. El disolvedor deberá tener tapa removible; visor para inspección; y, conexiones de entrada de agua, descarga, sobreflujo, y drenaje. El mezclado en el disolvedor deberá obtenerse por chorros de agua o por un mezclador mecánico con eje y propela de acero inoxidable tipo 316 y accionado por un motor eléctrico de 115V/1f/60Hz. Este disolvedor deberá tener una válvula de flotador, de construcción conveniente, para proporcionar una succión inundada al inyector de flujo descendente de PVC.
- 6) *Dos bombas dosificadoras de solución acondicionada*: Una en operación y otra en stand-by, con capacidad como se especifica más adelante.

Estas bombas deberán ser de desplazamiento positivo con todas las piezas en contacto con el líquido en acero inoxidable tipo 316 o elastómero resistente al polímero. Las bombas deberán ser capaces de bombear el polímero y entregarlo con una presión de descarga de al menos 3.5 bar (51 psig), y deberán tener válvula de by-pass alrededor de la válvula de contra presión. Todas las bombas dosificadoras deberán tener dampers de pulsación de material resistente a la corrosión, columna de calibración con válvulas, válvulas chequer, válvulas de seguridad, y las conexiones de limpieza (flush connections) con válvulas chequer y solenoide, que deberán ser diseñadas para permanecer abiertas el suficiente tiempo después de cada parada de la bomba para lavar tuberías, válvulas de muestreo, manómetros con sellos de diafragma, y válvulas de cierre. Las tuberías de dilución deberán conectarse por medio de inyectores del PVC. Todas las conexiones de tubería a los dosificadores deberán apoyarse firmemente en soportes de perfiles estructurales fabricados a partir de lámina doblada de acero inoxidable tipo 304, soportes estos que deberá montarse sobre el piso, y que deberá evitar cualquier esfuerzo sobre la bomba o sobre la tubería.

- 7) *Un dosificador de agua para dilución:* Con válvula de corte, electroválvula de control, válvula reductora de presión y contador de agua. Componente montado sobre el extremo del sistema, lado del tanque de preparación, Incluye acometida de agua de acueducto de al menos 1.1/4" con tubería a la vista sobre soportes. El agua de disolución deberá ser calidad agua potable, y deberá suministrarse con presión de 3 hasta un máximo de 10 bares (43,6 a 145 psig)
- 8) *Un dosificador de solución base de polímero:* Con válvula de corte, electroválvula de control, válvula reductora de presión y contador de solución, para la introducción sin saltos de la solución líquida base. Deberá incluir una bomba dosificadora de solución base de polímero (especificada más adelante), una conexión de manguera flexible de la bomba de descarga al tanque de preparación.
- 9) *Dos bombas dosificadoras de solución base:* Deberán ser de desplazamiento positiva. Estas bombas podrán succionar directamente de tambor o recipiente de suministro de la solución base. Estas bombas deberán tener demás características similares a las de las bombas dosificadoras de la solución acondicionada antes especificadas.
- 10) *Tablero de fuerza y control (TFC):* Deberá adecuarse al servicio y deberá operar el equipo mayor y todos los sistemas y equipos auxiliares mediante un PLC (YIC-613); deberá tener pantalla gráfica con panel de

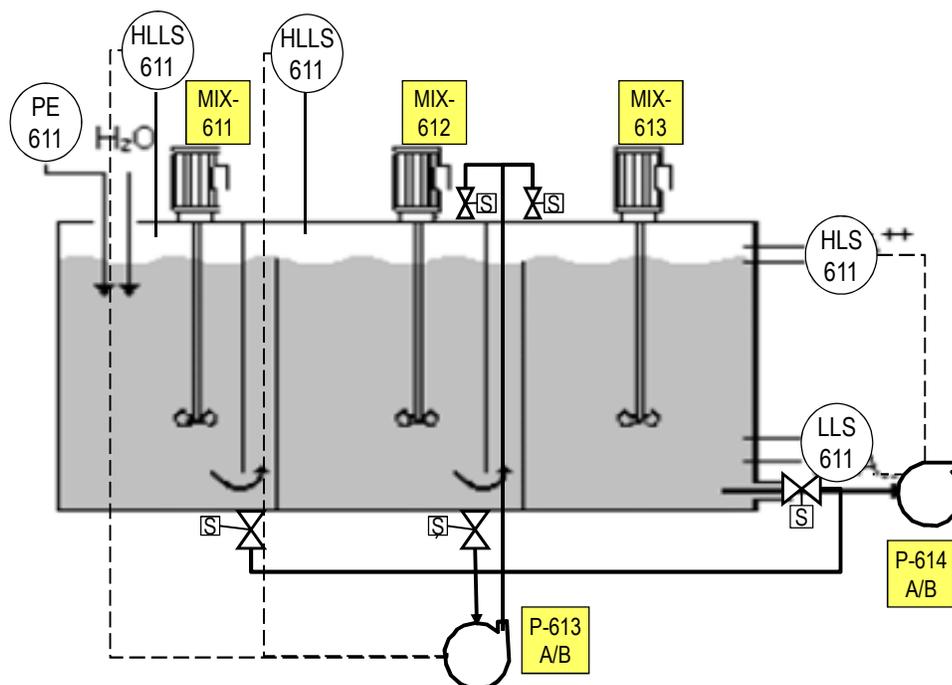
mando multilingüe; con aviso de avería colectiva de motores, rebosamiento y escasez de agua, y avisos de avería individuales para escasez de polímero y marcha en vacío como contactos sin potencia. Este TFC deberá ser específico para aplicaciones de SCADA, que deberá conectarse a los TFCs de las bombas dosificadoras y de trasiego, y al de la prensa deshidratadora (YIC-615). Este TFC deberá suministrarse sobre base o pedestal para instalación por separado cerca o sobre el equipo, dentro del campo de visión del equipo, pero por fuera de atmósfera corrosiva o de presencia de rocío del agua de dilución. Adicionalmente, el TFC deberá incluir todos los conductores y el aparataje eléctrico de alimentación, protección, accionamiento, control, indicación y alarmas; así como salida(s) para enviar a la USO. Este TFC deberá tener protección tipo NEMA 4X con gabinete en lámina 2.0 mm acero inoxidable 304; deberá incluir alimentación en 440V/3f/60Hz, y todo el aparataje de fuerza y control como estipulado en las especificaciones generales mecánicas y eléctricas; y, deberá incluir acometida tablero parcial - TFC y todas las acometidas TFC a motores eléctricos.

Funcionamiento: Cada sistema para preparar y dosificar polímeros deberá tener al menos tres tanques: un tanque para preparar, uno tanque para acondicionar, y un tanque para dosificar el polímero. Con estos tres tanques, el sistema deberá poder usarse para las siguientes estrategias de funcionamiento.

- Funcionamiento continuo: Un primer tanque para preparar, un segundo tanque para acondicionar el polímero, y un tercer tanque para almacenar y dosificar la solución acondicionada (tanque de dosificación). Deberá poderse preparar continuamente una solución de polímero entre estos tres tanques. La solución fresca del tanque de preparación deberá fluir a través de una pared de separación hacia el tanque de acondicionamiento y desplazar la solución acondicionada hacia el tanque de dosificación. Mediante el desplazamiento de la solución deberá realizarse una mezcla suficiente de la misma solución en el límite de emulsión, y deberá serlo de modo tal que la solución sin acondicionar totalmente no entre en el tanque de dosificación (Ver mas adelante diagrama para estrategias de funcionamiento). Deberá preverse un agitador para cada tanque y dos bombas dosificadoras (una funcionando y otra en stand-by) para alimentar siempre la solución acondicionada de polímero del tanque de dosificación al tanque del proceso (tanque de floculación de la prensa deshidratadora). Este funcionamiento deberá controlarse en conjunto, o separadamente, con los PLCs de los tableros de fuerza y control del sistema de polímeros y del equipo al cual sirve.

- Funcionamiento semicontinuo/discontinuo/por batches: Dos tanques para preparar y acondicionar el polímero, que deberán poderse usar alternativamente para almacenar y dosificar la solución acondicionada junto con el tercer tanque. Entre los tres tanques, deberá poderse preparar soluciones de polímero de una o varias concentraciones, y deberá poderse hacer de manera semicontinua, discontinua, o por batches. Deberá proveerse una bomba para trasegar y mezclar entre los tres tanques sin necesidad. Este funcionamiento deberá controlarse en conjunto, o separadamente, con los PLCs de los tableros de fuerza y control del sistema de polímeros y del equipo al cual sirve.

Diagrama para estrategias de funcionamiento y control



Es responsabilidad única del Contratista realizar el rediseño necesario para que el sistema de preparación y dosificación del polímero pueda usarse para las dos anteriores estrategias de funcionamiento.

La prueba del funcionamiento consistirá en: (a) Pruebas piloto —pruebas de jarras— del polímero en el almacén de polímeros de la planta; y, (b) Tres pruebas del equipo en coordinación y al mismo tiempo con similar prueba del equipo a que sirve el sistema. Cada prueba deberá durar tres horas. Las muestras serán recogidas en el final de cada hora. Todas las pruebas deberán promediarse y el equipo suministrado deberá demostrar que puede cubrir o exceder los criterios especificados del funcionamiento. Si el equipo no puede resolver los criterios especificados del funcionamiento después de la tercera prueba, el CONTRATANTE tendrá la opción de hacer efectiva la póliza de garantía de funcionamiento, o solicitar al CONTRATISTA compensación por costos futuros, tales como acarreo de lodos húmedos y/o torta, exceso de dosificación del polímero, rendimiento de procesamiento del lodo y de sólidos capturados debido a la falta de cubrir los criterios del funcionamiento. La cantidad de la compensación deberá ser igual al coste adicional, sobre la base del valor presente, que incurrirá el CONTRATANTE en un período de veinte (20) años con interés de un 0.05 puntos porcentuales por debajo del interés de usura vigente a la fecha de hacerse efectivo el pago. El CONTRATISTA será responsable por estos costos adicionales, pero el monto no deberá exceder el 100% del precio del sistema suministrado.

Si el CONTRATANTE no puede proporcionar el polímero y/o el lodo según lo especificado en las condiciones del servicio dentro 90 días después de que la notificación del CONTRATISTA de la preparación para realizar la prueba de funcionamiento, la prueba será juzgada ser satisfactoria y el Contratante aceptará el equipo.

Si el CONTRATANTE no puede proporcionar el lodo y el polímero según lo especificado en las condiciones del servicio dentro 90 días después de que la notificación del CONTRATISTA de la preparación para realizar la prueba de funcionamiento, la prueba será juzgada ser satisfactoria y el Contratante aceptará el equipo.

El Contratista deberá entrega al Contratante en el sitio de la obra, al menos las siguientes piezas de repuesto:

- Un conjunto de 3 fusibles de repuesto de cada tamaño.

- Dos lentes de repuesto de lámpara de cada color.
- Dos docenas de lámparas piloto.
- Uno de cada tipo de cada tarjeta madre electrónica usada.
- Uno de cada diodo de potencia
- Un juego de herramientas para cada mantenimiento especial de los sistemas y componentes del equipo

Bomba dosificadora de solución polimérica acondicionada (P-614 A/B)

Deberá proveerse y montarse en cada planta de lodos, dos bombas, una funcionando y otra en stand-by, (P-614 A/B) para dosificar soluciones poliméricas acondicionadas desde cada sistema automático para preparar y dosificar polímeros, hasta el tanque de floculación de cada prensa deshidratadora. Cada bomba deberá ser capaz de bombear la solución polimérica y entregarlo con una presión de descarga de al menos 5,0 bar (72,5 psig).

Estas bombas deberán ser para manejar al menos 47 m³/día, en turnos de 14,11 horas, 6 días a la semana (3,33 m³/hr), de lodos. Fluido a manejar será soluciones de 0,2 a 0,5% de polímeros, de densidad de al menos 1,009 kg/m³.

Cada bomba deberá ser de desplazamiento positivo y cavidades progresivas, una bomba operante y otra de reserva. Caudal de al menos 3,33 m³/hora (14,6 gal/min), altura dinámica total de al menos 61 m CA (198 pies CA), velocidad de flujo en la descarga de al menos 1.0 m/s, succión x descarga = 51 mm, (2") brida ANSI 150 libras. Potencia efectiva de al menos 1,7 HP (1.27 kW), y giro a 450 rpm. Cada motobomba deberá ser para bombeo continuo de hasta 16 hrs/día. Peso aproximado de cada bomba 26 kg

Cada bomba deberá tener carcasa en hierro fundido, estator en caucho Buna N, rotor tipo sin fin en acero inoxidable 316, eje en acero inoxidable 316 con sello mecánico. Eje montado sobre rodamientos axiales de bolas con lubricación por grasa; con sello mecánico de parte estacionaria en cerámica, parte móvil con anillo de grafito, sello de exclusión en elastómero resistente a los hidrocarburos y resorte en acero inoxidable AISI 316.

Cada bomba deberá ser acoplada directamente a moto-reductor tipo helicoidal, potencia de entrada 3.6 HP (2.68 kW), relación i = 4:1, velocidad de entrada 1,800 rpm, velocidad de salida 450 rpm, eficiencia 0.90, con motor eléctrico 2,4 HP (1,79 kW), 1800 rpm 440V/3f/60Hz TEFC inverter duty, peso aprox. 34 kg. Conjunto montado sobre base metálica de perfiles

estructurales A-36 y/o lamina doblada A-36. Peso aproximado del conjunto de 75 kg.

Cada bomba deberá tener tubería de succión en PVC RDE 21, con válvula cheque, válvula de corte y conexiones a tanque de almacenamiento de la solución polimérica; y, tubería de de descarga en PVC RDE 50 con filtro en Y, válvula cheque, válvula de corte y conexiones a tanque de mezcla y floculación de la prensa.

Cada bomba dosificadora deberá tener válvula de by-pass alrededor de la válvula de contra presión, columna de calibración con válvulas, válvulas cheque, válvulas de seguridad, y las conexiones de limpieza (flush connections) con válvulas cheque y solenoide, que deberán ser diseñadas para permanecer abiertas el suficiente tiempo después de cada parada de la bomba para lavar tuberías, válvulas de muestreo, manómetros con sellos de diafragma, y válvulas de cierre.

Todas las conexiones de tubería deberán apoyarse firmemente en soportes de perfiles estructurales fabricados a partir de lámina doblada de acero inoxidable tipo 304, soportes estos que deberá montarse sobre el piso, y que deberá evitar cualquier esfuerzo sobre la bomba o sobre la tubería.

Cada bomba deberá incluir suministro e instalación de un tablero de fuerza y control (TFC), que deberá incluir un variador electrónico de velocidad para cada bomba, un interruptor por bajo nivel en el sistema de preparación y dosificación, un selector para cambio entre bombas, y un selector para cambio de control manual a automático. El control automático deberá recibir señal del control del PLC del sistema, que deberá trabajar en conjunto con el PLC de la prensa deshidratadora. Adicionalmente, el TFC deberá incluir todos los conductores y el aparataje eléctrico de alimentación, protección, accionamiento, control, indicación y alarmas; así como salida(s) para enviar a la USO. Este TFC deberá tener protección tipo NEMA 4X con gabinete en lámina 2.0 mm acero inoxidable 304; deberá incluir alimentación en 440V/3f/60Hz, y todo el aparataje de fuerza y control como estipulado en las especificaciones generales mecánicas y eléctricas; y, deberá incluir acometida tablero parcial - TFC y todas las acometidas TFC a motores eléctrico

Bomba dosificadora de solución polimérica base (P-615 A/B)

Deberá proveerse y montarse en cada planta de lodos, dos bombas, una funcionando y otra en stand-by, (P-615 A/B) para dosificar soluciones poliméricas base desde cada contenedor o tanque de solución base hasta el

sistema automático para preparar y dosificar polímeros. Cada bomba deberá ser capaz de trasegar la solución polimérica y entregarla con una presión de descarga de al menos 5,0 bar (72,5 psig).

Estas bombas deberán ser para manejar al menos 9,48 m³/día, en turnos de 14,11 horas, 6 días a la semana (0,67m³/hr), de lodos. Fluido a manejar será soluciones de 0,5 a 1% de polímeros, de densidad de al menos 1,009 kg/m³.

Cada bomba deberá ser de desplazamiento positivo y cavidades progresivas, una bomba operante y otra de reserva. Caudal de al menos 0,67 m³/hora (3,0 gal/min), altura dinámica total de al menos 55 m CA (180 pies CA), velocidad de flujo en la descarga de al menos 0,65 m/s, succión x descarga = 19 mm, (3/4") rosca F-NPT. Potencia efectiva de al menos 0,3 HP (0,22 kW), y giro a 3,000 rpm. Cada motobomba deberá ser para bombeo continuo de hasta 16 hrs/día. Peso aproximado de cada bomba 7,5 kg

Cada bomba deberá tener carcasa en hierro fundido, estator en caucho nitrílico, rotor tipo sin fin en acero inoxidable 316, eje en acero inoxidable 316 con sello mecánico. Eje montado sobre rodamientos axiales de bolas con lubricación por grasa; con sello mecánico de parte estacionaria en cerámica, parte móvil con anillo de grafito, sello de exclusión en elastómero resistente a los hidrocarburos y resorte en acero inoxidable AISI 316.

Cada bomba deberá ser acoplada directamente a motor eléctrico 0.6 HP (0,44 kW), 3,600 rpm 440V/3f/60Hz TEFC inverter duty, peso aprox. 42 kg. Conjunto montado sobre base metálica de perfiles estructurales A-36 y/o lamina doblada A-36. Peso aproximado del conjunto de 16 kg.

Cada bomba deberá tener tubería de succión en PVC RDE 21, con válvula chequer, válvula de corte y conexiones a tanque de almacenamiento de la solución polimérica; y, tubería de descarga en PVC RDE 50 con filtro en Y, válvula chequer, válvula de corte y conexiones a tanque de mezcla y floculación de la prensa.

Cada bomba dosificadora de solución base polimérica deberá tener válvula de by-pass alrededor de la válvula de contra presión, , columna de calibración con válvulas, válvulas chequer, válvulas de seguridad, y las conexiones de limpieza (flush connections) con válvulas chequer y solenoide, que deberán ser diseñadas para permanecer abiertas el suficiente tiempo después de cada parada de la bomba para lavar tuberías, válvulas de muestreo, manómetros con sellos de diafragma, y válvulas de cierre.

Todas las conexiones de tubería deberán apoyarse firmemente en soportes de perfiles estructurales fabricados a partir de lámina doblada de acero inoxidable tipo 304, soportes estos que deberá montarse sobre el piso, y que deberá evitar cualquier esfuerzo sobre la bomba o sobre la tubería.

Cada bomba deberá incluir suministro e instalación de un tablero de fuerza y control (TFC), que deberá incluir un variador electrónico de velocidad para cada bomba, un interruptor por bajo y alto nivel en el tanque de solución base; un selector para cambio entre bombas, y un selector para cambio de control manual a automático. El control automático deberá recibir señal del control del PLC del sistema para preparar y dosificar polímeros, que deberá trabajar en conjunto con el PLC de la prensa deshidratadora. Adicionalmente, el TFC deberá incluir todos los conductores y el aparataje eléctrico de alimentación, protección, accionamiento, control, indicación y alarmas; así como salida(s) para enviar a la USO. Este TFC deberá tener protección tipo NEMA 4X con gabinete en lámina 2.0 mm acero inoxidable 304; deberá incluir alimentación en 440V/3f/60Hz, y todo el aparataje de fuerza y control como estipulado en las especificaciones generales mecánicas y eléctricas; y, deberá incluir acometida tablero parcial - TFC y todas las acometidas TFC a motores eléctrico

Bomba para agua de dilución del sistema de polímeros (P-616 A/B)

Deberá proveerse y montarse en cada planta de lodos, dos bombas, una funcionando y otra en stand-by, (P-616 A/B) para trasiego del tanque de almacenamiento de agua de dilución al sistema para preparar y dosificar polímeros. Cada bomba deberá ser capaz de bombear el agua y entregarla con una presión de descarga de 3.0 a 10.0 bar (43,5 a 145 psig).

Como especificado antes, la frecuencia y tiempo de disolución deberá ser continuo y/o por batches. Esta dilución deberá poderse hacer de modo manual u automático. Por lo anterior, estas motobombas deberán ser para manejar al menos 31.87 m³/día de agua por turno de 14,11 horas/día, 6 días a la semana (2,26 m³ de agua /hr). Fluido a manejar será agua de calidad agua potable (agua de acueducto), de densidad de al menos 1,000 kg/m³, y contenido de calidad sólidos de máximo 0,02 a 0.05% en peso.

Cada bomba deberá ser regenerativa o de turbina (turbine pump), caudal de al menos 2,26 m³/hora (9,9 gal/min), altura dinámica total de al menos 119 mCA (389 pies CA), eficiencia global de la bomba del 50%, velocidad de flujo en la descarga de al menos 1,25 m/s, succión x descarga = 25,4 mm, (1") rosca F-NPT, potencia efectiva de al menos 2,8 HP (2,1 kW), y giro de 3,500 rpm. Cada bomba deberá tener rotor en bronce, carcasa en hierro fundido,

eje en acero inoxidable 304 con sello mecánico con parte estacionaria en cerámica, parte móvil con anillo de grafito y sello de exclusión en elastómero resistente a los hidrocarburos y resorte en acero inoxidable AISI 304. Eje montado sobre rodamientos axiales de bolas con lubricación por grasa. Peso aproximado de cada bomba 13 kg.

Cada bomba deberá componerse de la bomba antes especificada, un acople directo a motor, un motor eléctrico de al menos 3 HP (2,23 kW), 3,500 rpm, 440V/3f/60Hz TEFC, y base metálica de perfiles estructurales A-36 y/o lamina doblada A-36. Peso aproximado del conjunto de 45 kg.

Cada bomba deberá tener tubería de succión en PVC RDE 21 con válvula chequer, válvula de corte y conexiones a tanque de agua para dilución; y, tubería de de descarga en PVC RDE 21 con filtro en Y, válvula chequer, válvula de corte y conexiones a dosificador de agua de dilución del sistema automático para preparar y dosificar polímeros.

Todas las tuberías deberán apoyarse firmemente en soportes de perfiles estructurales galvanizados (ver especificaciones generales de soportería para tubería), soportes estos que deberá montarse sobre el piso, y que deberá evitar cualquier esfuerzo sobre la bomba o sobre la tubería.

Cada bomba deberá incluir suministro e instalación de un tablero de fuerza y control (TFC), que deberá incluir sensores e interruptores por bajo y alto nivel en el tanque de agua para dilución; un selector para cambio entre bombas; y, un selector de control manual-0-automático. El control automático deberá recibir señal del control del PLC del sistema automático para preparar y dosificar polímeros. Adicionalmente, el TFC deberá incluir todos los conductores y el aparataje eléctrico de alimentación, protección, accionamiento, control, indicación y alarmas; así como salida(s) para enviar a la USO. Este TFC deberá tener protección tipo NEMA 4X con gabinete en lámina 2.0 mm acero inoxidable 304; deberá incluir alimentación en 440V/3f/60Hz, y todo el aparataje de fuerza y control como estipulado en las especificaciones generales mecánicas y eléctricas; y, deberá incluir acometida tablero parcial - TFC y todas las acometidas TFC a motores eléctricos.

Dispositivo para descarga de prensa deshidratadora

Generalidades: Para cada prensa deshidratadora, deberá proveerse un dispositivo para descargar lodo deshidratado, o torta de lodo, y entregarlo a un contenedor rodante, o a una volqueta. Contenedor y/o volqueta deberán poderse localizar en el primer piso de cada planta de deshidratado de lodos.

El uso primario de este dispositivo deberá ser para descargar y entregar al contenedor (especificado más adelante), y su uso secundario, o de emergencia, deberá ser para descargar y entregar al platón de la volqueta de 6 m³ y de altura máxima de 3 m. Para uso de emergencia, el cambio o adecuaciones del dispositivo deberán poderse realizar en un máximo de treinta (30) segundos, lo cual deberá facilitarse con el uso de chutes de descarga y/o partidos y articulados

Cada dispositivo para descargar torta de lodo deberá ser tipo modular cubierto, para el transporte por gravedad de torta de lodo producida por cada prensa deshidratadora, y lo será según siguientes criterios de diseño y/o operación:

- 1) _____ Para descargar y entregar por gravedad a un contenedor y/o a un platón de volqueta.
- 2) _____ Cambio o adecuaciones para descargar de contenedor a volqueta deberán poderse realizar en un máximo de treinta (30) segundos
- 3) _____ Cambio para descargar de un contenedor a otro (o de un platón de volqueta a otro) deberán poderse realizar en un máximo de tres (3) segundos
- 4) _____ Uso de chutes de descarga partidos y articulados
- 5) _____ Todos las partes del dispositivo y sus accesorios en contacto con la torta de lodo en acero inoxidable 304 y/o plásticos resistentes a la acción física (abrasión y producción de polvo), química (corrosión) y biológica (producción de H₂S) de estos materiales
- 6) _____ Mínimo contacto del personal con la torta de lodo

Cada dispositivo para descargar torta de lodo deberá tener todos los accesorios e instalaciones de servicio para recibir y entregar lodo deshidratado, o torta de lodo, a container para recibir y transportarlo; y/o a platón de volqueta; y, esto lo será según lo estipulado en planos, especificaciones generales, estas especificaciones particulares, y las recomendaciones del fabricante.

Todos los componentes de cada dispositivo para descargar torta de lodo y sus accesorios deberán ser para servicio largo, continuo, e ininterrumpidos. Deberán tener provisiones para fácil lubricación, ajuste, o el reemplazo de todas las piezas. Las partes correspondientes de unidades múltiples deberán ser intercambiables.

Excepto donde se especifique en contrario, todas las partes del dispositivo y sus accesorios en contacto con la torta de lodo deberán ser en acero inoxidable 304 y/o plásticos resistentes a la acción física (abrasión y producción de polvo), química (corrosión) y biológica (producción de H₂S) de estos materiales. Limpieza y acabado de las partes en acero carbono deberá ser: (a) Preparación de la superficie sandblasting a metal casi blanco —Sa 2^{1/2}—, (b) Protección en 3 mills de anticorrosivo epóxico, y, (c) Acabado en 3 mills de pintura epóxico color reglamentario.

Los materiales de construcción previstos deberán ser resistentes al ambiente de funcionamiento al cual el dispositivo para descargar torta de lodo estará sometido, para así prevenir (antes de hacer una oferta) sobre cualquier problema potencial, que podrían hacer que la prensa deshidratadora no funcione según lo previsto, y así dar recomendaciones para corregir/prevenir problemas posibles / esperados.

Arreglo y dimensiones generales del dispositivo para descargar torta de lodo se muestran en plano respectivo de la propuesta de diseño.

Alcance: Los trabajos para entregar en funcionamiento cada dispositivo para descargar torta de lodo a entera satisfacción del Contratante, comprende suministrar, montar, probar y poner en operación el dispositivo y sus accesorios e instalaciones de servicio como se estipulan en estas especificaciones particulares y especificaciones generales relacionadas.

Las especificaciones particulares se refieren al dispositivo y los accesorios necesarios para realizar la operación unitaria de descarga de la torta de lodo de cada prensa deshidratadora. Excepto donde se especifique lo contrario, las instalaciones de servicio de olor y agua de proceso siguen las especificaciones generales que acompañan a las presentes especificaciones particulares, y que forman parte de los documentos de la solicitud de ofertas y/o licitación.

El valor de los accesorios y las instalaciones de servicio de cada dispositivo para descargar torta de lodo como se estipulan en estas especificaciones, no se pagará por separado. Su valor deberá estar incluido dentro del precio unitario de cada dispositivo.

Cada dispositivo deberá ser para realizar la operación unitaria de descarga continua por gravedad. En esta operación se deberá descargar cada prensa y entregar la torta de lodo a un contenedor o volqueta. La torta de lodo será la producida por la operación unitaria de deshidratado en prensa de tornillo, y

la cual una vez descargada y recibida en un contenedor rodante (ver especificación más adelante) deberá transportarse a un sitio de disposición final: relleno o land fill, y/o a una Planta de Lodos para obtener biosólidos Clase A y/o B

Cada dispositivo para descargar torta de lodo deberá ser de una capacidad nominal de al menos 2,0 m³/h, o 2,159 kg/h de torta de lodo de densidad 1,060 kg/m³, con contenido de sólidos secos del 20 al 28%. El dispositivo deberá ser para ducto Ø 300 mm, con ángulo de al menos 63.43° con la horizontal (pendiente 2:1), del tipo del usado para transporte por gravedad de materiales a granel. El peso aproximado del dispositivo será de al menos 150 kg, variable según diseño detallado a realizar por el Contratista.

En general, todas las partes del dispositivo en contacto con la torta de lodos deberán ser en acero inoxidable 304, con refuerzos en lámina del mismo material, y plástico y elastómeros resistente al impacto. Y/o al ambiente de la PTAR. Igualmente, toda la tornillería deberá ser en acero inoxidable AISI 304; y todos los empaques en elastómero deberán ser resistentes al H₂S. Partes que no este en contacto con la torta de lodos podrán fabricarse en lámina, redondos, perfiles de acero carbón. El acabado de parte de acero al carbón deberá ser limpieza interior y exterior sandblasting a metal casi blanco, y acabado con 3.0 mills pintura epóxica color reglamentario.

El dispositivo para descargar torta de lodo deberá tener signo(s) y código(s) visibles de identificación del material transportado, según reglamentaciones vigentes para el transporte de materiales peligrosos según Código Colombiano de Seguridad Industrial y del Código de Transporte.

Cada dispositivo para descargar torta de lodo deberá ser una unidad prefabricada completa que deberá consistir en al menos: (1) Un ducto de transición para conectar prensa deshidratadora a dispositivo de descarga; (2) Una válvula en Y invertida, con una entrada con volante y cadena para accionar desde el piso; (3) Un ducto o chute de descarga de abertura a lo largo, con refuerzo en la partición, y tipo chute de descarga del concreto de mixers; (4) Dos poleas con cable de acero inoxidable con alma de fibra para permitir que, desde el piso, el chute se abra para descargar en volqueta, o se cierre para descargar en contenedor;(5) Dos soportes de marco en H galvanizados, similares a soportes para tubería de las especificaciones generales

Cada dispositivo para descargar torta de lodo deberá ser nuevo, sin usar, y un modelo de producción actual del fabricante. El fabricante deberá haber producido equipos similares, por un periodo de al menos cinco (5) años.

Cada dispositivo deberá entregarse listo para operación con todas las operaciones y severo control de desbordes y/o vertimientos al piso.

El montaje del dispositivo para descargar torta de lodo en el edificio de lodos deberá permitir la colocación y el retiro del contenedor y/o la volqueta que reciben la torta de lodo; así como una separación de al menos 0,60 m entre contenedor o volqueta cargándose y el contenedor y/o volqueta en espera. Los requisitos de separación y dimensiones exteriores mínima especificados anteriormente no relevarán al CONTRATISTA de la obligación de ejecutar las adecuaciones necesarias para el montaje, operación, y mantenimiento apropiado de cada equipo. Para equipo(s) diferente(s) a los aquí especificado(s), el CONTRATISTA será el único responsable de cualquier rediseño y/o replanteo, y la ejecución de adicionales obras civiles, mecánicas y eléctricas.

Cada dispositivo para descargar torta de lodo deberá cumplir los criterios de diseño y operación estipulados anteriormente. El Contratista deberá garantizar los criterios y características antedichos, mediante póliza de garantía de funcionamiento presentada con la sumisión de la ingeniería de detalle. El Contratista tendrá al menos tres oportunidades de demostrar conformidad con los criterios de diseño y operación. Si el equipo no puede cumplir los anteriores criterios de diseño y operación después de la tercera prueba, el Contratante deberá hacer efectiva la póliza de garantía de cumplimiento (ver más adelante las especificaciones sobre pruebas).

Normas aplicables: Todo el equipo y el alcance del trabajo cubierto por la presente especificación deberán estar conforme a las ediciones vigentes de las normas aplicables de ANSI, NEMA, IEEE, UL, NEC, el Código Eléctrico Nacional; y, las estipuladas en el diseño de las obras mecánicas y eléctricas. Particularmente deberán estar conforme a las ediciones vigentes de las siguientes normas:

- NATIONAL BIOSOLIDS PARTNERSHIP (NBP), Manual of good practice for biosolids, Alexandria, VA: NBP, 2005
- UNITED STATES OF AMERICA ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (US-EPA). Process design manual for sludge treatment and disposal. USEPA 625/1-79-011. 1979

Coordinación dispositivo para descargar torta de lodo y prensa deshidratadora y contenedor rodante: Porque los datos de desempeño de las prensas deshidratadoras varían significativamente en capacidad de deshidratación de diferentes tipos de lodos, especial atención deberá darse a los siguientes factores que afectarán el desempeño de cada prensa

deshidratadora y la consecuente capacidad del contenedor y el dispositivo para descargar torta de lodo:

- Características de los sólidos
- Tipo de acondicionamiento químico

Componentes: Todos los las partes y/o accesorios no especificados aquí, pero necesarios para suministrar el dispositivo para descargar torta de lodo listo para uso, deberán incluirse. Los componentes de este dispositivo deberán al menos incluir:

1. Un ducto de transición de 500 x 870 mm a 300 x 300 mm, de extremos bridados. Para conectar tolva de descarga de la prensa deshidratadora a dispositivo de descarga
2. Una válvula en Y invertida, con una entrada 300 x 300 mm y dos salidas de \varnothing 300 mm a un ángulo de al menos 63.43° con la horizontal (pendiente 1:2); de extremos bridados, y, con volante y cadena para accionar desde el piso a una altura de aproximadamente 4,50 m. Esta válvula deberá ser para distribuir el flujo de torta de lodo a uno u otro lado de la Y, y así poder entregar a un contenedor rodante, o al paltón de una volqueta.
3. Un ducto o chute de descarga \varnothing 300 mm x 1.2 m de longitud aproximada, con ángulo de al menos 63.43° con la horizontal (pendiente 1:2), de un extremo bridado y el otro extremo con refuerzo en platina. Ducto especial de abertura a lo largo, con refuerzo en la partición, y tipo chute de descarga del concreto de mixers.
4. Dos poleas de 4" con cable de acero inoxidable con alma de fibra. Estas poleas deberán permitir que, desde el piso, el chute se abra para descargar en volqueta, o se cierre para descargar en contenedor.
5. Dos soportes de marco en H galvanizados, similares a soportes para tubería de las especificaciones generales

Estos componentes deberán ser al menos como sigue.

- 1) Ductos en lámina de al menos 2 mm acero inoxidable AISI 304 acabado 2B. Las uniones longitudinales ya transversales deberán hacerse mediante soldadura TIG o SMAW, con cordones internos y externos decapados y pulidos.
- 2) Damper de válvula en Y en al menos lamina 5.0 mm acinox 304, con eje de acinox 304
- 3) Bridas y platinas en al menos lámina 5.0 mm acinox 304
- 4) Uniones de bridas del tipo atornillado con pernos de acero inoxidable AISI 304. El empaque de estas uniones deberá ser en elastómero resistente al H_2S .

- 5) Todos los soportes de ductos y sus accesorios (poleas) deberán ser al menos en L 2 x 2 de lámina 3 mm acinox 304 doblada, con placa de piso en lámina 5 mm acinox 304.
- 6) Anclaje de soportes al techo, pared y piso deberá ser con tornillos de anclaje de cuña de al menos 3/8 x 2.1/2", acinox 304
- 7) Resto de materiales que no estén en contacto con la torta de lodo podrán ser en acero carbón.
- 8) Limpieza y acabado de las partes en acero carbono deberá ser: (a) Preparación de la superficie sandblasting a metal casi blanco —Sa 2½—, (b) Protección en 3 mills de anticorrosivo epóxico, y, (c) Acabado en 3 mills de pintura epóxico de color reglamentario (según normas internacionales y/o nacionales vigentes sobre el transporte de materiales peligrosos)

Funcionamiento: El manejo de cada dispositivo para descargar torta de lodo deberá realizarse simultáneamente con el de manejo del contenedor rodante, y deberá comprender:

- 1) Seleccionar lado a que deba descargar el dispositivo
- 2) Descargar del camión grúa el contenedor vacío en planta de lodos
- 3) Colocar el contenedor bajo el chute de descarga seleccionado
- 4) Abrir tapa superior del contenedor hacia el lado que no obstaculice manejo del chute de descarga entre contenedores
- 5) Accionar dispositivos del sello de la compuerta posterior
- 6) Accionar el volante de la válvula en Y dejar cargando
- 7) Dejar cargar el contenedor chequeando su nivel de carga al menos cada hora
- 8) Verificar que el contenedor se carga hasta el borde superior sin impedir el cierre con la tapa del mismo. El tiempo de carga deberá ser de dos y media a tres (2.5 a 3) horas, o hasta lograr la capacidad útil de 6.0 m³ (7.84 yardas³), o de 6.6 toneladas de torta de lodo de densidad aprox. 1,100 kg/m³
- 9) Una vez lleno el contenedor, se deberá accionar de nuevo el volante de la válvula en Y para dejar cargando el contenedor de al lado, el cual deberá ya antes haberse alistado de manera similar al que sale para transporte

- 10) Cerrar y asegurar la tapa del contenedor y verificar sellos de la compuerta posterior
- 11) Avisar a quien corresponda para que se retire el contenedor lleno de la planta.
- 12) Repetir el ciclo

Protección: El dispositivo para descargar torta de lodo deberá proveerse con soportes para que sea funcional y cumpla las normas de seguridad de manejo del material a transportar. Adicionalmente, el dispositivo deberá protegerse contra sobrecargas y vibraciones excesivas.

El Contratista deberá entrega al Contratante en el sitio de la obra, al menos las siguientes piezas de repuesto:

- Un juego de herramientas especiales, de requerirse, para el mantenimiento del dispositivo.

Tanques homogenizadores

El lodo proveniente de los reactores UASB y los decantadores secundarios es enviado a un tanque de igualación, de capacidad neta 8 m³ y diámetro no inferior a 2,60 metros en PRFV o material similar, en donde le es adicionado el polímero y dicha mezcla, mediante un sistema de bombas (una operando y una en espera) de caudal 12 m³/hora y cabeza de presión 9 metros, enviada al sistema de deshidratación.

Un tanque similar será utilizado para almacenamiento de agua de proceso para el lavado del equipo de deshidratación y eventual aseo del edificio de planta. Este tanque igualmente contará con un sistema de bombeo, como se especificó, para impulsar el agua de lavado hasta el equipo de deshidratación.

Los dos tanques previstos tendrán incorporados para efecto de su suministro e instalación, toda la tubería de interconexión de diámetro 2" en Acero al carbón con los equipos para su correcta operación, junto con sus válvulas de cierre, válvulas de control, válvulas de cheque y en general todos aquellos accesorios que permitan su flexibilidad de operación.

Contenedor rodante para recibir y transportar torta de lodos

Generalidades: Deberá proveerse tres (3) contenedores rodantes de una capacidad nominal de 13 m³ (17 yardas³); una capacidad lleno de agua de 13,29 m³ (17.38 yardas³); y, una capacidad útil de 5.0 a 7.0 m³ (6.54 a 9.16

yardas³), o de 5.5 a 7.7 toneladas de torta de lodo de densidad aprox. 1,100 kg/m³. Estos contenedores deberán ser para recibir y transportar lodos deshidratados (torta de lodo) procedentes de cada prensa de deshidratación de lodos. Limitaciones de capacidad en peso a transportar de estos contenedores será de hasta 10 toneladas, que incluye peso de la torta de lodo más tara o peso vacío del contenedor.

Capacidad útil del contenedor deberá ser del 38 al 53% del volumen lleno de agua, según forma de entrega al contenedor y el ángulo de reposo de la torta de lodo (variable con su contenido de humedad). Forma de entrega de la torta de lodo al contenedor y su distribución dentro del mismo contenedor deberá permitir una altura de llenado que no dificulte colocar y asegurar tapa superior del contenedor.

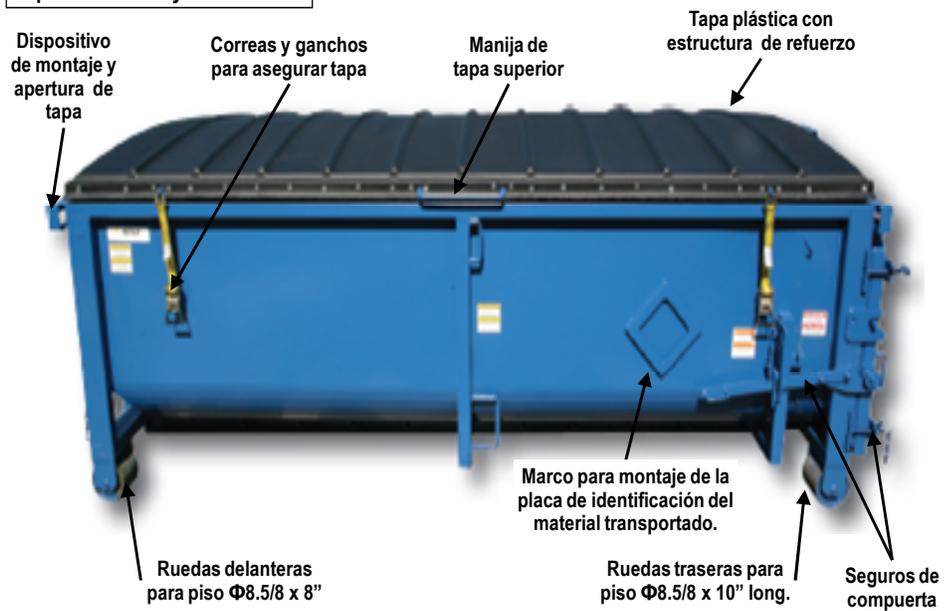
Cada contenedor deberá tener la capacidad de abastecer un ciclo operativo de al menos tres horas de una prensa deshidratadora de cada planta de lodos. Cada contenedor localizado en el interior de cada planta de lodos, deberá poder recibir torta de lodo procedente de la prensa deshidratadora. El destino final de los lodos podrá ser una planta de proceso de lodos para obtener biosólidos tipo A, y/o un relleno sanitario o land-fill.

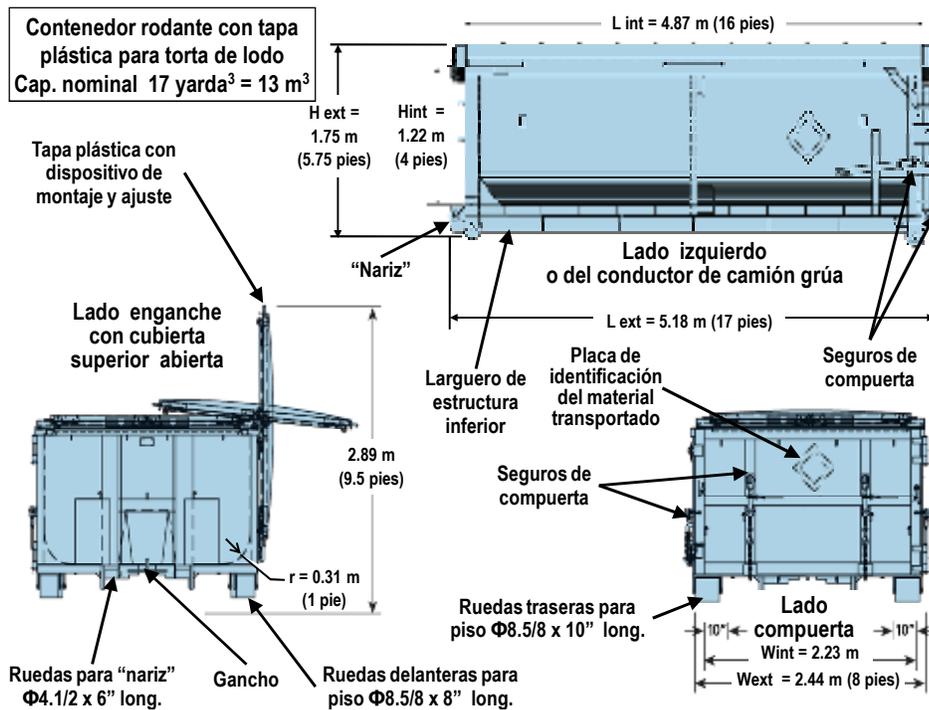
Cada container deberá ser para evacuar de la planta y transportar al sitio de tratamiento/disposición mediante camión grúa específicamente diseñado para el efecto (ver especificaciones más adelante). Este camión deberá estar provisto de un winche o malacate hidráulico de cable para subir y bajar suavemente el container a y de su plataforma. Al tiempo que este camión grúa levanta su plataforma hidráulicamente operada, el contenedor deberá subir rodando sobre la plataforma halado por el cable del winche. Al transportarse, el container deberá ir asegurado a la plataforma del camión grúa y cubierto con una tapa.

Cada contenedor para torta de lodo deberá ser del tipo rectangular, trabajo pesado, para lodo deshidratado con un contenido de 20 a 28% de sólidos secos, con empaques que eviten salida del agua desprendida del material transportado, y con tapa para transporte. Cada contenedor deberá ser para carga por arriba y para descarga posterior. Por lo anterior, este contenedor deberá tener gancho de tiro, ruedas y guía para rodar, montar y trasladar sobre plataforma de camión grúa con mecanismo de volteo (el cual se especifica más adelante). El contenedor deberá ser rodante, cargable sobre el camión grúa por halado por winche de cable (cable pull). La figura siguiente muestra configuración, capacidad nominal y característica y dimensiones principales de un contenedor similar.

Contenedor rodante para recibir y transportar torta de lodo

Contenedor rodante con tapa
plástica para torta de lodo
Cap. nominal 17 yarda³ = 13 m³





Tamaños de contenedores rodantes (roll-off containers or dumpsters), para recibo y transporte de torta de lodo o lodo deshidratado													
Capacidad nominal		Largo interior		Ancho interior		Alto interior		Volumen de agua *		Area superficial		Peso vacío aprox.	
V nom	L int	W int	H int	V agua	A s	w vacío							
yarda ³	m ³	pies	m	pies	m	pies	m	pies ³	m ³	pies ²	m ²	Lam. (")	kg
13	9	12	3,66	7,33	2,24	4	1,22	352	9,97	243	22,54	3/16	1.975,40
17	13	16	4,88	7,33	2,24	4	1,22	469	13,29	304	28,24	3/16	2.474,68
21	16	20	6,10	7,33	2,24	4	1,22	587	16,61	365	33,94	3/16	2.973,96
19	14	12	3,66	7,33	2,24	6	1,83	528	14,95	320	29,73	3/16	2.604,93
26	19	16	4,88	7,33	2,24	6	1,83	704	19,94	397	36,91	3/16	3.234,45
32	24	20	6,10	7,33	2,24	6	1,83	880	24,92	475	44,10	3/16	3.863,98
43	33	20	6,10	7,33	2,24	8	2,44	1.173	33,23	584	54,26	3/16	4.753,99

* Capacidad util del 50% del volumen lleno de agua, porque se llena hasta el borde con angulo de reposo de 30° para la torta de lodo

Contenedor rodante para recibir y transportar torta de lodo con tapa levantada



Alcance: Cada contenedor rodante para torta de lodo deberá ser de una capacidad nominal de al menos 13 m³ (17 yardas³), con una capacidad lleno de agua de 13.26 m³, y para una capacidad útil de 6.0 m³ (7.84 yardas³), o de 6.6 toneladas de torta de lodo de densidad aprox. 1,100 kg/m³. El contenedor deberá tener unas dimensiones interiores de al menos Lint x Wint x Hint = 4.88 x 2.24 x 1.22 m (16 x 7.33 x 4 pies), y unas dimensiones exteriores de máximo Lext x Wext x Hext = 5.18 x 2.44 x 1.75 m (17 x 8 x 5.75 pies). Cada contenedor deberá fabricarse totalmente en acero carbono con protección anticorrosiva en pintura epóxica. El peso o tara del contenedor será de al menos 2,500 kg, variable según diseño estructural a realizar por el Contratista.

El contenedor rodante para torta de lodo deberá de lámina acero carbono A-36, con refuerzos en lámina del mismo material. El mecanismo y compuerta para descarga, el tiro y las ruedas para montaje en plataforma de camión / grúa deberán ser en redondos, perfiles y láminas de acero carbón. El acabado de este contenedor deberá ser limpieza interior y exterior sandblasting a metal casi blanco, y acabado con 3.0 mills pintura epóxica color reglamentario. Incluye signo(s) y código(s) visibles de identificación del material transportado, según reglamentaciones vigentes para el transporte de materiales peligrosos según Código Colombiano de Seguridad Industrial y del Código de Transporte.

Normas aplicables: Todo el equipo y el alcance del trabajo cubierto por la presente especificación deberán estar conforme a las ediciones vigentes de

las normas aplicables de ANSI, NEMA, IEEE, UL, NEC, el Código Eléctrico Nacional, Código Colombiano de Seguridad Industrial, Código Colombiano de Transporte;; y, las estipuladas en el diseño de las obras mecánicas. Particularmente deberán estar conforme a las ediciones vigentes de las siguientes normas:

- Norma federal estadounidense 40-CFR- Part 503: Standards for the Use and Disposal of Sewage Sludge
- NATIONAL BIOSOLIDS PARTNERSHIP (NBP), Manual of good practice for biosolids, Alexandria, VA: NBP, 2005
- UNITED STATES OF AMERICA ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (US-EPA) Manual of design for sludge treatment and disposal, USEPA 625/1-79-011. 1979
- ANSI Safety Standard Z245.1-1992

Coordinación contenedor rodante para torta de lodos y prensa deshidratadora: Porque los datos de desempeño de las prensas deshidratadoras varían significativamente en su capacidad de deshidratación de diferentes tipos de lodos, especial atención deberá darse a los siguientes factores que afectarán el desempeño de cada prensa deshidratadora y la consecuente capacidad del contenedor rodante para torta de lodo:

- Características de los sólidos
- Tipo de acondicionamiento químico

Componentes: Todos los las partes y/o accesorios no especificados aquí, pero necesarios para suministrar el contenedor rodante listo para uso, deberán incluirse. Los componentes de cada contenedor rodante para torta de lodo deberán al menos incluir:

1. Estructura inferior con largueros, travesaños y ruedas guías en el extremo delantero (ruedas de nariz)
2. Punta delantera (nariz) de los largueros de estructura inferior en barra rectangular de acero, la cual deberá reducir daño por impacto y facilitar alinear el contenedor al cargarlo sobre la plataforma del camión grúa
3. Platinas de desgaste a todo lo largo de la parte inferior de los largueros de la estructura inferior, para facilitar deslizamiento y absorber desgaste de estos largueros que deberán desplazarse sobre los rodillos guías de los largueros de la estructura principal de la plataforma del camión grúa, cuando se carga el contenedor halado por el winche de cable del mismo camión grúa.
4. Estructura superior de refuerzo de paredes laterales que deberá soportar dispositivos de compuerta posterior y de tapa superior.
5. Piso o fondo con aristas semicilíndricas de radio 0,305 m (1 pie), y soportado sobre estructura inferior

6. Pared frontal con refuerzos verticales intermedios y con dispositivo de enganche / tiro / levante
7. Dispositivo de enganche / tiro / levante con placas de refuerzo y gancho para cable de winche del camión grúa
8. Cuatro ruedas para piso montadas sobre refuerzos de paredes
9. Dos ruedas (ruedas de nariz) montadas sobre la punta delantera de los largueros de estructura inferior (guías para cargar sobre el camión grúa)
10. Compuerta posterior de abertura por peso del contenido (al levantarse la plataforma del camión grúa), con refuerzos, bisagras, sellos, y, dispositivos de prensado, aseguramiento y abertura
11. Sello de compuerta posterior con marco de montaje, que deberá impedir el percolado del agua en exceso o del agua desprendida de la torta de lodo durante el transporte
12. Dispositivo para montaje y accionamiento de la tapa que deberá facilitar el manejo de esta tapa por una persona sin necesidad de desmontarla del contenedor
13. Tapa para transporte, plástica con refuerzo de perfiles estructurales; y con manijas, ganchos y correas para accionar, ajustar y asegurar
14. Al menos tres peldaños de escalera sobre la pared frontal para facilitar observación del contenido del contenedor. Ancho de peldaño 0,40 m, separación entre peldaños 0.30 m, peldaño separado de la pared 0.18 m.
15. Placas de montaje para las placas de identificación del contenedor y el material transportado
16. Dos placas permanentes e imborrables de identificación con datos del fabricante y el contenedor. Una placa localizada en la pared frontal y la otra en la compuerta posterior; ambas placas deberán colocarse hacia el lado del puesto del conductor del camión grúa
17. Tres placas permanentes e imborrables de identificación del material transportado y su peligrosidad. Estas placas deberán tener diseño, dimensiones y colores según normas internacionales y/o nacionales vigentes sobre el transporte de materiales peligrosos. Dos de estas placas deberán localizarse sobre el medio posterior de las paredes laterales del contenedor, y la otra placa deberá localizarse en el centro de la parte superior de la compuerta posterior.
18. Limpieza y acabado de las partes en acero carbono deberá ser: (a) Preparación de la superficie sandblasting a metal casi blanco —Sa 2½—, (b) Protección en 3 mills de anticorrosivo epóxico, y, (c) Acabado en 3 mills de pintura epóxico de color reglamentario (según normas internacionales y/o nacionales vigentes sobre el transporte de materiales peligrosos).

Estos componentes deberán ser al menos como sigue.

- 1) Larguero de estructura inferior en tubo rectangular 3 x 6", en lamina 3/16" HR A-36
- 2) Punta (nariz) de estructura inferior en barra rectangular de acero SAE 1040 insertada en parte frontal de los largueros para mayor resistencia. Esta punta deberá tener inclinación que facilite la carga del contenedor sobre la plataforma del camión grúa; y, deberá tener soportes para ejes de las ruedas de nariz
- 3) Cinco largueros para estructura inferior en tubo rectangular similar al de los largueros
- 4) Platina de desgaste por debajo y a todo lo largo del larguero de la estructura inferior, en lámina 1/4" HR A-36
- 5) Dos refuerzos verticales y dos refuerzo horizontales para pared frontal en tubo rectangular 3 x 4", en lamina 1/8" HR A-36, esfuerzos estos que deberán empalmarse a los largueros de estructura inferior
- 6) Dos largueros y dos travesaños de estructura superior de refuerzo (bordes) en tubo rectangular 3 x 4", en lamina 1/8" HR A-36
- 7) Doce travesaños para fondo del contenedor, en perfil estructural C 3" x 4,1 lb/pie, A-42
- 8) Cuatro ruedas para piso Φ 8.5/8" x 8" longitud en lado del gancho, y de 10" longitud en lado de compuerta, fabricadas de tubo Φ 8" Sch 40 A-53°B, con costura, con eje de 2" SAE 1040, bujes de bronce y graseras; y, con placas de montaje en lamina 1/2" HR A-36
- 9) Dos ruedas para nariz Φ 4.1/2" x 6" longitud, en tubo Φ 4" Sch 40 A-53°B, con costura, con eje de 1" SAE 1040, bujes de bronce y graseras; y, con placas de montaje en lamina 1/2" HR A-36.
- 10) Piso o fondo en lamina 3/16" HR, A-36, con el mínimo de uniones soldadas.
- 11) Placa soporte para gancho en lámina 3/4" HR A-36, totalmente soldada.
- 12) Gancho para cable en varilla cuadrada 1.1/4" SAE 1080, de alta resistencia soldado completamente, totalmente soldado a placa de soporte de lámina de 1" HR A-36 (la placa de refuerzo de gancho se deberá extender sobre la estructura inferior y por debajo del fondo).
- 13) Paredes laterales, frontales y de compuerta en lamina 1/8" HR, A-36.
- 14) Postes esquineros en tubo rectangular 4 x 6", en lamina 1/8" HR A-36
- 15) Postes laterales en tubo rectangular 3 x 4", en lamina 1/8" HR A-36, separados igualmente
- 16) Peldaños de escalera vertical en varilla 3/4" soldadas a parte delantera (lado de enganche)
- 17) Una compuerta posterior en lamina 1/8" HR A-36, marco en tubo rectangular 3 " x 4 " en lámina 1/8" HR A-36, con dos soportes horizontales en tubo rectangular 3" x 5 " en lámina 1/8" HR A-36, bisagras maquinadas de 3.3/8 " con pasador de 1.1/2 x 8" con graseras.
- 18) Sellos de compuerta posterior en lamina de al menos 5 mm, neopreno

- 19) Dispositivo de prensado, aseguramiento y abertura de la compuerta tipo sistema semiautomático de leva. Con leva de barra de acero pesada, con mantenedores de la posición de cierre de 1.1/4" de espesor. Sellado de la compuerta deberá lograrse con mecanismos tipo ratchet y/o prensa abatible de tornillo y tuerca de mariposa.
- 20) Dispositivo para montaje de tapa, tipo corredera con deslizador asegurable. Correderas en perfiles estructurales A-36, y dado en acero calibrado. Este dispositivo deberá permitir que una sola persona abra la tapa superior a lo largo, y hacia uno cualquiera de los lados.
- 21) Tapa para el transporte, en lámina o tejido impermeable de plástico resistente al H₂S de espesor mínimo 2 mm sobre o con estructura soporte o de refuerzo; y/o de plástico reforzado con fibra de vidrio, de espesor al menos 6 mm. con estructura de soporte a la vista o embebida (tipo sándwich). La estructura de refuerzo deberá ser en perfiles estructurales fabricados de lámina de al menos 3 mm de espesor acinox 304. Incluye correas de fibra acrílicas con hebillas de acero inoxidable 304 con ratchet para asegurar a ganchos soldados a paredes del contenedor
- 22) Peldaños de escalera en varilla lisa Φ 3/4" A-36, doblada en U y soldados a pared frontal lado del conductor
- 23) Placas de montaje de placas de identificación en lámina 3/16" HR A-36
- 24) Placas de identificación en lamina 1.5 mm acero inoxidable 304, instaladas con remaches de aluminio sobre sus placas de montaje.
- 25) Placa de identificación del contenedor con letras en bajo relieve

Funcionamiento: El manejo de cada contenedor rodante para torta de lodos deberá realizarse simultáneamente con el de manejo del dispositivo de carga, y deberá comprender:

- | | | |
|----|--|--|
| 1) | descargar el dispositivo | Seleccionar lado a que deba |
| 2) | contenedor vacío en planta de lodos | Descargar del camión grúa el |
| 3) | de descarga seleccionado | Colocar el contenedor bajo el chute |
| 4) | hacia el lado que no obstaculice manejo del chute de descarga entre contenedores | Abrir tapa superior del contenedor |
| 5) | compuerta posterior | Accionar dispositivos del sello de la |
| 6) | dejar cargando | Accionar el volante de la válvula en Y |

- 7) Dejar cargar el contenedor chequeando su nivel de carga al menos cada hora
- 8) Verificar que el contenedor se carga hasta el borde superior sin impedir el cierre con la tapa del mismo. El tiempo de carga deberá ser de dos y media a tres (2.5 a 3) horas, o hasta lograr la capacidad útil de 6.0 m^3 (7.84 yardas^3), o de 6.6 toneladas de torta de lodo de densidad aprox. $1,100 \text{ kg/m}^3$
- 9) Una vez lleno el contenedor, se deberá accionar de nuevo el volante de la válvula en Y para dejar cargando el contenedor de al lado, el cual deberá ya antes haberse alistado de manera similar al que sale para transporte
- 10) Cerrar y asegurar la tapa del contenedor y verificar sellos de la compuerta posterior
- 11) Avisar a quien corresponda para que se retire el contenedor lleno de la planta.
- 12) Repetir el ciclo

Protección: Como consignado antes, cada contenedor deberá tener las protecciones para su manejo para la carga, volteo y descarga. Igualmente el acabado de superficies y su protección deberán estar de acuerdo a la condiciones a que estará sometido, condiciones éstas que deberán darse a conocer al proveedor/fabricante para que así aconsejen al Ingeniero del Proponente (antes de hacer una oferta) sobre cualquier problema potencial, que podrían hacer que el contenedor no sea adecuado para el servicio previsto o no funcione según lo previsto. Deberá ser el Ingeniero del fabricante quien dé recomendaciones para corregir/prevenir problemas posibles / esperados.

El Contratista deberá entrega al Contratante en el sitio de la obra, al menos las siguientes piezas de repuesto:

- Un juego de correas para asegurar la tapa superior del contenedor.
- Un juego de herramientas requeridas para el mantenimiento especializado

Instalaciones de servicio de la unidad de proceso de lodos

Las instalaciones de servicio para una Unidad de Proceso de Lodos de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Municipales (PTAR) Río Frío, para al menos un caudal de diseño sanitario de $c_{uis} = 0.221 \text{ m}^3/\text{s}$, deberán ser las estipuladas en la tabla siguiente.

Instalaciones de servicio de la Unidad de Proceso de Lodos

Item	Descripción	Unidad	Cantidad
6	UNIDAD DE PROCESO DE LODOS		
6.13	Instalaciones de servicio		
6.13.3	Tubería para agua de proceso para retro lavado	MI	1
6.13.4	Acometida eléctrica parcial	Uni.	1
6.13.5	Tablero eléctrico parcial (TP)	Uni	2
6.13.6	Tablero de fuerza y control (TFC) con salidas a la Unidad de Supervisión de Operación	Uni	8
6.13.7	Acometida eléctrica TP a TFC y TFC a motores	Uni	8
6.13.8	Canalización de conductores y acometidas parciales	Global	8
6.13.9	Acometida, aparataje, conductores, y canalizaciones de sensores, controles y actuadores	Global	8

Nota 1: El primer y segundo dígitos de cada ítem corresponden, respectivamente, al número de unidad y subunidad según Tabla de Unidades y Subunidades para Límites de Suministro. Esta tabla aparece en las especificaciones generales.

Nota 2: Algunas de las anteriores instalaciones de servicio (junto con su protección, anclaje, soportería, identificación y pruebas) se especifican en el documento de especificaciones generales que acompaña a las presentes especificaciones particulares, y que forma parte de los documentos de la solicitud de ofertas y/o licitación. Las instalaciones de servicios no consignadas en las especificaciones generales se especifican más adelante.

Nota 3: El valor de las instalaciones de servicio de la subunidad como se estipulan en estas especificaciones, no se pagará por separado. Su valor deberá estar incluido dentro del precio unitario de cada ítem que comprende la unidad y/o subunidad.

Estas instalaciones de servicio deberán ser las provisionales y definitivas requeridas para la realización de las obras objeto de estas especificaciones.

8.6.6.3 CONDICIONES GENERALES DE ENTREGA DE LA UNIDAD DE PROCESO DE LODOS

Instalación: Toda la Unidad de proceso de lodos como descrita en esta especificación, y sus equipos e instalaciones de servicio relacionadas deberán instalarse y alinearse bajo las recomendaciones y la supervisión de un ingeniero de servicio del fabricante. Todas las canalizaciones para conductores de potencia y control deberán localizarse y ejecutarse de acuerdo con las recomendaciones del fabricante de los equipos conformadores de la Unidad. Todas las adecuaciones del terreno, piso o estructura del sitio de servicio deberán localizarse, ejecutarse o adecuarse de acuerdo con las recomendaciones del fabricante.

El Proponente deberá hacer que el fabricante de cada uno de los equipos componentes de la Unidad de proceso de lodos examine/investigue los documentos de la solicitud de ofertas en cuanto al ambiente de funcionamiento al cual los equipos estarán sometido, para así aconsejar al Ingeniero del Proponente (antes de hacer una oferta) sobre cualquier problema potencial, que podrían hacer que los equipos no funcionen según lo previsto, y quien deberá dar recomendaciones para corregir/prevenir problemas posibles / esperados.

El Proponente deberá incluir en el precio unitario de la Unidad de proceso de lodos un mínimo de tres días de 8 horas/día de tiempo de un ingeniero de servicio del fabricante de cada uno de los equipos mayores. Este tiempo deberá utilizarse para asegurar la conexión y el funcionamiento apropiados de los equipos antes de arranque y para entrenar a personal del Contratante en la operación y mantenimiento de los equipos.

Pruebas: La prueba de despacho de los equipos mayores para La Unidad de proceso de lodos deberá ejecutarse en la planta del fabricante bajo condiciones simuladas en la gama de la carga esperada. Todos los puntos / rangos de operación deberán programarse y probarse, y el sistema deberá operarse con motor de características similares.

La prueba, comprobación, y arranque de los equipos en el campo deberá realizarse bajo la dirección técnica de un ingeniero de servicio del fabricante. Bajo cualquier circunstancia, ninguna porción de cualesquiera de los equipos podrá energizarse sin la autorización del ingeniero de servicio del fabricante. El Contratista deberá instruir al fabricante de los equipos sobre proporcionar los servicios de un ingeniero competente para asesorar en la puesta en operación inicial (commissioning) de cada uno de los equipos mayores, y para proporcionar la instrucción necesaria al personal a cargo de la operación y mantenimiento de los mismos.

La prueba del funcionamiento consistirá en tres pruebas que deberán durar tres horas cada una. Las muestras serán recogidas en el final de cada hora. Todas las pruebas deberán promediarse y el equipo suministrado deberá demostrar que puede cubrir o exceder los criterios especificados del funcionamiento. Si el equipo no puede resolver los criterios especificados del funcionamiento después de la tercera prueba, el CONTRATANTE tendrá la opción de hacer efectiva la póliza de garantía de funcionamiento, o solicitar al CONTRATISTA compensación por costos futuros, tales como acarreo de lodos húmedos y/o torta, exceso de dosificación del polímero, rendimiento de procesamiento del lodo y de sólidos capturados debido a la falta de cubrir los

criterios del funcionamiento. La cantidad de la compensación deberá ser igual al coste adicional, sobre la base del valor presente, que incurrirá el CONTRATANTE en un período de veinte (20) años con interés de un 0.05 puntos porcentuales por debajo del interés de usura vigente a la fecha de hacerse efectivo el pago. El CONTRATISTA será responsable por estos costos adicionales, pero el monto no deberá exceder el 100% del precio del sistema suministrado.

Si el CONTRATANTE no puede proporcionar el lodo según lo especificado en las condiciones del servicio dentro 90 días después de que la notificación del CONTRATISTA de la preparación para realizar la prueba de funcionamiento, la prueba será juzgada ser satisfactoria y el Contratante aceptará el equipo.

Partes de repuesto requeridas: Una lista de partes de repuesto requeridas deberá incluirse con las especificaciones del equipo sometidas con la oferta. El Proponente deberá incluir en su oferta el costo de proveer las piezas de repuesto requeridas por el fabricante.

Partes de repuesto recomendadas: El Contratista deberá obtener del fabricante, y someter a aprobación del Contratante, una lista de las piezas de repuesto recomendadas para cada de equipo componente de la Unidad de proceso de lodo según las provisiones al respecto estipuladas en las especificaciones generales. Después de la aprobación, el Contratista deberá suministrar tales piezas de repuesto empaquetadas, identificadas con los datos del equipo, y etiquetadas convenientemente. El Contratista también deberá suministrar nombre, dirección, y número de teléfono del distribuidor más cercano para cada parte de repuesto.

Todas las partes de repuesto deberán destinarse para uso del Contratante sólo después de la expiración del período de la garantía. Cualquier pieza de repuesto que el Contratista utilice para las pruebas en campo y la cobertura de la garantía, el Contratista deberá sustituirlas antes de la aceptación parcial del Contratante del uso beneficioso del equipo.

Durante la duración de la garantía, el Contratista deberá notificar por escrito al Contratante sobre cualquier modificación por parte del fabricante de cualquiera de las partes de repuesto aprobadas, tales como número de parte, capacidad de intercambio, cambio del modelo u otros. Si el Contratante determina que las piezas modificadas no son más aplicables al equipo proveído, dentro de la cobertura de la garantía, el Contratista deberá proporcionar piezas de repuesto aplicables.

Servicio de asistencia técnica y repuestos: Cada uno de los equipos componentes de la Unidad de proceso de lodos, deberá tener servicio de asistencia técnica y repuestos para todo el territorio colombiano, con concesionarios o agentes autorizados directamente por la fábrica. El Contratista deberá presentar constancia escrita que estos concesionarios y/o agentes garantizan disponibilidad de repuestos y servicio en el mercado local para efectos del mantenimiento preventivo y reparativo después de vencerse la cobertura de la garantía.

Fabricantes: Cada equipo solicitado deberá ser nuevo, sin usar, y un modelo de producción actual del fabricante. Cada uno de los equipos requeridos en esta especificación deberá ser el producto de un fabricante que haya diseñado y fabricado equipos similares, y tenga un registro de no menos de cinco (5) años de operación exitosa en plantas similares en Latinoamérica y EE.UU. El Contratista deberá someter a la Interventoría evidencias para el anterior efecto junto con una lista de sistemas instalados y en operación.

Los equipos solicitados en la presente unidad de proceso de lodos deberán ser de tecnología abierta y no deberán estar bajo regalías o extensiones de uso de diseño o nombre, o estar bajo patentes extranjeras o patentes pendientes. En caso de cualquier demanda por infracción de patentes o registros de diseño, el fabricante deberá defender e indemnizará al Contratante y lo deberá librar jurídica y económicamente de cualesquiera responsabilidades asociadas al uso del equipo, diseño o proceso patentado.

Garantía: El Fabricante / Contratista, deberá garantizar el funcionamiento de los equipos contra cualesquier defectos de los materiales y de fabricación por el tiempo de 12 meses contados después de la puesta en punto o 18 meses después de la fecha de suministro, lo que primero ocurra. El Fabricante/Contratista deberá comprometer a reparar o cambiar las piezas defectuosas, cuando se compruebe su defecto. Los servicios de cambio y reparos por garantía, como también el transporte y costos de viaje de técnicos, serán por cuenta del Fabricante/Contratista. No deberá incluirse en la cobertura de la garantía: (a) La no observancia de las instrucciones de existencias de carga y descarga instalación del equipo hechos por cuenta del Contratante; (b) La no observancia de las instrucciones de operación y mantenimiento establecidas en el manual suministrado por el fabricante/Contratista; y, (c) además piezas que por su naturaleza, mismo en operación normal tengan vida útil menor que el tiempo de garantía.

Análisis de costos para comparación: Para efectos de comparación y selección, el Proponente deberán presentar: (a) Análisis de costo capital

(precio unitario del sistema), costo de operación y mantenimiento (O & M) y costo unitario de producción (US \$ /m³ de lodo deshidratado). El costo O & M debe incluir relación y consumo unitario de insumos (reactivos, polímeros / floculantes y consumibles), relación de personal necesario, y la disponibilidad de insumos y repuestos en el mercado nacional; y, (b) Las características finales de la torta de lodo producida, inclusive con ausencia o minimización de polvo. Estos serán parámetros a explicitarse por el proveedor, y que serán características a tener en cuenta en el análisis económico y de impacto social y ambiental del equipo y/o la operación.

1.6.7 CONTROL DE OLORES

El control de olores tienen como objetivo prevenir generación de olores y abatir los olores recogidos en los diversos puntos generadores. La prevención se hace reduciendo la materia orgánica al máximo con el cribado, tapando y sellando reactores anaeróbico y canales y reciclando lodos de decantador a bioreactores anaeróbicos. La remoción del olor se dará por proceso biológico, con el uso de biofiltros, o por operación físico-químico, con el uso de una torre de absorción.

Los gases con olor tendrán las siguientes características.

- Concentración de gas sulfhídrico en el gas contaminado será hasta 60 ppm
- Temperatura máxima 40°C
- Presión de succión hasta 200 mm CA
- Presión de descarga hasta 250 mm CA
- Velocidades de agotamiento en la tubería 15 m/s.

La remoción de olor tendrá que garantizar la no-percepción para distancias máximas de 30 metros de las los puntos de generación. Los puntos generadores de gases de olor son: cribado; planta de procesamiento de lodos; y canales desde la recepción y salida de reactores anaeróbicos hasta tanques aeradores.

Los gases de olor serán recogidos de los respectivos puntos de generación y primordialmente introducidos en el biofiltro. Esto se hará mediante dos ventiladores, los cuales introducen el aire contaminado sobre el medio biológico fijado sobre un medio de soporte, donde ocurre la absorción de olores. Por razones de supervivencia del medio biológico, principalmente en períodos secos, el lecho deberá humidificarse automáticamente a través de aspersores.

En el evento de reparación o cambio de lecho del biofiltro, las torres de lavado podrán accionarse, recibiendo parcialmente o totalmente el flujo de aire contaminado.

La unidad del proceso de control de olores será un biofiltro. Las instalaciones de servicio para esta unidad incluyen energía eléctrica; y tubería de biogás, olores y agua de proceso.

La Figura 14 muestra el diagrama de bloques del proceso de manejo de olor. Por otra parte, la Figura 15 muestra el diagrama de flujo del proceso de biofiltración.

Arreglo y dimensiones generales, del biofiltro se muestran en los planos:

- Filtro biológico y base plataforma almacén de gas

- Unidad de Tratamiento de Olores - Extractores, biofiltro y tratamiento físico químico - Planta, vista, cortes y detalles.

Por otra parte, el trazado en planta general de las tuberías de efluentes y olores se muestran en los siguientes planos hidráulicos:

- Propuesta de diseño - Red de efluentes
- Propuesta de diseño - Red de olores

Finalmente, típicos de la soportería para tubería y válvulas se muestran en los planos:

- Tubería para aire, biogás, olor, lodos y agua de proceso - Soportería (típico) - Soportes tipo y detalles
- Tubería para aire, biogás, olor, lodos y agua de proceso - Válvulas y soportes (típicos) - Soportes tipo y detalles
- Tubería para aire, biogás, olor, lodos y agua de proceso - Puente para paso de vías (Típico) - planta, elevación y detalles

Fig 8.14 Diagrama de bloque del manejo de olor

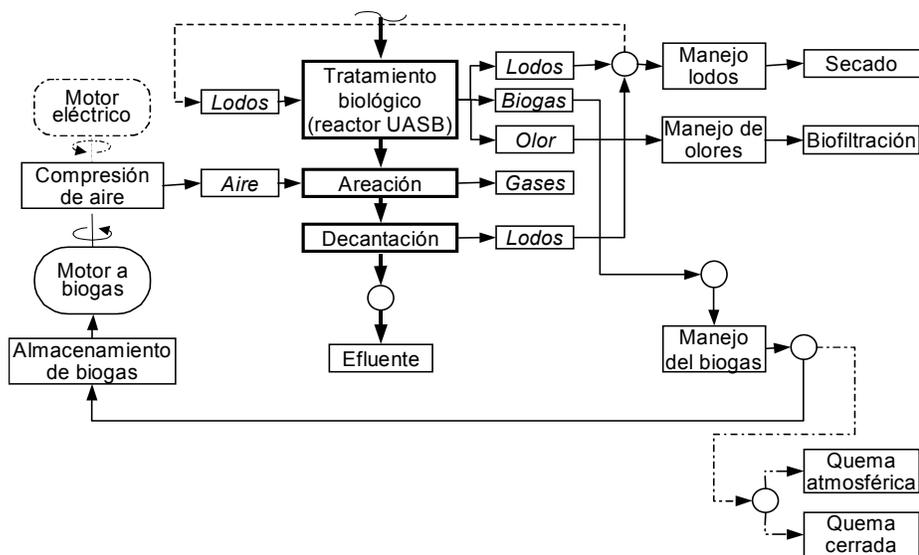
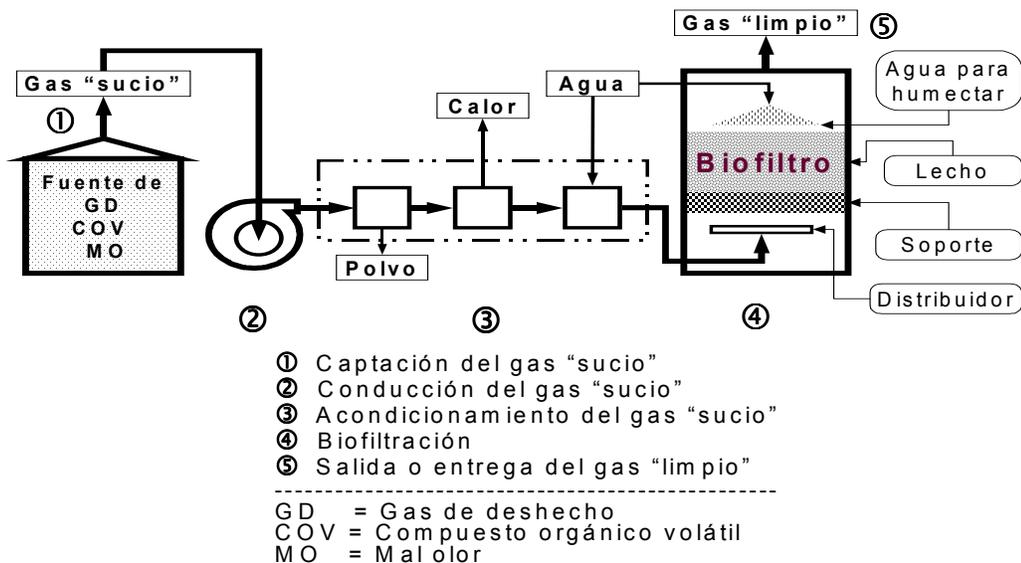


Fig 8.15 Diagrama de flujo del proceso de biofiltración para control de olores



A continuación se consignan las especificaciones técnicas particulares para los componentes de la operación de manejo de olores: bombas, tubería, biofiltro y torre de absorción. Las instalaciones de servicio de energía eléctrica y agua de proceso siguen las especificaciones generales establecidas anteriormente.

6.6.6.1 Tubería de olores de reactores UASB a ventilador de extracción de olores

Tubería de PVC RDE 35, a la vista, sobre soportes y pintada, inicialmente con un primer y después con esmalte sintético de color reglamentario. Temperatura máxima de trabajo 70 C. Presión de prueba 3.51 kg/cm². Velocidad máxima = 15.0 m/s.

Uniones soldadas con soldadura plástica. Uniones deslizantes (junta elástica) con sellos de caucho EPDM dureza 55 a 60. Uniones bridadas con bridas ANSI acero carbono con empaque elastomérico y tornillería en acero inoxidable 304.

Para trazado ver plano Red de olores.

6.6.6.2 Válvula para tubería de olores

Excepto donde se especifique en contrario, las válvulas de todas las tuberías de olores deberán ser tipo mariposa bridada (de dos bridas o con brida central), clase 125 a 150 WOG, de manija (hasta Ø8") o volante (de Ø 8" en adelante) con dial para ajuste del paso del gas.

Cuerpo del damper en hierro fundido. Brida tipo ANSI 150 libras, para usar con empaque elastomérico y tornillería en acero inoxidable 304.

Compuerta giratoria de la válvula en acero inoxidable 304 con sellos en elastómero. Eje de compuerta en acero inoxidable 304. Bujes y sellos del eje de compuerta en polímero de alto peso molecular.

Manija o volante de la válvula en acero carbono. Dial de la palanca en mínimo lámina 3 mm, acero inoxidable 304. El dial debe incluir agujeros con marcaciones cada 10 a 15°, y trinquete para fijar posición de la apertura de la compuerta giratoria de la válvula.

6.6.6.3 Ventilador-extractor de olores de reactores y canales de efluentes

Ventilador-extractor tipo centrifugo, caudal 1,181 Nm³ aire / hora (2,502 SCFM), aire a 40°C (104°F), altitud 990 m NM (3 248 pies), presión estática 1.52 mCA (60 " WC), giro a 1,800 rpm, 24 HP (17.61 kW). Para eficiencia del 85 % y factor de servicio 1.25 (24 horas, motor eléctrico y carga media). Motor eléctrico 34 HP (25 kW), 1800 rpm, 440V/3f/60Hz TEFC. Peso aproximado 950 kg (ventilador 700 kg + motor 250 kg)

Ventilador-extractor fabricado en materiales a prueba de corrosión, acero inoxidable AISI 316 y/ fibra de vidrio. Acople por transmisión de correa trapezoidal a motor eléctrico. Sello protector de rodamientos del motor y el eje de transmisión.

Incluye suministro e instalación de tablero de potencia y control (TFC) con gabinete a prueba de corrosión y agua según norma NEMA 4X; y, acometida tablero parcial - TFC.

6.6.6.4 Ventilador-extractor de olores de aspiración de Planta de Lodos

Ventilador-extractor tipo centrifugo, caudal 10.000 Nm³/hr (5.885 SCFM), aire a 40°C (104°F), altitud 990 m NM (3 248 pies), presión estática 0,60 m CA (23,70 in WC), giro a 1,800 rpm, 16,35 kW (21,94 HP) Para eficiencia del 85 % y factor de servicio 1.25 (24 horas, motor eléctrico y carga media). Motor eléctrico 34 HP (25 kW), 1800 rpm, 440V/3f/60Hz TEFC. Peso aproximado 950 kg (ventilador 700 kg + motor 250 kg)

Ventilador-extractor fabricado en materiales a prueba de corrosión, acero inoxidable AISI 316 y/ fibra de vidrio. Acople por transmisión de correa trapezoidal a motor eléctrico. Sello protector de rodamientos del motor y el eje de transmisión.

Incluye suministro e instalación de tablero de potencia y control (TFC) con gabinete a prueba de corrosión y agua según norma NEMA 4X; y, acometida tablero parcial - TFC.

6.6.6.5 Ventilador-extractor de olores de secador y enfriador de planta de lodos

Ventilador-extractor tipo centrifugo, caudal 39.807 Nm³/hr (23.426 SCFM) aire a 40°C (104°F), altitud 990 m NM (3 248 pies), presión estática 0,41 m CA (16,10 in WC), giro a 1,800 rpm, 44,23 kW (59,36 HP). Para eficiencia del 85 % y factor de servicio 1.25 (24 horas, motor eléctrico y carga media). Motor eléctrico 87 HP (69 kW), 1800 rpm, 440V/3f/60Hz TEFC. Peso aproximado 950 kg (ventilador 700 kg + motor 250 kg)

Ventilador-extractor fabricado en materiales a prueba de corrosión, acero inoxidable AISI 316 y/ fibra de vidrio. Acople por transmisión de correa trapezoidal a motor eléctrico. Sello protector de rodamientos del motor y el eje de transmisión.

Incluye suministro e instalación de tablero de potencia y control (TFC) con gabinete a prueba de corrosión y agua según norma NEMA 4X; y, acometida tablero parcial - TFC.

6.6.6.6 Tubería de olores de ventilador de extracción de olores a biofiltro

Tubería de PVC RDE 35, a la vista, sobre soportes y pintada, inicialmente con un primer y después con esmalte sintético de color reglamentario. Temperatura máxima de trabajo 70 C. Presión de prueba 3.51 kg/cm². Velocidad máxima = 15.0 m/s.

Uniones soldadas con soldadura plástica. Uniones deslizantes (junta elástica) con sellos de caucho EPDM dureza 55 a 60. Uniones bridadas con bridas ANSI 150 libras, acero carbono, con empaque elastomérico y tornillería en acero inoxidable 304.

6.6.6.7 Biofiltro de compost para control de olores

Biofiltro tipo abierto con medio de un solo lecho de compost, para tratar al menos 54,057.0 Nm³/hr (31,812,55 SCFM) de gas conteniendo hasta 60 ppm de H₂S. Altura del lecho de al menos 1.52 m (5.0 pies), con pérdida de presión de hasta 0.203 m CA (8" WC) -según tipo, altura y edad-, y remoción del 99% de H₂S a 29.4° C.

El recipiente del biofiltro deberá tener tres módulos de lecho de compost en recipientes rectangular de concreto estructural 3500 psi. Las dimensiones externas del recipiente serán de al menos L x W x H = 25.0 x 25.0 x 2.0 m, V = 1,250 m³.

Los módulos del biofiltro deberán ser de al menos 24.7 metros de largo y serán los siguientes: 1) Módulo 1, de 3.0 m de ancho (para al menos 74 m³ de compost) para tratar 1,181 Nm³/hora (2,502 SCFM), de gas procedente de rejillas de cribado, reactores UASB # 1 a 4 y canales de efluentes; 2) Módulo 2, de 4.5 m de ancho (para al menos 111 m³ de compost) para tratar 10.000 Nm³/hr (5.885 SCFM) de gas procedente de la aspiración de la Planta de Lodos; y, 3) Módulo 3, de 16.90 m de ancho (para al menos 417 m³ de compost) para tratar 39.807 Nm³/hr (23.426 SCFM) de gases incondensables procedentes del secador y el enfriador de la Planta de Lodos

La construcción y entrega a plena satisfacción del recipiente del biofiltro no incluye medio o lecho filtrante, ventiladores, tuberías internas, ni chimenea. Incluye pasamuros para "caja de vientos" o distribuidor de las tuberías internas; y, integrador de humedad con rociadores tipo jardín.

El piso del recipiente del biofiltro deberá ser sobre suelo compactado con una capa fina de 5 centímetros de argamasa armada, con una pendiente de 0,5% para el drenaje del exceso de humedad en la cara opuesta de la entrada de gases. El recipiente deberá tener ocho salidas con sifón de al menos Ø4" para drenaje del fondo.

Sobre el fondo del recipiente del biofiltro deberá instalarse una red de tubería perforada de Ø 8" PVC para pozo, o similar, la cual deberá garantizar la perfecta distribución de los gases en el medio biológico. Esta tubería deberá embebida en un lecho con espesor de al menos 0.30 m, conformado con piedra # 2 tipo canto rodado

Sobre el lecho de piedra del biofiltro deberá depositarse el medio de biofiltración, con la adición de productos los cuales deberá evitar tunelización y aportar nutrientes a los microorganismos. Sobre toda la superficie de este lecho deberá

instalarse tuberías y aspersores para garantizar el humedecimiento del substrato, mediante la aspersión de al menos 7.23 m³/hr (32 GPM) de agua, con al menos 10.0 MPa (14.5 lb/pulg²). La línea deberá ser removible, cuando fuese necesaria la reforma del lecho.

Recipiente del biofiltro incluye tensiómetro, para la automatización del funcionamiento del filtro, panel eléctrico de comando NEMA 4X con tablero de acero inoxidable 304, para accionamiento solamente de la electro válvula de la línea de agua presurizada a través de la señal enviada por el tensiómetro.

6.6.6.8 Medio para biofiltro

El medio del biofiltro deberá ser compost elaborado con humus local y/o lodos de la PTAR. Este medio deberá tener al menos porosidad del 40% de espacio libre, humedad de al menos 30%, pH de 6 a 8, y contenido de materia orgánica de al menos 45%. Este medio deberá estar en capacidad de remover hasta el 99% de H₂S.

El suministro, colocación y pruebas del medio del biofiltro deberá incluir soporte o aditivos (los cuales deberán evitar tunelización y aportar nutrientes a los microorganismos); y, reporte control de microorganismos y nutrientes emitidos por un laboratorio certificado por la Superintendencia de Industria y Comercio.

6.6.6.9 Torres de lavado húmedo para olores, como stand-by a módulos de biofiltro

Torre de lavado en húmedo de lecho empacado (packed bed wet scrubber) para tratar gas que contenga hasta hasta 60 ppm de H₂S, para remoción del 99% a 29.4° C. y con pérdida de presión de hasta 0.15 m CA (6" WC). La unidad será tipo paquete con materiales a prueba de corrosión (PVC, HDPE y/o PRFV). El paquete incluye lecho empacado, tanque, tubería, motobomba de recirculación, caudalímetro, control de pH, eliminador de neblina, manómetros, control de adición del químico y tablero de fuerza y control TFC.

Deberá existir una torre de lavado en húmedo como stand-by para cada módulo del biofiltro, así: 1) Torre 1, para tratar gas procedente de reactores pretratamiento, bioreactores UASB # 1 a 5 y canales de efluentes; 2) Torre 2, para tratar gas procedente de la aspiración de la Planta de Lodos; y, 3) Torre 3, para tratar los gases incondensables procedentes del secador y el enfriador de la Planta de Lodos

Todos los TFCs de las torres de lavado deberán tener gabinete a prueba de corrosión y agua según norma NEMA 4X; e incluir las acometidas tablero parcial – TFC. Limite de potencia para la torre y equipos auxiliares: 25 KW. Adicionalmente, cada torre deberá incluir tubería y válvula de corte para by-pass de biofiltro.

Finalmente, típicos de la soportería para tubería se muestran en los planos:

- UTPT-CDMB-4478-PL.MEC-019-05: Tubería para aire, biogás, olor, lodos y agua de proceso - Soportería (típico) - Soportes tipo y detalles
- UTPT-CDMB-4478-PL.MEC-020-05: Tubería para aire, biogás, olor, lodos y agua de proceso - Válvulas y soportes (típicos) - Soportes tipo y detalles
- UTPT-CDMB-4478-PL.MEC-021-05: Tubería para aire, biogás, olor, lodos y agua de proceso - Puente para paso de vías (Típico) - planta, elevación y detalles.

A continuación se consignan las especificaciones técnicas particulares para los componentes de la operación de manejo biogás. Las instalaciones de servicio de energía eléctrica y biogás siguen las especificaciones generales establecidas anteriormente.

6.6.7.1 Tubería de extracción de biogás de reactores UASB

Excepto donde se indique lo contrario, toda la tubería de biogás debe ser en tubo PVC UM, RED 21, revestida con PRFV, a la vista y sobre soportes y pintada con primer y esmalte sintético de color reglamentario. Presión máxima de trabajo 14.06 kg/cm² (200 psig), temperatura máxima de trabajo 40° C, presión de prueba 21.0 kg/cm² (350 psig). Velocidad máxima = 3.0 m/s.

Uniones soldadas con soldadura plástica. Uniones deslizantes (junta elástica) con sellos de caucho EPDM dureza 55 a 60. Uniones bridadas con bridas ANSI 150 libras acero carbono con empaque elastomérico y tornillería en acero inoxidable 304.

6.6.7.2 Válvula para tubería de biogás

Excepto donde se especifico lo contrario, todas las válvulas de las tuberías de biogás deberán ser tipo mariposa x 150 WOG, extremos bridados (de dos bridas o con brida central), con de manija (hasta Ø8") o volante (de Ø 8" en adelante) con dial para ajuste del paso del gas.

Cuerpo de la válvula deberá ser en hierro fundido. Brida tipo ANSI 150 libras, para usar con empaque elastomérico y tornillería en acero inoxidable 304. La compuerta giratoria de la válvula deberá ser en acero inoxidable 304 con sellos en elastómero. Eje de compuerta en acero inoxidable 304. Bujes y sellos del eje de compuerta en polímero de alto peso molecular.

Manija o volante de la válvula en acero carbono. Dial de la palanca en mínimo lámina 3 mm, acero inoxidable 304. El dial debe incluir agujeros con marcaciones cada 10 a 15°, y trinquete para fijar posición de la apertura de la compuerta giratoria de la válvula.

6.6.7.3 Medidor de gas

Tipo turbina para montaje en línea y con indicador analógico. Ø 80 mm x 20 bar, extremos bridados. Caudal máximo 160 m³/hora, caudal mínimo 13 m³/hora, error máximo de medición 2%, indicador con dígitos de 7 mm de alto y dos cifras decimales.

Cuerpo y componentes internos resistentes a la acción de los componentes del fluido medido (biogás de reactores anaeróbicos tipo UASB) con la composición aproximada: 76.6% CH₄, 15.7% N₂, 7.02 CO₂, 0.5% O₂ y =. 012% H₂S. Instalación en tubería de biogás hacia el quemador.

6.6.7.4 Compresor para biogás

Compresor para aspirar el biogás de los bioreactores e inyectarlo en los tanques de almacenamiento y/o los quemadores.

Compresor tipo centrifugo, caudal 700 Nm³ aire / hora (412 SCFM), presión estática 320 mm CA (12.3/4 " WC), biogás con un 60% de CH₄, a 60°C (140° F), altitud 990 m NM (3,248 pies). Succión x descarga = 14 x 14" brida ANSI 150 lbs. Potencia de entrada Pi = 1.03 kW, potencia de salida Po = 0.62 kW, eficiencia 60%, giro a 4068 rpm. Transmisión por poleas y correas para acoplar a motor eléctrico 1.5 kW (2.0 HP), 3600 rpm, 440V/3f/60Hz, a prueba de explosión.

Compresor fabricado en materiales a prueba de corrosión, acero inoxidable AISI 316 y/ fibra de vidrio. Incluye sello protector de rodamientos del motor y el eje de transmisión, y guarda para la transmisión.

Incluye suministro e instalación de tablero de potencia y control (TFC) con gabinete a prueba explosión, acometida tablero parcial - TFC., también a prueba de explosión.

6.6.7.5 Tanque de almacenamiento de biogás

Para almacenar biogás durante los períodos de mayor producción, y garantizar el funcionamiento de los motores en el período de la noche. Tipo inflable semiesférico apoyado directamente sobre el suelo con su perímetro asegurado en el interior de la junta hidráulica de 0,3 m de ancho y 0,3 m de profundidad. Deberá ser de película doble de material impermeable al biogás, y con protección contra vientos. Capacidad 700m³ de biogás.

Incluye suministro e instalación de indicadores digitales del volumen de gas almacenado y su conexión al TFC del compresor.

6.6.7.6 Quemadores de biogás

Para la quema del biogás estarán previsto dos quemadores, así: 1) Un quemador cerrado, para la destrucción de por lo menos 98% del metano, y 2) Un quemador atmosférico para emergencias y paradas por mantenimiento..

6.6.7.6.1 Quemador atmosférico cerrado

Para la destrucción de por lo menos 98% del biogás, aproximadamente 1.700 Nm³/hr de biogás. Recibe el biogás a través de un conjunto de aspiración, compuesto por un compresor centrífugo. El gas aspirado es lanzado en el quemador a baja presión, y los gases productos de la combustión se envían a la torre de absorción, para abatir los gases odoríferos, junto con los aspirados del reactor anaeróbico y sus periféricos.

Con tablero parcial eléctrico de potencia y control de la llama y de la estequiometría de la mezcla.

Este equipo consumirá un eventual exceso de biogás, o será activado en el mantenimiento de los motores, cuando estos estuvieren parados. Para esto la altura proporcional de la torre, para cualquier caudal, no deberá ser inferior a 12 metros y debe contener todos los componentes periféricos de quema, transporte y seguridad, así como válvulas de bloqueo y alivio.

Es un componente que el proveedor definirá en la oferta presentando todo el perfil de desempeño, seguridad, etc. Piezas de reposición también deben ser tenidas en cuenta en cuanto a la facilidad de disposición en el territorio nacional.

Incluye suministro e instalación de tablero de potencia y control (TFC) con gabinete a prueba explosión, acometida tablero parcial - TFC., también a prueba de explosión

6.6.7.6.2 Quemador atmosférico abierto de emergencia

Para entrar en operación cuando el quemador cerrado esté inoperante o en mantenimiento. Podrá consumir entre el 50 y el 70% de la producción de biogás, entre 870 y 1.200 Nm³/hr de biogás.

Construido en acero inoxidable, y compuesto de una tubería vertical, para la quema del gas en el extremo. Con malla perforada para la reducción del riesgo de apagado por la acción de los vientos. Incluye quemador piloto con GLP (gas licuado de petróleo), y todos los accesorios y dispositivos de seguridad.

Incluye suministro e instalación de tablero de potencia y control (TFC) con gabinete a prueba explosión, acometida tablero parcial - TFC., también a prueba de explosión, con transformador de alta tensión para ignición.

6.6.8 COMPRESION DE AIRE

La operación unitaria de compresión de aire tiene como objetivo aspirar aire atmosférico y comprimirlo a una presión media para enviarlo al sistema de aeración del tanque aerador. Esta operación se realiza con cuatro a ocho sopladores tipo Root con motor de combustión interna a biogás, un motor eléctrico de reserva para acoplar a sopladores, un intercambiador de calor para enfriar el aire de los sopladores, un tanque distribuidor y tubería de distribución del aire.

La Figura 16 muestra el diagrama de bloques de la operación unitaria. La Figura 17 muestra un esquema típico de dos sopladores montados dentro de un container de 40 pies, o 12 m de longitud.

El arreglo y dimensiones generales de la operación unitaria de compresión de aire, se muestran en los planos:

- UTPT-CDMB-4478-PL-HID-009-05: Propuesta de diseño - Planta - Red aireación
- UTPT-CDMB-4478-PL.MEC-016-05: Unidad de Aeración - Sopladores, motor de emergencia, intercambiador, tanque distribuidor - Planta; y cortes AA', BB', CC', y DD'
- UTPT-CDMB-4478-PL.MEC-017-05: Unidad de Aeración - Tanque distribuidor y tubería sopladores-intercambiador - Detalles constructivos

Detalles típicos de la soportería para tubería y válvulas se muestran en los planos:

- UTPT-CDMB-4478-PL.MEC-019-05: Tubería para aire, biogás, olor, lodos y agua de proceso - Soportería (típico) - Soportes tipo y detalles
- UTPT-CDMB-4478-PL.MEC-020-05: Tubería para aire, biogás, olor, lodos y agua de proceso - Válvulas y soportes (típicos) - Soportes tipo y detalles
- UTPT-CDMB-4478-PL.MEC-021-05: Tubería para aire, biogás, olor, lodos y agua de proceso - Puente para paso de vías (Típico) - planta, elevación y detalles.

A continuación se consignan las especificaciones técnicas particulares para los componentes de la operación unitaria de compresión de aire. Las instalaciones de servicio de energía eléctrica, aire y biogás siguen las especificaciones generales establecidas anteriormente.

6.6.8.1 Moto soplador con motor a biogás

Para compresión de aire atmosférico y abastecimiento de los tanques de aireación. El aire será admitido a presión atmosférica por los conjuntos motor-soplador, los cuales, cuando se encuentren en operación, deberán generar un caudal total para abastecer la demanda total de la planta.

Un sensor de oxígeno disuelto deberá instalarse en cada tanque de aeración e intercomunicarse para enviar señal a un control de rotación, que según lo

prestablecido, regulará la rotación de los motores y por lo tanto, la adición de aire a difusores.

Los conjunto motor-soplador deberán ser tipo modular, en módulos de 350 kW, caudal de al menos 8.000 Nm³ de aire / hora (4708.61 SCFM), a presión de al menos 0.6 bar (8.5 libras/pulg² = 6.00 m CA). Factor de servicio 24 hr/día.

Los módulos deben ir en containers de 40 pies (12 m), con uno o dos módulos. Los containeres deberán ser tipo importación / exportación, fabricados según normas internacionales de resistencia y control de calidad.

Composición del módulo:

- 1) Motor: motor de combustión interna, 12 litros, turbo alimentado y con preenfriador (intercooler). Combustible: biogás. Consumo medio: 120 Nm³/hr. Operación: 8.200 horas por año.
- 2) Soplador tipo Root trilóbulo. Caudal de 8.000m³/hora, presión de descarga hasta 6.0 bar, y acoplado al motor por polea y correa, o directamente al eje del motor.
- 3) Accesorios: a) unidad Integrada de tratamiento de biogás, b) unidad de filtración de aire para el motor y para el soplador, c) unidad de auto alimentación del motor, d) unidad de enfriamiento y control de temperatura del motor, e) unidad de seguridad, compuesta de válvula corta-llamas, anti-exposición, f) unidad de comando, control y automatización del conjunto (motor + soplador), y, g) container.

Los motores deberán ser de cámara directa (quema directa sin anti-cámara) con:

- 1). Ignición electrónica integral
- 2). Control automático de inyección de combustible.
- 3). Alimentación de combustible con corrección automática para quema con las variaciones de concentración del metano en el biogás
- 4). Válvula eléctrica de bloqueo automático del biogás
- 5). Válvula corta llamas individual
- 6). Conjunto central sensor de emisiones uno por motor, con corrección automática para la destrucción de en lo mínimo 96% metano
- 7). Indicación y control automático de temperatura y presión de aceite
- 8). Compresor de biogás (para alimentar al motor) accionado directamente por el propio motor
- 9). Elementos filtrantes para la remoción de particulados, humedad y gas sulfhídrico del biogás de alimentación al motor
- 10). Demás accesorios para pronta operación como filtros de aire, aceite, etc.
- 11). Control automático de rotación sobre demanda que recibe señal de sensor de oxígeno disuelto que deberá suministrarse e instalarse en el tanque de aireación

El motor a biogás debe tener servicio de asistencia técnica y repuestos en todo el territorio colombiano, con concesionarios o agentes autorizados directamente por la fábrica. Estos concesionarios y/o agentes deberán garantizar por escrito que los

repuestos y el servicio serán disponibles prontamente en el mercado local para efectos del manteniendo preventivo y reparativo.

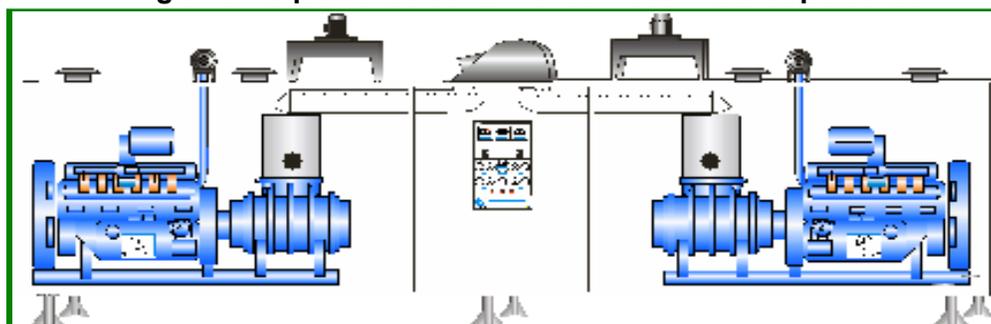
Los sopladores deberán ser trilobulares, con lubricación integral a aceite, y con rodamientos hasta para 100.000 horas de uso. Los sopladores deberá suministrarlos directamente el proveedor ya acoplados en conjunto y con los siguientes accesorios:

- 1). Filtro de aire
- 2). Silenciadores en la admisión y descarga del aire
- 3). Válvula de alivio de partida
- 4). Indicadores y controladores de temperatura y presión de aceite
- 5). Chasis independiente
- 6). Poleas y correas correspondientes para el acoplamiento con el motor
- 7). Sistema de lubricación a aceite, nunca con grasa.

Los módulos motor-soplador funcionarán en containers cerrados y a la intemperie, de 40 pies (12m) de longitud. Para tal efecto los containers deberán tener todos los siguientes componentes y dispositivos de seguridad:

- 1). Bases en concreto de altura adecuada para recibir y entregar carga de o a plataforma de camión. La altura mínima de la base deberá ser de 1.0 m
- 2). Una puerta en cada extremo, de 2.4 m de ancho, tipo dos hojas para cargue / descargue desde plataforma de camión
- 3). Una puerta exterior lateral, de 2 m de ancho, tipo corredera para acceso de personal
- 4). Una escalera con pasamanos para acceso desde el piso a la puerta lateral de cada container. Escalera tipo buque a 30°, ancho de al menos 1 m.
- 5). Ventilador-extractor para producir 8.0 intercambios de aire / min en el interior del container
- 6). Radiador, filtro de aire, silenciador del motor, y unidades de ventilación montadas sobre el container.
- 7). Silenciador del motor y tuberías de escape en acero inoxidable.
- 8). Pintura externa del container de alta resistencia al tiempo, tipo poliuretano de color reglamentario
- 9). Todas las señalizaciones de orientación, operación y seguridad.
- 10). Iluminación interna en 12 o 24 voltios, que funciona con la batería de los motores.
- 11). Panel de control individual para cada conjunto, protección NEMA 4X, instalados en el interior del container
- 12). Divisiones acústicas para el área de los paneles en el interior del container, con puertas de acceso interno para el motor.

Fig 8.16 Esquema de container con dos moto sopladores



6.6.8.2 Motor eléctrico de reserva para moto sopladores

Montado sobre un chasis y que tiene por objetivo, entregar energía mecánica a uno de los sopladores, cuyo motor a gas tenga que entrar en mantenimiento fuera de la programación. El chasis soporta un motor eléctrico de 350 kW, con el correspondiente panel manual de comando, poleas y correas. El chasis deberá poder acoplarse a cualquiera de los sopladores que por lo tanto deberán tener preparación para recibirlos.

Composición del conjunto:

- 1) Motor eléctrico de 350 kW, 440V/3f/60Hz, TEFC
- 2) Chasis con correas, poleas y acoplamiento adaptable a todos los moto-sopladores con motor a biogás
- 3) TFC con protección NEMA 4x, gabinete de acero inoxidable 304 y todos los accesorios de accionamiento, operación y protección

6.6.8.3 Intercambiador de calor para enfriamiento de aire de sopladores

Intercambiador tipo modular, compuesto de:

- 1) Uno o varios intercambiadores de calor con tubos aletados, capacidad total 250.000Kcal/hora, para un flujo de aire 48.000 Nm³ aire / hora, con velocidad de hasta 15m/s, y para un $\Delta T = 40$ °C (para así bajar temperatura del aire 80°C para 40°C como máximo, permitiendo el transporte del aire por redes construidas en PVC de instalados en la línea de salida maestra que conecta todos los sopladores)
- 2) Un medidor volumétrico de aire
- 3) Una torre de enfriamiento de agua de la misma capacidad
- 4) Un TFC general con protección NEMA 4X y gabinete de acero inoxidable.

Enfriador a instalarse en la red maestra de salida de aire comprimido de los sopladores. Este intercambiador deberá mantener la temperatura máxima de 40°C en el aire de alimentación de los difusores del tanque de aeración. Los medidores de aire serán el indicador de la demanda de aire del tanque aerador, cuya señal será enviada a la Unidad Supervisora de Operación.

6.6.8.4 Tanque distribuidor de aire de proceso

Tanque de equalización y distribución del aire de proceso procedente del intercambiador de calor de enfriamiento de aire y para entregar a consumo. Detalles típicos del tanque distribuidor se muestran en el plano UTPT-CDMB-4478-PL.MEC-017-05: Unidad de Aeración - Tanque distribuidor y tubería sopladores-intercambiador - Detalles constructivos.

El tanque distribuidor de aire deberá ser tipo recipiente ASME vertical a presión interna de 4,800 litros agua. Cuerpo cilíndrico vertical Ø 1600 x 1600 mm altura, con tapas embutidas y rebordeadas. Cuerpo y tapas en lámina ¼" A-283°C. Soportes tipo patas tubulares en tubo Sch 40 A-53^B, con placas soportes en lamina A-36.

Incluye una boca de entrada, cuatro bocas de salida, una boca para manómetro, una boca para termómetro, una boca para válvula de seguridad / desfogue y una boca inferior para drenaje en las tapas, y un man-hole de Ø24" en el cuerpo.

Presión máxima de trabajo 1.033 kg/cm² (14.7 psig), temperatura máxima de trabajo 80° C, presión de prueba hidrostática 1.55 kg/cm² (22.1 psig).

Bocas de entrada y salida con cuello en lámina ¼" A-283°C, con bridas ANSI 150 libras en lamina A-36, con empaque elastomérico y tornillería en acero inoxidable 304.

Bocas para manómetro, termómetro, válvula de seguridad y drenaje en medio coupling x 2000 libras, A-105. Incluye un manómetro de 0 a 20 o 30 psig, carátula de Ø4"; un termómetro de 0 a 100 °C, carátula de Ø4", bulbo de 1/2" con termopozo; una válvula de seguridad Ø1/2" x 1.55 kg/cm² (22.1 psig); y, tubería Ø1/2 Sch 40 A-53°B; y, una válvula de bola Ø1/2" x 125 WOG, toda acero inoxidable, para drenaje.

Limpieza interna: drenado. Limpieza externa: mecánica con grata de acero, acabado externo: 3.0 mills de anticorrosivo epóxico + 3 mill de pintura epóxica de color reglamentario.

Las placas soportes para columnas deberán anclarse al piso o a base de concreto. Las placas soportes para columnas deberán anclarse al piso o a base de concreto. Las bases deberán ser en concreto de 3,000 psi, diseñadas para soportar las cargas estáticas, dinámicas y de dilatación de del tanque y de las tuberías.

Los anclajes de las placas soporte deben ser de naturaleza fuerte, durables, y de material resistente a la corrosión. Los anclajes mínimos serán anclaje de cuña Φ½" x 3.3/4", acero inoxidable 304, con resistencia a la extracción de 6000 psi, y resistencia al corte de 9000 psi, excepto donde se especifique diferente.

Detalles típicos de este tanque distribuidor se muestran en el UTPT-CDMB-4478-PL.MEC-010-05: Compresión de aire – Tanque distribuidor y tubería (Típico).

6.6.8.5 Tubería de aire

La tubería de aire se divide en dos tipos: 1) Tubería de sopladores a intercambiador de calor, y 2) Tubería de tanque distribuidor al consumo. Detalles típicos de esta tubería se muestran en el plano UTPT-CDMB-4478-PL.MEC-017-05: Unidad de Aeración - Tanque distribuidor y tubería sopladores-intercambiador - Detalles constructivos.

Adicionalmente los detalles típicos de la soportería de esta tubería se muestran en los planos UTPT-CDMB-4478-PL.MEC-019-05: Tubería para aire, biogás, olor, lodos y agua de proceso - Soportería (típico) - Soportes tipo y detalles; UTPT-CDMB-4478-PL.MEC-020-05: Tubería para aire, biogás, olor, lodos y agua de proceso - Válvulas y soportes (típicos) - Soportes tipo y detalles; y UTPT-CDMB-

4478-PL.MEC-021-05: Tubería para aire, biogás, olor, lodos y agua de proceso - Puente para paso de vías (Típico) - planta, elevación y detalles

6.6.8.5.1 Tubería para aire de sopladores a intercambiador de calor

Excepto donde se indique lo contrario, toda la tubería de aire de proceso entre los sopladores y el intercambiador de calor, deberá ser en tubo RDE 250, acero carbón, soldada longitudinalmente, a la vista, sobre soportes, acabado exterior pintado con anticorrosivo alquídico y esmalte sintético de color reglamentario. Presión máxima de trabajo 1.033 kg/cm^2 (14.7 psig), temperatura máxima de trabajo 80° C , presión de prueba 1.55 kg/cm^2 (22.1 psig). Velocidad máxima 15 m/s.

Tubería fabricada de mínimo lámina cal. 16 HR, A-36, en tramos de entre 1.20 y 2.40 metros, con uniones longitudinales y transversales soldadas eléctricamente a tope. Soldaduras externas con limpieza a grata. Soldaduras internas con limpieza a cepillo de acero. Limpieza interna del tubo: drenado y seco; acabado interno: 2 mills de anticorrosivo alquídico color gris. Limpieza externa del tubo: manual con cepillo de acero, acado externo: 2 mills de anticorrosivo alquídico color gris.

Unión soldada entre tramos y accesorios con soldaduras a tope o con uniones bridadas. Las bridas deberán ser de dimensiones similares a las bridas ANSI 150 libras, en mínimo lamina $1/4''$ HR, A-36, (o en ángulo L curvado, de espesor mínimo $1/4''$, A-36), con empaque elastomérico y tornillería en acero inoxidable 304.

Accesorios en lámina $1/8$ a $1/4''$, HR, A-36, extremos soldables, con uniones longitudinales y transversales soldadas eléctricamente a tope. Soldaduras externas con limpieza a grata. Soldaduras internas con limpieza a cepillo de acero. Limpieza interna del accesorio: drenado y seco; acabado interno: 2 mills de anticorrosivo alquídico color gris. Limpieza externa del accesorio: manual con cepillo de acero, acabado externo: 2 mills de anticorrosivo alquídico color gris.

Todos los codos de 30° , 45° , 60° y 90° deberán ser de radio largo ($R/D = 1.5$). Los codos de 90° deberán ser de cinco piezas, los de 60° de tres piezas y los de 30° y 45° de dos piezas. Todos los codos con uniones soldadas a tope.

Todas las tees deberán ser de entrada / salida lateral a 45° . Todas las reducciones / expansiones deberán ser concéntricas a 5 a 10° .

6.6.8.5.2 Tubería para aire de intercambiador de calor a tanque distribuidor

Excepto donde se indique lo contrario, toda la tubería de aire de proceso entre intercambiador de calor y el tanque distribuidor, deberá ser en tubo RDE 250, acero carbón, soldada longitudinalmente, a la vista, sobre soportes, acabado exterior pintado con anticorrosivo alquídico y esmalte sintético de color reglamentario. Presión máxima de trabajo 1.033 kg/cm^2 (14.7 psig), temperatura máxima de trabajo

80° C, presión de prueba 1.55 kg/cm² (22.1 psig). Velocidad máxima 15 m/s. Resto de especificaciones similar tubería de sopladores a intercambiador de calor.

6.6.8.5.3 Tubería para aire de tanque distribuidor a consumo

Excepto donde se indique lo contrario, toda la tubería de aire de proceso después del tanque distribuidor de aire de proceso debe ser en tubo PVC UM, RDE 21, revestida con PRFV, a la vista y sobre soportes y pintada con primer y esmalte sintético de color reglamentario. Presión máxima de trabajo 14.06 kg/cm² (200 psig), temperatura máxima de trabajo 40° C, presión de prueba 21.0 kg/cm² (350 psig). Velocidad máxima 15 m/s.

Uniones soldadas con soldadura plástica. Uniones deslizantes (junta elástica) con sellos de caucho EPDM dureza 55 a 60. Uniones bridadas con bridas ANSI 150 lb., acero carbono, o PRFV, con empaque elastomérico y tornillería en acero inoxidable 304.

6.6.8.6 Válvula para tubería de aire

Excepto donde se especifico lo contrario, todas las válvulas de las tuberías de aire de proceso deberán ser tipo mariposa x 150 WOG, bridada (de dos bridas o con brida central), brida ANSI 150 lb., con manija hasta Ø8", o con volante de Ø 10" en adelante, con dial para ajuste y fijación del paso del aire.

Cuerpo de válvula en hierro fundido. Uniones con brida tipo ANSI 150 libras, para usar con empaque elastomérico y tornillería en acero inoxidable 304.

Compuerta giratoria de la válvula en acero inoxidable 304 con sellos en elastómero. Eje de compuerta en acero inoxidable 304. Bujes y sellos del eje de compuerta en polímero de alto peso molecular.

Manija o volante de la válvula en acero carbono. Dial de la palanca en mínimo lámina 3 mm, acero inoxidable 304. El dial debe incluir agujeros con marcaciones cada 10 a 15°, y trinquete para fijar posición de la apertura de la compuerta giratoria de la válvula.

6.6.9 UNIDAD SUPERVISORA DE OPERACION DE LA PTAR

La Unidad Supervisora de Operación (USO) debe visualizar en pantallas el funcionamiento de todos los componentes de la planta. Debe estar conectada a todos los tableros de fuerza y control y/o paneles de operación que atienden a cada unidad de proceso y/o equipos mayores de las mismas.

La USO debe indicar:

1. Estado de motores eléctricos (en operación y fuera de operación)
2. Caudal de influentes y efluentes
3. Caudales de aire
4. Caudales de biogás
5. Temperatura de secado del lodo,
6. Nivel de productos en tanques de almacenamiento de biogás
7. Consumo de energía por cada unida de proceso o TFC.

La USO debe tendrá tres terminales de indicación con pantalla de 17", localizadas en:

1. Laboratorio de análisis.
2. Escritorio central de la administración del Sistema.
3. La planta junto al área de procesamiento de subproductos (donde se encuentran los tanques de biogás, motocompresores y secado del lodo).

Las señales eléctricas llegarán todas a los respectivos puntos de operación, donde serán transformadas en informaciones elementales al funcionamiento del sistema. Con esto, el operador, técnico y administrador, tendrán informaciones en tiempo real de las condiciones de operación de toda la planta.

El suministro e instalación de estas unidades incluye todas las conexiones para las terminales, deberán ejecutarse para obtener el funcionamiento integral, eficaz y eficiente del conjunto.

El proveedor será el único responsable por el suministro, instalación, pre-operación y eventuales ajustes de la unidad, la cual deberá operar según los parámetros de la planta. Incluye el suministro planos "as built", entrenamiento del personal designado por la CDMB, manuales de operación y mantenimiento y lista de stock mínimo de repuestos.

6.6.10 MANEJO DE AGUA DE PROCESO

6.6.10.1 Equipo hidroneumático para agua de proceso

Tipo con tanque precargado de fábrica y con bombas de funcionamiento escalonado. Caudal total 10.5 L / s (630.0 L/min = 166.45 gal/min), 28.2 a 42.30 mCA (2.76 a 4.15 kg/cm² = 40 a 60 psig = 92.5 a 138.78 pies CA). Incluye tres

tanques verticales precargados de 500 L (132 galones), y dos motobombas centrífugas de eficiencia 60%, con motor hasta 4 kW (5 HP), 440V/3f/60Hz, TEFC.

Incluye suministro e instalación de tablero de fuerza y control (TFC) con gabinete a prueba de corrosión y agua según norma NEMA 4X; acometida tablero parcial – TFC; y, acometidas TFC-motores.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- [1] CORBITT, Robert A., Standard handbook of environmental engineering. New York, NY: McGraw Hill Book Publishers, 1990. 1506 p.
- [2] METCALF & EDDY, Ingeniería de aguas residuales, Madrid: McGraw Hill, 1995. 1483 p.
- [3] CRITES, R., Y TCHOBANOGLOUS, G., Small and decentralized wastewater management systems, New York, NY: WCB/McGraw Hill, 1998. 1084 p.
- [4] DYM Clive L. Y LITTLE Patrick. El proceso de diseño en ingeniería : cómo desarrollar soluciones efectivas. México: Limusa Wiley, 2002. 328 p.
- [5] WALES, Stanley W., Chemical process equipment : selection and design. Boston, MAS: Butterworth-Heineman, 1990. 755 p.