



SUBGERENCIA DE ALCANTARILLADO

COMPETENCIA ABIERTA No. 0001-09

**CONSTRUCCIÓN, MONTAJE E INSTALACIÓN Y
PUESTA EN FUNCIONAMIENTO DE LAS UNIDADES Y
EQUIPOS-PROYECTO PTAR DE RIO FRIO, PRIMERA
ETAPA – FASE II PARA EL MEJORAMIENTO DE LA
EFICIENCIA DEL SISTEMA, REDUCCIÓN DE GASES
EFECTO INVERNADERO Y CONTROL DE OLORES**

TERMINOS DE REFERENCIA

VOLUMEN II

ESPECIFICACIONES TECNICAS DE CONSTRUCCION

Bucaramanga, febrero de 2010

1. UNIDAD DE AERACION

Los trabajos para entrega en funcionamiento de la **Unidad de Aeración** de la PTAR RIO FRIO a entera satisfacción del CONTRATANTE comprenden suministrar, montar, probar y poner en operación los equipos e instalaciones de servicio para esta unidad como se estipulan en estas especificaciones particulares y en las especificaciones generales relacionadas.

A continuación se consignan las especificaciones particulares de los equipos e instalaciones de servicio para la construcción, el suministro, el montaje, las pruebas y la puesta en operación de equipos e instalaciones de servicio para entregar en funcionamiento la Unidad de Aeración de la PTAR RIO FRIO, para al menos un caudal de diseño sanitario de $q_{dis} = 0.500\text{m}^3/\text{s}$, en la etapa 1 fase 2, para un tanque de aeración ya construido. En estas especificaciones, inicialmente se describe la unidad con sus procesos y operaciones, y luego se relacionan los componentes. 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 de aeración. Excepto donde se especifique lo contrario, las instalaciones de servicio de energía eléctrica, afluyente / 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 Aeración como se estipulan en estas especificaciones, no se pagará por separado. Su valor deberá estar incluido dentro del precio de cada subunidad que comprende la unidad en cuestión.

La Unidad de Aeración de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Municipales (PTAR) RIO FRIO, 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 aeración. Esta unidad deberá proveer oxígeno al tanque de Aeración en la etapa 1, fase 2.

2.0 CARACTERÍSTICAS DE LAS OPERACIONES

Las operaciones unitarias de la Unidad de Aeración de la PTAR RIO FRIO deberán ser:

- 1) Aspiración y compresión de aire atmosférico en motosopladores
- 2) Conducción del flujo
- 3) Aeración para oxidar la carga contaminante

La operación de aspiración y compresión de aire tiene como objetivo aspirar aire atmosférico y comprimirlo a una presión media para enviarlo a los módulos de aeración del tanque de aeración. Este aire deberá admitirse a presión atmosférica por moto-sopladores, los cuales, en operación, deberán generar un caudal total suficiente para el tanque de aeración.

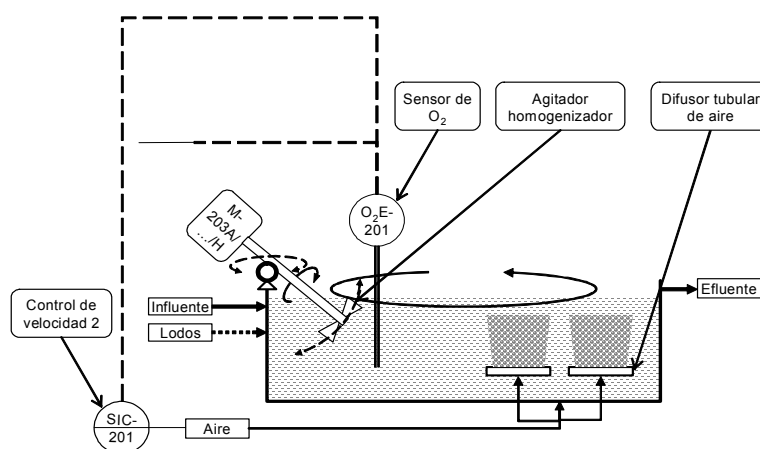
Las operaciones unitarias de aeración y de homogenización deberán permitir realizar la oxidación de la carga contaminante en el tanque de aeración (materia carbonosa y nitrogenada). Esto para reducir la concentración de nitrógeno total en los efluentes. Con esto se minimizan los riesgos de generación de óxido nitroso y se maximizan las formas de nitrógeno remanente como nitratos.

Para las operaciones de aeración, flujo y homogenización, cada tanque deberá proveerse con sistemas de aeración con difusores de aire de burbujas finas y generadores de flujo y homogenización sumergibles montados dentro del tanque de aeración. La cantidad de aire a los sistemas de aeración, deberá poder regularse mediante un control de aeración para efectos de impedir la generación de óxido nitroso. Adicionalmente, la entrada al tanque deberá contar con compuerta regulable que podrá usarse para regular el flujo del afluyente al tanque aerado..

Los sensores de oxígeno disuelto deberán enviar la señal de demanda de oxígeno disuelto, a un control de aeración que, según lo preestablecido, deberá aumentar o disminuir la adición de aire mediante la entrada en cascada o la regulación de velocidad de los motores de los moto-sopladores.

Los datos de los sensores de oxígeno y de las velocidades de los moto-sopladores serán indicadores de la demanda y/o consumo de aire. Estos datos deberán enviarse a la Unidad Supervisora de Operación de la PTAR RIO FRIO para efectos de indicación y registro. El esquema del tanque de aeración se presenta en la figura 1. Más adelante, una figura muestra el esquema del tanque de aeración.

Figura 1. Esquema del tanque de aeración



El proponente puede consultar los planos hidráulicos del diseño preliminar de las estructuras de proceso. El proponente una vez adjudicado deberá realizar el ajuste del diseño de detalle de la Unidad, lo cual deberá ser aprobado por la Interventoría antes de la construcción, suministro e instalación.

2.0.1 Subunidades de la Unidad de Aeración

El tanque que compone el reactor aeróbico se encuentra construido y la Unidad de Aeración de la PTAR RIO FRIO deberá construirse para al menos un caudal de diseño sanitario de $q_{dis} = 0.500 \text{ m}^3/\text{s}$, en la etapa 1 fase 2. La unidad de aeración deberá componerse de las subunidades que aparecen en la tabla 1.

Tabla 1. Subunidades de la Unidad de Aeración

Item	Descripción	Uni.	Cant.
1.	UNIDAD DE AERACIÓN		
1.1	Subunidad de motosopladores (accionados mediante motores eléctricos)	Uni.	1
1.2	Subunidad de tubería de conducción de aire	Uni.	1
1.3	Subunidad de módulos de aeración (para el tanque de aeración)	Uni.	1
1.4	Subunidad de generación de flujo y homogenización.	Uni.	1
1.5	Medidores y Dosificadores para control automático de procesos	Glob.	1
1.6	Instalaciones de Servicio de Subunidades y Equipos	Glob.	1

Nota 1: El primer y segundo dígitos de cada ítem corresponde, respectivamente, al número de unidad y subunidad según Tabla de Unidades y Subunidades para Límites de Suministro. Esta tabla aparece en las especificaciones generales.

1.1 SUBUNIDAD DE MOTOSOPLADORES ACCIONADO MEDIANTE MOTORES ELÉCTRICOS

La Subunidad de Motosopladores accionados mediante motores eléctricos de cada Unidad de Aeración de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Municipales (PTAR) RIO FRIO, para al menos un caudal de diseño sanitario de $q_{dis} = 0.500 \text{ m}^3/\text{s}$, en la etapa 1 fase 2, para el tanque de aeración, deberá componerse de los equipos e instalaciones de servicio necesarios relacionados en la tabla 2.

Tabla 2. Equipos de servicio de la Subunidad de Moto sopladores

Item	Descripción	Uni.	Cant.
1.	UNIDAD DE AERACION		
1.1	Subunidad de Moto sopladores (accionados con motores eléctricos)		
1.1.1	Equipos		
	Conjunto de mínimo tres (3) o máximo cuatro (4) sopladores con motor eléctrico con su respectiva protección acústica, para generar un caudal mínimo total de 27.000 Nm ³ de aire/hora. Incluye tablero de fuerza y control TFC.	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.

La zona de ubicación de los motosopladores y sus instalaciones de servicio se indica en el plano adjunto.

1.1 Equipos de la Subunidad de Moto-soplador

Se prevé que el conjunto de motosopladores (mínimo tres (3) máximo cuatro (4)), deberá producir un caudal mínimo total de 27.000 Nm³ de aire / hora (15.900 SCFM), a una presión de descarga de al menos 600 mbar (6 m CA), El fluido a manejar será aire atmosférico con humedad relativa de al menos 85%, con temperatura de al menos 30° C, y tomado y entregado a una altura sobre nivel del mar de 750 m. El accionamiento de cada soplador deberá ser mediante un motor eléctrico. Se estima que la potencia mínima del conjunto de motosopladores sea de 672 Kw la cual se distribuirá uniformemente entre los elementos del conjunto. Los motores deberán trabajar a 1,800 rpm, 440V/3 fases/60 Hz, TEFC, servicio continuo, para accionamiento con variador electrónico de frecuencia (VDF), de eficiencia eléctrica de al menos 95%, con factor de servicio de 24 hrs. /día. El Acople motor-soplador podrá ser directo o por correas y poleas. Los fabricantes de los motosopladores deberán tener oficina de representación y servicio en Colombia. La representación del proveedor de los equipos deberá certificarse.

1.1.1 Soplador del moto-soplador

Los sopladores serán de tipo rotativo tri-lobular. El conjunto de sopladores deberá transitar un caudal mínimo total de 27.000 Nm³ de aire / hora (15.900 SCFM). La presión de descarga del motosoplador será de al menos 600 mbar (6 m CA). El fluido a manejar será aire de la atmósfera con humedad relativa de al menos 85%, con una temperatura de al menos 30° C, tomado a una altura sobre nivel del mar de al menos 750 m, y entregado a una temperatura de máximo 80° C.

Cada soplador deberá tener huelgos o tolerancias internas que permitan:

- No rozamiento interno
- No requerir lubricación en la compresión
- No contaminar el aire con aceite o producir aire sin contaminantes
- Bajo mantenimiento
- Bajo nivel de ruido
- Baja temperatura de operación
- Variación de caudal con las revoluciones del motor
- Gran eficiencia volumétrica por construcción de alta tecnología con rotores trilobulares.

Los rotores de cada soplador deberán trabajar sin contacto entre sí, y no necesitar lubricación y por consiguiente no deberán tener desgaste por rozamiento a lo largo del tiempo. Los sopladores deberán garantizar la no contaminación del fluido (aire) bombeado. Se espera que los únicos elementos lubricados deban ser los rodamientos y los engranajes. El sistema de lubricación deberá ser por salpicado en cámaras separadas, que deberá asegurar una efectiva acción para con los elementos en juego, con un mantenimiento reducido consistente en el recambio de lubricante por envejecimiento y sin contaminación.

El diseño, construcción y operación de los rotores de cada soplador deberá garantizar un alto rendimiento volumétrico y mecánico, y garantizar bajo nivel sonoro y de vibración. Los sopladores deberán prever los silenciadores que respondan a la gama de variación en la entrega de aire, según lo requerimientos de la operación unitaria de aireación.

Se prefieren aquellos sopladores cuyos engranajes del accionamiento de los ejes de los lóbulos sean del tipo helicoidal con flancos rectificados, y que se construyan con materiales de alta resistencia y tratados térmicamente.

Los rodamientos de cada soplador y su sistema de lubricación deberán permitir una larga vida útil en servicio pesado de al menos 100,000 horas. Adicionalmente, el rodamiento del eje de mando deberá dimensionarse para soportar los esfuerzos de las tensiones del acople y transmisión.

Los ejes de acople y transmisión de cada soplador deberán ser de diseño extremadamente robusto, y aptos para soportar tensiones accidentales del acople y/o transmisión, sin afectar sus pequeños tolerancias internas.

En cada soplador, entre la cámara de compresión y los cárteres, deberá alojarse un sistema de sellos con laberintos de alta eficiencia y de rozamiento

Cada motosoplador se entregará ya acoplado como conjunto y deberá tener al menos los siguientes accesorios:

- 1) Filtro de aire
- 2) Silenciador de admisión
- 3) Indicador de filtro obstruido
- 4) Base con silenciador de salida
- 5) Acople directo o por poleas y correas, de fácil montaje y desmontaje
- 6) Cubre transmisión
- 7) Válvula de retención a clapeta
- 8) Válvula de alivio por presión
- 9) Manómetro con baño de glicerina
- 10) Cabina de insonorización
- 11) Tacos anti vibratorios
- 12) Junta de expansión
- 13) Cubre-filtro apto intemperie
- 14) Válvula automática para arranque sin carga
- 15) Termómetro con contacto de máxima
- 16) Presóstato
- 17) Termómetro en la salida de aire
- 18) Indicadores y controladores de temperatura y presión de aceite
- 19) Chasis independiente
- 20) Sistema de lubricación a aceite, nunca con grasa

La base silenciadora de cada soplador deberá diseñarse y fabricarse específicamente para reducir los pulsos neumáticos en la tubería y la transmisión de los ruidos y vibraciones al ambiente. No deberá contener material fonoabsorbente en contacto con el aire. Su construcción interna deberá ser totalmente

metálica y deberá garantizar la no migración de elementos contaminantes al fluido que transporta eliminando el eventual taponamiento de tuberías y/o accesorios.

La transmisión de cada soplador deberá tener la robustez necesaria como para usar acople directo o por correas y poleas. Esto deberá permitir una fina selección del caudal sin desperdicio de energía.

NOTA: Si fuera necesario el enfriamiento del aire de los motosopladores, este sistema deberá incluirse integralmente dentro de su costo.

1.2 SUBUNIDAD DE TUBERÍA DE CONDUCCIÓN DE AIRE.

La subunidad de tubería de conducción de aire al tanque de aireación de la Unidad de Aireación, para al menos un caudal de diseño sanitario de $q_{dis} = 0.500 \text{ m}^3/\text{s}$, deberá componerse de las líneas de conducción relacionadas en la Tabla 3.

Tabla 3. Subunidad de tubería de conducción de aire hacia el tanque de aireación

Subunidad de tubería de conducción de aire al tanque de aireación

Item	Descripción	Uni.	Cant.
1.	UNIDAD DE AERACION		
1.2	Subunidad de tubería de conducción de aire.		
1.2.1	La tubería deberá dimensionarse para conducir al menos 27.000 Nm^3 de aire/hora hasta el tanque de aireación a la presión y la temperatura del aire suministrado por los motosopladores.	Global	1

1.2.1 Tubería para conducción de aire

Es la conducción para el aire que parte desde los sopladores hasta el tanque aireado. El tubo deberá ser para un caudal total de al menos $27,000 \text{ Nm}^3$ aire/hrs.

Detalles típicos del tubo y su soportería se muestran en: (1) Planos mecánicos de la Unidad de Aireación con planta, cortes y detalles constructivos típicos del prediseño.

Los tubos para la conducción de aire serán construidos en acero carbón, soldada longitudinalmente, a la vista, sobre soportes, acabado exterior pintado con anticorrosivo alquídico y esmalte sintético de color reglamentario. Los tubos deberán ser para presión máxima de trabajo 2.11 kg/cm^2 (30 psig), a temperatura de trabajo de al menos 80° C , presión de prueba 3.16 kg/cm^2 (45 psig). La velocidad máxima de flujo deberá ser de 10.0 m/s , según pérdidas máximas para diámetro más económico.

Los tubos deberán fabricarse con lámina de al menos $1/8''$ (3.2 mm) de espesor HR, A-36, en tramos de entre 1.20 y 2.40 metros, con uniones longitudinales y transversales soldadas por procedimiento SMAW (shielded manual arc welding = soldadura manual de arco eléctrico con electrodo recubierto) o SAW (sumerged arc welding = soldadura de arco sumergido). 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.

Esta tubería podrá tener unión soldada entre tramos y accesorios con soldaduras a tope o con uniones bridadas. Las bridas deberán ser de dimensiones similares a la bridas ANSI 150 libras, con espesor mínimo de lámina $1/4''$ HR, A-36, (o en ángulo L curvado, de espesor mínimo $1/4''$, A-36), con empaque de elastómero y tornillería en acero inoxidable 304.

Los accesorios de esta tubería deberán fabricarse con lámina de 1/8" de espesor, HR, A-36, extremos soldados, con uniones longitudinales y transversales soldadas eléctricamente a tope por procedimiento SMAW o SAW. 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.

Para todos los tubos de aire, los codos de 30°, 45°, 60° y 90° deberán ser de radio largo (R/D = 1.5). Los codos fabricados 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°. Todos los accesorios fabricados deberán tener uniones longitudinales y transversales a tope soldadas por procedimientos SMAW o SAW. La inspección y pruebas de las soldaduras serán mediante tintas penetrantes.

1.3 SUBUNIDAD DE MODULOS DE AERACION PARA TANQUE DE AERACIÓN

La Subunidad de Módulos de Aeración de cada Unidad de Aeración de la PTAR RIO FRIO, para al menos un caudal de diseño sanitario de $q_{dis} = 0.500 \text{ m}^3/\text{s}$ y un caudal total de aire de $27,000 \text{ Nm}^3 \text{ aire / hora}$, deberá componerse de equipos e instalaciones de servicio relacionados en la tabla 4.

Tabla 4. Equipos de servicio de la Subunidad de Sistemas de aeración

Item	Descripción	Uni.	Cant.
1.	UNIDAD DE AERACION		
1.3	Subunidad de Módulos de aeración		
1.3.1	Elementos y Equipos Parrillas removibles con difusores de burbuja fina tubulares o circulares de diafragma capaz de producir burbujas de 2 mm o menores capaces de transferir un caudal de al menos $27\,000 \text{ Nm}^3 \text{ aire / hora}$. Los módulos deben tener la posibilidad de ser removidos (izados) para facilitar la flexibilidad de la operación y el mantenimiento de las unidades.	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.

1.3.1 Elementos y Equipos de la Subunidad de Módulos de aeración para tanques de aeración

Para cada tanque de aeración, deberá construirse, montarse, probarse y ponerse en operación un sistema de aeración tipo burbuja fina, capaz de producir diámetros de burbuja de de 2 mm o menor. Los difusores pueden ser tubulares o circulares de diafragma con confiabilidad operativa satisfactoria demostrada en plantas de tratamiento aeróbicas. La capacidad de los difusores deberá permitir distribuir uniformemente las burbujas de 2 mm o menor a una tasa de $27\,000 \text{ Nm}^3 \text{ aire / hora}$. Una vez adjudicado deberá puntualizarse en la ingeniería de detalle la capacidad operativa de los difusores para aprobación de la Interventoría. La operación de los módulos de aereación será en el fondo del tanque de aereación, sin embargo el diseño de las parrillas debe permitir su fácil remoción (izamiento) y su anclaje para facilitar la flexibilidad de la operación y el mantenimiento de las unidades. El material de construcción de las partes metálicas para elaborar los módulos será en acero inoxidable 304. El sistema deberá ser capaz de transferir un caudal total de al menos $27\,000 \text{ Nm}^3 \text{ aire / hora}$. Los fabricantes de las unidades de difusión de burbuja fina deberán tener oficina de representación y servicio en Colombia. La representación del proveedor de las unidades deberá certificarse.

El sistema, deberá suministrarse y montarse completo con cabezales distribuidores en piso; difusores; accesorios; conexiones; soportes; y equipos de seguridad y control. El diseño final a construir deberá ser sometida la revisión y aprobación de la Interventoría.

Al finalizar el montaje del sistema de aeración, cada pieza del equipo y cada sub-sistema deberá probarse para operación satisfactoria sin ruido excesivo, vibración, etc. Todo el equipo debe ser ajustado y comprobado para desalineamiento, tolerancias, soportes y cumplimiento de las normas de seguridad. Para la operación y mantenimiento del sistema de aeración, el CONTRATISTA deberá suministrar un juego completo de herramientas para realizar el correcto mantenimiento de las unidades de burbuja fina. Si alguno de los componentes de los difusores de burbuja fina se encuentran fabricados en cloruro de polivinilo sin plastificar (UPVC), el sistema de aireación de burbuja fina que se encuentre almacenado o instalado no sumergido en el sitio deberá protegerse suficientemente de la exposición prolongada directa de las radiaciones solares y al cambio de temperaturas extremas. Los materiales deberán almacenarse e instalarse de tal manera que prevenga el daño físico a los componentes de sistema.

El tanque de aireación, deberá llenarse de agua limpia por el contratante desde la ubicación de la geomembrana, para las pruebas de estanqueidad y protección física de la misma, contra eventuales daños.

El CONTRATISTA deberá hacer el montaje de los sistemas de aeración de conformidad a procedimientos aprobados por la Interventoría. El CONTRATISTA deberá someter a consideración y aprobación de la Interventoría el procedimiento de instalación, prueba y arranque por lo menos con un mes calendario de anticipación a la fecha programada de inicio del montaje de los módulos.

El conjunto de la unidad de distribución de burbuja fina deberá prever al menos:

➤ **Tubo(s) bajante(s) de aire al tanque aerado**

Se deberá considerar tantos los tubos principales y/o mangueras que conduzcan el aire hasta los difusores. El contratista deberá considerar todos los elementos necesarios y suficientes (accesorios) para el correcto funcionamiento de las bajantes. Las piezas metálicas sumergidas deberán ser construidas en acero inoxidable 304.

➤ **Válvula(s) de corte para bajantes de aire al tanque aerado.**

Se deberán considerar las válvulas y accesorios necesarios para el manejo del aire. Las válvulas serán tipo mariposa en cuerpo de hierro fundido y mariposa en acero inoxidable 304. Los sellos y empaques en elastómero resistente al H₂S. La tornillería para las bridas deberá ser en acero inoxidable.

➤ **Manguera para bajantes de los módulo(s) de aireación.**

Manguera de presión Ø 3" 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 85° C, radio de mínimo de curvado 500 mm. Fabricada según norma ISO 3994, o similar.

➤ **Módulos de aeración para tanque aerador**

Modulo compuesto por difusores tipo burbuja fina ya sea tubular o circular de diafragma. El conjunto de los difusores deben ser capaces de transferir un caudal total mínimo de 27 000 Nm³ aire /hora, con burbujas de 2 mm o menor. Los elementos sumergidos para la sujeción de los difusores serán en material resistente a la corrosión (SS 304, polímeros, etc.). Una vez adjudicado deberá presentarse el diseño final y materiales para revisión y aprobación de la Interventoría.

➤ **Parrilla(s) removible(s) para módulo(s) de aeración.**

Tipo parrilla para izamiento cuyas dimensiones finales serán indicadas en el diseño final para revisión y aprobación de la Interventoría, construidas en acero inoxidable 304. Módulos instalados en el fondo del tanque con posibilidad de izamiento para mantenimiento, y evitar el paro de la unidad.

La parrilla de cada módulo deberá tener protecciones laterales 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 lastres de Que permitan su anclaje y correcto funcionamiento sin desplazamientos y cabezas diferenciales.

Estas parrillas deberán tener como mínimo dos puntos de izamiento rígidos construidos 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.

➤ **Testigo para izamiento.**

Cada módulo de aeración deberá tener un testigo para señalar posición y punto de izamiento. Este testigo deberá ser de tipo flotador con cable de izamiento.

El testigo flotador deberá tener capacidad de flotación suficiente para soportar el cable de izamiento sin ser hundido totalmente. El material del testigo flotador deberá ser plástico resistente al H₂S y los rayos ultravioleta.

El cable de izamiento deberá ser capaz de soportar el módulo de aireación durante el montaje y el mantenimiento. El cable deberá tener la longitud suficiente y los accesorios necesarios para facilitar el izamiento del módulo desde el borde o puente del tanque de aeración.

1.4 SUBUNIDAD DE GENERACIÓN DE FLUJO Y HOMOGENIZACIÓN PARA EL TANQUE DE AERACIÓN.

La subunidad de generación de flujo y homogenización para el tanque de aireación construido para un un caudal de diseño sanitario de al menos $q_{dis} = 0.500 \text{ m}^3/\text{s}$, deberá componerse de equipos e instalaciones de servicio relacionados en la tabla 5.

Tabla 5. Equipos de servicio de la Subunidad de generación de flujo

Item	Descripción	Uni.	Cant.
1.	UNIDAD DE AERACION		
1.4	Subunidad de generación de flujo y homogenización.		
1.4.1	Equipos		
1.4.1.1	Generadores de flujo y homogenización.	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.

1.4.1.1 Generador de flujo y homogenización para el tanque de aeración.

Deberá proveerse un conjunto de generadores de flujo y homogenización sumergibles que permita el movimiento y la homogenización de la masa de agua en tratamiento dentro del tanque de aereación. El conjunto de generadores de flujo y homogenización deberá ser tal que permita la correcta circulación del agua en tratamiento entre las distintas zonas del reactor aereado (entre zonas aereadas y anóxicas) con una velocidad mínima de 0,3 m/s, sin que se presenten cortocircuitos entre ellos.

Cada generador de flujo y homogenización sumergible deberá tener sensores de humedad en el aceite y en el motor para prevención de daños, que envíen señal al Tablero de comando y control de la unidad y con salida para la Unidad de Supervisión de Operación.

Cada generador de flujo y homogenización sumergible deberá proveerse con un sistema para instalación y posicionamiento dentro del tanque de aereación. El conjunto de instalación y posicionamiento deberá tener todos los componentes necesarios para instalar y posicionar para su correcta operación el generador de flujo y homogenización. Los elementos mínimos que conformarán el conjunto de instalación y posicionamiento son:

- 1) Guías verticales,
- 2) Pescante para izamiento
- 3) Mecanismo para montaje y posicionamiento de operación. Que permita la sumergencia y los ángulo de posición y operación así: Sumergencia de al menos 2,20 m y giro de al menos 90°.

Una vez adjudicado el contrato, el contratista indicará la posición final, la sumergencia y el grado de inclinación de los generadores de flujo y homogenización que conlleve al menor consumo de potencia para cumplir con el objetivo del tratamiento.

Las guías verticales deberán facilitar montar el generador de flujo y posicionarlo para su operación en el tanque de aereación mediante el uso de un malacate colgado de un pescante. La guía y los soportes deberán construirse en acero inoxidable 304.

Preferiblemente y si el diseño final lo corrobora, el soporte superior de las guías deberá montarse sobre los puentes de cada tanque aerador. Esta fijación deberá tener empaque en lámina mayor o igual a 5 mm de elastómero para proteger la Geomembrana ubicada sobre la base de fijación.

El soporte inferior de las guías deberá montarse sobre una base de concreto en el fondo del tanque aireador. Este montaje deberá hacerse con tonillos de acero inoxidable para resistir el anclaje. El montaje deberá también tener empaque en lámina mayor o igual 5 mm de elastómero. (Para Proteger la Geomembrana)

El generador de flujo y homogenización deberá poder fijarse en posición mediante cable de acero inoxidable mínimo de 3/8" que soporte el peso y la tensión de servicio. El Cable deberá fijarse con grilletes de acero inoxidable 304 al generador de flujo y homogenización como también al soporte superior de la guía o el pescante.

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

El malacate del pescante deberá ser tipo marino o para veleros para elevar hasta 500 kg, y deberá ser totalmente galvanizado según normas ASTM A- 123 y A-153; o con zincado electrolítico según norma ASTM B-633-78.

Los fabricantes de las unidades de generación de flujo y homogenización deberán tener oficina de representación y servicio en Colombia. La representación del proveedor de las unidades deberá certificarse.

➤ **Tablero de comando y control de homogenizadores**

Cada generador de flujo deberá incluir la acometida eléctrica parcial; y, un Tablero de comando y control-TCC. Este tablero deberá montarse cerca de cada homogenizador, sobre el puente peatonal del tanque aerador. Adicionalmente, el TCC deberá incluir todos los conductores y el aparataje eléctrico de alimentación, protección, accionamiento, control, indicación y alarmas; así como salida(s) para enviar y recibir señal(es) de control de la USO.

1.5 MEDIDORES Y DOSIFICADORES PARA CONTROL AUTOMÁTICO DE PROCESO.

Medidores y Señalizadores de Oxígeno Disuelto

Se componen de medidores de oxígeno disuelto (oxímetro), con salida compatible en señal de 4 a 20 mA, con el sensor ubicado en el punto de llegada de los caudales residuales al tanque de Aeración, para que envíe la señal a la central de automatización y/o la USO

Medidores y Señalizadores de pH

Se componen de medidores de pH (pHmetro) con sensor sumergido en el tanque de aeración con salida compatible en señal de 4 a 20 mA, con el sensor ubicado en el punto de llegada de los caudales residuales al tanque de Aeración, para que envíe la señal a la central de automatización.

Unidad de Dosificación para Corrección de pH, con Tablero de Comando y Automatización

Se componen de conjunto dosificador para hidróxido de sodio, hidróxido de calcio o de otros compuestos compatibles. Unidad esta que debe ser comandada por la señal de pHmetro, a través de la Unidad supervisora (USO)

Unidad de Medición y Señalización de Caudal de Agua Residual Efluente de los Reactores, en la entrada de la unidad de Aeración.

Se componen de una canaleta Parshall con su sensor de ultrasonido que será ubicada en la llegada de los caudales al tanque de aeración.

1.6 INSTALACIONES DE SERVICIO DE LAS SUBUNIDADES Y EQUIPOS

Los trabajos de Instalaciones de Servicio de las Subunidades y equipos de la Unidad de aeración, de la PTAR RIO FRIO I Etapa 1 – Fase 2, comprenden suministrar e instalar las obras civiles y acometidas eléctricas que incluyan tuberías complementarias, tableros eléctricos y de comando y control, instrumentación para medición y control (Diferente a la de la USO), canalizaciones necesarias de la Etapa 1– Fase 2, conexiones, alojamientos, protección y soportes adecuados, por lo cual se deberá dotar, probar y poner en operación los equipos e instalaciones de servicio a entera satisfacción del CONTRATANTE, tomado como referencia estas especificaciones particulares y las especificaciones generales relacionadas.

Las obras civiles comprenden el suministro e instalación Integral (Rotura, Excavación, instalación, rellenos, reparaciones varias), de las redes de alimentación (tuberías básicas aire, agua de proceso, biogás, olor y lodos), requeridas para el interior de cada unidad, que permitan la puesta en funcionamiento de las subunidades y Equipos, incluyendo sus accesorios, válvulas y soportería necesarias y cumpliendo las especificaciones generales de tuberías. Así mismo, las edificaciones y estructuras (cimentaciones, placas de piso y estructuras receptoras y de soporte) complementarias para alojamiento y protección de las subunidades y Equipos.

Las obras eléctricas para cada subunidad, deberán contemplar las acometidas eléctricas parciales propias de cada subunidad, aparatajes, con las canalizaciones de conductores e instrumentación (Rotura, Excavación, instalación, rellenos, reparaciones varias), con sus respectivos tableros eléctricos parciales-TP para cada elemento requerido de la subunidad, Tableros de fuerza y control-TFC y las salidas de enlace para la conexión a la USO.

Dentro del costo de la unidad se debe contemplar el transporte y la asesoría técnica del personal especializado para los ajustes de diseño, proceso de implementación, puesta en funcionamiento, capacitación al personal operativo y validación final de la unidad.

Su unidad de medida será global y se detallará por parte del CONTRATISTA para cada subunidad; la Interventoría y la EMPAS harán revisión y darán aprobación a los elementos particulares de composición para su respectiva instalación y pago.

2. UNIDAD BIOGÁS

Los trabajos para entregar en funcionamiento la **Unidad de Biogás** de la PTAR Río Frío a entera satisfacción del CONTRATANTE comprenden la construcción, el montaje, el alistamiento y puesta en marcha los equipos e instalaciones de servicio para esta unidad como se estipulan en estas especificaciones particulares y en las especificaciones generales relacionadas.

A continuación se consignan las especificaciones particulares de los equipos e instalaciones de servicio para la Unidad de Biogás de PTAR Río Frío, para al menos un caudal de diseño sanitario de $q_{dis} = 500$ l/s (hasta 6.500 Nm³ de biogás por día). 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 aprovechamiento y quema de biogás. El alcance de esta licitación se refiere a los equipos necesarios para la operación unitaria de quema de biogás, considerando los elementos necesarios para el aprovechamiento futuro del biogás para el accionamiento de motores. 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.

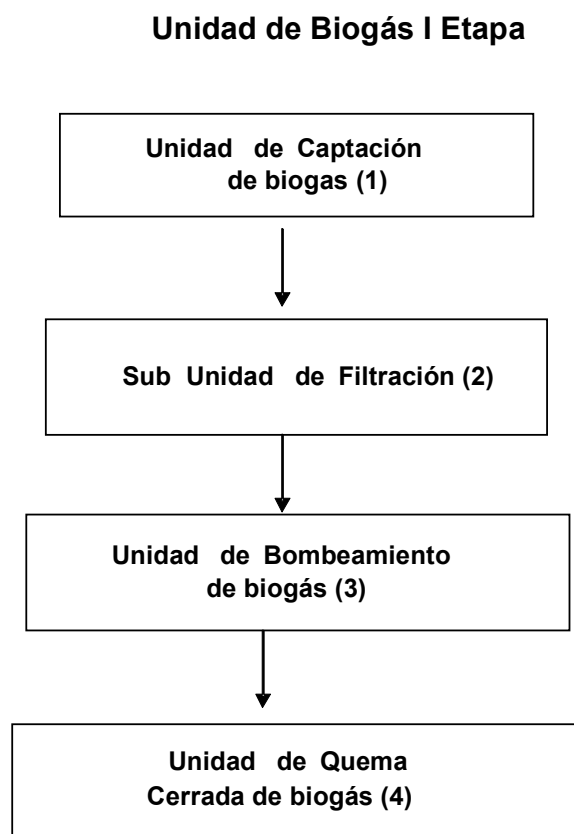
Como se indicó, los equipos para la quema de biogás tienen que ser previstos para el manejo del biogás producido en la PTAR Río Frío, para al menos un caudal de diseño sanitario de $q_{dis} = 500$ l/s (hasta 6.500 Nm³ de biogás por día). De igual manera, deberá ser proveído el múltiple (manifold) necesario para realizar el aprovechamiento futuro del biogás para el accionamiento de motores de combustión de biogás y la quema de excesos de biogás.

Características de las operaciones unitarias

La Unidad de Biogás de la PTAR Río Frío, para al menos un caudal de diseño sanitario de $q_{dis} = 500$ l/s (hasta 6.500 Nm³ de biogás por día), deberá servir para realizar eficiente y eficazmente la operación unitaria del manejo del biogás procedente de los bioreactores UASB y su combustión en un quemador cerrado para la destrucción de por lo menos 98% del biogás.

Un diagrama de bloques y un esquema de la distribución en planta de la Unidad de Biogás se muestran en la Figura 1. Arreglo y dimensiones generales de la unidad se muestran en los respectivos planos hidráulico y mecánico; el trazado en planta general de las tuberías de efluentes y lodos se muestran en el plano hidráulico de propuesta de diseño; y los típicos de la soportería para tubería se muestran en los respectivos planos mecánicos. Por otra parte, en las memorias de cálculo se consigna el diseño preliminar del compresor para biogás.

Figura 1.



El biogás generado en los reactores anaerobios UASB, se conducirá a través de tubería mediante una cabeza de presión diferencial. Inicialmente la conducción del biogás se hará hasta un quemador cerrado. En una fase posterior, se tiene previsto su conducción hasta la(s) unidad(es) de limpieza del biogás (y/o a los quemadores). Se deberá prever un control de presión que deberá enviar una señal al variador de frecuencia del motor del booster para controlar su operación en función de la generación de biogás y la caída de presión a través de las futuras unidad(es) de limpieza del biogás.

Todos los equipos mayores y menores y las instalaciones de servicio deberán cumplir los requisitos de seguridad establecidos en la norma NFPA 820 *Fire protection en wastewater treatment and collection facilities*, la cual define localizaciones peligrosas en las facilidades de tratamiento de aguas residuales.

Características del biogás

El biogás procedente de los bioreactores UASB de la PTAR Río Frío tendrá las siguientes características promedio:

- 1) **Composición:** CH₄ = 40 a 80% vol; V_{CH₄} / V_{tot} = 0.65 a 0.7; CO₂ = 30% vol; V_{CO₂} / V_{tot} = 0.30 a 0.35; H₂S: 800 a 1,200 ppm (0.12 a 0,5% vol). Otros componentes: despreciables o trazas despreciables
- 2) **Densidad media normal:** ρ_{CH₄, std} = 0.72 kg / m³
- 3) **Temperatura normal:** T_{std} = 20°C = 293.16 °K
- 4) **Presión normal:** p_{std} = 1.013 mbar = 1,0 atm
- 5) **Poder calorífico normal del CH₄:** H_{U, std} = 50 000 kJ / kg = 36 000 kJ / Nm³
- 6) **Altura actual de la PTAR Río Frío:** h = 890 m NM
- 7) **Temperatura actual del biogás:** T = 298°K = 25°C
- 8) **Humedad relativa del biogás:** H_r = 100%
- 9) **Presión ambiente actual:** p_a = 881 mbar = 661 mm Hg
- 10) **Presión del biogás:** p_p = 14 mbar = 14 cm CA
- 11) **Presión de corrección por humedad:** p' = 35 mbar
- 12) **Presión total actual:** p_{act} = p_a + p_p - p' = 860 mbar
- 13) **Densidad normal:** ρ_{CH₄, std} = 0.72 kg/m³
- 14) **Corrección por temperatura:** ρ_{CH₄, act} = ρ_{CH₄, std} (T_{std} / T_{act})
- 15) **Corrección por presión:** ρ_{CH₄, act} = ρ_{CH₄, std} (p_{act} / p_{std})
- 16) **Densidad corregida o actual:** ρ_{CH₄, act} = ρ_{CH₄, std} (p_{act} T_{std}) / (p_{std} T_{act}) = (0.72 kg/m³)[(860 mbar)(273°K)] / [(1013 mbar)(298°K)] = 0.56 kg/m³
- 17) **Poder calorífico del biogás a condiciones actuales:** H_{U, act} = (V_{CH₄} ρ_{CH₄, act} / V_{tot}) H_{U, std} = [(0.7)(0.56 kg / m³)/(1.0)] (50 000 kJ / kg) = 19 600 kJ / m³ = [19 600 kJ / m³][0.000278 Kw h / kJ] = 5.45 Kw h / m³
- 18) **Consumo específico de biogás a condiciones actuales¹:** sf_C = 1 / [η_{mci} H_{U, act}] = 1 / [0.30 (5.45 Kw h / m³)] = 0,61 m³/ Kw h
- 19) **Velocidad máxima en la tubería:** 5.1 a 6.1 m/s (1,000 a 1,200 fpm) para vapores, gases y neblinas.
- 20) La densidad promedio del H₂S es de 0,05 lbm/pie³

Subunidades de la Unidad de Biogás

La Unidad de Biogás de la PTAR Río Frío para al menos un caudal de diseño sanitario de $q_{dis} = 500l/s$ (hasta 6.500 Nm^3 de biogás por día), deberá componerse de las subunidades como aparece en la tabla 1:

Tabla 1. Subunidades de la Unidad de Biogás

Ítem	Descripción	Uni.	Cant.
2.	UNIDAD DE BIOGÁS		
2.1	Subunidad de admisión y transporte del Biogás para la Subunidad de quema cerrada.	Uni.	1
2.2	Subunidad de quema cerrada	Uni.	1
2.3	Instalaciones de servicio de Subunidades y Equipos	Glob.	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.

2.1 Subunidad de admisión y transporte del Biogás para la Subunidad de quema cerrada.

Deberán proveerse al menos dos conjuntos de boosters o compresores (uno en operación y otro en stand-by) de desplazamiento positivo, tipo rotativo, trilobular, con componentes en contacto con el biogás, resistentes a ataque del gas sulfhídrico.

El equipo en funcionamiento deberá ser para aspirar el biogás de los bioreactores UASB números 1 a 4, tener una cabeza de presión suficiente para pasar el biogás a través de los futuros purificadores de biogás e inyectarlo en el Unidad de quema cerrada.

Cada booster o compresor deberá estar dimensionado de forma que genere las condiciones de operación óptimas de la antorcha seleccionada. Deberá trasegar biogás con un flujo máximo de $600 \text{ Nm}^3/\text{hr}$ y flujo promedio de $540 \text{ Nm}^3/\text{hr}$.

Este soplador deberá ser para manejar biogás con aproximadamente 40 a 80% vol de CH_4 , 20 a 60% vol de CO_2 , 800 a 1,200 ppm (0.08 a 0.12% vol) de H_2S , otros componentes (trazas despreciables), temperatura hasta 45°C , y humedad relativa de hasta 100%.

El poder calorífico del biogás a condiciones del sitio es de $19,600 \text{ kJ/m}^3$. (Sitio a 890 m snm, con temperatura promedio de 25°C , presión atmosférica promedio de 661 mm Hg, velocidad máxima del viento 150 km/h , y zona sísmica 5).

En la succión y en la descarga, cada booster deberá instalarse conexiones flexibles, válvulas de mariposa, indicadores de presión e interruptores de presión con reseteo manual. Adicionalmente, cada booster deberá tener una válvula antiretorno en la descarga; e interruptor de alta temperatura para el cuerpo.

Deberá proveerse un variador electrónico de velocidad para cada booster, un tablero de potencia y control compartido.

Todos esos equipos deberán atender toda la Norma de seguridad mínima.

2.1.1 Controlador indicador de presión para boosters

Deberá preverse y proveerse un control indicador de presión para cada booster de biogás. Este control indicador deberá enviar señal a los variadores de frecuencia de los motores de los boosters para controlar su operación en función de la generación y de la caída de presión a través de las futuras unidades de limpieza del biogás. Su diseño deberá maximizar el tiempo de operación de la antorcha. Los controles requeridos serán los que la antorcha seleccionada exija, con el fin de mantener una operatividad superior al 92%.

El cuerpo y componentes internos de cada controlador deberán ser resistentes a la acción de los componentes del biogás de composición molar aproximada: 76.6% CH₄, 15.7% N₂, 7.02% CO₂, 0.5% O₂ y 0.012% H₂S, densidad 0,05 lbm/pie³, hasta 45° C y hasta el 100% de humedad relativa.

2.2 Subunidad de quemador atmosférico cerrado

La subunidad de quemador atmosférico cerrado de cada Unidad de Biogás de la PTAR Río Frío, para al menos un caudal de diseño sanitario de $q_{dis} = 500\text{l/s}$, deberá componerse de equipos e instalaciones de servicio relacionados en la tabla 2.

Tabla 2. Subunidad de quema cerrada

Ítem	Descripción	Uni.	Cant.
2.	UNIDAD DE BIOGÁS		
2.2	Subunidad de quemador atmosférico cerrado		
2.2.1	Quemador atmosférico cerrado Incluyendo las Normas vigentes de UNFCC	Uni.	1
2.2.2	Medidores de Caudal de biogás y Concentración de Metano.	Uni.	1

Nota 1: El primer y segundo dígitos de cada ítem corresponde, respectivamente, al número de unidad y subunidad según Tabla de Unidades y Subunidades para Límites de Suministro. Esta tabla aparece en las especificaciones generales.

2.2.1 Quemador atmosférico cerrado Incluyendo las Normas vigentes de UNFCC

Deberá proveerse un quemador modular para consumir automáticamente ya sea la totalidad o el exceso de biogás procedente de los UASB # 1 a 4. El quemador deberá ser atmosférico cerrado, de operación modulada totalmente automática y con baja emisión de CO₂ y NO_x Diseñado y fabricado acorde con los requerimientos de la metodología de verificación aprobada por la UNFCC para el proyecto.

Este quemador deberá ser del tipo completamente cerrado en el que la combustión deberá ocurrir, dentro de una chimenea aislada, en un ambiente controlado, con operación modulada completamente automática y sin requerir ajustes para acomodar variaciones en el caudal de biogás y la concentración de metano en el biogás. El quemador deberá ser para biogás con un flujo máximo de 600 Nm³/hr, un flujo promedio de 540 Nm³/hr, y un flujo mínimo de 240 Nm³/hr para el primer modulo.

El quemador atmosférico cerrado deberá ser para la combustión de biogás con aproximadamente 40 a 80% vol de CH₄, 30 a 35% vol de CO₂, 800 a 1,200 ppm (0.08 a 0.12% vol) de H₂S, otros componentes despreciables o trazas despreciables, temperatura hasta 45° C, y humedad relativa de hasta 100%. El biogás deberá tener una presión de 5 a 15 mbar (2 a 6" WC), y un poder calorífico a condiciones del sitio

de 19,600 kJ/m³. (Sitio a 750 msnm, con temperatura promedio de 25°C, presión atmosférica promedio de 661 mm Hg, velocidad máxima del viento 150 km/h, y zona sísmica 5).

El quemador atmosférico cerrado deberá ser capaz de cumplir las exigencias del PDD del proyecto y su metodología de validación y verificación. Para el diseño y/o selección del quemador hay que tener en cuenta al menos los siguientes puntos:

- 1) Temperatura Máxima de operación; 1,200°C (2,192°F)
- 2) Tiempo de residencia Mínimo: 0,5 s.
- 3) Relación de turn-down 5:1
- 4) Combustión estable con entre 30 y 80% de CH₄ al máximo flujo de biogás, y manteniendo temperatura de operación y sin requerir ajuste de la combustión
- 5) Combustión estable con al menos 30% de CH₄ a flujos reducidos de biogás, y manteniendo temperatura de operación y sin requerir ajuste de la combustión
- 6) Perdida de presión a través de la chimenea de menos de 5 mbar (5" WC)
- 7) Emisiones de NO_x < 0,11 kg / MJ quemado (< 0,06 lb/MBTU quemado), y emisión de CO < 0.2 kg/MJ quemado (< 0,11 lb / MBTU quemado).
- 8) Eficiencia de remoción o destrucción del al menos 99.0% de compuestos orgánicos del tipo metano, y de al menos 98% de los compuesto orgánicos tipo no-metano para el rango total de operación del quemador cerrado, y sin necesidad de ajuste de quemadores, combustión o chimenea
- 9) Combustión estable libre de pulsación y/o vibración
- 10) Radiación, llama y sonido imperceptibles en un diámetro de 16,0 metros alrededor del centro de la chimenea del quemador
- 11) Capacidad de no-humos: 100% (sin humos)

El paquete del quemador atmosférico cerrado deberá consistir de quemador principal; quemador piloto con chispa para ignición y removible externamente; chimenea cerrada con revestimiento refractario y aislante; sistema de combustible; tablero de comando y control; y, todos los componentes periféricos de combustión, transporte, seguridad, alivio, y control automático.

Los componentes del quemador atmosférico cerrado que soportan directamente la combustión, y los accesorios de la antorcha, deberán ser fabricados por empresas especializadas en quemadores, chimeneas, sistema de combustible, sistemas de ignición, sistemas de control, sopladores, dispositivos antiretorno de llama e instrumentación).

El quemador deberá tener un accesorio antiretorno de llama, con sello interno de retención de la llama. Los quemadores deberán no tener partes móviles o ajustables, y deberán tener conexión bridada para remoción fácil a través de la abertura del dámper. Adicionalmente, toda la tubería de la zona de llama del quemador deberá ser en material anti corrosión.

Las partes internas de la chimenea y las superficies externas de contacto con la llama y los gases de quema, así como el método de fijación deberán cumplir con la metodología de verificación aprobada por la UNFCC para el proyecto.

La chimenea deberá tener cabezal de quemador(es) con conexión de entrada bridada, y conexiones individuales bridadas para quemador(es), lo cual deberá permitir adecuada distribución del combustible. Igualmente, el quemador deberá tener uno (1) Dámper ubicado en la posición horizontal del quemador, a una altura mínima de 1,20 m del piso, fijado inmediatamente en la parte inferior cilíndrica del quemador.

La chimenea deberá tener las siguientes bocas:

- 1) Dos bocas Ø4" rosca tubo hembra (FNPT) con tapa y aisladas, para muestreo en prueba de emisiones. Estas bocas deberán localizarse al 80% superior de la altura de la chimenea y a 90° aparte una de la otra, y deberán tener aislamiento en fibra cerámica.
- 2) Conexión para la ubicación de los sensores infrarrojos de llama.

- 3) Una conexión para la ubicación de los electrodos generadores de la chispa de ignición.
- 4) Mínimo tres conexiones para las termocuplas del control de temperatura. Incluye soportes para el conduit del cable de las termocuplas
- 5) Una conexión para la termocupla de alta temperatura, Esta boca deberá localizarse en el tercio inferior de la chimenea. Incluye soportes para el conduit del cable de las termocuplas.
- 6) Otras conexiones y accesorios exigidos por la metodología a ser aplicada según UNFCC.

La chimenea deberá tener guarda en la parte superior para proteger el borde expuesto del refractario y prevenir daños por el agua de lluvia. En la parte inferior la chimenea deberá tener una base en concreto para montaje, la cual deberá diseñarse y construirse para soportar el peso de la chimenea y los esfuerzos debidos a los vientos.

El quemador atmosférico cerrado deberá proveerse con un sistema de ignición y control completo y funcional, diseñado para 440V/3f/60Hz, incluyendo transformador(es) de conversión requeridos para la operación.

El quemador atmosférico cerrado deberá operar con control automático de la temperatura y deberá quemar el biogás generado de los UASBs # 1 a 4. El sistema deberá controlarse por un controlador lógico programable (PLC) que deberá recibir y transmitir señales con respecto a las condiciones de operación. Si una condición de operación inaceptable ocurre, el sistema deberá ajustar los parámetros de operación para corregir el problema o interrumpir la operación.

Las condiciones de combustión deberán mantenerse con chispa eléctrica, válvulas de bloqueo de flujo y control automático de las condiciones del hogar y/o llama. Un control modulador deberá ir dentro del tablero de fuerza y control (TCC) y deberá controlar la chispa, la válvula de bloqueo, la presencia de llama piloto y principal, y, la evacuación de gases al inicio y final de cada ciclo de encendido y/o quema.

La operación del sistema (con control local o remoto) deberá incluir ciclo de purga, secuencia temporizada de ignición y control a prueba de fallas. Una fotocelda (scanner) para monitorear la llama. Una interrupción de la operación podrá resultar de bajo flujo del aire de purga, falla de la llama y alta o baja temperatura.

La operación del quemador atmosférico cerrado deberá empezar automáticamente al seleccionar control local o remoto. El control local deberá requerir interacción en el tablero de control para arrancar o parar la operación. El control remoto deberá permitir arrancar o parar la operación sin interacción en el tablero de control.

La temperatura de operación del quemador atmosférico cerrado (o temperatura mantenida dentro de la chimenea) deberá controlarse variando el aire disponible a través de las rejillas del dâmpen de aire. La elevación de la temperatura en la termocupla respectiva se selecciona según flujo de gas y concentración de metano. La temperatura de operación deberá mantenerse ajustando automáticamente la posición de las rejillas o persianas del dâmpen.

El control de baja temperatura deberá ser para temperatura de la chimenea por debajo de 500°C durante al menos 10 minutos. El control de alta temperatura deberá ser para temperatura de la chimenea hasta 1,200°C, durante al menos 10 minutos.

Una vez adjudicado el contrato, el CONTRATISTA deberá definir las características del quemador y deberá presentar todo el perfil de desempeño, seguridad, etc.; y las piezas de repuestos junto con su facilidad de disposición en el territorio nacional. El contratista entregará la información a la Interventoría para la aprobación de su construcción.

2.2.2 Medidores de Caudal de Biogás y Concentración de Metano

Deberá proveerse un medidor de biogás y Concentración de Metano para el quemador atmosférico cerrado. Cada medidor deberá montarse en la entrada del quemador.

El medidor deberá cumplir los requisitos exigidos por el PDD y la metodología de validación y verificación exigidas. El medidor deberá medir un caudal máximo de 1000 m³/hora, error máximo de medición 2%.

Cuerpo y componentes internos del medidor deberán ser resistentes a la acción de los componentes del fluido medido: biogás de composición aproximada: 50 a 85% CH₄, 15.7% N₂, 7.02% CO₂, 0.5% O₂, 0.01 a 0.5% H₂S, hasta 45° C y hasta el 100% de humedad relativa. Todas las uniones deberán tener empaque elastomérico resistente al H₂S y tornillería en Acero inox AISI 304.

Este medidor deberá tener un transmisor de flujo con salida 4-20 mA y/o RS-485 para enviar señal a la Unidad de Supervisión de Operación (USO). El medidor deberá montarse según instrucciones del fabricante.

2.3 INSTALACIONES DE SERVICIO DE LAS SUBUNIDADES Y EQUIPOS

Los trabajos de Instalaciones de Servicio de la Subunidades y equipos de la Unidad de Biogás, de la PTAR RIO FRIO I Etapa 1 – Fase 2, comprenden suministrar e instalar las obras civiles y acometidas eléctricas que incluyan tuberías complementarias, tableros eléctricos y de comando y control, instrumentación para medición y control (Diferente a la de la USO), canalizaciones necesarias de la Etapa 1– Fase 2, conexiones, alojamientos, protección y soportes adecuados, por lo cual se deberá dotar, probar y poner en operación los equipos e instalaciones de servicio a entera satisfacción del CONTRATANTE, tomado como referencia estas especificaciones particulares y las especificaciones generales relacionadas.

Las obras civiles comprenden el suministro e instalación Integral (Rotura, Excavación, instalación, rellenos, reparaciones varias), de las redes de alimentación (tuberías básicas aire, agua de proceso, biogás, olor y lodos), requeridas para el interior de cada unidad, que permitan la puesta en funcionamiento de las subunidades y Equipos, incluyendo sus accesorios, válvulas y soportería necesarias y cumpliendo las especificaciones generales de tuberías. Así mismo, las edificaciones y estructuras (cimentaciones, placas de piso y estructuras receptoras y de soporte) complementarias para alojamiento y protección de las subunidades y Equipos.

Las obras eléctricas para cada subunidad, deberán contemplar las acometidas eléctricas parciales propias de cada subunidad, aparatajes, con las canalizaciones de conductores e instrumentación (Rotura, Excavación, instalación, rellenos, reparaciones varias), con sus respectivos tableros eléctricos parciales-TP para cada elemento requerido de la subunidad, Tableros de fuerza y control-TFC y las salidas de enlace para la conexión a la USO.

Dentro del costo de la unidad se debe contemplar el transporte y la asesoría técnica del personal especializado para los ajustes de diseño, proceso de implementación, puesta en funcionamiento, capacitación al personal operativo y validación final de la unidad.

Su unidad de medida será global y se detallará por parte del CONTRATISTA para cada subunidad; la Interventoría y la EMPAS harán revisión y darán aprobación a los elementos particulares de composición para su respectiva instalación y pago.

3. UNIDAD DE CONTROL DE OLORES

Los trabajos para entregar en funcionamiento de la **Unidad de Control de Olores** de la PTAR Río Frío a entera satisfacción del CONTRATANTE comprenden 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 el suministro, montaje, pruebas y puesta en operación de equipos e instalaciones de servicio para entregar en funcionamiento la Unidad de Olores de la PTAR Río Frío, para al menos un caudal de diseño sanitario de $q_{dis} = 0,5 \text{ m}^3/\text{s}$. Esto dentro del proyecto de construcción de la PTAR Río Frío, Girón, Santander, Colombia; y con el propósito final de entregarlos a entera satisfacción del CONTRATANTE.

En estas especificaciones, inicialmente se describe la unidad con sus procesos y operaciones, y luego se relacionan los componentes. 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 de control de olores. Excepto donde se especifique lo contrario, las instalaciones de servicio de energía eléctrica, afluyente / 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 Control de Olores 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.

Características de las operaciones unitarias

La Unidad de Control de Olores de la PTAR Río Frío deberá proveer la reducción de olores recogidos de los diversos puntos generadores a través de la aspiración a partir de los motosopladores de aeración y/o Subunidad de biofiltros. Deberá ejecutarse la mayor parte del tratamiento mediante el proceso unitario de bio-oxidación de los olores. Se incluye también como redundancia de la subunidad de biofiltros la subunidad de control físico-químico.

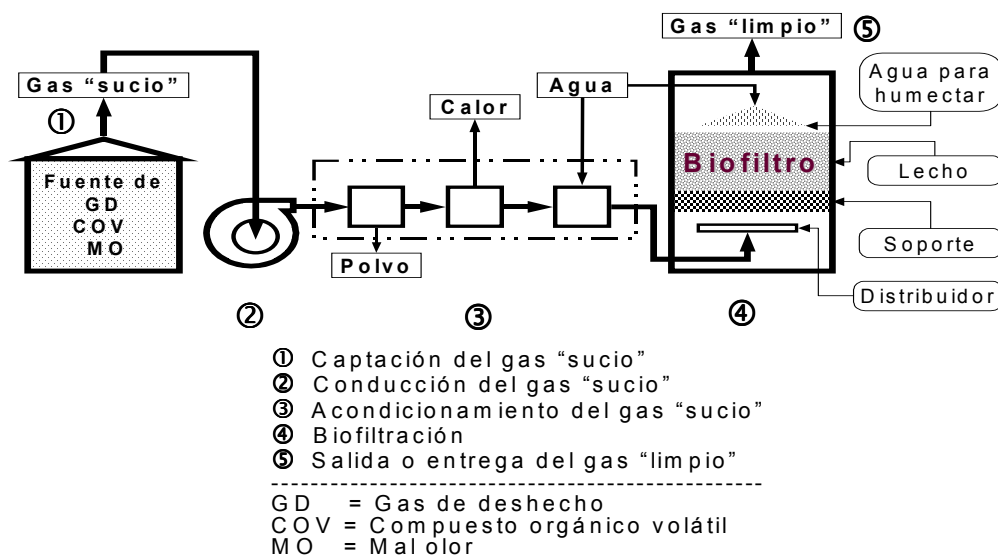
La prevención de emisión de olores en la PTAR Río Frío se hace tapando y sellando la recepción y conducción de los caudales en la PTAR, los cribados, la desarenación, los reactores anaerobios y canales; y, reciclando lodos de decantadores a bioreactores anaeróbicos.

Como se consignó antes, la remoción del olor en la PTAR Río Frío deberá realizarse en la Unidad de Control de Olores por un proceso biológico con el uso de biofiltros, o por operación físico-química, con el uso de wet scrubbers o similares. Esta remoción de olores deberá garantizar la no-percepción para distancias máximas de 30 metros de los puntos de generación. Los puntos generadores de gases de olor son: cribado, canales desde la recepción y salida de caudales de los reactores anaerobios hasta tanque el aerador, y planta de proceso de lodos.

Los gases de olor deberán recogerse de los respectivos puntos de generación y primordialmente introducidos en el biofiltro. Esto se hará mediante extractores, los cuales introducen el aire contaminado dentro del 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 mediante el uso de aspersores accionados por control de humedad. En el evento de reparación o cambio de lecho de los biofiltros, los Módulos de lavado deberán poder accionarse, manualmente recibiendo parcial o totalmente el flujo de aire contaminado.

La Figura 1 muestra el diagrama de bloques y el diagrama de flujo del proceso de manejo de olor en la Unidad de Olores.

Figura 1. Diagrama de flujo del proceso de biofiltración para control de olores



Características de los gases de olor

Los gases de olor de la PTAR Río Frío tendrán las siguientes características:

- Concentración de gas sulfhídrico (H₂S) en el gas contaminado hasta 60 ppm
- Temperatura máxima 40°C
- Presión de al menos 150 mm CA (6" WC)

SUBUNIDADES DE LA UNIDAD DE CONTROL DE OLORES

La Unidad de Control de Olores de la PTAR Río Frío para al menos un caudal de diseño sanitario de $q_{dis} = 0,5 \text{ m}^3/\text{s}$, deberá componerse de las subunidades como aparece en la tabla 1.

Tabla 1. Subunidades de la Unidad de Control Olores

Ítem	Descripción	Uni.	Cant.
3.	UNIDAD DE CONTROL DE OLORES		
3.1	Subunidad de extractores.	Uni.	1
3.2	Subunidad de Biofiltros.	Uni.	1
3.3	Subunidad de Control de olores Físico-Químico	Uni.	1
3.4	Instalaciones de servicio de Subunidades y Equipos	Glob	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.

3.1 SUBUNIDAD DE EXTRACTORES

La Subunidad de Extractores de cada Unidad de Olores de la PTAR Río Frío para un caudal de diseño sanitario $q_{dis} = 0,5 \text{ m}^3/\text{s}$ deberá componerse de equipos e instalaciones de servicio como se consignan en la tabla 2.

Tabla 2. Equipos de servicio de la subunidad de extractores

Ítem	Descripción	Uni.	Cant.
3.	UNIDAD DE CONTROL DE OLORES		
3.1	Subunidad de extractores		
3.1.1	Extractor de olores de reactores y canales	Uni.	2
3.1.2	Núcleos de mediciones	Uni.	3
3.1.3	Tablero de comando y Control	Uni.	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.

3.1.1 Extractor de olores de reactores y tuberías de efluentes

Extractores tipo centrifugo, caudal de al menos $3.600 \text{ Nm}^3 \text{ aire / hora}$ (2,120 SCFM), aire a 40°C (104°F), altitud 800 msnm, presión estática de al menos 1.00 mCA (40" WC), giro a 1.800-3.600 rpm, potencia entre 20 y 24 HP. Para eficiencia del 85 % y factor de servicio 1.25 (24 horas, motor eléctrico y carga media). 440V/3f/60Hz TECC.

Extractor fabricado en materiales a prueba de corrosión, acero inoxidable. 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 (TCC) con gabinete a prueba de corrosión y, acometida tablero parcial - TCC.

3.1.2 Núcleos de Mediciones

Los tres (3) Núcleos de Mediciones estarán conformados por los siguientes elementos, los cuales deberán enviar señal a la USO:

- **Medidores de Caudales de Aire Contaminado:** Tres (3) Medidores de sensor en línea tipo Pitot con indicador Digital, que se instalaran en las tuberías de llegada a las subunidades de control de olor.
- **Medidores de Mercaptanos:** Tres (3) Medidores de sensor en línea tipo Electroquímicos o Infrarrojo, con indicador Digital, que se instalaran en las tuberías de llegada a las subunidades de control de olor.
- **Medidores de Gas Sulhídrico:** Tres (3) Medidores de sensor en línea tipo Electroquímicos o Infrarrojo, con indicador Digital, que se instalaran en las tuberías de llegada a las subunidades de control de olor.

3.1.3 Tablero de Comando y Control-TCC

Cada Conjunto de extractores deberá incluir su respectivo tablero de comando y control, y su acometida eléctrica parcial. Este tablero deberá montarse cerca de cada extractor. El TCC deberá incluir el aparataje eléctrico de alimentación, protección, accionamiento, control, indicación y alarmas; así como salida(s) para enviar a la USO.

3.2 SUBUNIDAD DE BIOFILTRO

Subunidad de biofiltros de cada Unidad de Olores de la PTAR Río Frío para un caudal de diseño sanitario $q_{dis} = 0,5 \text{ m}^3/\text{s}$ deberá componerse de equipos e instalaciones de servicio como se consignan en la tabla 3.

Tabla 3. Equipos de servicio de la subunidad de biofiltros

Ítem	Descripción	Uni.	Cant.
3.	UNIDAD DE CONTROL DE OLORES		
3.2	Subunidad de Biofiltros		
3.2.1	Módulos de Cobertores para Subunidad de Biofiltros.	Uni.	1
3.2.2	Conjunto de humedecimiento para Biofiltros	Glb.	1
3.2.3	Modulo de Dosificación para Corrección de pH, con Tablero de Comando y Automatización	Uni.	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.

3.2.1 Módulos de Cobertores para Subunidad de Biofiltros.

Compuestos por un conjunto de cobertores inflables, dividido en dos sectores del área total del biofiltro, en material flexible a base de PVC y Nylon, con sus accesorios de instalación, anclaje y sellamiento para hermetizar la parte superior de la estructura del Biofiltro y evitar fugas de olor, y mantener la presión constante de la unidad.

3.2.2 Conjunto de humedecimiento para biofiltro

Sobre toda la superficie de cada módulo del biofiltro deberá instalarse sistema de humedecimiento automático con tuberías, aspersores, bomba y control para garantizar el humedecimiento del sustrato, mediante la aspersión de al menos $1,3 \times 10^{-4} \text{ m}^3$ agua / m^3 gas tratado, con al menos 10.0 MPa (14.5 lb/pulg²). Las líneas de distribución de la red hidráulica y los rociadores deberán ser soportadas mediante elementos de fijación para humidificación del Biofiltro y deberán ser removibles para efectos de operación y mantenimiento (para facilitar reforma y cambio del medio de cada módulo del biofiltro).

El sistema de humedecimiento automático de cada biofiltro deberá constar con al menos acometida(s) hidráulica(s) desde tubería de agua de proceso de la PTAR, filtros, cabezal(es) y ramales de distribución del agua para humectación, tensiómetro(s) para detectar humedad del lecho, aspersores o rociadores (sprinklers), electroválvulas, programador horario (timer) con dispositivo automático o sensor para corte por lluvia, motobomba(s), y tablero de comando y control (TCC).

El TCC deberá ser en panel eléctrico y deberá contener programador horario y salida de funcionamiento de las motobombas para indicación en la USO.

3.2.3 Unidad de Dosificación para Corrección de pH, con Tablero de Comando y Automatización

Se componen de conjunto dosificador a través de tornillo para hidróxido de sodio, hidróxido de calcio o de otros compuestos compatibles. Unidad esta que debe ser comandada por la señal de pHmetro, a través de Unidad supervisora (USO).

3.3 SUBUNIDAD DE CONTROL DE OLORES FÍSICO-QUÍMICO

La subunidad de Control de olores físico-químico de la Unidad de Control de Olores de la PTAR Río Frío deberá suministrarse para al menos un caudal de diseño sanitario de $q_{dis} = 0,5 \text{ m}^3/\text{s}$, deberá componerse de las subunidades como aparece en la tabla 3.

Tabla 3. Equipos e instalaciones de servicio de la subunidad de tratamiento físico-químico

Item	Descripción	Uni.	Cant.
3.	UNIDAD DE CONTROL DE OLORES		
3.3	Subunidad de tratamiento físico-químico		
3.3.1	Torre lavadora para olores de reactores y canales	Uni.	1
3.3.2	Tablero de fuerza y control de la subunidad de tratamiento físico químico	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.

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.

Esta subunidad será la encargada de tratar los gases de olor en el evento de reparación o cambio de lecho de alguno de los biofiltro. Esta subunidad deberá poder accionarse, recibiendo parcial o totalmente el flujo de aire contaminado con olores.

Distribución en planta de equipos y de las tuberías de esta subunidad se muestra en los planos hidráulicos de propuesta de diseño y en los planos mecánicos de la Unidad de Olores. Estos planos contienen arreglo general, vistas y detalles básicos. Adicionalmente, otros planos mecánicos muestran los típicos de la soportería para tubería y válvulas.

3.3.1 Torre lavadora como stand-by a módulos de biofiltro

Deberá existir una torre de lavado en húmedo como stand-by para el biofiltro para tratar al menos $q_{dis} = 0,5 \text{ m}^3/\text{s}$ de aire oloroso.

La torre de lavado en húmedo deberá ser tipo paquete de lecho empacado (packed bed wet scrubber) de materiales a prueba de corrosión PVC (alternativas: HDPE y/o PRFV), y deberá ser para tratar gas que

contenga hasta 60 ppm de H₂S, para remoción del 98% a 29.4° C. y con pérdida de presión de máximo 0.15 m CA (6" WC).

El paquete deberá incluir torre, lecho empacado (packing), boquillas de aspersión/atomización de la solución de lavado, eliminador de neblina, pozo húmedo o tanque, tubería y accesorios, bomba de recirculación, bomba para químico, rotámetros/caudalímetros, manómetros,, control de pH, control de adición del químico; y, tablero de fuerza y control TFC.

La eficiencia de remoción de cada torre lavadora deberá aplicarse a la unidad en conjunto, incluso al eliminador de niebla, y deberá ser para el flujo especificado de aire oloroso. La eficiencia deberá obtenerse con un consumo de máximo 1.0 L/hr de solución por cada 10 m³/hr flujo de gas lavado (0.7 galones/min de solución por cada 1,000 pies³/min de flujo de gas lavado), y una caída de presión a través de la unidad completa, incluyendo el eliminador de neblina, de no más de 0.15 m CA (6" WC).

La torre de lavado, incluso todas sus partes internas y accesorios, deberá ser completamente resistentes a la corrosión química de los compuestos a tratar, consumir y producir en la operación unitaria de remoción de olores (entre otros: H₂S, H₂SO₄, CaO, etc.), y deberá tener una garantía contra el falla inducida por corrosión de un año, contado a partir del arranque inicial.

La torre de lavado deberá proveerse completa, con base metálica con protección epóxica y de resistencia suficiente para hacer la unidad autosoportante cuando esté en operación. Igualmente, deberá proveerse toda la tubería interna necesaria para la recirculación de la solución lavadora, de modo que en el montaje se haga solo uniones de tubería externas para suministro y retorno de la solución. La tubería será de PVC. Dondequiera que sea posible, la tubería será instalada en fábrica, y deberá proveerse puertas de acceso para remoción de la tubería, y para todas las labores de mantenimiento.

Las boquillas de aspersión/atomización de la solución de lavado deberán ser de cono completo, y no obstruibles, de PVC, y/o HPDE. Estas boquillas deberán ser en cantidad suficiente para asegurar la cobertura completa de la cara del packing.

La bomba de recirculación de la solución deberá ser tipo centrífuga, sin sello y para trabajo con químicos: Esta bomba deberá ser de materiales completamente resistentes a la corrosión de todos los contaminantes a manejar. El motor de la bomba deberán ser de una sola velocidad, tipo NEMA B, Clase-B aislada, 440V/3f/60Hz. Todas las partes externas de la bomba y los componentes del accionamiento (motor y acople) deberán ser de materiales resistentes a la corrosión o con protección epóxica. La bomba podrá estar montada en el pozo húmedo de la torre, o en tanque aparte.

En el evento de tenerse tanque aparte para la solución, éste deberá ser del mismo material que la torre. El tanque deberá estar provisto de todos los accesorios y tubería requeridos para succión de la bomba, rebose y drenaje. El tanque deberá ser de capacidad suficiente y rigidez estructural para el servicio previsto. El espacio libre del tanque encima de la conexión de rebose deberá tener el volumen suficiente para contener el líquido contenido en tuberías de inyección y retorno, y en todo el cuerpo y el packing. La bomba de recirculación deberá montarse encima del tanque, y deberá proveerse de toda la tubería y accesorios necesarios para la unión de la succión de bomba al tanque.

El packing (relleno) de cada torre de lavado deberá ser resistente a la corrosión de todos los compuestos a tratar, consumir y producir en la operación. El packing deberá ser de tipo no obstruible, no anidable y de diseño y altura requeridos para conseguir la eficiencia de remoción estipulada anteriormente.. El mínimo espacio vacío del packing deberá ser del 90 al 93 %. El eliminador de niebla deberá remover efectivamente todas las gotas de solución lavadora antes que el gas lavado salga de la torre.

La torre deberá proveerse con paneles de acceso removibles para retiro y colocación del packing, y para mantenimiento de las boquillas de aspersión. También deberá proveerse ventanillas para la inspección visual del packing y las boquillas.

La torre deberá proveerse con caudalímetros/rotámetros para la indicación/ajuste de la solución y del agua de reposición. Igualmente deberá proveerse con manómetro(s) para supervisar el diferencial de presión a través del packing de la torre.

La torre deberá tener un sistema de control de adición químico consistente en analizador o controlador del pH, bomba de alimentación del químico y de todo el necesario aparataje eléctrico y electrónico de accionamiento y control: Todos los anteriores elementos deberán ir dentro de un gabinete NEMA 4X a de lamina de al menos 2 mm de acero inoxidable 304 totalmente a prueba de corrosión.

3.4 Instalaciones de servicio de las subunidades y equipos

Los trabajos de Instalaciones de Servicio de la Subunidades y equipos de la Unidad de Control de Olor, de la PTAR RIO FRIO I Etapa 1 – Fase 2, comprenden suministrar e instalar las obras civiles y acometidas eléctricas que incluyan tuberías complementarias, tableros eléctricos y de comando y control, instrumentación para medición y control (Diferente a la de la USO), canalizaciones necesarias de la Etapa 1– Fase 2, conexiones, alojamientos, protección y soportes adecuados, por lo cual se deberá dotar, probar y poner en operación los equipos e instalaciones de servicio a entera satisfacción del CONTRATANTE, tomado como referencia estas especificaciones particulares y las especificaciones generales relacionadas.

Las obras civiles comprenden el suministro e instalación Integral (Rotura, Excavación, instalación, rellenos, reparaciones varias), de las redes de alimentación (tuberías básicas aire, agua de proceso, biogás, olor y lodos), requeridas para el interior de cada unidad, que permitan la puesta en funcionamiento de las subunidades y Equipos, incluyendo sus accesorios, válvulas y soportería necesarias y cumpliendo las especificaciones generales de tuberías. Así mismo, las edificaciones y estructuras (cimentaciones, placas de piso y estructuras receptoras y de soporte) complementarias para alojamiento y protección de las subunidades y Equipos.

Las obras eléctricas para cada subunidad, deberán contemplar las acometidas eléctricas parciales propias de cada subunidad, aparatajes, con las canalizaciones de conductores e instrumentación (Rotura, Excavación, instalación, rellenos, reparaciones varias), con sus respectivos tableros eléctricos parciales-TP para cada elemento requerido de la subunidad, Tableros de fuerza y control-TFC y las salidas de enlace para la conexión a la USO.

Dentro del costo de la unidad se debe contemplar el transporte y la asesoría técnica del personal especializado para los ajustes de diseño, proceso de implementación, puesta en funcionamiento, capacitación al personal operativo y validación final de la unidad.

Su unidad de medida será global y se detallará por parte del CONTRATISTA para cada subunidad; la Interventoría y la EMPAS harán revisión y darán aprobación a los elementos particulares de composición para su respectiva instalación y pago.

4. UNIDAD DE 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 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, se describen la unidad y subunidades con sus procesos y operaciones, 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.

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 cuyo tanque ya se encuentra construido en concreto y deberá construirse, instalarse y poner en marcha los mecanismos que hagan posible la clarificación del agua tratada. 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:

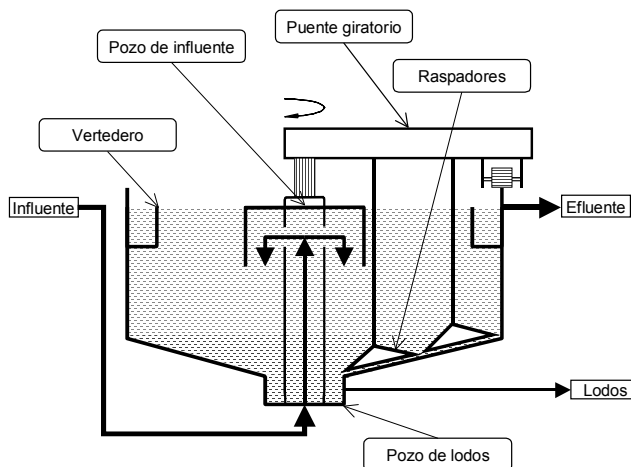
1. Reducir la concentración de lodos en los efluentes
2. Minimizar sólidos totales (ST)
3. Maximizar remoción de contaminantes

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.

En la Ilustración Uno (1) 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 bombas sumergibles o axiales que operan simultáneamente, previendo una 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 trasegado.

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.

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 1:

Tabla 1. Subunidades de la Unidad de Decantación y Transporte de Lodos

Item	Descripción	Uni.	Cant.
4.	UNIDAD DE DECANTACIÓN Y TRANSPORTE DE LODOS		
4.1	Subunidad de puente Giratorio para Decantador	Global	1
4.2	Subunidad de recirculación de lodos	Uni.	1
4.3	Subunidad de purga de lodos	Uni.	1

4.4	Instalaciones de Servicio de Subunidades y Equipos	Glob	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.

4.1 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 2.

Tabla 2-Subunidad de Puente Giratorio

Ítem	Descripción	Uni.	Cant.
4.	UNIDAD DE DECANTACIÓN Y TRANSPORTE DE LODOS		
4.1	Subunidad de puente giratorio de decantador		
4.1.1	Puente giratorio con barrelos. Incluye motoreductor, tableros TP y TFC y acometida TP-TFC	Uni.	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.

4.1.1 Puente giratorio con raspadores de lodo 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 $\varnothing 4"$ 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 $\varnothing 500 \times 500 \text{ mm}$ longitud, fabricadas en lámina A-36, con cubierta labrada de caucho vulcanizado para mayor tracción, y montadas sobre chumaceras escualizables de rodamientos de cilindros a rótula $\varnothing 4"$.

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 Peonatal 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 torsor, especificado mas adelante.

Suministro y montaje del puente giratorio incluye interruptor con alarma por exceso de par torsor; 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 todo 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-36², que sirven tambien 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 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.

² Ver, por ejemplo, SERECO P RTP Peripheral drive scraper for circular clarifier. Brochure. Disponible en http://www.sereco.it/index.php/dir=_eng/mod=catalogo/idprod=37

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 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.

).

El puente giratorio del decantador deberá tener una acometida y un tablero La acometida deberá ser desde el tablero parcial dispuesto para tal efecto en las instalaciones eléctricas

El tablero del puente giratorio deberá ser con gabinete a prueba de intemperie y corrosión. 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.

Medición de Caudal Efluente del Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales

Estará conformado por una Canaleta Parshall con pozo de quietamiento para medición ultrasónica de caudal que enviará la señal a la USO. La medición de caudal se hará a la salida del decantador sobre el canal de efluentes y medirá el caudal en línea.

4.2 Subunidad de recirculación de lodos

Dentro del alcance de esta licitación, la Subunidad de Recirculación de Lodos de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Municipales (PTAR) Río Frío, para al menos un caudal de diseño sanitario de $q_{dis} = 0.500m^3/s$, deberá componerse de equipos e instalaciones de servicio relacionados en la tabla 2.

Tabla 3 Equipos e instalaciones de servicio de la Subunidad de Recirculación de Lodos

Item	Descripción	Uni.	Cant.
4.	UNIDAD DE DECANTACIÓN Y TRANSPORTE DE LODOS		
4.2	Subunidad de Recirculación de Lodos		
4.2.1	Conjunto de Bombeo, Medición de Caudal y Comando Eléctrico para recircular lodos	Uni.	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.

4.2.1 Conjunto de Bombeo, Medición de Caudal y Comando Eléctrico para recircular lodos

Conjunto de Bombeo para recircular lodos del decantador

Deberá estar compuesto por un conjunto de motobombas sumergibles o axiales previendo equipos 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 los UASBs (ANR-205 a 207). El conjunto de bombas deberá garantizar un caudal de lodos recirculados de al menos 3,000 m³/h. El conjunto de bombas deberá operar 24 horas continuas previendo la reserva de bombas necesarias para garantizar el menor consumo de energía y un uso uniforme de los equipos que componen el sistema de bombeo. El fluido a manejar será lodo decantado proveniente de la unidad de aeración, de densidad de al menos 1,006 kg/m³, temperatura máxima de 25°C; y, contenido de sólidos de al menos 0,5% en peso (5.000 mg/L).

Las motobombas para recircular lodos puede ser sumergible o vertical de flujo axial. Si la bomba propuesta es de tipo vertical axial, ésta puede ser de una o dos etapas; con eje suspendido protegido y lubricado por aceite o grasa; con campana de succión; y con columna (o tubo) y codo para descarga sobre el nivel del piso. Deberá tener un pedestal para el accionamiento por motor eléctrico con transmisión por acoplamiento directo.

El conjunto de motobombas para recircular los lodos, sean estas sumergibles o verticales axiales deberá diseñarse y/o seleccionarse para operación de 24 horas / día; para manejar al menos un caudal Q = 3,000 m³/hora (833.33 l/s = 13.210 gal/min) =6.605 gal/min); para una altura dinámica total Ht = 8.0 m CA (26.24 pies CA);

La potencia máxima de cada bomba no será superior a 40 Kw. El proponente indicará el tipo y las características de las bombas a construir e instalar. El motor de cada bomba debe ser para 3 fases, 440 V, 60 Hz, TEFC.

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)

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 los soportes y/o elementos requeridos para succión y descarga de los lodos, debe asegurarse baja producción de ruido.

El material de construcción de cada bomba deberá garantizar un buen comportamiento ante la corrosión.. La protección anticorrosiva deberá ser con 2.5 mills anticorrosiva epóxica y acabado con 5.0 mills de pintura epóxica, previa limpieza con sand-blasting comercial (SSPC-SP-6 / NACE # 3).

El suministro y montaje de cada bomba de recirculación de lodos deberá incluir todos los elementos necesarios y suficientes para su correcta instalación y funcionamiento (incluyendo puente grúa). Además debe incluir sensores; controladores y actuadores; tablero parcial; tablero de fuerza y control; y, acometidas eléctricas con gabinete a prueba de corrosión.

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 la bomba, o los elementos rotatorios y los elementos no rotatorios críticos, sometidos a desgaste, puedan removerse rápida y fácilmente para inspección, reparación o cambio, 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 o 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 compatibles con el peso de las bomba. Las dimensiones principales aproximadas de este puente grúa deberán ser compatibles con la bomba y su facilidad de acceso. Para la elevación deberá disponerse de un diferencial manual a cadena de eslabones para levante compatible con la bomba, con trole engranado de desplazamiento manual.

Los componentes estructurales de puente grúa, los presentara el CONTRATISTA para la aprobación de la Interventoría.

Medición de Caudal de recirculación de lodos

Estará conformado por una Canaleta Parshall ubicada en la línea de la tubería de recirculación de lodos, entre la salida del decantador y el tanque de aeración. Incluye un sensor ultrasónico que envía señal a la USO.

4.3 Subunidad de purga 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 3.

Tabla 4 Equipos e instalaciones de servicio de la Subunidad de Purga de Lodos

Item	Descripción	Uni.	Cant.
4.	UNIDAD DE DECANTACIÓN Y TRANSPORTE DE LODOS		
4.3	Subunidad de Purga de Lodos		
4.3.1	Conjunto de Bombeo, Medición de Caudal y Comando Eléctrico para recircular lodos	Uni.	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.

4.3.1 Conjunto de Bombeo, Medición de Caudal y Comando Eléctrico para recircular lodos

Bombas Centrifugas

Deberá proveerse dos (2) motobombas centrifugas sumergibles, una funcionando y otra en stand-by, (P-612) para purga de lodos desde la Estación de bombeo No. 3 a pozo P2, donde se mezclan con efluentes del pretratamiento para alimentar a los reactores UASBs. Estas motobombas deberán ser para manejar un caudal de $125\text{ m}^3/\text{h}$ de lodos de purga de los 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 0.5% en peso (5000 mg/L).

Bombas de Desplazamiento Positivo

Deberá proveerse de dos (2) motobombas de desplazamiento positivo, una motobomba operante y otra de reserva, desde la Estación de Bombeo # 3 hasta pozo P-2. Caudal de al menos $15\text{ m}^3/\text{hora}$ (70 gal/min), altura dinámica total de al menos 7 mCA (24 pies CA), succión x descarga en diámetro mínimo de 4" (102 mm), ANSI 150 libras. Potencia efectiva de al menos $P = 20\text{ HP}$ (15.0 kW), y giro variable.

Para transporte de lodos para un mínimo de 3% de sólidos, cada motobomba deberá ser para bombeo continuo de hasta 16 hrs/día.

Cada motobomba deberá tener estator en acero inoxidable, rotor tipo sin fin en caucho nitrílico, y carcasa en hierro fundido, eje en acero inoxidable sin sello mecánico. Eje montado sobre rodamientos axiales de bolas con lubricación por grasa. Acople directo a moto reductor tipo helicoidal.

Tanto como para las bombas Centrifugas como las de desplazamiento positivo de debe incluir el 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.

Medición de Caudal de purga de lodos

Estará conformado por una Canaleta Parshall con sensor ultrasónico que envía señal a la USO, ubicada a la llegada al pozo P-2. Para un caudal de 0 a 200 m³/h.

4.4 Instalaciones de servicio de las subunidades y equipos

Los trabajos de Instalaciones de Servicio de la Subunidades y equipos de la Unidad de Decantación y transporte de lodos de la PTAR RIO FRIO I Etapa 1 – Fase 2, comprenden suministrar e instalar las obras civiles y acometidas eléctricas que incluyan tuberías complementarias, tableros eléctricos y de comando y control, instrumentación para medición y control (Diferente a la de la USO), canalizaciones necesarias de la Etapa 1– Fase 2, conexiones, alojamientos, protección y soportes adecuados, por lo cual se deberá dotar, probar y poner en operación los equipos e instalaciones de servicio a entera satisfacción del CONTRATANTE, tomado como referencia estas especificaciones particulares y las especificaciones generales relacionadas.

Las obras civiles comprenden el suministro e instalación Integral (Rotura, Excavación, instalación, rellenos, reparaciones varias), de las redes de alimentación (tuberías básicas aire, agua de proceso, biogás, olor y lodos), requeridas para el interior de cada unidad, que permitan la puesta en funcionamiento de las subunidades y Equipos, incluyendo sus accesorios, válvulas y soportería necesarias y cumpliendo las especificaciones generales de tuberías. Así mismo, las edificaciones y estructuras (cimentaciones, placas de piso y estructuras receptoras y de soporte) complementarias para alojamiento y protección de las subunidades y Equipos.

Las obras eléctricas para cada subunidad, deberán contemplar las acometidas eléctricas parciales propias de cada subunidad, aparatajes, con las canalizaciones de conductores e instrumentación (Rotura, Excavación, instalación, rellenos, reparaciones varias), con sus respectivos tableros eléctricos parciales-TP para cada elemento requerido de la subunidad, Tableros de fuerza y control-TFC y las salidas de enlace para la conexión a la USO.

Dentro del costo de la unidad se debe contemplar el transporte y la asesoría técnica del personal especializado para los ajustes de diseño, proceso de implementación, puesta en funcionamiento, capacitación al personal operativo y validación final de la unidad.

Su unidad de medida será global y se detallará por parte del CONTRATISTA para cada subunidad; la Interventoría y la EMPAS harán revisión y darán aprobación a los elementos particulares de composición para su respectiva instalación y pago.

5. UNIDAD SUPERVISORA DE OPERACION (USO)

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 afluentes y efluentes
3. Caudales de aire
4. Caudales de biogás
5. Consumo de energía por cada unida de proceso o TFC.

La USO debe tendrá dos terminales una para operación y visualización que se ubicara en un sitio estratégico dentro de la zona de generación de energía y procesamiento de lodos y otra para visualización del proceso, que se podrá ubicar en la oficina central de la administración del Sistema en ambos casos con pantalla de 17".

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 el CONTRATANTE, manuales de operación y mantenimiento y lista de stock mínimo de repuestos.

Los trabajos para entregar en funcionamiento la **Unidad de Supervisión de Operaciones (USO)** de la etapa 1 del proyecto de optimización, modificación y nueva integración de procesos de la PTAR Río Frío a entera satisfacción del CONTRATANTE comprende suministro, montaje, pruebas y puesta en operación de equipos e instalaciones de servicio de esta unidad para un caudal de diseño $q_{dis} = 0.5 \text{ m}^3/\text{s}$, con previsiones para un caudal de diseño $q_{dis} = 2.0 \text{ m}^3/\text{s}$. Esto lo deberá ser como se estipulan en estas especificaciones particulares, las especificaciones generales de obras mecánicas y demás especificaciones y condiciones relacionadas y mandatorias. Los trabajos incluyen todas las conexiones para las unidades remotas (RTUs), la unidad maestra (MTU) y las unidades de monitoreo o indicadores (ITUs), lo cual deberá ejecutarse para obtener la operación integral, eficaz y eficiente del conjunto.

El CONTRATISTA será el único responsable por el suministro, montaje, pruebas, pre-operación y eventuales ajustes de la unidad, la cual deberá operar según los parámetros de la planta. El alcance de los trabajos también incluye suministro planos "as built"; entrenamiento del personal designado por la el CONTRATANTE; manuales de operación y mantenimiento; y, lista de stock mínimo de repuestos.

El valor de las instalaciones de servicio de la USO 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.

A continuación se consignan las especificaciones particulares de los equipos e instalaciones de servicio para la Unidad de Supervisión de Operaciones de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Municipales (PTAR) Río Frío, para al menos un caudal de diseño sanitario de $q_{dis} = 2.0 \text{ m}^3/\text{s}$. En estas especificaciones, inicialmente se describen la unidad y subunidades con sus procesos y operaciones, y luego se relacionan los componentes. Después se presentan las especificaciones particulares de los equipos e instalaciones de servicio.

Las especificaciones particulares se refieren a los equipos necesarios para coleccionar información y supervisar operaciones y procesos unitarios de la PTAR. Excepto donde se especifique lo contrario, las instalaciones de servicio de energía eléctrica 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.

La USO deberá ser para realizar la recolección de información y monitoreo centralizado de operaciones y procesos de la PTAR. Mediante esa unidad, se deberá poder visualizar en pantallas el funcionamiento de todos los componentes de la planta. La USO deberá conectarse a todos los tableros de fuerza y control (TFCs) y/o paneles de operación que atienden a cada unidad y subunidad de la PTAR y/o los equipos mayores de las mismas.

La USO deberá indicar y registrar al menos:

1. Estado de motores eléctricos de los equipos mayores (en operación y fuera de operación)
2. Estado de actuadores (electro válvulas)
3. Consumo de energía por cada unidad de tratamiento y/o tablero de fuerza y control (TFC).
4. Caudal de afluentes y efluentes
5. Caudales de aire a los tanque de aeración del tratamiento secundario
6. Oxígeno disuelto en tanques de aeración del tratamiento secundario
7. Flujo de lodo recirculado (RAS) y descartado (WAS) de los tanques de aeración del tratamiento secundario
8. Caudales de biogás quemado
9. Presión y temperatura del biogás producido
10. Caudal de Aire Contaminado
11. Las composiciones odoríferas en H₂S y mercaptanos de aire contaminado antes y después de los dispositivos del biofiltro isobárico y filtro fisicoquímico isobárico.

1. La USO deberá tener una unidad terminal maestra (MTU) y dos unidades terminales de indicación (ITUs) con pantalla de 21". Una de las ITUs podrá ser la MTU.

Las señales deberán transformarse y/o llevarse desde todos los puntos especificados de los procesos y operaciones de la PTAR, y lo deberá ser de manera adecuada al funcionamiento de la USO. Esto con el objetivo que en la MTU y en cada ITU se tenga informaciones en tiempo real de las condiciones de operación de la planta.

La USO deberá permitir automatizar las funciones principales de la PTAR por medio de:

- Instrumentar medición de los principales parámetros químicos, físicos y biológicos de las operaciones y procesos unitarios de la PTAR
- Recolectar datos de las diferentes secciones de planta en tiempo real y según los parámetros medidos por dispositivos basados en microprocesadores y/o PLCs
- Intercambiar datos y elaborar estadísticas en cuanto al funcionamiento, alarmas y tendencia por medio de un sistema de supervisión
- Alertar al personal que es responsable de la PTAR en caso de la alarma seria
- Informar sobre consumo de energía y de productos químicos
- Archivar y transferir información en medios duros (papel) y blandos (magnéticos), según método, materiales y procedimientos establecidos por el sistema de gestión y aseguramiento de calidad de la PTAR Río Frío y el proyecto de mecanismo de desarrollo limpio propuesto por el CONTRATANTE y/o el CONTRATANTE al Banco Mundial³
- Elaborar reportes para las entidades privadas y públicas de financiación, administración y control, según procedimientos y formas estipulados por reglamentación y cláusulas contractuales vigentes.

³ Ver anexo documento CORPORACIÓN AUTONOMA REGIONAL DE DEFENSA DE LA MESETA DE BUCARAMANGA (CDMB) COLOMBIA. Rio Frio carbon project - Clean development mechanism project design document. Version 03 - in effect as of: 28 July 2006. Bucaramanga, Sant. Colombia: CDMB, April 25, 2007. 69 p.

La automatización deberá organizarse en tres niveles:

- Nivel 0: Instrumentación:** Proporcionar los datos de variables que son necesarios para los ciclos de automatización, para monitorear eficacia y para el funcionamiento de la PTAR.
- Nivel 1: Automatización baja:** Proporcionar automáticamente toda la lógica para el funcionamiento y la seguridad de los diferentes componentes de la PTAR. Este nivel de automatización deberá garantizar ahorros de energía e insumos, fiabilidad, flexibilidad y posibilidad de ampliar la PTAR
- Nivel 2: Supervisión:** Actuar como interfase entre el hombre y la PTAR, tanto desde punto de vista de colección de señales instrumentales como desde el punto de vista de las condiciones de funcionamiento de los equipos.

Con El sistema de automatización de la PTAR se podrá lograr :

- Obtener información sobre el cumplimiento de la calidad del efluente y de la capacidad hidráulica de la PTAR
- Reducir el gasto de personal operativo y/o supervisor
- Reducir costos de energía al automatizar las operaciones y los procesos
- Reducir el consumo de productos químicos debido al control de dosificaciones
- Facilitar el mantenimiento preventivo por monitoreo continuo de las horas de trabajo de cada equipo mayor.

Para indicar el estado de los motores eléctricos y el consumo de energía eléctrica, las especificaciones mecánicas generales estipulan el aparataje eléctrico y electrónico mínimo que deben incluir todos los tableros de fuerza y control (TFCs) de los equipos mayores y menores, los cuales se consignan más adelante. Por otra parte, las mismas especificaciones particulares estipulan sensores, controladores y actuadores para cada unidad y/o subunidad.

Las señales analógicas y/o digitales de la instrumentación deberán transformarse y/o llevarse desde todos los respectivos puntos de toma y operación; y lo deberá ser de manera adecuada al funcionamiento del sistema. Como estipulado antes, esto lo deberá ser con el objetivo que en la MTU y en cada ITU se tenga informaciones en tiempo real de las condiciones de operación de toda la PTAR.

El plano P&I-01 muestra el diagrama básico del flujo de procesos y operaciones unitarias de la PTAR, el diagrama conceptual de instrumentación de la USO, y las convenciones e identificación de tanques, equipos e instrumentos.

La Unidad de Supervisión de Operaciones de PTAR Río Frío, para caudales de diseño sanitario de 0.5 m³/s deberá componerse de las subunidades como aparece en la tabla 1.

Tabla 1. Subunidades de la Unidad de Supervisión de Operaciones para 0.5 < q_{dis} < 2.0 m³/s

ítem	Descripción	Uni.	Cant.
5.	UNIDAD DE SUPERVISIÓN DE OPERACIONES		
5.1	Subunidad de Terminales Remotas (RTUs)	Global	1
5.2	Subunidad de Software (software básico, Software de supervisión y control compatible SCADA/HMI (ELIPSE y módulos A/D)	Global	1
5.3	Subunidad de Hardware (cableado, PCs, MTU y ITUs)	Global	1
5.4	Instalaciones de Servicio de Subunidades y Equipos	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.

Características generales de la instrumentación y control de la PTAR

Códigos y normas de diseño

Adicional a los códigos y normas contenidas en las especificaciones generales, la USO deberán cumplir las siguientes normas:

- 1) **ISA**: Instrument Society of America
- 2) **NESC**: National Electrical Safety Code
- 3) **UL**: Underwriters Laboratories
- 4) **IEEE**: Institute of Electrical and Electronic Engineers

Las normas reconocidas y recomendadas de otras organizaciones deberán utilizarse cuando se requiera que sirvan como lineamientos para el diseño, fabricación y construcción, o la selección; y no se opongan a las aquí referidas.

Requisitos de diseño

Los criterios de diseño para las RTUs deberán ser los que se especifican a continuación.

Condiciones ambientales

Todos los instrumentos y dispositivos de control instalados en el campo, deben diseñarse para soportar las condiciones de temperatura y humedad especificadas en las condiciones climatológicas del sitio (890 m snm, 70 a 100% HR, 15 a 35°C), y la presencia de ácidos orgánicos, biogás y H₂S como consecuencia del tratamiento de las aguas residuales. Características del biogás procedente de los bioreactores de la PTAR Río Frío se presenta más adelante en el aparte de especificaciones complementarias

.Todos los instrumentos y dispositivos de control instalados en zonas con aire acondicionado deberán diseñarse para operar a temperatura ambiente de 20°C y con humedad relativa de 50 a 70 %. En caso de falla del aire acondicionado, el dispositivo deberá soportar, por períodos prolongados, las mismas condiciones de temperatura y humedad que los instrumentos de campo.

Alimentaciones eléctricas

Todos los instrumentos y dispositivos de control, deberán estar diseñados para operar con suministro eléctrico de 220 V y 120 voltios de corriente alterna y 60 Hz. Cualquier voltaje o suministro que se requiera distinto al anterior, deberá ser proporcionado por el proveedor del equipo.

Rangos estándar y señales análogas

El rango de señales normalmente deberá ser: 1) Eléctricas, de 4 a 20 mA CD; 3) Digitales, RS-485; y, 3) Neumáticas, de 0.2 a 1.0 Bar.

Capacidad de los contactos

Las capacidades mínimas de todos los contactos de los instrumentos utilizados para alarmas, enlaces o controles de parada / arranque de motores deberán ser de 500 voltios CA o CD graduados térmicamente para una corriente de 10 amperios.

Calibración

La precisión de los sistemas de medición, comparados con el proceso real, deberá determinarse de la lectura marcada en el dispositivo principal, ya sea el transmisor o el registrador. La precisión de los dispositivos de medición deberá estar dentro de los siguientes límites:

- 1) Presión: 1.0 por ciento del rango medido
- 2) Nivel: 1.0 por ciento del rango medido
- 3) Temperatura: 1.0 por ciento del rango medido
- 4) Posición: 2.0 por ciento del máximo recorrido
- 5) Medición de flujo magnético o ultrasónico: 1.5 por ciento de la escala total, entre 10 y 100 por ciento de la escala completa.

- 6) Mediciones de flujo diferenciales con elemento primario: 2.0 por ciento de la escala total, entre 15 y 100 por ciento de la escala completa.
- 7) Medición ultrasónica del tipo Doppler: 3.0 por ciento de la escala total, entre 10 y 100 por ciento de la escala completa.
- 8) Medición de acueductos o vertederos de tipo canal abierto: 4.0 por ciento de la escala total entre 5 y 100 por ciento de la escala completa.

Equipo nuevo

Los instrumentos y dispositivos de control, a proveer conforme a estas especificaciones, deberán ser totalmente nuevos. Todo el equipo deberá ser no patentado o sujeto a regalías por uso (no-proprietary equipment) instalado por el CONTRATISTA de acuerdo con las instrucciones del fabricante. El equipo que requiera reparación o ajuste periódico, deberá surtirse completo con todas las herramientas especiales, instrumentos y accesorios necesarios para dar un mantenimiento apropiado, incluyendo los dispositivos especiales para levantarlo o manejarlo, en caso requerido.

Montaje e identificación

Los instrumentos deberán ser instalados de tal manera que sean accesibles y fáciles de revisar. Todos los dispositivos deberán estar provistos de etiquetas de identificación (tags) permanente. A los transmisores y dispositivos montados en el campo se les deberán adherir placas de identificación. Los números de etiqueta para todos los dispositivos deberán corresponder con los del diagrama conceptual de instrumentación y planos de equipo del CONTRATISTA.

Requisitos funcionales

Los requisitos funcionales para la MTU, las ITU y las RTUs de la USO, deberán ser como se especifica a continuación:

Generalidades

El Contratista deberá proporcionar los instrumentos y dispositivos de control, que se requieran para la operación segura y eficiente del equipo de la planta, y para monitorear y mantener los parámetros de la descarga y el flujo de salida especificados. Los instrumentos y dispositivos de control deberán tener la capacidad de recopilar los datos de parámetros para los registros de operaciones y para la verificación de las mismas, y deberán ser no patentados o sujeto a regalías por uso (no-proprietary instruments).

Los convertidores e incrementadores de señales, amplificadores, alimentaciones eléctricas, cables, aterrizajes y aislamientos especiales, deberán proporcionarse e instalarse según sea necesario para el desempeño adecuado del equipo y la USO.

Disposición del sistema de control

El CONTRATISTA deberá seleccionar la disposición del sistema de control que proporcione el método más eficiente para el control de la Planta. En el arreglo podrán utilizarse controladores locales de circuitos cerrados sencillos o múltiples, controlador(es) de lógica programables, microcomputadores o mini computadores o un sistema híbrido que combine cualquiera de los tipos de controles disponibles. El sistema de control deberá ser independiente de cualquier otro sistema de datos de cada equipo en particular.

Instrumentación necesaria

El CONTRATISTA deberá surtir cuando menos un dispositivo de medición de flujo para cada una de las descargas de la planta. El resto de los instrumentos y dispositivos de control deberán ser especificados por el CONTRATISTA, en el diseño detallado de la planta. Todos los instrumentos y dispositivos de control deberán satisfacer los requisitos generales especificados en esta sección.

Dispositivo de programación

El CONTRATISTA deberá proporcionar un dispositivo de programación o de configuración de sistema para los equipos que lo requieran, para mantenimiento de rutina y de detección de fallas. El dispositivo de programación deberá estar completo y en condiciones totales de funcionamiento y será entregado al Contratante al término del período de pruebas y puesta de operación.

Diseño de seguridad

Los equipos de control de circuitos cerrados podrán ser operados mediante dispositivos programables tales como microcomputadoras o controladores de lógica programable. Sin embargo, los circuitos cerrados que se usarán para fines de seguridad —ya sea para evitar daños al equipo, a las instalaciones o para evitar posibles accidentes al personal de operación— deberán elaborarse con alambre para trabajo pesado y activarse por instrumentos o sensores independientes. Esto incluye dispositivos tales como interruptores de bajo nivel para bombas, interruptores de alto nivel para tanques, y depósitos para control de ventiladores para gases tóxicos o explosivos, en áreas cerradas. Estas condiciones de seguridad también deberán contar con alarmas. Las alarmas podrán anunciarse a través de dispositivos programables.

Instrumentos

Los criterios de diseño para el uso de instrumentos, deberán ser como los especificados aquí.

Transmisores de presión estática y de presión diferencial

Los elementos sensores para los transmisores de presión estática o de presión diferencial, deberán ser del tipo de capacitancia o de medición de esfuerzos. Para el servicio de agua, deberán equiparse los transmisores de presión estática con una válvula de aislamiento, y los transmisores de presión diferencial, con una cabeza múltiple de tres válvulas.

Interruptores de presión

Los interruptores de presión deberán ser activados por elementos de tipo diafragma o disco. Los interruptores de presión deberán seleccionarse por la tolerancia de cada interruptor de presión con respecto al rango, capacidades de sobre presión, repetibilidad y banda muerta.

Transmisores de nivel

Los elementos sensores para los transmisores de nivel deberán ser de los siguientes tipos:

- 1) Dispositivos de cabeza estática para recipientes expuestos a la presión atmosférica, o dispositivos de tipo burbuja de aire, en caso de que no sea objetable la absorción de aire por el líquido. (Los transmisores de nivel de este tipo son iguales a los transmisores de presión estática).
- 2) De presión diferencial con cámara de cabeza constante, para aplicaciones de alta presión y temperatura donde la instalación de un flotador sea impráctica. (Los transmisores de este tipo son iguales a los transmisores de presión diferencial).
- 3) Ultrasónico y de prueba de admitancia para aplicaciones especiales.

Interruptores de nivel

Los interruptores de nivel deberán ser activados por elementos de los siguientes tipos:

- 1) Dispositivos de cabeza estática para recipientes expuestos a la presión atmosférica, o dispositivos de burbuja de aire, en caso de que no sea objetable la absorción de aire por el líquido. (Los interruptores de este tipo son iguales a los interruptores de presión estática.)
- 2) De tipo diferencial para aplicaciones de alta presión y alta temperatura. (Los interruptores de nivel de este tipo son iguales a los interruptores de presión diferencial.)
- 3) De tipo de flotador para tanques, resumideros, pozos y lagunas.
- 4) De tipo ultrasónico o de prueba de admitancia.

Los interruptores de nivel deberán ser resistentes a la vibración; del tipo de cápsula de mercurio, magnéticamente unida al flotador. Cada interruptor será reversible para operaciones NA o NC. La caja del interruptor deberá ser a prueba de agua; a menos que las especificaciones indiquen otra cosa.

Indicadores locales

Todos los transmisores análogos deberán estar provistos con un indicador local montado en un lugar accesible. Los indicadores locales deberán calibrarse de 0 a 100 por ciento de la escala total.

Indicadores de proceso montados en tableros

Los indicadores de proceso montados en tableros deberán ser de tipo digital con LED de 9 cm (3¹/₂ pulgadas) o caracteres de tipo de descarga de gas de no menos de 13 mm (0.5 pulgadas) de alto.

El rango de temperatura de operación deberá ser de 0 a 70 °C. La precisión deberá ser mas o menos 0.1 por ciento. La pantalla deberá graduarse en unidades técnicas que estarán grabadas en la carátula de la pantalla o en la placa de identificación. La pantalla deberá tener un punto decimal móvil y deberá proporcionar indicaciones fuera de rango.

Procesadores de señales

Los módulos de procesadores de señales, tales como reforzadores (boosters), aisladores, sumadores, divisores, selectores y monitores de banda muerta fijos o ajustables, deberán tener circuitos integrados de estado sólido y un aislamiento completo entre la fuente de energía y las señales de entrada y salida.

Unidades de terminales

Los módulos de la unidad terminal maestra (MTU) y de las unidades terminales de indicación (ITUs), deberán utilizar circuitos integrados de estado sólido. Las estrategias de control pueden implementarse utilizando técnicas análogas, digitales o híbridas de cómputo.

SUBUNIDADES DE LA USO

La Unidad de Supervisión de Operaciones de PTAR Río Frío, para caudales de diseño sanitario de 0.5 m³/s < q_{dis} 2.0 m³/s deberá componerse de las subunidades como aparece en la tabla 2.

Tabla 2. Subunidades de la Unidad de Supervisión de Operaciones para 0.5m³/s

ítem	Descripción	Uni.	Cant.
5.	UNIDAD DE SUPERVISIÓN DE OPERACIONES		
5.1	Subunidad de Terminales Remotas (RTUs)	Global	1
5.2	Subunidad de Software (software básico, Software de supervisión y control compatible SCADA/HMI (ELIPSE y módulos A/D)	Global	1
5.3	Subunidad de Hardware (cableado, PCs, MTU y ITUs)	Global	1
5.4	Instalaciones de Servicio de Subunidades y Equipos	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.

5.1 Subunidad de terminales remotas (RTUs)

La Subunidad de Terminales Remotas (RTUs) de la Unidad de Supervisión de Operaciones de la PTAR Río Frío, para al menos un caudal de diseño sanitario de 0,5 m³/s, deberá componerse de equipos e instalaciones de servicio relacionados en la tabla 3.

Tabla 3 Equipos e instalaciones de servicio de la Subunidad de RTUs para $q_{dis} = 2.0 \text{ m}^3/\text{s}$

ítem	Descripción	Uni.	Cant.
5.	UNIDAD DE SUPERVISIÓN DE OPERACIONES		
5.1	Subunidad de RTUs		
5.1.1	Sensores, controladores y actuadores de cada Unidad del Tratamiento de la PTAR, como se estipula en las especificaciones particulares	Global	17
5.1.2	Sensores, controladores y actuadores de cada Unidad del Tratamiento de la PTAR, no estipulados en las especificaciones particulares		
5.1.2.1	Transmisor de nivel para afluente (LT-111)	Uni.	1
5.1.2.2	Transmisor de nivel para efluente (LT-521)	Uni.	1
5.1.2.3	Sensor de oxígeno disuelto para tanque de aeración (OE-221/222)	Uni.	8
5.1.2.4	Control indicador de oxígeno disuelto para tanque de aeración (SID-221/222/223)	Uni.	8
5.1.2.5	Control indicador de recirculación de lodos (XIC-521)	Uni.	4
5.1.2.6	Sensor de sólidos suspendidos totales (XE-521)	Uni.	4
5.1.2.7	Sensor de flujo para purga de lodo (FE-513)	Uni.	4
5.1.2.8	Control indicador de flujo para purga de lodo (PLC-613/615)	Uni.	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.

La Subunidad de Terminales Remotos (RTUs) de la Unidad de Supervisión de Operaciones de la PTAR Río Frío, para al menos un caudal de diseño sanitario de $0,5 \text{ m}^3/\text{s}$, deberá componerse de equipos e instalaciones de servicio relacionados en la tabla 4.

Tabla 4. Equipos e instalaciones de servicio de la Subunidad de RTUs para $q_{dis} = 0.5 \text{ m}^3/\text{s}$

ítem	Descripción	Uni.	Cant.
5.	UNIDAD DE SUPERVISIÓN DE OPERACIONES		
5.1	Subunidad de RTUs		
5.1.1	Sensores, controladores y actuadores de cada Unidad del Tratamiento de la PTAR, como se estipula en las especificaciones particulares	Global	8
5.1.2	Sensores, controladores y actuadores de cada Unidad del Tratamiento de la PTAR, no estipulados en las especificaciones particulares		
5.1.2.1	Transmisor de nivel para afluente (LT-111)	Uni.	1
5.1.2.2	Transmisor de nivel para efluente (LT-521)	Uni.	1
5.1.2.3	Sensor de oxígeno disuelto para tanque de aeración (OE-221/222)	Uni.	2
5.1.2.4	Control indicador de oxígeno disuelto para tanque de aeración (SID-221/222/223)	Uni.	2
5.1.2.5	Sensor de sólidos suspendidos totales (XE-521)	Uni.	1
5.1.2.6	Control indicador de recirculación de lodos (XIC-521)	Uni.	1
5.1.2.7	Sensor de flujo para purga de lodo (FE-513)	Uni.	1
5.1.2.8	Control indicador de flujo para purga de lodo (PLC-613/615)	Uni.	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.

Las siguientes especificaciones particulares estipulan sensores, controladores y actuadores para cada unidad y/o subunidad

Sensores, controladores y actuadores de los RTUs

A continuación se especifican sensores, controladores y actuadores o RTUs no contempladas en las especificaciones generales y/o en las especificaciones particulares de unidades, subunidades y equipos mayores.

Sensor de nivel para afluyente (LE-111)

Un sensor de nivel (LE-111) deberá proveerse para la canaleta Parshall del afluyente de la PTAR Río Frío. Este sensor deberá enviar señal adecuada a un indicador (LI-111) localizado en la unidad terminal maestra (MUT) y/o las estaciones de monitoreo para indicar flujo en m³/s.

El sensor de flujo para el afluyente deberá tener las siguientes características:

- 1) Para uso exterior, a la intemperie, protección IP 65
- 2) Tipo no contacto, por ultrasonido o infrarrojo, con emisor-receptor y con auto limpieza por aire proveniente de un compresor incorporado
- 3) Para montar sobre la baranda de seguridad de canaleta Parshall.

Las especificaciones básicas del sensor de flujo para el afluyente deberán ser:

- 1) Rango de medición: apropiado al diseño, aforo y/o calibración de la canaleta Parshall
- 2) Tiempo de respuesta: un segundo
- 3) Repetibilidad: $\pm 1\%$ a temperatura constante
- 4) Seguridad de temperatura: $\pm 0.2^{\circ}\text{C}$
- 5) Límites de operación: 0 a 70 $^{\circ}\text{C}$ y 0 a 3 atmósferas
- 6) Entrada de energía: seleccionable 115/230 V AC, 50/60 Hz
- 7) Salida(s): adecuada(s) para enviar al indicador a conectar
- 8) Cable de conexión: 22 AWG x 15 metros de longitud (o de tipo y longitud requerida para enviar al sistema de comunicación con el indicador)
- 9) Acoples: tipo rápido en ambos extremos del cable de conexión.

Los accesorios para el sensor de flujo para el afluyente deberán incluir:

- 1) Compresor para limpieza compatible con y para iguales condiciones de trabajo del sensor a que sirve, y con salida de aire en 1/4" tubería de cobre
- 2) Accesorios para montaje del sensor en tubo PVC RDE 21 de longitud adecuada para alcanzar o enfocar fluido a sensar
- 3) Soporte para montaje por unión atornillada a pasamanos, similar a los soportes para tubería
- 4) Aparataje, conductores y canalizaciones eléctricos para alimentación y protección

En general, todos los materiales del sensor de flujo para el afluyente y todos sus accesorios deberán ser para operación a la intemperie (protección IP 65), y deberán ser resistentes a la acción de los componentes del fluido sensado, y a los gases presentes en la PTAR Río Frío.

Sensor de nivel para efluente (LE-521)

Un sensor de nivel (LE-521) deberá proveerse para cada vertedero del efluente de la PTAR Río Frío. Este sensor deberá enviar señal adecuada a un indicador (LI-521) localizado en la unidad terminal maestra (MUT) y/o las estaciones de monitoreo para indicar flujo en m³/s.

El sensor de flujo para el efluente deberá tener las siguientes características:

- 1) Para uso exterior, a la intemperie, protección IP 65
- 2) Tipo no contacto, por ultrasonido o infrarrojo, con emisor-receptor y con auto limpieza por aire proveniente de un compresor incorporado
- 3) Para montar sobre la baranda de seguridad del vertedero

Las especificaciones básicas del sensor de flujo para el efluente deberán ser:

- 1) Rango de medición: apropiado al diseño, aforo y/o calibración del vertedero
- 2) Tiempo de respuesta: un segundo
- 3) Repetibilidad: $\pm 1\%$ a temperatura constante
- 4) Seguridad de temperatura: $\pm 0.2^{\circ}\text{C}$
- 5) Límites de operación: 0 a 70°C y 0 a 3 atmósferas
- 6) Entrada de energía: seleccionable 115/230 V AC, 50/60 Hz
- 7) Salida(s): adecuada(s) para enviar al indicador a conectar
- 8) Cable de conexión: 22 AWG x 15 metros de longitud (o de tipo y longitud requerida para enviar al sistema de comunicación con el indicador)
- 9) Acoples: tipo rápido en ambos extremos del cable de conexión.

Los accesorios para el sensor de flujo para el efluente deberán incluir:

- 1) Compresor para limpieza compatible con y para iguales condiciones de trabajo del sensor a que sirve, y con salida de aire en 1/4" tubería de cobre (medidas aproximadas WxHxD = 355 x 305 x 152 mm, y peso aproximado 12 kg)
- 2) Accesorios para montaje del sensor en tubo PVC RDE 21 de longitud adecuada para alcanzar o enfocar fluido a sensar
- 3) Soporte para montaje por unión atornillada a pasamanos, similar a los soportes para tubería
- 4) Aparataje, conductores y canalizaciones eléctricos para alimentación y protección

En general todos los materiales del sensor de flujo para el efluente y todos sus accesorios deberán ser para operación a la intemperie (protección IP 65), y deberán ser resistentes a la acción de los componentes del fluido sensado, y a los gases presentes en la PTAR Río Frío.

Sensor de oxígeno disuelto para tanques de aeración (OE-221/222)

El sensor de oxígeno disuelto (OE-221/222) deberá proveer para el tanque de aeración de la PTAR Río Frío. Estos sensores deberán localizarse en la entrada y salida de cada zona anóxica, y deberán enviar señal adecuada a:

- 1) Indicador-controlador de velocidad de los motosopladores (SIC-222/223)
- 2) Unidad terminal maestra (MUT) y/o las unidades terminales de indicación (ITUs) para indicar flujo en mg/L.

El sensor de oxígeno disuelto para el tanque de aeración de la PTAR Río Frío deberá tener las siguientes características:

- 1) Para uso exterior, a la intemperie, protección IP 65
- 2) Tipo de medición galvánica, con membrana de 1.0 mil, cátodo de Pt, ánodo de Pb y electrolito de KCl, y recargable.
- 3) Para detectar en canal abierto con alta concentración de sólidos
- 4) Posibilidad de comunicarse con los demás sensores y enviar señal adecuada a indicadores-controladores de aeración y mezcla (especificados más adelante)
- 5) Para montar sobre la baranda de seguridad perimetral y de puentes de tanque aerador

Las especificaciones básicas del sensor de oxígeno disuelto para el tanque de aeración de la PTAR Río Frío, deberán ser:

- 1) Rango de medición: 0 a 7.0 mg/L
- 2) Tiempo de respuesta: 30 segundos
- 3) Repetibilidad: $\pm 1\%$ a temperatura constante
- 4) Seguridad de temperatura: $\pm 0.2^\circ\text{C}$
- 5) Límites de operación: 0 a 50°C y de 0 a 3 atmósferas
- 6) Entrada de energía: seleccionable 115/230 V AC, 50/60 Hz
- 7) Salida(s): adecuadas para enviar a indicadores-controladores a conectar
- 8) Cable de conexión: 22 AWG x 15 metros de longitud (o de tipo y longitud requerida para enviar al sistema de comunicación con el indicador)
- 9) Acoples: tipo rápido en ambos extremos del cable de conexión.

Los accesorios para el sensor de oxígeno disuelto para el tanque de aeración de la PTAR Río Frío deberán incluir:

- 1) Accesorios para montaje del sensor en tubo PVC RDE 21 de longitud adecuada para alcanzar o enfocar fluido a sensar
- 2) Soporte para montaje por unión atornillada a pasamanos, similar a los soportes para tubería
- 3) Aparataje, conductores y canalizaciones eléctricos para alimentación y protección
- 4) Respuestos de membranas y electrolito de KCl para al menos tres años de funcionamiento normal.

En general, todos los materiales del sensor de sólidos suspendidos totales y todos sus accesorios deberán ser para operación a la intemperie (protección IP 65), y deberán ser resistentes a la acción de los componentes del fluido sensado, y a los gases presentes en la PTAR Río Frío

Sensor de sólidos suspendidos totales para Efluente del Decantador (XE-521)

Un sensor de sólidos suspendidos totales (XE-521) deberá proveerse para cada Efluente del Decantador de la PTAR Río Frío. El sensor deberá enviar señal adecuada a:

- 1) Unidad terminal maestra (MUT) y/o las unidades terminales de indicación (ITUs) para indicar flujo en mg/L.

El sensor de sólidos suspendidos totales para cada efluentes del decantador deberá tener las siguientes características:

- 1) Para uso exterior, a la intemperie, protección IP 65
- 2) Tipo óptico de apertura única (single gap optical) con compensación de color para correlacionar absorción de luz con contenido de sólidos, y con auto-limpieza por aire proveniente de un compresor incorporado
- 3) Para detectar en canal abierto con concentración de sólidos en licor mezclado (MLSS)

Las especificaciones básicas del sensor de sólidos suspendidos totales para cada efluente del decantador, deberán ser:

- 1) Rango de medición: 0 a 30,000 mg/L (0 a 3% en peso) de sólidos suspendidos en licor mezclado (MLSS)
- 2) Tiempo de respuesta: 30 segundos
- 3) Repetibilidad: $\pm 1\%$ de la lectura o ± 30 mg/L, lo que sea más grande
- 4) Seguridad de temperatura: $\pm 0.2^\circ\text{C}$
- 5) Límites de operación de 0 a 50°C y de 0 a 3 atmósferas
- 6) Entrada de energía: seleccionable 115/230 V AC, 50/60 Hz
- 7) Salida(s): adecuadas para enviar a indicadores-controladores a conectar
- 8) Cable de conexión: 22 AWG x 15 metros de longitud (o de tipo y longitud requerida para enviar al sistema de comunicación con indicador-controlador)
- 9) Acoples: tipo rápido en ambos extremos del cable de conexión.

Los accesorios para el sensor de sólidos suspendidos totales para cada efluente del decantador deberán incluir:

- 1) Sistema de limpieza del emisor y el receptor, programable y por chorro de aire proveniente del compresor incorporado
- 2) Compresor para limpieza compatible con y para iguales condiciones de trabajo del sensor a que sirve, y con salida de aire en 1/4" tubería de cobre (medidas aproximadas WxHxD = 355 x 305 x 152 mm, y peso aproximado 12 kg)
- 3) Accesorios para montaje del sensor en tubo 1.1/2" PVC RDE 21 de longitud adecuada para alcanzar o enfocar fluido a sensar
- 4) Soporte para montaje por unión atornillada a pasamanos, similar a los soportes para tubería
- 5) Aparataje, conductores y canalizaciones eléctricos para alimentación y protección

En general, todos los materiales del sensor de sólidos suspendidos totales y todos sus accesorios deberán ser para operación a la intemperie (protección IP 65), y deberán ser resistentes a la acción de los componentes del fluido sensado, y a los gases presentes en la PTAR Río Frío.

5.2 Subunidad de software

Cada Subunidad de Software de la Unidad de Supervisión de Operaciones de la PTAR Río Frío, para al menos un caudal de diseño sanitario de $q_{dis} = 2,0\text{m}^3/\text{s}$, deberá componerse de equipos e instalaciones de servicio relacionados en la tabla 5.

Tabla 5. Componentes de la Subunidad de Software para $q_{dis} = 2,0\text{m}^3/\text{s}$

ítem	Descripción	Uni.	Cant.
5.	UNIDAD DE SUPERVISIÓN DE OPERACIONES		
5.2	Subunidad de Software		
5.2.1	Software básico. Incluye sistema operativo MS Windows Vista con Office Small Business Edition, para $q_{dis} = 2.0\text{m}^3/\text{s}$	Global	1
5.2.2	Software específico de supervisión y control compatible SCADA/HMI (ELIPSE.), para $q_{dis} = 2.0\text{m}^3/\text{s}$	Global	1
5.2.3	Módulo conversión A/D	Uni	40

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.

Cada Subunidad de Software de la Unidad de Supervisión de Operaciones de la PTAR Río Frío, para al menos un caudal de diseño sanitario de $q_{dis} = 0.5\text{m}^3/\text{s}$, etapa 1 del proyecto, deberá componerse de equipos e instalaciones de servicio relacionados en la tabla 6.

Tabla 6. Componentes de la Subunidad de Software para $q_{dis} = 0.5\text{m}^3/\text{s}$

ítem	Descripción	Uni.	Cant.
5.	UNIDAD DE SUPERVISIÓN DE OPERACIONES		
5.2	Subunidad de Software		
5.2.1	Software básico. Incluye sistema operativo MS Windows Vista con Office Small Business Edition, para $q_{dis} = 2.0\text{m}^3/\text{s}$	Global	1
5.2.2	Software específico de supervisión y control compatible SCADA/HMI (ELIPSE), para $q_{dis} = 2.0\text{m}^3/\text{s}$	Global	1
5.2.3	Módulo conversión A/D	Uni	10

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.

5.2.1 Software básico

Deberá proveerse un software básico consistente en sistema operativo MS Windows Vista con Office Small Business, con licencia para red local, o para instalar en cada uno de los PC de las estaciones según exigencias del software específico de supervisión y control compatible SCADA/HMI (ELIPSE). Este

software deberá ser para soportar y manejar el sistema ELIPSE y la producción, almacenamiento, envío/compartimiento de informes y registros generados por el software específico.

5.2.2 Software específico ELIPSE

Para la supervisión, recolección de datos y monitoreo de la PTAR Río Frío, deberá proveerse un software específico tipo ELIPSE. Este software de ELIPSE deberá:

- 1) Ser normalizado, no sujeto a regalías por patente o uso (*no-proprietary*) ELIPSE
- 2) Basarse en controladores con microprocesador(es) y PLCs, sistemas de comunicación avanzados y para computador personal
- 3) Ser para uso en red local
- 4) Ser para trabajar en ambiente MS Windows
- 5) Utilizar módulos de hardware, software y configuración disponible comercialmente de manera rápida (*off-the-shell commercially available hardware and software*).
- 6) Permitir que el sistema opere por sí solo y/o de manera inteligente (*“stand alone” and/or “intelligent” manner*) cuando se pierda la comunicación entre los RTUs y la MTU (Unidad Terminal Maestra)
- 7) Permitir que todos los set-points de las RTUs puedan cambiarse en el MTU por el operador, sin la necesidad de apoyo exterior del proveedor o instalador del software.

Debido a la especial naturaleza del software y hardware involucrado, será responsabilidad total y única del CONTRATISTA el diseño, suministros, programación, pre-operación, generación de gráficos e informes, integración de sistemas, entrenamiento, supervisión, pruebas y puesta en servicio y demás actividades principales y auxiliares requeridas por el ELIPSE.

Adicionalmente, con este software de ELIPSE deberá proporcionarse un dispositivo de programación o de configuración de sistema para los equipos que lo requieran, para mantenimiento de rutina y de detección de fallas. El dispositivo de programación deberá estar completo y en condiciones totales de funcionamiento y será entregado al CONTRATANTE al término del período de pruebas y puesta en servicio del sistema.

5.2.3 Modulo de conversión A/D

Deberá suministrarse módulos de conversión A/D para salidas análogas de la instrumentación no disponible comercialmente con las salidas digitales adecuadas a los sistemas de la USO. Los convertidores deberán proporcionarse e instalarse según sea necesario para el desempeño adecuado del sistema de ELIPSE y la USO.

5.3 Subunidad de Hardware

Cada Subunidad de Hardware de la Unidad de Supervisión de Operaciones de la PTAR Río Frío, para al menos un caudal de diseño sanitario de $q_{dis} = 2.0 \text{ m}^3/\text{s}$, deberá componerse de equipos e instalaciones de servicio relacionados en la tabla 7.

Tabla 7 Equipos e instalaciones de servicio de la Subunidad de Hardware para $q_{dis} = 2.0 \text{ m}^3/\text{s}$

ítem	Descripción	Uni.	Cant.
5.	UNIDAD DE SUPERVISIÓN DE OPERACIONES		
5.3	Subunidad de Hardware		
5.3.1	Cable de comunicación	m	0
5.3.2	Booster	Uni	0
5.3.3	Computador desk-top. Incluye CPU, teclado, monitor 21" e impresora	Uni	4
5.3.4	UPS para computador	Uni	4
5.3.5	Unidad terminal maestra tipo abierta. Incluye tablero, escritorio, estante y silla	Uni	1
5.3.6	Unidad terminal indicadora tipo abierta. Incluye tablero, escritorio, estante y silla	Uni	3

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.

Cada Subunidad de Hardware de la Unidad de Supervisión de Operaciones de la PTAR Río Frío, para al menos un caudal de diseño sanitario de $q_{dis} = 0.5 \text{ m}^3/\text{s}$, etapa 1 del proyecto, deberá componerse de equipos e instalaciones de servicio relacionados en la tabla 8.

Tabla 8 Equipos e instalaciones de servicio de la Subunidad de Hardware para $q_{dis} = 0.5 \text{ m}^3/\text{s}$

Ítem	Descripción	Uni.	Cant.
5.	UNIDAD DE SUPERVISIÓN DE OPERACIONES		
5.3	Subunidad de Hardware		
5.3.1	Cable de comunicación	m	0
5.3.2	Booster	Uni	0
5.3.3	Computador desk-top. Incluye CPU, teclado, monitor 21" e impresora,	Uni	2
5.3.4	UPS para computador	Uni	2
5.3.5	Unidad terminal maestra tipo abierta. Incluye tablero, escritorio, estante y silla	Uni	1
5.3.6	Unidad terminal indicadora tipo abierta. Incluye tablero, escritorio, estante y silla	Uni	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.

5.3.3, y 5.3.4 Computador y UPS

Deberá proveerse computadores tipo desk-top con CPU, teclado, monitor de 21", impresora y UPS para cada estación de monitoreo. La capacidad y características de estos equipos deberán abastecer suficientemente los requerimientos de la USO y el software de ELIPSE.

5.3.5 y 5.3.6 Unidades terminales

Deberá proveerse una unidad terminal maestra (MTU) y una unidades terminales de indicación o monitoreo (ITU). Una de las ITUs podrá ser la MTU. Estas unidades deberán ser del tipo abierto y modular. Cada unidad terminal deberá componerse de un tablero de llegada de cable(s) de comunicación y un escritorio. Cada escritorio deberá ser tamaño secretarial (L x W x H = 1,20 x 0.60 x 0.70 m) tipo oficina abierta con al menos tres gavetas, un estante de dos paños de L x H x D = 1.20 x 0.33 x 0.30 m (para colocar manuales e informes), y silla secretarial, con ruedas y sin brazos. El tablero de llegada de unidad terminal se considera dentro de las instalaciones de servicio de la subunidad. El material de cada unidad terminal deberá ser resistente a las condiciones climatológicas y ambientales del sitio y de la PTAR.

5.4 INSTALACIONES DE SERVICIO DE LAS SUBUNIDADES Y EQUIPOS

Los trabajos de Instalaciones de Servicio de la Subunidades y equipos de la Unidad Supervisora de Operaciones-USO, de la PTAR RIO FRIO I Etapa 1 – Fase 2, comprenden suministrar e instalar las obras civiles básicas y acometidas eléctricas que incluyan tuberías complementarias, tableros eléctricos y de comando y control, instrumentación para medición y control específicos para la USO, canalizaciones necesarias de la Etapa 1– Fase 2, conexiones, alojamientos, protección y soportes adecuados, por lo cual se deberá dotar, probar y poner en operación los equipos e instalaciones de servicio a entera satisfacción del CONTRATANTE, tomado como referencia estas especificaciones particulares y las especificaciones generales relacionadas.

Las obras eléctricas para cada subunidad, deberán contemplar las acometidas eléctricas parciales propias de cada subunidad (Computador, Monitor, CPU y UPS), aparatajes, con las canalizaciones de conductores e instrumentación (Rotura, Excavación, instalación, rellenos, reparaciones varias), con sus respectivos tableros eléctricos parciales-TP para cada elemento requerido de la subunidad, Tableros

llegada de cable de comunicación-TLL, Tableros de fuerza y control-TFC y las salidas de enlace para la conexión a las estaciones de Monitoreo, CPU y UPS.

Luego de consultar planos y replanteo del trazado, se debe precisar la longitud de cable de comunicación en ducto de PVC doble pared corrugada de D=3", con sus respectivas cajas de inspección tipo ESSA

Dentro del costo de la unidad se debe contemplar el transporte y la asesoría técnica del personal especializado para los ajustes de diseño, proceso de implementación, puesta en funcionamiento, capacitación al personal operativo y validación final de la unidad.

Su unidad de medida será global y se detallará por parte del CONTRATISTA para cada subunidad; la Interventoría y la EMPAS harán revisión y darán aprobación a los elementos particulares de composición para su respectiva instalación y pago.