

Sistema descentralizado Tratamiento MBBR de aguas Ard



1

PROPUESTA de un

CONSTRUCCION INTEGRAL DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO
de Aguas residuales Domesticas ARD en Tecnología MBBR HydroClear
y REUSO o VEWRTIMIENTO AGUAS CRUDAS INDUSTRIAL para la IE RURAL del SUR –
Ubicado en Lote Portachuelo Vereda Chorro Blanco Tunja Boyacá
PTAR-PMO-BID-HC20231404
14 Abril 2023

www.verdesostenible.com

Líderes en diseño y construcción Sostenible



Llevamos tu proyecto al siguiente nivel

La Calera 14 Abril 2023

Atc . Srs Proyecto IE Rural del Sur Tunja Boyaca
Fondo de Financiamiento INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA
Alcaldia de Tunja

REF.- El Proyecto para CONSTRUCCION INTEGRAL DE UNA PLANTA
DE TRATAMIENTO de Aguas residuales Domesticas ARD
en Tecnología MBBR HydroClear y REUSO AGUAS CRUDAS INDUSTRIAL
para la Institución Educativa RURAL del SUR – PTAR-PMO-BID-HC20231404
Ubicado en Lote Portachuelo Vereda Chorro Blanco Tunja Boyacá

2

Recibe un cordial saludo

Por la presente me permito someter a su análisis una oferta para construcción integral de una planta de tratamiento de Aguas residuales Domesticas ARD en Tecnología MBBR HydroClear y reuso aguas crudas industrial para la Institución Educativa RURAL del SUR – Ubicado en Lote Portachuelo Vereda Chorro Blanco Tunja Boyacá, Con una validez a 60 días calendario

Para lo cual una vez, entregados algunos datos básicos de proyecto sanitarios, presentamos esta oferta en el enfoque de tratamiento a niveles aceptables en Normas de vertimiento Resolución 631 del 2015 de las Aguas residuales tratadas. Al tiempo que disminuye los impactos ambientales asociados al transporte a través de largas distancias, el vertimiento en grandes cantidades con una serie de beneficios y ventajas

Hemos estructurado el alcance de esta oferta en anexo Para atender el plan de suministros, de orden fabricación Montajes y construcciones , Puesta en marcha en operación y seguimiento.. Así

CC	Grupo	
I	PRELIMINARES	\$ 0,00
II	OBRAS CIVILES DE SANEAMIENTO	\$ 4.246.500,00
III	CONSTRUCCION y MONTAJE DE EQUIPOS para PTAR ARD y SISTEMA DE REUSO POR ASPERSION ZONAS VERDES	\$ 550.321.078,00
	SUB TOTALES (Costo Directo) \$Col	\$ 554.567.578,00
5	Administración	\$ 99.822.164,00
6	Imprevisto	\$ 11.091.352,00
7	Utilidad	\$ 27.728.379,00
8	IVA sobre Utilidad	\$ 5.268.392,00
	SUB TOTAL COSTOS INDIRECTOS (AIU+IVA U)	\$ 143.910.286,00
	TOTAL	\$ 698.477.864,49

Esperamos con gusto cumplir sus requerimientos y atenderle sin compromiso cualquier aclaración para mayor detalle o sugerencias.

Cordialmente

Ing. Manuel A Chaparro Guerra

Matricula # 2520259307 CND

Rep legal TUKNO SAS Verdesostenible

Manuel.chaparro@verdesostenible.com

Cel. 3002122174 / 031+8741469

Bogota D.C / Colombia



PD . + Oferta Presupuesto + Documentos ANEXOS : Alcances, Especificaciones, Cronograma, Ubicación proyecto.

TERMINOS y CONDICIONES GENERALES DE LOS TRABAJOS OFERTADOS

MODALIDAD DE CONTRATO acorde la Oferta PTAR-PMO-BID-HC20231404

FORMA DE PAGO Y CONTROL

- ✓ Orden se compra equipos Item 3.1 el 100% valor CD Costo Directo
- ✓ Saldo x actas de ejecución quincenales

TIEMPO DE ENTREGA

- ✓ 120 días Calendario despachos de equipos a la confirmación pago anticipo
- ✓ Montaje 06 días a partir completado excavación acometidas sanitarias y eléctricas por cliente

VALIDEZ DE LA OFERTA

- ✓ Treinta días (30) Calendarios

NORMAS A USAR

- ✓ Normas RAS .

CONTROL DE CALIDAD

- ✓ Materiales certificados por proveedores (dossier construcción)

OBRAS PRELIMINARES POR PARTE DEL CLIENTE

- ✓ Replanteos topográficos cotas y niveles hidráulicos
- ✓ Retiro de obstrucciones físicas para los trabajos Excavaciones y cimentación del equipo
- ✓ Acometidas y conexiones hidráulicas entrada y salida del equipo
- ✓ Acometidas eléctricas de llegada a tablero de equipos incluido caseta de tablero
- ✓ Rellenos especiales.

TRABAJOS O ACTIVIDADES NO INCLUIDAS.

- ✓ Ensayos de capacidad portante suelos y/o placas
- ✓ Ductos de ventilación, extractores.
- ✓ Anclajes químicos especiales a base de epoxi.
- ✓ Desmonte de elementos existentes en el sitio de obra.
- ✓ Instalación de embebidos o anclajes en concreto
- ✓ Solicitudes de Servicios públicos de energía / sanitarios / agua o teléfono / internet
- ✓ Adecuación de linderos, podas de árboles mayores a 10 cm diam
- ✓ Estructuras diseñadas a partir de acero inoxidable, u otros materiales especiales
- ✓ Ensayos de laboratorios NO especificados en alcances

SUMINISTROS POR PARTE DEL CLIENTE

- ✓ Energía Eléctrica, Agua de llenado e iluminación sin costo dentro Del sitio de obras.
- ✓ Planos y detalles de obras ya existentes
- ✓ Celaduría de Activos suministrados

ACLARACIONES GENERALES

- ✓ Se ejecutaran los trabajos aquí presupuestados.
- ✓ Controles de calidad adicional correrán por petición del cliente.

- ✓ El plazo de entrega de los trabajos se regirá en un horario normal laboral, No incluye horarios nocturnos ni festivos
- ✓ El precio ofertado es solo valido para la adjudicación de los trabajos, en caso de una adjudicación parcial o temporal el precio será reconsiderado.
- ✓ La información y los trabajos aquí ofrecidos son propiedad de las partes. No deberán difundirse, ni entregarse a terceros sin previa autorización. Puede llevarse a cabo un acuerdo de confidencialidad entre las partes.

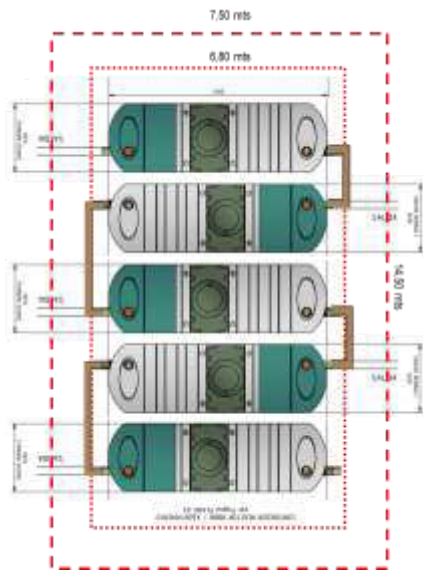
Espero con gusto cumplir sus requerimientos y atenderle sin compromiso cualquier aclaración para mayor detalle o sugerencia
Cordialmente

Ing. Manuel A Chaparro Guerra
Matricula # 2520259307 CND
 Gerente proyectos
 Rep legal TUKANO SAS Verdesostenible
www.verdesostenible.com
Manuel.chaparro@verdesostenible.com
 Cel. 3002122174
 Bogota D.C / Colombia



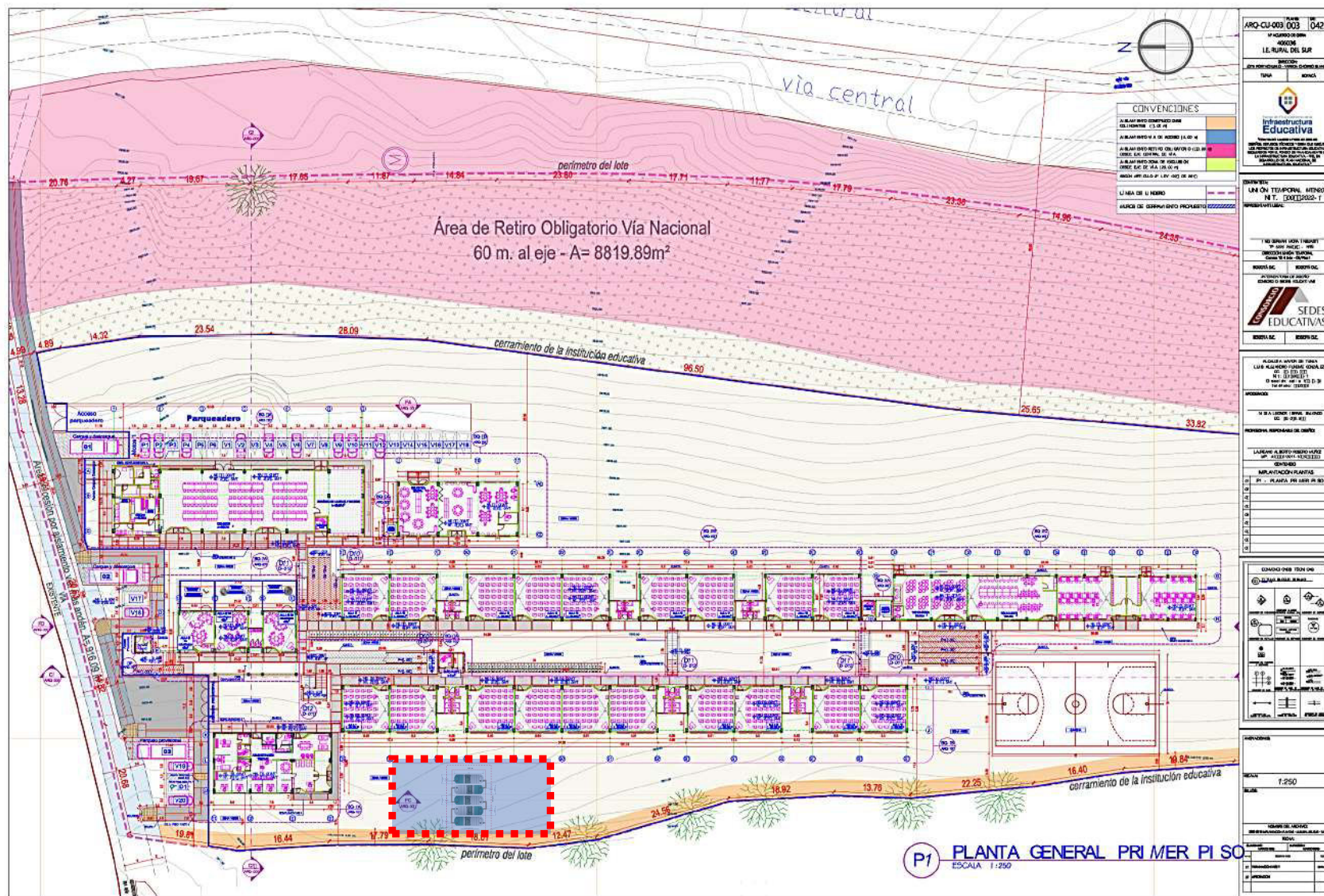
El Proyecto para CONSTRUCCION INTEGRAL DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO de Aguas residuales Domesticas ARD en Tecnología MBBR HydroClear para la Institución Educativa RURAL del SUR – Ubicado en Lote Portachuelo Vereda Chorro Blanco Tunja Boyacá Oferta PTAR-PMO-BID-HC20231404

VISTA plata reactores Biodigestores



Recomendaciones

1. Ubicar el sistema de tratamiento de aguas residuales en la zona indicada en la figura. Por ser la zona mas baja de la topografía, y el espacio disponible permite además bombear a presión todas las zonas de riego.
2. La ubicación permite realizar la conexión por reboso a línea por construir que esta orientara hacia canal de vertido o infiltración de aguas tratadas
3. A partir de allí desarrolla la ingeniería de detalle, levantamiento apiques, replanteo de ubicación de todos los componentes del sistema.

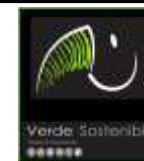


CROQUIS ESQUEMA

Documento : UBICACION Recomendable HYDROClear para PTAR –

proyecto– Institución Educativa RURAL del SUR – Ubicado en Lote Portachuelo Vereda Chorro Blanco Tunja Boyacá

www.verdesostenible.com
Líderes en diseño y construcción Sostenible



PROPUESTA ECONOMICA - PTAR-PMO-BID-HC20231404

PROYECTO: Institucion Educativa RURAL del SUR - TUNJA - Boyaca
PROPIETARIO: Fondo de Financiamiento INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA
UBICACIÓN: Lote Pörtachuelo Vereda Chorro Blanco TUNJA
VALIDEZ DE OFERTA 60 Calendarios Dias a partir de fecha de Oferta
PLAZO DE EJECUCION ESTIMADO (5) CINCO MESES
FECHA OFERTA 14 Abril 2023

CONSTRUCCION INTEGRAL DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO Aguas residuales Domesticas ARD en Tecnologia MBBR HydroClear							
ITEM	ACTIVIDADES PROGRAMADAS	UNIDAD	CANTIDAD	NUMERO	CANT. TOTAL	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
Ccode	COSTOS DIRECTOS						
1	PRELIMINARES						
1.1	DESMONTE y LIMPIEZA ZONA OBRAS CIVILES	M2	0	1	1	-	-
1.2	REPLANTEO DE OBRAS CIVILES PARA PLANTA TRATAMIENTO	M2	0	1	1	-	-
SUBTOTAL							\$ -
2	OBRAS CIVILES DE SANEAMINETO						
2.1	EMPRADIZACION y CERCA VIVA EN ZONA DE ZONA EQUIPOS PTAR	M2	217	1	0	-	-
2.2	CERRAMIENTO EN CERCA ESLABONADA H 2,2 mts	ML	45	1	0	-	-
2.3	EXCAVACION A MAQUINA ZONA DE CIMENTACION EQUIPOS y OBRAS CIVILES	M3	136,5	1	0	-	-
2.4	CIMENTOS DE MORTERO CICLOPEO ESPESOR 25 cms	M2	68,25	1	0	-	-
2.5	CAJA DE INSPECCION en CONCRETO ARMADO INCL TAPA CONCRETO	UND	1	1	0	623.000	623.000
2.6	CAJA TRAMPA DE REJILLAS INCL Colector y TAPA Pretratamiento Aguas residuales	UND	1	1	0	3.623.500	3.623.500
2.7	RELLENOS DE ESTRUCTURAS en SUELO CEMENTO AL 10%	M3	81,5	1	0	-	-
SUBTOTAL							\$ 4.246.500
3	CONSTRUCCION y MONTAJE DE EQUIPOS para PTAR ARD TECNOLOGIA MBBR HYDROCLEAR y SISTEMA DE REUSO POR ASPERCIION ZONAS VERDES						
3.1	PLANTA DE TRATAMIENTO COMPACTA Tecnologia MBBR HYDROCLEAR						
3.1.1	DISEÑO Y PLANOS para CONSTRUCCION INTEGRAL PTAR y Sist REUSO	HR	45	1	1	265.000	11.925.000
3.1.2	SUMINISTRO E INSTALACION TABLERO ELECTRICO DE CONTROL y ALARMA TEMPRANA	UNID	1,00	1	1	3.523.000	3.523.000
3.1.3	CONSTRUCCION DE SEDIMENTADOR CLARIFICADOR PRIMARIO ANAEROBICO	UNID	5,00	1	5	19.658.000	98.290.000
3.1.4	SUMINISTRO DE REACTOR COMPACTO PTARd BIOLOGICO AEROBICO Tecnologia MBBR (lechos Móviles)	UNID	5,00	1	5	86.325.000	431.625.000
3.1.5	SUMINISTRO E INSTALACION CASETA DE PROTECCION	UNID	1,00	1	1	1.244.078	1.244.078
3.1.6	SEÑALIZACION y DEMARCACION PARA PLANTA DE TRATAMIENTO según NTC 1461	UNID	5	1	1	198.600	993.000
3.1.7	PUNTOS DE CONEXIÓN ELÉCTRICAS E HIDROSANITARIAS	UNID	3	1	1	907.000	2.721.000
SUBTOTAL							\$ 550.321.078
SUBTOTAL							\$ 554.567.578
TOTAL COSTOS DIRECTOS							\$ 554.567.578
5	ADMINISTRACION	18%					99.822.164
6	IMPREVISTO	2%					11.091.352
7	UTILIDAD	5%					27.728.379
8	IVA SOBRE LA UTILIDAD 19%	19%					5.268.392
SUBTOTAL COSTOS INDIRECTOS (AIU+IVA U)							143.910.286
TOTALES COSTO DIRECTO AIU+ IVA de U							\$ 698.477.864,49

Elaborado por



Ing, Manuel A Chaparro Guerra
CC91232637
manuel.chaparro@verdesostenible.com
MP 2520259307CND
cel 3002122174

REF - TK-PMO-BID-HC290621
CONSTRUCCION INTEGRAL DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO Aguas residuales Domesticas A RD
Tecnologia MBBR HydroClear y REUSO AGUAS CRUDAS INDUSTRIAL
Institucion Educativa RURAL del SUR - TUNJA - Boyaca - 900 ocupantes
Lote Pörtachuelo Vereda Chorro Blanco TUNJA

Ing – Manuel Alejandro Chaparro Guerra KM 10 Via Calera Sector Salitre – Cund –/ 3002122174 manuel.chaparro@verdesostenible.com



Especificaciones de Alcances

014 ABRIL 2023

PLANTAS DE TRATAMIENTO de Aguas residuales Domesticas ARD en Tecnología MBBR HydroClear
CONTRATO No.

Fecha



Sistemas de depuración y Reúso del Agua

Desde Ahora Recuperar Tus Desperdicios Orgánicos Y Desechos Líquidos Tiene Sentido

El agua dulce es un recurso vital de vida cada día mas escaso y limitado para la humanidad. A pesar de su abundancia tan solo el 1.75% del agua planetaria es fresca y al usarla de una u otra forma descontrolada la convertimos en un desecho contaminante bioquímico agresivo que no soporta mas vida, sobrepasando las capacidades naturales de su recuperación. En VERDESOSTENIBLE.COM rompemos el paradigma USAR PARA BOTAR con soluciones que están cambiando la forma de planificar el presente hacia futuro de una manera integral.

“sabías que ... Para eliminar un desperdicio debemos redescubrir el reúso ...”.

Convertimos los residuos en nuevas materias primas. Agua de reuso industrial, domestico, comercial, Potable, Incendios, Fertilizantes naturales, Biomasa, Energia calorífica Gas por resumir algunas. Reintegrandola al ciclo natural y a los ciclos economicos de vida humana en diversos usos y aplicaciones. revolucionando en Soluciones Descentralizadas y autonomas hacia un desarrollo sostenible como Agentes de cambios Regenerativos



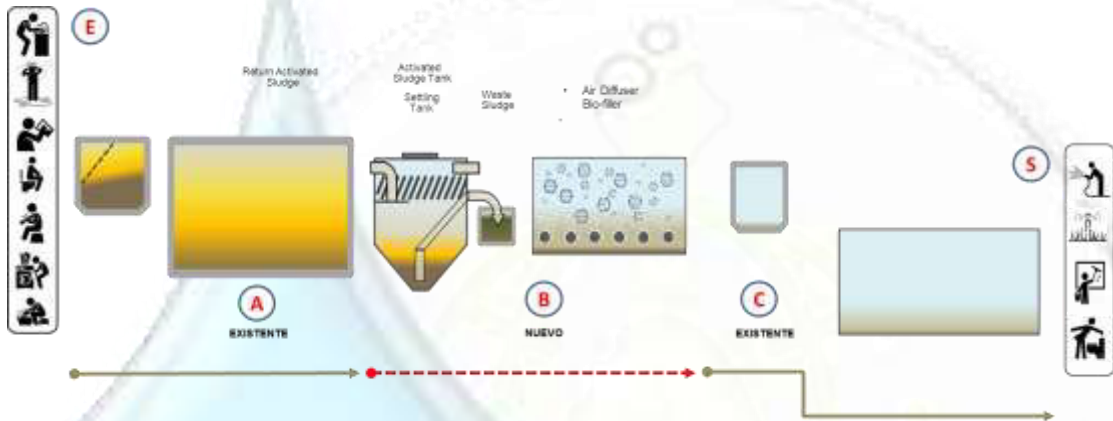




OBJETIVO y DECLARACION DE ALCANCE GENERAL

El Proyecto para CONSTRUCCION INTEGRAL DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO de Aguas residuales Domesticas ARD en Tecnología MBBR HydroClear para el Institución Educativa RURAL del SUR – Ubicado en Lote Portachuelo Vereda Chorro Blanco TUNJA. Ha sido conceptualizado con la opción costo efectiva de tratamiento por depuración Biológica Modular en tecnología MBBR; lechos móviles biológicos en reactor con Biopelículas (Moving Bed Biological Reactor), para tratar las aguas residuales domesticas generadas por la operación de un Colegio de 900 alumnos y personal administrativo operativo, Que permite en un futuro aprovechar modalidad de Economía circular la creación de valor mediante reutilización de las aguas de lluvia y aguas tratadas en usos de riego y jardín. (conversión de agua contaminante en agua industrial). Por tal motivo las actividades a realizar están descritas en cada ítem de contratación manera integral, y se anexan las especificaciones de cada una de ellas.

Como una economía Circular : Desde ahora recuperar tus desperdicios orgánicos y desechos líquidos tiene sentido




whatsapp 3002122174 - Km 10 la calera - Salitre - San Diego Cund

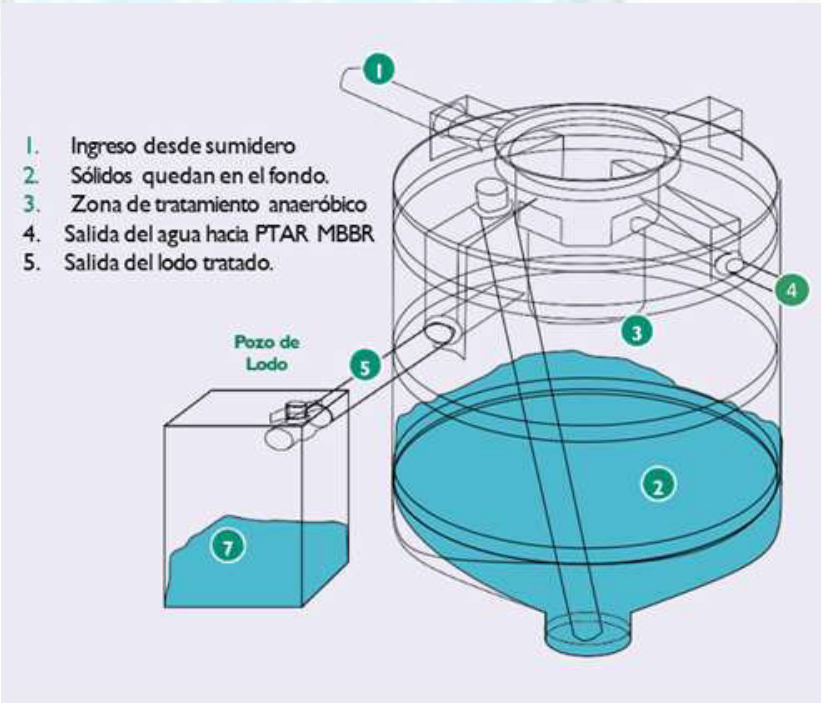
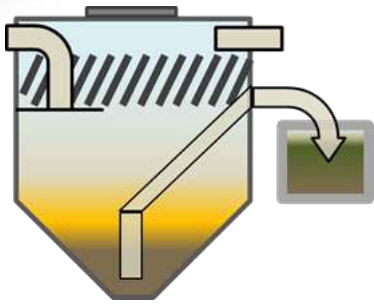
Ficha técnica CONSTRUCCION INTEGRAL PTAR ARD Compacta en Tecnología MBBR HydroClear			
Nombre del Proyecto	Rehabilitacion & Actualizacion PTARPlanta de Tratamiento de aguas residuales domésticas		
Ubicación	País:		
Población	Actual (2023): hab Futura (2035): hab		
Costo Total [USD]			
Descripción de los procesos Las aguas residuales domésticas que ingresan a la PTAR atraviesa la siguiente secuencia de procesos (recorrido en paralelo).			
			
Paso	Componente	Cant.	Proceso
1		1	CAMARA DE REJAS impide el ingreso de objetos sólidos mayores de 1 pulgada a la PTAR. Requiere limpieza periódica manual. Y tanque primario sedimentador
2		3	SEDIMENTADOR CLARIFICADOR PRIMARIO ANAEROBICO AUTOLIMPIANTES El proceso genera deposición de lodos en el fondo del reactor. Este material es removido mediante valvula de desfogue de manera periódica
3		3	REACTOR COMPACTO PTARd BIOLOGICO AEROBICO Tecnología MBBR (lechos Móviles).
4		1	CAJAS DE FILTRO y TANQUE ALMACENAMIENTO de Agua tratada, Casa de bombas y tablero de bombas para uso INDUSTRIAL. Riego jardines y areas verdes por bombeo e impulsión
Lecho de secado de lodos		0	Los lodos que se depositan al fondo de los reactores son removidos por bombeo y depositados por servicio externo de lodos.
Dimensionamiento			
Caudal de diseño [lit/día]			
Tiempo de retención [días]		8 hrs a 10 hrs	
Superficie total de la PTAR [m2] Aplicación final		10x10 mts El efluente tratado puede ser utilizado para riego por aspersión dse áreas verdes y/o parques urbanos. El agua no utilizada es infiltrada. En caso de que la PTAR no funcione, un bypass conduce el agua a la quebrada aledaña. Al agua tratada contiene colis por lo que no debe ser utilizada en riego de agricultura para consumo humano.	

ESPECIFICACION					
ACTIVIDAD: ÍTEM: 2.1	OBRAS CIVILES DE SANEAMIENTO	CÓDIGO WBS		2	
	CAJA DE INSPECCION en CONCRETO ARMADO INCL TAPA CONCRETO	CÓDIGO	2.5	UM	UNID
1.DESCRIPCIÓN Este trabajo consiste en la construcción de cajas de inspección con sección interna de 0.60 m x 0.60 m y profundidad hasta a 1.00 m (caja tipo 1). Prefabricadas y/o elaboradas en sitio, en concreto y/o ladrillo cocido reforzado					
2. PROCEDIMIENTO DE EJECUCION Las cajas de inspección tipo 1 y tipo 2 se construyen en sitios donde la profundidad de la red y la limitación de espacio no permita construir cámaras de inspección, además deben estar ubicadas en andenes o zonas verdes. Son cajas con sección interna de 0.60 m x 0.60 m y profundidad hasta a 1.00 m, el espesor de sus muros y losa de fondo debe ser de 0.10 m. El concreto de la caja tipo 1 debe tener una resistencia a la compresión $f'c$ de 28 MPa. Adicionalmente, los muros y la losa de fondo deben contar con malla electrosoldada con varillas de diámetro 4 mm y una separación de 0.15 m en ambas direcciones, dicha malla debe tener un recubrimiento mínimo de 2.0 cm. En el fondo de la caja se deben conformar las cañuelas cuya forma debe ser semicircular, con pendiente uniforme y altura hasta medio tubo. Todas las superficies interiores se deben esmaltar con una pasta de cemento así como las Cámaras de inspección vaciadas en sitio, se presentan los requisitos técnicos para la conformación de las cañuelas					
3. TOLERANCIAS PARA ACEPTACIÓN SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>					
4. ENSAYOS A REALIZAR SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>					
5. MATERIALES Y EQUIPOS Herramientas menores, formaleas, carretillas, y equipo de protección, el contratista utilizará el equipo necesario para realizar estos trabajos, mezcladora de concreto, vibrador					
6. DESPERDICIOS Incluidos SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>			7. MANO DE OBRA Incluida SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>		
8. REFERENCIAS Y OTRAS ESPECIFICACIONES SI <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> Es importante instalar por personal capacitado.. <u>Se construirán conforme a planos de construcción y detalles</u>					
9. MEDIDA Y FORMA DE PAGO La medida y pago para CAJA DE INSPECCION en CONCRETO ARMADO INCL TAPA CONCRETO para Pretratamiento Aguas residuales se hará por unidad (UND)					
10 ANEXOS (imágenes, Tablas, gráficos o esquemas) SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>					
 <p>Figura 2. Caja de inspección tipo 1 – Planta y sección transversal</p>					

ESPECIFICACION					
ACTIVIDAD: ÍTEM: 22	OBRAS CIVILES DE SANEAMIENTO	CÓDIGO WBS		2	
	CAJA TRAMPA DE REJILLAS INCL Colector y TAPA Pretratamiento Aguas residuales	CÓDIGO	2.6	UM	UNID
1.DESCRIPCIÓN Este trabajo consiste la instalación prefabricada y/o en sitio de una CAJA TRAMPA DE REJILLAS INCL Colector u TAPA para Pretratamiento Aguas residuales cuya función es que por medio de procesos físicos y/o mecánicos, dispuestos convencionalmente permitan la retención y remoción del material extraño presente en las aguas negras y que pueda interferir los procesos de tratamiento.					
2. PROCEDIMIENTO DE EJECUCION El proveedor es libre de escoger el tipo de rejillas, siempre y cuando se cumplan las recomendaciones mínimas de diseño que se estipulan en Normas RAS. Serán las rejillas tratadas en galvanizado y/o en acero inoxidable para Limpiar manualmente tendrá un deposito en forma de canasta. Se ubicarán aguas arriba de cualquier dispositivo de tratamiento subsecuente que sea susceptible de obstruirse por el material grueso que trae el agua residual. El canal de aproximación a la rejilla debe ser diseñado para prevenir la acumulación de arena u otro material pesado aguas arriba de está. en una dirección perpendicular a las barras de la rejilla. El Espaciamiento entre las barras de la rejilla estará entre 15 a 50 mm para rejillas limpiadas manualmente, Velocidad mínima de aproximación para garantizar un área de acumulación adecuada, la velocidad de aproximación a las rejillas debe estar entre 0.3 y 0.6 m/s para rejillas limpiadas manualmente,					
3. TOLERANCIAS PARA ACEPTACIÓN		SI <input type="checkbox"/>	NO <input checked="" type="checkbox"/>		
4. ENSAYOS A REALIZAR		SI <input type="checkbox"/>	NO <input checked="" type="checkbox"/>		
5. MATERIALES Y EQUIPOS Herramientas menores, carretillas, y equipo de protección, el contratista utilizará el equipo necesario para realizar estos trabajos de instalación .					
6. DESPERDICIOS Incluidos SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>		7. MANO DE OBRA Incluida SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>			
8 REFERENCIAS Y OTRAS ESPECIFICACIONES		SI <input checked="" type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>		
Es importante instalar por personal capacitado. <u>Se construirán conforme a planos de construcción y detalles</u>					
9. MEDIDA Y FORMA DE PAGO La medida y pago para CAJA TRAMPA DE REJILLAS INCL Colector u TAPA para Pretratamiento Aguas residuales se hará por unidad (UND)					
10. ANEXOS (imágenes, Tablas, gráficos o esquemas)		SI <input checked="" type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>		
  					

ESPECIFICACION					
ACTIVIDAD: ÍTEM: 3.1.1	CONSTRUCCION y MONTAJE DE EQUIPOS	CÓDIGO WBS		3	
	DISEÑO Y PLANOS para CONSTRUCCION INTEGRAL PTAR y Sist REUSO	CÓDIGO	3.1	UM	HR
1.DESCRIPCIÓN Este trabajo consiste en los servicios descritos en el Reglamento para la Contratación de Servicios de Consultoría en Ingeniería y Arquitectura: Planos y especificaciones técnicas. Se entiende por planos el conjunto de elementos gráficos e iconográficos necesarios que definen con claridad el carácter y la finalidad de una obra, y que permiten ejecutarla bajo la responsabilidad de uno o varios profesionales. De acuerdo con la índole de cada proyecto, deben comprender los aspectos de distribución, de estructuración e instalaciones, respaldadas por sus respectivos cálculos. Las especificaciones técnicas deberán formar parte de los planos de construcción ya sea dentro del juego de láminas o como un documento adjunto, según el criterio de cada profesional que interviene en el proyecto.					
2. PROCEDIMIENTO DE EJECUCION El (los) profesional (es) que suscribe el diseño de una obra será responsable (s) por dichos diseños en todos los aspectos técnicos que correspondan. Los planos de proyectos constructivos deberán contener al menos la siguiente información, cuando sea necesaria y se aplique: 1. Localización de la obra y niveles de terreno. 2. Ubicación geográfica. 4. Cortes longitudinales, cortes transversales y elevaciones. 5.. Planta de cimientos. 7. Plantas y detalles estructurales. 9. Planos de instalaciones eléctricas y de con lo establecido en la normativa vigente. 10. Plantas de instalaciones mecánicas y sanitarias. 11. Detalles electromecánicos. Sin perjuicio de lo anterior, para el registro de responsabilidad profesional, la información mínima requerida en otros tipos de planos será la indicada en la normativa vigente o a través de guías específicas de presentación de planos,					
3. TOLERANCIAS PARA ACEPTACIÓN		SI <input type="checkbox"/>	NO <input checked="" type="checkbox"/>		
4. ENSAYOS A REALIZAR		SI <input type="checkbox"/>	NO <input checked="" type="checkbox"/>		
5. MATERIALES Y EQUIPOS e implementos de Oficina técnica de proyectos					
6. DESPERDICIOS Incluidos SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>		8. MANO DE OBRA Incluida SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>			
9. REFERENCIAS Y OTRAS ESPECIFICACIONES		SI <input checked="" type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>		
Es importante el desarrollo por personal capacitado,.					
10. MEDIDA Y FORMA DE PAGO					
La medida y pago para DISEÑO Y PLANOS para CONSTRUCCION INTEGRAL PTAR y Sist REUSO será a una suma Global (GLB)					
12. ANEXOS (imágenes, o esquemas)		SI <input checked="" type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>		
					

ESPECIFICACION					
ACTIVIDAD: ÍTEM: 3.1.2	CONSTRUCCION y MONTAJE DE EQUIPOS	CÓDIGO WBS		3	
	SUMINISTRO E INSTALACION de TABLERO ELECTRICO DE CONTROL y ALARMA TEMPRANA	CÓDIGO	3.1	UM	UND
1.DESCRIPCIÓN Este trabajo consiste la instalación y pruebas de tableros Monofásicos y/o trifásicos eléctricos y de control operacional de los artefactos electromecánicos instalados para el adecuado funcionamiento de la PTAR compacta. Conforme a los RETIE Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas. Las acometidas principales de llegada al tablero así como de protección serán suministradas por el cliente contratante en cantidad y calidad suficientes según se indica en planos					
2. PROCEDIMIENTO DE EJECUCION Los trabajos debe de realizarse conforme a las necesarias para la instalación y seguridad de tal manera que se cumplan los requisitos mínimos establecidos por el fabricante del equipo. Se deben instalar los grupos electrógenos en los lugares indicados en los planos, de acuerdo con los manuales de instalación. Se deben realizar todas las adecuaciones civiles necesarias para la realizar el ingreso e instalación final . Se debe proveer personal calificado para la instalación completa y adecuada del sistema					
3. TOLERANCIAS PARA ACEPTACIÓN		SI <input type="checkbox"/>	NO <input checked="" type="checkbox"/>		
4. ENSAYOS A REALIZAR		SI <input type="checkbox"/>	NO <input checked="" type="checkbox"/>		
5. MATERIALES Los tableros de interperie. hasta 12 circuitos deben ser fabricados en lámina de acero calibre 20 (0.9mm) El número de puntos de conexión en los conectores tanto de neutro como de tierra debe ser igual al número de circuitos del tablero. Todos los materiales aislantes y de soporte de los barrajes deben ser de plástico auto extingible de acuerdo a la norma UL67. Los tableros deben contar con una arandela Picot ubicada en la parte superior derecha de la tapa para garantizar el sistema de protección. Los tableros deben contar con una etiqueta con información clara sobre las características del tablero (tensión nominal de operación, tensión nominal de aislamiento, tensión de ensayo dieléctrico, diagrama unifilar, etc.), y con instrucciones recomendadas de instalación y mantenimiento con el fin de garantizar la durabilidad del tablero en el tiempo según la norma RETIE 20.23.1.4 (rotulado e instructivos).					
6. DESPERDICIOS Incluidos SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>		8. MANO DE OBRA Incluida SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>			
9. REFERENCIAS Y OTRAS ESPECIFICACIONES		SI <input checked="" type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>		
Es importante instalar por personal capacitado, Se construirán conforme a planos de construcción y detalles. La garantía, soporte y mantenimiento mínimo 2 años Se debe anexar certificado de garantía del fabricante en dónde quede soportado el tiempo mínimo exigido. El soporte debe ser al siguiente día hábil de haber generado el reporte. Suministro de un equipo de iguales o mejores prestaciones como respaldo a un equipo por eventual daño, por el tiempo de recuperación o arreglo. Los mantenimientos deben ser calculados según las especificaciones del fabricante para estos productos teniendo en cuenta las condiciones climáticas					
10. MEDIDA Y FORMA DE PAGO La medida y pago SUMINISTRO E INSTALACION de TABLERO ELECTRICO DE CONTROL y ALARMA TEMPRANA se realizara por Monto Global (GLB) a un solo 01 tablero integral					
12. ANEXOS (imágenes, Tablas, gráficos o esquemas)		SI <input checked="" type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>		
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">   </div>					

ESPECIFICACION					
ACTIVIDAD: ÍTEM: 3.1.3	CONSTRUCCION y MONTAJE DE EQUIPOS	CÓDIGO WBS		3	
	CONSTRUCCION DE SEDIMENTADOR CLARIFICADOR PRIMARIO ANAEROBICO	CÓDIGO	3.1	UM	UND
1.DESCRIPCIÓN Suministro de sedimentador(es) Modular(es) cónico(s) de tratamiento primario de aguas residuales domésticas Ard que, mediante un proceso de sedimentación y clarificación por biodegradación anaeróbica primaria de la carga orgánica, realiza una alta remoción de sólidos Con mecanismo de auto limpieza (purga) por medio de una llave de salida de lodos, permite de forma fácil, rápida, y segura del mantenimiento adecuado y eficiente del sistema, y corrige otros parámetros presentes en las aguas depositadas, derivando finalmente los líquidos y sólidos tratados hacia el Reactor PTAR Tratamiento Biológico Aeróbico Tecnología MBBR					
2. PROCEDIMIENTO DE EJECUCION Hacer una excavación de profundidad igual a la altura del sedimentador autolimpiable y de espacio de 0.40 metros mayor al del sistema a instalar. Colocar con cuidado en el hoyo excavado, nivelándolo horizontalmente antes de continuar con su instalación. Incorporar agua limpia e ir rellenando con material de arena cemento, humedeciendo a manguera y compactado a pisón manual					
3. TOLERANCIAS PARA ACEPTACIÓN		SI <input type="checkbox"/>	NO <input checked="" type="checkbox"/>		
4. ENSAYOS A REALIZAR		SI <input type="checkbox"/>	NO <input checked="" type="checkbox"/>		
5. MATERIALES Y EQUIPOS elementos herramientas eléctricas y de albañilería, mortero cemento conectores					
6. DESPERDICIOS Incluidos SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>		7. MANO DE OBRA Incluida SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>			
8. REFERENCIAS Y OTRAS ESPECIFICACIONES		SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>			
Es importante instalar por personal capacitado, Se construirán conforme a planos de construcción y detalles.					
9. MEDIDA Y FORMA DE PAGO La medida y pago para CONSTRUCCION DE SEDIMENTADOR PRIMARIO ANAEROBICO se realizara por unidad (UND) o conjunto de unidades una vez recibidas entregadas en sitio de obras					
10. ANEXOS (imágenes, Tablas, gráficos o esquemas)		SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>			
<div style="display: flex; align-items: flex-start;"> <div style="flex: 1;">  </div> <div style="flex: 1; padding-left: 20px;"> <p>Extra reforzado en Rotomoldeo espesor de pared 8 mm. Polietileno de alta densidad HDPE. Incorporado Tapa de inspección y mantenimiento Digestor ANAEROBICO Primario</p>  </div> </div>					

ESPECIFICACION					
ACTIVIDAD: ÍTEM: 3.1.4	CONSTRUCCION y MONTAJE DE EQUIPOS	CÓDIGO WBS		3	
	SUMINISTRO DE REACTOR COMPACTO PTARd BIOLOGICO AEROBICO Tecnología MBBR	CÓDIGO	3.1	UM	UND
1. DESCRIPCIÓN Suministro de Reactor(es) Modular(es) reforzados para el tratamiento secundario de aguas residuales domésticas Ard AUTONOMOS COMPACTOS a Gravedad que, mediante un proceso de Biodegradación aeróbica de la carga orgánica, realiza una alta descontaminación del Ard . Equipo con las siguientes características Tipo de Afluente: Agua residual domésticas Ard.Tecnología: BIODIGESTOR MBBR Moving Bed Biological Reactor (lechos móviles biológicos en reactor Biopelículas), Prestaciones: Compacto, descentralizado Autónomo opera a gravedad. Caudal a tratar: Capacidad. Modular hasta 250 PE (Población equivalentes) Remoción de parámetros fisicoquímicos Tiempo remoción BOD 8-10 hrs- BOD - 10mg/l - SS - 13mg/l - NH4-N - 6mg/l. Aplicación del agua tratada Reúso de agua tratada. Norma de reutilización Res. 1207/2014 Bomba(s) aireadora(s): Juego de bombas en diafragma magnéticas bajo mantenimiento y consumo de energía. Difusores: Inatascables, con membrana de aislamiento y difusión de burbuja fina, en elástico EPDM de alta resistencia Biocarrier: Biopelículas de capacidad volumen microbiano por unidad de agua. Material del Reactor: Portátil fabricado en PRFV (poliéster reforzado en fibras de vidrio) reforzado para enterrar. Sensores: de presión con controlador de alarma operativa. Consumo de energía: a 110 voltios • Inspección. Con Tapa de inspección, muestreo fisicoquímico, medición de niveles. Filtros: Internos entrada salida, Filtro desodorizado en carbón activado (intercambiables). Diagrama con esquemas descriptivo del sistema, alertas, contacto en caso de emergencia. Documentación técnica: Planos del montaje, suficiente para la obtención de permisos, Memoria del proceso. Servicio de instalación, puesta en marcha, seguimiento y entrenamiento de la persona asignada hasta por tres días. Original, copia de Planos "Asbuilt" manual de operación y mantenimiento.					
2. PROCEDIMIENTO DE EJECUCION Realizar una excavación de profundidad igual a la altura del Reactor y de espacio de 0.40 metros mayor al del sistema a instalar. Una vez construida la cimentación, Colocar con cuidado en el hoyo excavado sobre primera capa de arena cemento, nivelándolo horizontalmente antes de continuar con su instalación. Incorporar agua e ir rellenando con material de arena cemento, humedeciendo a manguera y compactado a pisón manual					
3. TOLERANCIAS PARA ACEPTACIÓN		SI <input type="checkbox"/>	NO <input checked="" type="checkbox"/>		
4. ENSAYOS A REALIZAR		SI <input type="checkbox"/>	NO <input checked="" type="checkbox"/>		
5. MATERIALES Y EQUIPOS elementos herramientas eléctricas y de albañilería, mortero cemento conectores					
6. DESPERDICIOS Incluidos SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>		7. MANO DE OBRA Incluida SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>			
8. REFERENCIAS Y OTRAS ESPECIFICACIONES Es importante instalar por personal capacitado, Se construirán conforme a planos de construcción y detalles					
9. MEDIDA Y FORMA DE PAGO La medida y pago para SUMINISTRO DE REACTOR COMPACTO PTARd BIOLOGICO AEROBICO Tecnología MBBR se realizara por unidad (UND) o conjunto de unidades una vez recibidas entregadas en sitio de obras					
10 ANEXOS (imágenes, Tablas, gráficos o esquemas)		SI <input checked="" type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>		
					

ESPECIFICACION					
ACTIVIDAD: ÍTEM: 3.1.5	CONSTRUCCION y MONTAJE DE EQUIPOS	CÓDIGO		1	
	SUMINISTRO E INSTALACION CASETA DE PROTECCION	CÓDIGO	3.1	UM	UND
1.DESCRIPCIÓN Este trabajo consiste la prefabricación e instalación de una caseta de protección para los equipos, tableros eléctricos y demás necesarios según el diseño final de la PTAR					
2. PROCEDIMIENTO DE EJECUCION El dimensionamiento de la caseta de bombeo debe ser adecuado para albergar el total de los equipos necesarios para la plata de tratamiento PTAR. Cuando fuese necesario, la caseta albergará los dispositivos mas importantes de protección tales como tableros bombos. Debe permitir facilidad de movimientos, mantenimiento, montaje, desmontaje, entrada y salida de los equipos. El espacio libre para la circulación en tomo a cada bomba, debe preverse de preferencia con un valor mayor a 1,50 m pero no menor a 1,0 m. En el caso de bombas de escurrimiento axial, la distancia mínima es de tres diámetros de la bomba. Todos los accesos a la sala de bombas deben situarse a un mínimo de 1,0 m por encima de nivel máximo del pozo de succión, si fuera el caso. c) Cuando la sobre elevación del piso de la sala de bombas fuera menor que 1,0 m con relación al nivel máximo de agua en el pozo de succión, el asentamiento de la misma debe ser hecho como para una instalación sujeta a inundación. d) En el caso que el piso de la sala de bombas se localizase por debajo del nivel máximo de agua en el pozo de succión, deben ser previstas bombas de drenaje. La superficie de la sala de bombas deberá ser establecida tomando en cuenta el tamaño del pozo de succión, y las dimensiones complementarias deben ser estudiadas a fin de posibilitar una buena distribución, minimizando la construcción civil.					
3. TOLERANCIAS PARA ACEPTACIÓN		SI <input type="checkbox"/>	NO <input checked="" type="checkbox"/>		
4. ENSAYOS A REALIZAR		SI <input type="checkbox"/>	NO <input checked="" type="checkbox"/>		
5. MATERIALES Y EQUIPOS Herramientas menores, equipo de soldaduras perfiles tubulares, teja plana, concreto de anclaje					
6. DESPERDICIOS Incluidos SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>		7. MANO DE OBRA Incluida SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>			
8. REFERENCIAS Y OTRAS ESPECIFICACIONES		SI <input checked="" type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>		
Es importante instalar por personal capacitado, Se construirán conforme a planos de construcción y detalles					
9. MEDIDA Y FORMA DE PAGO La medida y pago para SUMINISTRO E INSTALACION CASETA DE PROTECCION se realizara por unidad (UND) s una vez recibidas entregadas en sitio de obras					
10. ANEXOS (imágenes, Tablas, gráficos o esquemas)		SI <input checked="" type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>		
<div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div>					

ESPECIFICACION					
ACTIVIDAD: ÍTEM: 3.1.6	CONSTRUCCION y MONTAJE DE EQUIPOS	CÓDIGO WBS		3	
	SEÑALIZACION y DEMARCACION PARA PLANTA DE TRATAMIENTO según NTC 1461	CÓDIGO	3.1	UM	UND
1.DESCRIPCIÓN Este trabajo consiste la confección e instalación Señales de atención peligro y advertencia en las inmediaciones de los equipos PTAR cumpliendo Normas NTC 1401					
2. PROCEDIMIENTO DE EJECUCION Para tal efecto se realizará una evaluación preliminar conforme a los establecido en la ubicación del equipo, sus cerramientos y protecciones. Panorama de riesgos. En instalaciones. Se elaborarán en acrílico y sobre metal galvanizado El diseño de una señal: forma, color y contenido corresponden a una clasificación o lenguaje universal, con el fin de que puedan ser entendidos rápidamente por cualquier persona independiente de su condición intelectual o formación profesional o técnica. Sus características son adoptadas y ajustadas al país por el Instituto Colombiano de Normas Técnicas ICONTEC de acuerdo a las necesidades de prevención en una instalación de PTAR cumplimiento a las exigencias de Seguridad Industrial Se instalarán usando anclajes adecuados para superficies necesarias					
3. TOLERANCIAS PARA ACEPTACIÓN		SI <input type="checkbox"/>	NO <input checked="" type="checkbox"/>		
4. ENSAYOS A REALIZAR		SI <input type="checkbox"/>	NO <input checked="" type="checkbox"/>		
5. MATERIALES Y EQUIPOS . Se elaborarán en acrílico y sobre metal galvanizado					
6. DESPERDICIOS Incluidos SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>			7. MANO DE OBRA Incluida SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>		
8. REFERENCIAS Y OTRAS ESPECIFICACIONES		SI <input checked="" type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>		
Es importante instalar por personal capacitado, Se construirán conforme a planos de construcción y detalles					
9. MEDIDA Y FORMA DE PAGO La medida y pago para SEÑALIZACION y DEMARCACION PARA PLANTA DE TRATAMIENTO según NTC 1461 se realizara a precio Unidad (UND) una vez recibidas entregadas en sitio de obras					
10. ANEXOS (imágenes, Tablas, gráficos o esquemas)		SI <input checked="" type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>		

ESPECIFICACION					
ACTIVIDAD: ÍTEM: 3.1.7	CONSTRUCCION y MONTAJE DE EQUIPOS	CÓDIGO WBS		3	
	PUNTOS DE CONEXIÓN ELÉCTRICAS E HIDROSANITARIAS	CÓDIGO	3.1	UM	UND
1. DESCRIPCIÓN Este trabajo consiste en las instalaciones de equipos, elementos, SANITARIOS, ELECTRICOS. Hasta caja de derivación. Que desde allí se conectaran al remanente del proyecto, en los diámetros, tipos de cableado, tuberías, y protecciones suficientes para su posterior reconexión por parte del cliente o usuario final a las tomas de acometidas servicios de alumbrado, energía, saneamiento, aguas tratadas y de sistema de aspersión por riego <u>hasta distancia no mayor de 10 metros lineales</u>					
2. PROCEDIMIENTO DE EJECUCION Todos los equipos, elementos del sistema de tratamiento de aguas residuales y sus componentes se instalarán unos cercanos a los otros para efectos operativos de control y mantenimiento. Las derivaciones de entrada que los alimentan terminaran en cajas eléctricas, sanitarias o la requerida. no sobrepasaran de 10 mts al perímetro I de la PTAR Depurador Biológico. Toda instalación subsecuente aguas arriba. correrá en gastos de instalación a la edificación principal con el usuario o cliente final.					
3. TOLERANCIAS PARA ACEPTACIÓN SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>					
4. ENSAYOS A REALIZAR SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>					
5. MATERIALES Y EQUIPOS Herramientas menores, carretillas, equipo de protección, el contratista utilizará el equipo necesario para realizar estos trabajos,					
6. DESPERDICIOS Incluidos SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>			7. MANO DE OBRA Incluida SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>		
8. REFERENCIAS Y OTRAS ESPECIFICACIONES SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> Es importante instalar por personal capacitado, Se construirán conforme a planos de construcción y detalles					
9. MEDIDA Y FORMA DE PAGO La medida y pago para PUNTOS DE CONEXIÓN ELÉCTRICAS E HIDROSANITARIAS se realizara a precio GLOBAL L (GLB) una vez recibidas entregadas en sitio de obras					
10. ANEXOS (imágenes, Tablas, gráficos o esquemas) SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>					
 <p>Figure 2. Caja de inspección tipo 1 – Planta y sección transversal</p>					



Tratamiento BIOLÓGICO

Tecnología MBBR que marca la diferencia Para el Reúso del agua

Sistemas Descentralizados de tratamiento de Agua residual Domestica ArD

HydroClear

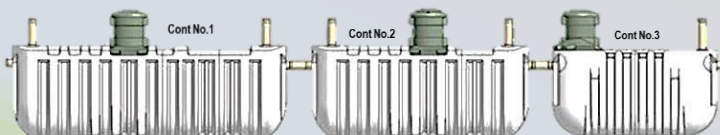
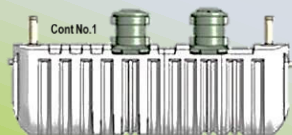
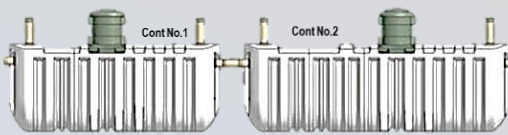
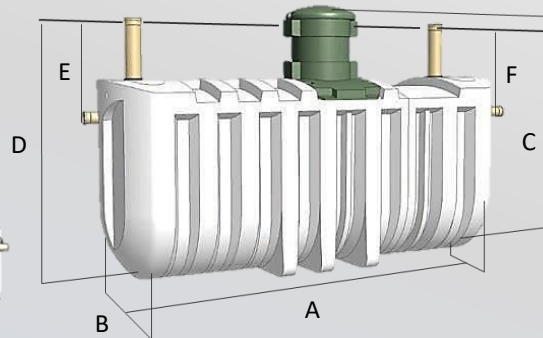
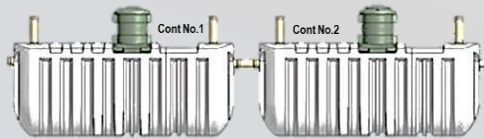
Smart MBBR water treatment System



PTAR Autónoma HYDROCLEAR HC30/40



Para cada Necesidad un equipo compacto a la medida
Capacidad hidráulica desde 4400 lit a 18400 lit día *



Smart MBBR Sewage Watertreatment Systems

Poblacion equivalente	Capacidad Volumen (lit)	Contenedor No 1						Contenedor No 2						Contenedor No 3					
		A	B	C	D	E	F	A	B	C	D	E	F	A	B	C	D	E	F
		Lonf.	Ancho	Alto	Prof Instal	Prof Entrada	Prof Salida	Lonf.	Ancho	Alto	Prof Instal	Prof Entrada	Prof Salida	Lonf.	Ancho	Alto	Prof Instal	Prof Entrada	Prof Salida
6 pe	4400	3400	1250	2635	2450	1000	1050												
12 pe	5950	4500	1400	2635	2450	1000	1050												
20 pe	7960	5680	1400	2635	2450	1000	1050												
30 pe	11410	4500	1400	2635	2450	1000	1050	4500	1400	2635	2450	1050	1050						
40 pe	14920	4500	1400	2635	2450	1000	1050	5680	1400	2635	2450	1050	1050						
50 pe	18400	5680	1400	2635	2450	1000	1050	4500	1400	2635	2450	1050	1050	3400	1250	2635	2450	1050	1050

Población equivalente PE. Es un termino usado para describir la capacidad de un Sistema de tratamiento de aguas negras : * Es el equivalente en términos de población Fija, variable, o temporal (ejm restaurant, salas de espera) basadas en 60 gramos(DDO)/Hr/día y 200 litros/hora/día. Es decir que una persona en una vivienda podría producir hasta 60 gramos de flujo residual contaminante de Demanda Bioquímica de Oxígeno DBO por cada 01 PE.

www.verdesostenible.com

líderes en desarrollo de proyecto Sostenibles

TUKANO SAS VerdeSostenible Nit 900,970,759-7 10 Vía Calera Sector Salitre – Cund –/ 3002122174 PBX 57 8741469

manuel.chaparro@verdesostenible.com

Estaciones de servicio, Desarrollos comerciales e industriales

Proyectos de vivienda y conjuntos urbanos

Clubes, Hoteles y turismo – Escuelas Inst .educación

/Campamentos de operaciones Fijos o Temporales

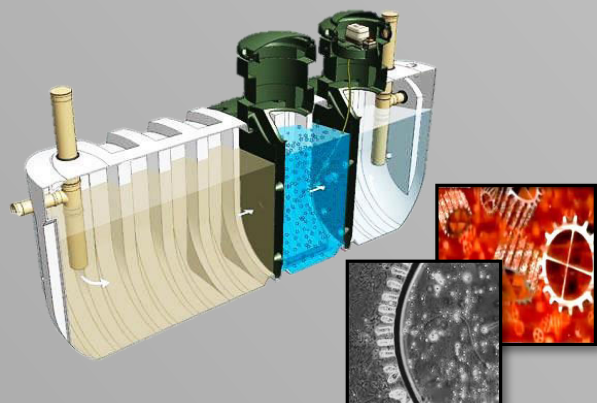


Tratamiento depurador de Alto desempeño

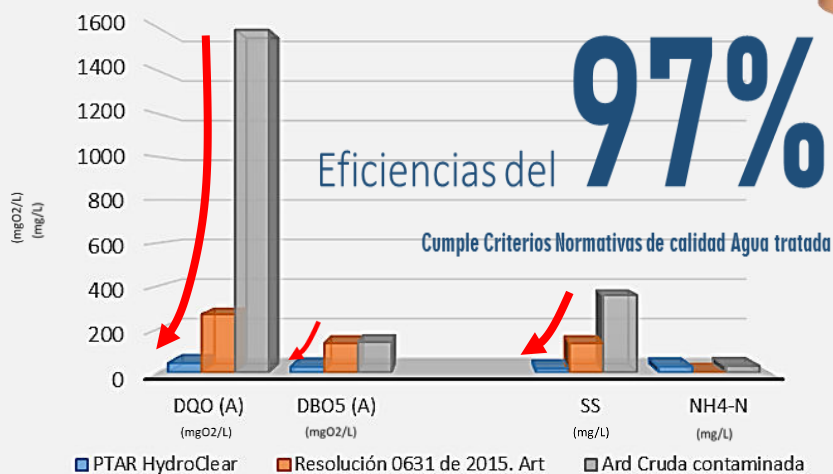
Para aguas con contenidos elevados de DBO_5 – DQO – SS – $\text{NH}_4\text{-N}$
Tecnología MBBR que marca la diferencia Para el Reúso del agua



Vista de BIOCARRIER Bio - película colonia de Bacterias Digestoras Aeróbicas en lecho fluido micro aireación



INFORME FÍSICOQUÍMICO Elaborado por Laboratorio IDEAM Biopólimeros Industriales Ltda. Bogotá www.biopolab.com



Eficiencia Depuracion HYDROCLEAR por parametro

Cumplen Normatividad Colombiana Para vertimientos y reúso aguas tratadas ArD

- Por su alto desempeño los reactores MBBR llevan el liderazgo en el Mercado de PTAR Compactas en comparación con otros sistemas aeróbicos. Su sencilla instalación y puesta en marcha, Los bajos costos durante el ciclo de vida de uso, La robustez del diseño, la confiabilidad del tratamiento califican a las plantas PTAR Hydroclear con la acreditación "Conformidad Europea" CE desde el 2008 - BS EN 12566-3.
- Resultados Físicoquímicos Realizados por Laboratorio Acreditado IDEAM . **Certifica que los equipos Cumplen Exigencias para Vertimientos y Reúso . Conforme a RESOLUCION 631 del 2015 y RESOLUCION 1207 del 2014**
- El Sistema MBBR es auto regulador y auto limpiante. En ella se anidan en una adecuada proporción las colonias de bacterias digestoras e interactúan tratando las aguas residuales, evitando bloqueos, o excesos de colonias. Al tiempo que el medio fluidificado por micro aireado mantiene la reacción digestora de manera continua con gran eficacia optimizando así la actividad dentro del bioreactor.
- Nuestros Sistemas de tratamiento en reactores MBBR convierten los desechos líquidos muy agresivos y contaminantes bioquímicos que no soportan mas vida en Agua para procesos de acondicionamiento en reúso industrial, domestico, comercial, Incendios, Fertilizantes naturales, Regenerando los ciclo natural del agua con los ciclos económicos de vida humana.
- En VERDESOSTENIBLE rompemos el paradigma USAR PARA BOTAR con soluciones que están cambiando la forma de planificar el presente hacia futuro de una manera integral. PARA ELIMINAR UN DESPERDICIO DEBEMOS RE-DESCUBRIR EL REUSO .



Contáctanos Para asistencia

Evaluamos la factibilidad de tu proyecto



Distribuidor / Representante Técnico Autorizado

Sistema de Reúso en IRRIGACION & ABASTECIMIENTO con equipos HUNTER

www.verdesostenible.com

líderes en desarrollo de proyecto Sostenibles

Estaciones de servicio, Desarrollos comerciales e industriales

Proyectos de vivienda y conjuntos urbanos

Clubes, Hoteles y turismo - Escuelas Inst .educación

Campamentos de operaciones Fijos o Temporales

INFORME DE RESULTADOS N°: 20503						
CLIENTE:	TUKANO SAS	COTIZACIÓN N°:	17R-545	CANTIDAD:	4100 ML	RESPONSABLE MUESTREO: LABORATORIO BIOPOLAB
NIT:	900970759-7	ODS:	17-3939	FECHA DE MUESTREO:	3/11/2017	T (° C) MUESTREO: 21 °c
TELÉFONO:	316361060			FECHA DE RECIBIDO:	4/11/2017	PRODUCTO: ARD
CONTACTO:	Manuel Chaparro			TIPO DE EMPAQUE:	P/V	TIPO DE MUESTREO: COMPUESTO (8 HORAS)
CARGO:	N.E.			PUNTO DE CAPTACIÓN/	Orden de servicio cliente:	SALIDA PTAR ARD
DIRECCIÓN:	Calle 91 # 9-16			LUGAR DE RECOGIDA:	PTAR HYDROCLEAR HC30 TERPEL	
CIUDAD:	Bogotá			ALMAC. CONTRAMUESTRA:	Análisis FQ: 15 días	Análisis MB: 24 horas
ID. MUESTRA:	17-9335					
Fisicoquímica						
FECHA DE ANÁLISIS	PARÁMETRO	RESULTADO Equipo PTAR	UNIDADES	TÉCNICA ANALÍTICA	MÉTODO	Resolución 0631 de 2015. Art 16. (Art.8 ARD y ARnD con carga < 6 = a 625,00Kg/día DBO.)
3/11/2017	pH (A)	6,10 - 7,60	Unidad de pH	Electrometric Method.	SM 4500-H+ B.	5.00 - 9.00
8/11/2017	DQO (A)	43,8	mg O2/L	Closed Reflux, Titrimetric Method	SM 5220 C.	270
4/11/2017	DBO5 (A)	26,2	mg O2/L	5-Day BOD Test.	SM 5210 B, ASTM D888-12 Método C	135
8/11/2017	Sólidos Suspendidos Totales (A)	17,8	mg/L	Secado a 104°C Gravimetrico	SM 2540 D.	135
3/11/2017	Sólidos Sedimentables (A)	<0,1	mL/L	Cono Imhoff	SM 2540 F.	7,5
20/11/2017	Grasas y Aceites (A)	<9,97	mg/L	Extracción líquido - líquido, partición gravimétrica.	S.M. 5520 B	30
20/11/2017	Hidrocarburos Totales TPH (A)	<8,70	mg/L	Extracción Líquido - Líquido Partición Gravimétrica	S.M. 5520 B, F	Análisis y Reporte.
7/11/2017	Tensoactivos (A)	<0,242	mg SAAM/L	Anionic Surfactants as MBAS.	SM 5540C.	Análisis y Reporte.
7/11/2017	Ortofosfato (A)	7,16	mg P-PO4/L	Stannous Chloride Methods	SM 4500-P D	Análisis y reporte.
7/11/2017	Fosforo Total(A)	3,03	mg P/L	Colorimetric Method-Stannous Chloride	SM 4500-P B, D	Análisis y reporte.
7/11/2017	Nitratos (A)	1,43	mg NO3-/L	UV Spectrophotometric Screening Method.	SM 4500-NO3- B.	Análisis y reporte.
7/11/2017	Nitritos (A)	0,14	mg NO2-/L	Colorimetric Method	SM 4500-NO2- B	Análisis y reporte.
27/11/2017	Nitrógeno Amoniacal (*)	27,1	mg / L	Titrimetric Method	SM 4500-NH3 C.	Análisis y reporte.
20/11/2017	Nitrógeno Orgánico Total Kjeldahl(A)	20,0	mg N/ L	Semi-Micro-Kjeldahl and Destillation- Titrimetric Method	SM 4500-NOrg C, SM 4500-NH3 B, C.	Análisis y reporte.
3/11/2017	Caudal (A)	0,07	L/s	Volumétrico	Volumétrico	No Especifica
3/11/2017	Temperatura (A)	21,5	°C	Laboratory and Field Methods.	SM 2550B.	<40

* Análisis subcontratados

Los valores de pH, Caudal, Temperatura, Oxígeno Disuelto y Sólidos sedimentables fueron medidos in situ.

(A) Análisis acreditado por BIOPOLAB ante el IDEAM

Resolución 631 de 2015, "Por la cual se establecen los parámetros y los valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales a cuerpos de aguas superficiales y a los sistemas de alcantarillado público y se dictan otras disposiciones."

- Este informe de resultados no se puede reproducir y solo aplica para los resultados de la muestra analizada.
- Cualquier inquietud o reclamación puede ser presentada a nuestra compañía ya sea vía telefónico o al correo e inmediatamente sera atendida.
- La muestra será almacenada 15 días para eventuales repeticiones o inquietudes con los análisis y resultados.

Documento aprobado por:



Liliana Olmos Ravagli

Gerente Técnica

Ing. Química Registro Prof. 14541 Consejo. P de I.Q. de Col.

Fecha de expedición:

27/11/2017

Biopolimeros Industriales Ltda.

Carrera 18 No. 63a - 50 Piso 6. Bogotá-Colombia

Telefonos: (+1) 5405700/5406606, Bogotá

www.biopolab.com

INFORME DE RESULTADOS N°:				20503
CLIENTE:	TUKANO SAS	COTIZACIÓN N°:	17R-545	CANTIDAD: 4100 ML
NIT:	900970759-7	ODS:	17-3939	FECHA DE MUESTREO: 3/11/2017
TELÉFONO:	316361060			FECHA DE RECIBIDO: 4/11/2017
CONTACTO:	Manuel Chaparro			TIPO DE EMPAQUE: P/V
CARGO:	N.E.			PUNTO DE CAPTACIÓN/ Orden de servicio cliente:
DIRECCIÓN:	Calle 91 # 9-16			LUGAR DE RECOGIDA: PTAR HYDROCLEAR HC30 TERPEL
CIUDAD:	Bogotá			ALMAC. CONTRAMUESTRA: Análisis FQ: 15 días
ID. MUESTRA:	17-9335			Análisis MB: 24 horas
Fisicoquímica				

CERTIFICA QUE

Como resultado de la comparación de los parámetros fisicoquímicos evaluados en el vertimiento líquido del equipo PTAR instalada en TERPEL PLANTA TOCANCIPA frente a la **RESOLUCIÓN 631 DE 2015 ART. 16**, se observa que el:

EL EQUIPO PLANTA DE TRATAMIENTO AGUA RESIDUAL DOMESTICA DOMICILIARIA ArD PTAR Sistema MBBR Hidroclear HC30 arroja parámetros que presentan valores de concertación dentro de los criterios de calidad establecidos en la norma mencionada son: pH, Temperatura, Sólidos Sedimentables, Demanda Bioquímica de Oxígeno, Demanda Química de Oxígeno, Sólidos Suspendidos Totales, y Grasas y Aceites.

- Para los compuestos de Nitrógeno analizados en el vertimiento líquido efectuado por la PTAR Sistema MBBR Hidroclear 6000 30POP instalada en TERPEL PLANTA TOCANCIPA se registraron las siguientes concentraciones, para Nitritos 0,14 mg/L, Nitratos 1,43 mg /L, Nitrógeno Amoniacal 27,1 mg /L y Nitrógeno Orgánico Total Kieldahl, El artículo 16 de la Resolución 0631, pide el análisis y reporte de los mismos.
- Para los compuestos de fósforo analizados en el vertimiento líquido efectuado por la PTAR Sistema MBBR Hidroclear 6000 30POP instalada en TERPEL PLANTA TOCANCIPA se registraron las siguientes concentraciones, Ortofosfatos 7,16 mg/L y Fósforo Total 3,03 mg/L, El artículo 16 de la Resolución 0631, pide el análisis y reporte de los mismos.
- Para el parámetro de aguas tratadas Demanda Bioquímica de Oxígeno DBO5 (A) arrojo resultado de 26,2 mg O2/L valor menor al máximo límite. Por lo que el equipo cumpliría criterios de calidad frente a la **RESOLUCIÓN 1207 DE 2014 ART. 6, 7** En el reúso como agua tratada con fines de Uso Industrial u otros.

Resolución 631 de 2015, "Por la cual se establecen los parámetros y los valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales a cuerpos de aguas superficiales y a los sistemas de alcantarillado público y se dictan otras disposiciones."

- Este informe de resultados no se puede reproducir y solo aplica para los resultados de la muestra analizada.
- Cualquier inquietud o reclamación puede ser presentada a nuestra compañía ya sea vía telefónico o al correo e inmediatamente será atendida.
- La muestra será almacenada 15 días para eventuales repeticiones o inquietudes con los análisis y resultados.

Documento aprobado por:



Liliana Olmos Ravagli
Gerente Técnica

Ing. Química Registro Prof. 14541 Consejo. P de I.Q. de Col.

Fecha de expedición:

27/11/2017

ANEXOS

FORMATOS DE CAMPO


Ciudad	TUCUMAN
Dirección	PLANTA FERIA DEL TOCUMÁN
Fecha	13.11.2012
Hora	9:50

27/5/21
21/01
21/01

Aliquota:
 = volumen de cada alícuota o porción de muestra,
 = volumen total a componer,
 = caudal instantáneo de cada muestra,
 = caudal promedio durante el muestreo,
 = número de muestras tomadas.

Alexandra J. Bressi
Coordinator of Investments
Coca-Cola Bottling Investments

CADENA DE CUSTODIA

 <small>LABORATORIO DE ANALISIS QUIMICOS Y MICROBIOLOGICOS</small>	CONTROL DE MUESTRAS	Código	Versión
	CADENA DE CUSTODIA	F-CM-08	4
		Fecha	Página
		2/03/2016	1 de 1

Datos Cliente			
Nombre	TUKANO S.A.S - PLANTA TERPEL TOCANICA		
Contacto	MANUEL CHAPARRO		
Teléfono	300 2122174		
Dirección	17A - 545		
Cotización	PLANTA TERPEL TOCANICA		
Información de la Muestra			
Tipo de Matriz	<input type="checkbox"/> Agua Residual Domestica	<input type="checkbox"/> Agua Residual Industrial	<input type="checkbox"/> Agua Superficial
	<input type="checkbox"/> Agua Subterránea	<input type="checkbox"/> Agua Proceso	Otra: <input type="checkbox"/>
Tipo de Muestreo	<input type="checkbox"/> Muestreo Simple	<input checked="" type="checkbox"/> Muestreo Compuesto	<input type="checkbox"/> Muestreo Integrado
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Otro: <input type="checkbox"/>
Información Muestreo			
Responsable de muestreo	BIOPOLAB		
Fecha de Muestreo	3-11-2017		
Hora de Muestreo	9:30		
Punto de Captación	SALIDA P.T.A.R.		
Orden de Servicio (ODS)			
Numero de Recipientes	2		
Responsable de envió	Lidia C. Olmos Paraghi		
Fecha de Recepción	3-11-2017		
Hora de Recepción	19:30		
Ingreso de Muestra			

Tipo de envase	Volumen	Cantidad	Parámetros	Preservado		Temperatura	pH
				Si	No		
Envase plástico	1000	2	DBO, SST, SAAM		X	4°C	
Envase plástico							
Envase plástico							
Envase plástico							
Envase de Vidrio	1000	1	6YA e HIDROCARBUROS			4°C	
Envase de Vidrio	300	2	PT, NAT, NA			4°C	
Envase de Vidrio							
Envase de Vidrio Ámbar	100	1	DRD			4°C	
Envase de Vidrio Ámbar							
Envase de Vidrio Ámbar							
Envase de Vidrio Ámbar							
Envase de Vidrio Estéril							
Envase de Vidrio Estéril							
Otros							
Otros							

Entrega	Recibe
Nombre	Nombre
Cargo	Cargo
Firma	Firma

Elaborado Por:	Revisado Por:	Aprobado Por:
Alexander Torres	Pablo Milian Mindiola	Liliana Olmos R.
Coordinador muestreos	Gerente Gestión de Calidad	Gerente Técnico

ACREDITACIONES



20176010007661
Al contestar por favor cite estos datos
Radicado No.: 20176010007661
Fecha: 12-05-2017

Bogotá D.C.,

Señora
MARIA LILIANA OLMOS RAVAGLI
Representante Legal
BIOPOLIMEROS INDUSTRIALES LTDA.-BIOPOLAB
Carrera 13 N° 63A-50 Piso 6
liliana.olmos@biopolab.com
Celular: 3102217580
Teléfono: 57-1-5405700, 5406606
Bogotá D.C.

Referencia: Respuesta al oficio de solicitud con radicado No. 20179910060402 de 2017.-"Acogimiento Resolución No. 2455 del 2014". Trámite Renovación y Extensión de la Acreditación. Expediente N° 2013600010400001E

Respetado Señora María Liliana Olmos Ravagli:

En atención al asunto de la referencia, mediante el cual solicita a este instituto:

"(...) extender la acreditación otorgada a nuestra empresa con la Resolución 1433 de 24 de Junio de 2014 hasta cuando sea emitida la nueva resolución ya que la solicitud de renovación fue solicitada en los plazos previstos requeridos por ustedes. La visita de renovación de la acreditación fue realizada entre los días 24 y 28 de abril de 2017, y con los plazos establecidos mínimos para el levantamiento de las No Conformidades, revisión y emisión de la respectiva resolución los tiempos superaron el vencimiento de la resolución actual."

Me permito dar respuesta en los siguientes términos:

Teniendo en cuenta que mediante Resolución N° 1433 del 24 de Junio de 2014, el IDEAM el IDEAM otorgó a la sociedad Biopolimeros Industriales LTDA.-Biopolab, la acreditación inicial para producir información cuantitativa, física y química, para los estudios o análisis ambientales requeridos por las autoridades ambientales competentes cuya vigencia abarca desde el 10 de julio de 2014 hasta el 10 de julio de 2017. (Subrayado fuera de texto), se tiene como ajustada al orden legal el requerimiento hecho por el peticionario a fin de acogerse a lo dispuesto por la resolución 2455 del 18 de septiembre de 2014, razón por la cual se procede al análisis de la solicitud en los siguientes términos:

1. Hecha la revisión del expediente N°2013600010400001E correspondiente a la sociedad Biopolimeros Industriales LTDA.-Biopolab, el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales-IDEAM, identificó que el 3 de agosto de 2016, mediante radicado N° 20160910080002, el OEC solicitó a esta entidad la renovación y extensión de acreditación, cumpliendo el término establecido en el artículo primero de la resolución N° 1754 de 2009, que expresa textualmente

"...ocho (8) meses antes de finalizar el período de vigencia, el laboratorio deberá hacer una solicitud de renovación de la acreditación siguiendo el procedimiento que se señala..."

Calle 25D No. 96B - 70, Bogotá D.C. PBX (571) 3527160
Fax Servir: 3075521 - 3527160 Opc.2
Línea Nacional 018000110012 - Promotivo y Atención al Cliente (571) 3527160
Sede Planta Aranda, Calle 12 No. 42B - 44 Bogotá D.C. PBX: 2681070
www.ideam.gov.co



2. El IDEAM mediante radicado N°20166010015481 dio inicio al trámite de renovación y extensión de la acreditación solicitada por la sociedad Biopolimeros Industriales LTDA.-Biopolab, mediante acto administrativo. Auto N°0047 del 5 de octubre de 2016, notificado el 7 de octubre de 2016.
3. El 2 de noviembre de 2016 mediante radicado N° 20166010021021, el IDEAM envió la cotización y orden de consignación o pago de la visita de evaluación para la renovación de la acreditación y extensión del alcance.
4. El 9 de diciembre de 2016 mediante radicado N° 20169910146592 el laboratorio allegó el comprobante de pago por concepto de renovación y extensión de la acreditación.
5. El 22 de marzo de 2017 el IDEAM mediante correo electrónico envía la confirmación de las fechas de visita bajo radicado N° 20166010028261.
6. Los días del 24 al 28 de abril de 2017 realizo la visita de evaluación para la renovación de la acreditación y extensión del alcance a la sociedad Biopolimeros Industriales LTDA.-Biopolab

Por otra parte, que de conformidad con lo dispuesto en la resolución 0268 de 2016, norma regulatoria del trámite administrativo de acreditación, se cuenta con 7 días hábiles para enviar el Plan de acciones correctivas, que el equipo evaluador cuenta con 7 días para la revisión del Plan de acción, que el laboratorio cuenta con 60 días hábiles para el envío de evidencias y cierre de no conformidades; y que el IDEAM cuenta con 30 días hábiles para la revisión de las evidencias y proyección del informe de cierre de no conformidades, en tal sentido y vistos los hechos que anteceden a la solicitud de acogimiento a los términos previstos por la resolución 2455 del 18 de septiembre de 2014 y una vez verificado el cumplimiento de los presupuestos legales, respecto al trámite de renovación y extensión de la sociedad Biopolimeros Industriales LTDA.-Biopolab, esta entidad considera que es procedente dar aplicación a lo establecido mediante la resolución No. 2455 del 18 de septiembre de 2014, que en la parte resolutoria en el ARTICULO PRIMERO, señala,

"Cuando el ordenamiento jurídico permita la renovación de la acreditación y la autorización, y en particular la solicite dentro de los plazos previstos en la normatividad vigente, con el lleno de la totalidad de los requisitos exigidos para ese fin, la vigencia del permiso, licencia o autorización se entenderá prorrogada hasta tanto se produzca la decisión de fondo por parte de la entidad competente sobre dicha renovación"

Lo anterior, con fundamento en los principios de la función pública, consagrados en el artículo 209 de la Carta Política, en cuanto a las regulaciones administrativas.

Cordialmente,

NESTOR ALEJANDRO GÓMEZ GUERRERO
Subdirector de Estudios Ambientales (E)

Proyectado por	Nombre y Apellido	Yo Br.
	Diana Vinasara Cárdena Contreras	
Revisó y aprobó	Nombre y Apellido	Yo Br.
	Fabrizio Alvarado Cárdena	
Fecha	Fecha	Fecha
	2017/05/12	2017/05/12
Los arriba firmantes declaramos que hemos revisado el presente documento y soportamos de ser el caso, y lo emitimos en los términos previstos y a las normas y disposiciones legales vigentes y por lo tanto, bajo nuestra responsabilidad, lo presentamos para la firma de la Subdirectora de Estudios Ambientales del IDEAM.		

Calle 25D No. 96B - 70, Bogotá D.C. PBX (571) 3527160
Fax Servir: 3075521 - 3527160 Opc.2
Línea Nacional 018000110012 - Promotivo y Atención al Cliente (571) 3527160
Sede Planta Aranda, Calle 12 No. 42B - 44 Bogotá D.C. PBX: 2681070
www.ideam.gov.co





INSTITUTO DE HIDROLOGÍA,
METEOROLOGÍA Y
ESTUDIOS AMBIENTALES



OFICIO DE NOTIFICACIÓN POR MEDIOS ELECTRONICOS

Bogotá, D. C., 27 de junio de 2017

Doctora:

MARIA LILIANA OLMOS RAVAGLI
REPRESENTANTE LEGAL
BIOPOLIMEROS INDUSTRIALES LTDA - BIOPOLAB
Correo Electrónico: liliana.olmos@biopolab.com
Carrera 18 No. 63A- 50 piso 6
Bogotá D.C.

Respetada doctora Olmos,

Me permito enviar adjunto a este oficio, la **Resolución No. 1329 de 23 de junio de 2017**, Por la cual se modifica la Resolución N° 2707 del 24 de noviembre de 2016 en el sentido de extender por pruebas de evaluación de desempeño la acreditación a la sociedad **BIOPOLIMEROS INDUSTRIALES LTDA - BIOPOLAB**, para producir información cuantitativa física y química, para los estudios o análisis ambientales requeridos por las autoridades ambientales competentes*, con el fin de que sea notificada por medios electrónicos, de acuerdo al capítulo IV de la ley 1437 de 2011.

Solicito una vez sea recibido este correo electrónico, confirmar el recibido de la información al correo secretaria@ideam.gov.co con copia al correo acreditacion@ideam.gov.co con el fin de que la notificación quede en firme, de acuerdo a lo señalado en el Código Administrativo y de lo Contencioso Administrativo.

Cordialmente,

ADRIANA YAZMIN PORTILLO TRUJILLO
SECRETARIA GENERAL

Elaboró: Alejandra Pinzon Bosañillo/Secretaría General

TRD: Notificación Medio Electrónico

Anexo: See (6) Folios

Radicado No. 2017651002451

Expediente No. 201390070402001/E

Calle 25D No. 65B - 70 Bogotá D.C. PBX (571) 3527160
Fax Sever: 3075521 - 3527160, Opz.2
Línea Nacional 018000110012 - Procelibio y Alarías (571) 3527160
Sede Puente Aranda, Calle 12 No. 42B - 44 Bogotá D.C. PBX: 2681070
www.ideam.gov.co



MINAMBIENTE

**TODOS POR UN
NUEVO PAÍS**



INSTITUTO DE HIDROLOGÍA,
METEOROLOGÍA Y
ESTUDIOS AMBIENTALES

RESOLUCIÓN N° 1329 23 JUN 2017

"Por la cual se modifica la Resolución N° 2707 del 24 de noviembre de 2016 en el sentido de extender por pruebas de evaluación de desempeño la acreditación a la sociedad **BIOPOLIMEROS INDUSTRIALES LTDA - BIOPOLAB**, para producir información cuantitativa física y química, para los estudios o análisis ambientales requeridos por las autoridades ambientales competentes"

EL DIRECTOR GENERAL DEL INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES - IDEAM-

En uso de sus facultades legales y en especial las conferidas por el artículo 2.2.8.9.1.5 del Decreto 1076 de 2015, los numerales 1 y 2 del artículo 5 del Decreto 281 de 2004, la Resolución 0288 de 2015, y,

CONSIDERANDO:

Que mediante Resolución N° 1433 del 24 de junio de 2014, el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM, renovó y extendió a la sociedad **BIOPOLIMEROS INDUSTRIALES LTDA - BIOPOLAB**, identificada con NIT 900.246.497-8, otorgó la acreditación para producir información cuantitativa física, química y microbiológica, para los estudios o análisis ambientales requeridos por las autoridades ambientales competentes a la sociedad **BIOPOLIMEROS INDUSTRIALES LTDA - BIOPOLAB**, identificada con NIT 900.246.497-8, con domicilio en la Carrera 18 No. 63A-50 de la ciudad de Bogotá, D.C., para las siguientes variables bajo los lineamientos de la norma NTC-ISO/IEC 17025 "Requisitos Generales de Competencia de Laboratorios de Ensayo y Calibración", versión 2005.

Que la acreditación se otorgó por un periodo de tres (3) años contados a partir de la notificación de la Resolución N° 1433 del 24 de junio de 2014, estableciéndose como periodo de vigencia de la acreditación del 26 de junio de 2014 al 3 de julio de 2017.

Que mediante la Resolución N° 2707 del 24 de noviembre de 2016, el IDEAM extendió el alcance de la acreditación, para producir información cuantitativa física y química, para los estudios o análisis ambientales requeridos por las autoridades ambientales competentes a la sociedad **BIOPOLIMEROS INDUSTRIALES LTDA - BIOPOLAB**, identificada con NIT 900.246.497-8, con domicilio en la Carrera 18 No. 63 A-50 de la ciudad de Bogotá, D.C. bajo los lineamientos de la norma NTC-ISO/IEC 17025 "Requisitos Generales de Competencia de Laboratorios de Ensayo y Calibración", versión 2005.

Que el artículo segundo del acto administrativo señalado en el acápite anterior, el Instituto estableció:
*...ARTÍCULO 2º.- "No se extiende el alcance de la acreditación para producir información cuantitativa física y química, para los estudios o análisis ambientales requeridos por las autoridades ambientales competentes a la sociedad **BIOPOLIMEROS INDUSTRIALES LTDA - BIOPOLAB**, identificada con NIT 900.246.497-8, con domicilio en la Carrera 18 No. 63A-50 de la ciudad de Bogotá, D.C., para las siguientes variables bajo los lineamientos de la norma NTC-ISO/IEC 17025 "Requisitos Generales de Competencia de Laboratorios de Ensayo y Calibración", versión 2005

Matriz: Agua

1. **Acidez:** Volumétrico, SM 2310 B
2. **Amonio:** Destilación - Volumétrico, SM 4500-NH₃ B, C
3. **Coliformes Fecales:** Fermentación de Tubos Múltiples, SM 9221 B, E
4. **Coliformes Totales:** Fermentación de Tubos Múltiples, SM 9221 B
5. **Fósforo Total:** Digestión - Cloruro Estanoso, SM 4500-P B, D
6. **Hidrocarburos:** Extracción Líquido-Líquido, Partición Gravimétrica - Hidrocarburos, SM 5550 B, F

Página 1 de 6

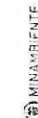
Calle 25D No. 65B - 70 Bogotá D.C. PBX (571) 3527160

Fax Sever: 3527110

Línea Nacional 018000110012 - Procelibio y Alarías (571) 3527160

Sede Puente Aranda, Calle 12 No. 42B - 44 Bogotá D.C. PBX: 2681070

www.ideam.gov.co



MINAMBIENTE

**TODOS POR UN
NUEVO PAÍS**

ANTECEDENTES y DESCRIPCION DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO CON REACTOR DE BIOPELÍCULA DE LECHO MÓVIL MBBR (MOVING BED BIOFILM REACTOR),

Tabla de contenido

1. ¿QUÉ ES EL TRATAMIENTO BIOLÓGICO DE AGUAS RESIDUALES?
2. ¿QUÉ ES EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES MBBR?
3. ¿CÓMO FUNCIONA EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES MBBR?
4. ¿CUÁLES SON LAS VENTAJAS DEL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES MBBR?
8. APLICACIONES DOMESTICAS E INDUSTRIALES DE UN SISTEMA MBBR

Antes de explicar los detalles *del sistema de tratamiento con reactor de biopelícula de lecho móvil*, (siglas en ingles MBBR *Moving Bed Biofilm Reactor*), es útil comprender la categoría general en la que se encuentra este tipo de tratamiento de aguas residuales. El sistema MBBR es un proceso biológico, a diferencia de uno químico o mecánico.

Los procesos biológicos para el tratamiento del agua utilizan pequeños organismos como bacterias o nematodos para ayudar a descomponer los desechos, es decir, la materia orgánica que está presente en las aguas residuales, aprovecha un proceso biológico celular natural para descomponer estos residuos.

La introducción de microorganismos específicos en las aguas residuales permite que la naturaleza siga su curso a medida que estos microorganismos descomponen y consumen los desechos con los que entran en contacto. En el caso de materiales de desecho contaminantes complejos en el agua, los microorganismos pueden convertirlos en sustancias más simples, que luego pueden filtrarse mediante un tratamiento adicional.

En muchos casos, el tratamiento o *depuración biológica de aguas residuales*, lo antecede una etapa de tratamiento primario, para eliminar ciertas materias. Ya sea que la depuración Biológica se use de forma independiente o como parte de un proceso de tratamiento de agua más completo, los procesos biológicos de tratamiento de aguas residuales son efectivos, ecológicos y económicos.

¿QUÉ ES EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES MBBR?

A fines de la década de 1980 los investigadores noruegos en especial el profesor Hallvard Ødegaard en la Universidad Noruega de Ciencia y Tecnología. desarrollaron la tecnología MBBR. Al día de hoy este proceso de tratamiento de aguas residuales se ha extendido rápidamente.

El objetivo de MBBR en un principio fue compensar algunos de los problemas que caracterizan a otros métodos biológicos de tratamiento de aguas residuales, y lo hizo de manera efectiva. Hoy día la depuración en tecnología MBBR combina muchas de las fortalezas de otros procesos biológicos, específicamente los procesos de lodos activados y medios de biopelícula, mientras elimina o minimiza las deficiencias que tienden a presentarse con los procesos biológicos para el tratamiento de aguas residuales.

Este proceso proporciona un medio seguro y ambientalmente sostenible para eliminar sustancias orgánicas, medidas en términos de demanda bioquímica de oxígeno (DBO), así como para lograr la nitrificación y desnitrificación.

Debido a los muchos beneficios que ofrece, MBBR se ha convertido en un método reconocido ya para 2014 habían más de 800 plantas de tratamiento de aguas residuales MBBR en más de 50 países hoy quizás por miles, con aproximadamente la mitad tratando aguas residuales domésticas y aproximadamente la mitad tratando aguas residuales industriales. Al menos parte del motivo del interés en el proceso MBBR es su pequeña huella en comparación con otros procesos de tratamiento biológico. El volumen del tanque necesario para un proceso MBBR suele ser significativamente menor que el necesario para un proceso de lodos activados o un filtro percolador diseñado para tratar el mismo flujo de aguas residuales tratamiento biológico de aguas residuales.

MBBR utiliza portadores. (Biocarriers) cubiertos de biopelícula para descomponer los desechos. Además de ser un medio eficaz para eliminar sustancias orgánicas, MBBR también es un método innovador para la nitrificación y desnitrificación.

Al igual que con otros procesos de tratamiento biológico, MBBR a menudo forma parte de un sistema de múltiples pasos para el tratamiento de aguas residuales, con otros procesos enfocados en diferentes aspectos de la purificación. Es por eso que un diagrama de flujo del proceso MBBR a menudo incluirá otros pasos, como la eliminación de arena y la desinfección. Las plantas individuales pueden personalizar el proceso MBBR en sí y su régimen general de tratamiento de aguas residuales para abordar adecuadamente sus necesidades de purificación.

¿CÓMO FUNCIONA EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES MBBR?

Una forma útil de comprender este proceso es considerar los diferentes componentes de diseño MBBR que trabajan juntos para hacer posible esta técnica. Aquí hay un desglose detallado de cómo funciona el proceso MBBR. (ver figura No.3)

- **Sustrato:** El proceso MBBR tiene lugar en un sustrato o caldo de nutrientes, también conocido como Agua residual contaminada alojado en un recipiente reactor. El tamaño de este recipiente depende de las necesidades de tratamiento de una planta en particular. El afluente ingresa a este reactor y puede luego ingresar a un segundo recipiente para un mayor procesamiento de MBBR o para otro tipo de proceso de tratamiento de agua. Los tanques de aireación MBBR son abiertos o cubiertos en la parte superior, lo que hace que este sea un proceso aeróbico de depuración.

- **Medios:** El recipiente reactor está lleno de miles de pequeños chips (elaborados en polímero) , llamados medios o portadores. (Biocarriers) Estos medios pueden ocupar entre el 50 y el 70 % del tanque reactor. Estos medios parecen ruedas hexagonales y están especialmente diseñados para proporcionar la superficie perfecta para que prosperen los microorganismos que consumen desechos. Estas piezas forman una biopelícula (biofilm) que aporta la solución para la eliminación de residuos en el agua. Su diseño maximiza el área de superficie que proporcionan para que crezca sobre ellos. Imitan la densidad del agua, lo que les permite mezclarse con el fluido, en lugar de flotar o hundirse. A medida que estas piezas fluyen a través de las aguas residuales, los microorganismos que se alojan en este medio crean colonias que consumen los desechos del agua.

- **Micro difusores de aireación:** De otra parte los medios portadores mueven con eficacia por todo el tanque gracias a los micro difusores de aireación ubicado en el fondo del reactor. Este dispositivo es alimentado esencialmente por un aireador magnético ubicado en la parte superior de la torreta del reactor. Los micro difusores de aireación ayudan a su vez a mantener los medios de biopelícula en movimiento para que puedan entrar en contacto con todos los desechos presentes y descomponerlos de

manera eficiente debido a que los microorganismos metabolizan a mayor tasa a la par con su capacidad de consumir más oxígeno y energía en la digestión depuradora en el tanque.

- **Filtrado:** al imaginar el sistema MBBR descrito hasta ahora, uno podría preguntarse cómo permanece el medio en el tanque, en lugar de escapar por la salida. Eso sería un problema si no fuera por un tamiz adjunto al tanque. El material de malla permite el paso del agua, pero mantiene los soportes de plástico dentro del recipiente.

Con una apreciación de los componentes que hacen posible MBBR, es sencillo entender cómo funciona este proceso. Los microorganismos adheridos a los medios en el tanque consumen los desechos en el agua, dejándola más limpia y segura para su reutilización o eliminación. El tipo de microorganismos introducidos en el tanque dependerá del tipo de desecho que se necesite eliminar.

Como se mencionó anteriormente, MBBR no solo funciona para consumir desechos generales. También juega un papel en la nitrificación y desnitrificación. La nitrificación es el proceso de conversión de amonio en nitrato, y la desnitrificación ocurre cuando el oxígeno se metaboliza y el nitrato se convierte en gas nitrógeno. Debido a que ambos son procesos biológicos, MBBR es una excelente manera de facilitarlos.

Una vez más, los objetivos del proceso MBBR dictan los tipos de microorganismos. En el caso de la desnitrificación, por ejemplo, es mejor utilizar desnitrificantes como *Pseudomonas*, *Paracoccus* o *Alcaligenes*. En cualquier proceso biológico para mejorar la calidad de las aguas residuales, la Tecnología MBBR es un método muy efectivo a considerar



Fig 1. Imagen de un reactor MBBR abierto y caldo de nutrientes (Agua residual)

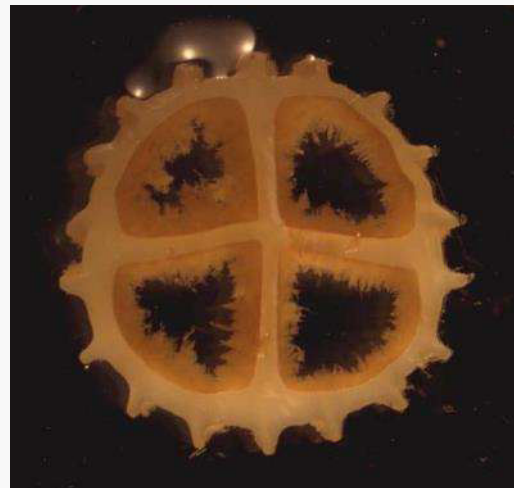


Fig.2 Imagen de un portadores. (Biocarriers) Tipo KMT KI con biopelícula bacteriana adherida

¿CUÁLES SON LAS VENTAJAS DEL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES MBBR?

El uso de reactores de biopelícula de lecho móvil sobre otros procesos tradicionales de tratamiento de aguas residuales puede ser la mejor opción para muchas industrias y proyectos de tratamiento de aguas residuales domésticas (ARD), ya que MBBR provee una serie de atributos y ventajas excepcionales. Entre ellas:

- **Compacto:** MBBR es una excelente opción para instalaciones con limitaciones de espacio, ya que normalmente tiene una huella mucho más pequeña que otros sistemas. Un tanque de aireación MBBR puede tratar efectivamente la misma cantidad de agua que un tanque mucho más grande usado para un proceso más tradicional. Principalmente, ofrece este beneficio debido al área de superficie maximizada que los medios proporcionan para el crecimiento de biopelículas.

Eso podría significar menos espacio para otras máquinas y sistemas que son vitales para sus operaciones. Un tanque de aireación MBBR puede liberar espacio en sus instalaciones mientras proporciona el mismo tratamiento efectivo que los procesos biológicos que demandan tres veces más espacio.

Si una instalación necesita agregar a los sistemas que ya tiene para tratar un mayor volumen de aguas residuales, los Módulos de tanques MBBR son una excelente opción a considerar, ya que se pueden agregar fácilmente al sistema existente sin ocupar mucho espacio. Los tanques existentes también se pueden adaptar para usarlos como tanque de aireación MBBR.

- **Simplicidad:** Otra de las ventajas de los reactores de biofilm es que son fáciles de operar. La ciencia detrás de este proceso puede ser algo compleja, pero el proceso en sí es sencillo. Adicionalmente permite que la naturaleza de los microorganismos siga su curso, lo que minimiza el papel del operador. Vale la pena señalar que los operadores deben conocer el proceso para que puedan asegurarse de que todo funcione correctamente a nivel molecular. Sin embargo, el proceso en sí no requiere muchos pasos.

Los proyectos donde se requiere tratar mayores cantidades de aguas residuales necesitan determinar varios factores para calcular el diseño más efectivo para su sistema MBBR. Estos factores incluyen la tasa de carga del área superficial (SALR) junto con la tasa de flujo de aguas residuales y la concentración de nitrato, amoníaco o DBO. Estos factores pueden ayudar a determinar el área de superficie del portador de las Biopelículas (Biocarrier) y el volumen del tanque necesarios para un proceso MBBR exitoso. Los cálculos difieren dependiendo de si el objetivo es la eliminación de DBO en una o dos etapas, la nitrificación en una etapa, la eliminación y nitrificación de DBO en dos etapas, la desnitrificación posanóxica o la desnitrificación preanóxica.

Una vez que se ha determinado el diseño correcto, operar el sistema es bastante fácil. Debido a que el sistema es flexible y puede responder fácilmente a los cambios por sí solo, el operador rara vez necesita hacer ajustes. La naturaleza sigue su curso y el sistema produce automáticamente efluentes con contaminantes residuales reducidos o erradicados.

- **Bajo mantenimiento:** Los sistemas de tecnología MBBR también son conocidos por ser procesos de bajo mantenimiento. Este sistema es en gran parte autorregulador, por lo que los usuarios pueden confiar en que funcionará de manera efectiva sin la necesidad de un mantenimiento continuo y exigente.

Por ejemplo, cuando el sistema permanece en funcionamiento continuo, no hay necesidad de flujos de lodo de retorno o retrolavado. Debido a que los micro difusores de aireación mantiene el medio en

movimiento en el tanque, las obstrucciones no son un problema. Debido a que el sistema se auto-regula para proporcionar la cantidad óptima de biopelícula productiva, los operadores no necesitan tomar ninguna medida para mantener la proporción correcta de digestión versus concentración de microorganismos por metro cubico de agua contaminada.

El mantenimiento que normalmente se requiere para un sistema MBBR consiste en monitorear y operar aireador magnético y Los micro difusores de aireación, así como realizar el mantenimiento de rutina en los sistemas eléctricos, de filtrado, clarificador, equalización de afluentes, control integrado y manejo de lodos.

• **Flexible:** los sistemas de tecnología MBBR naturalmente puede ajustarse según sea necesario a cargas variables y cambios en el afluente, ya que los microorganismos alojados en las biopelículas portadoras (Biocarriers) responden a los cambios. Permite resistir la carga de choque o un aumento repentino en los niveles de pH. Los estudios han demostrado su capacidad para permanecer altamente estable cuando se enfrenta a cargas de choque orgánicas, hidráulicas y salinas y para volver rápidamente a la normalidad.

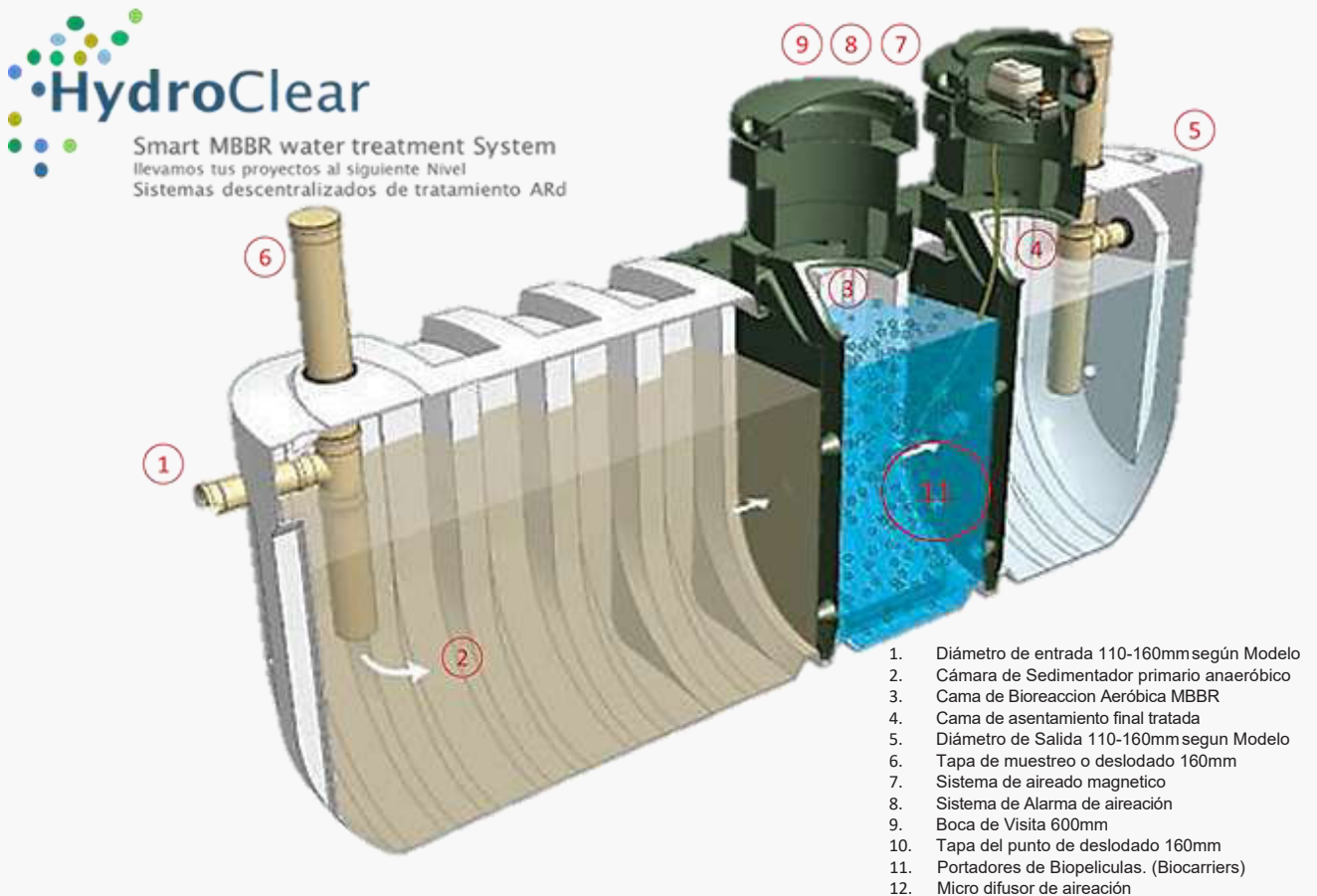


Fig.3 Componentes básicos de un sistema Compacto de tratamiento por reactor de biopelícula de lecho móvil, (siglas en ingles MBBR Moving Bed Biofilm Reactor),

Los investigadores sugieren que puede ser la alta concentración de biomasa del sistema que contiene colonias microbianas muy activas gradualmente aclimatados junto con la gran cantidad de área de superficie presente entre los muchos biopelículas portadoras (Biocarriers) en el reactor lo que permite que los sistemas MBBR manejen la carga de choque de manera tan efectiva.

• Eficiente: una de las ventajas más significativas de MBBR es su impresionante nivel de eficiencia. Un sistema MBBR puede funcionar mucho más rápido que los métodos alternativos para tratar el agua. El tiempo de retención hidráulica (HRT) para la eliminación de DBO y nitrógeno con un sistema MBBR es de alrededor de tres a cuatro horas. Los medios en continuo movimiento y la gran cantidad de biopelícula hacen posible esta HRT baja.

El tiempo de retención hidráulica (TRH) es la medida de cuánto tiempo tarda un sistema de tratamiento de agua en tratar eficazmente el afluente. Para algunos sistemas, esto puede llevar mucho tiempo, lo que significa que el proceso avanza lentamente. Cuanto más lento sea el proceso, menos aguas residuales se pueden tratar en un período de tiempo determinado.

Hay varios beneficios clave de un sistema de tratamiento de aguas residuales MBBR. Estas ventajas hacen que un proceso de reactor de biopelícula sea la mejor opción para algunas instalaciones frente a los procesos tradicionales como el biorreactor de membrana o el lodo activado. Al tener en cuenta los pros y los contras del tratamiento de aguas residuales MBBR puede ayudar a las empresas a determinar si esta opción es la mejor opción para sus instalaciones.

Debido a que los sistemas MBBR funcionan tan rápido, una planta puede procesar más aguas residuales durante un día usando un sistema MBBR que con otro tipo de sistema con la misma capacidad. Esto significa que un sistema más pequeño puede tratar más agua en una línea de tiempo más rápida que los sistemas equivalentes. Esto hace que los sistemas MBBR sean una opción excepcionalmente eficiente.

APLICACIONES INDUSTRIALES DE UN SISTEMA MBBR

Los sistemas de depuración MBBR tiene aplicaciones domesticas e industriales casi ilimitadas. Cualquier industria que necesite tratar aguas residuales puede beneficiarse. Muchas de estas industrias tienen planes de tratamiento de efluentes que utilizan procesos menos provechosos o menos efectivos. Los siguientes representan algunos ejemplos de sistemas MBBR en contextos industriales y residenciales.



• **Proyectos Aguas residuales Domesticas**. Hoy día es quizás la aplicación mas extendida mundialmente. Al permitir que las aguas negras provenientes de viviendas, edificios, conjuntos residenciales, clubes, colegios, zonas de oficinas, campamentos, zonas peri urbanas sean tratadas directamente de manera modular, portátil, descentralizada autónoma no requiriendo sistemas de alcantarillado público, Bajando costos y reintegrando las aguas depuradas para reúso.

Fabricación de pulpa y papel: La industria de la pulpa y el papel exige mucha agua. Alrededor del 85% de esto es agua de proceso, lo que significa que las fábricas de papel producen una gran cantidad de aguas residuales contaminadas que requieren tratamiento en el lugar. MBBR ha demostrado ser un medio eficaz para tratar estas aguas residuales.

• **Fabricación de productos químicos:** La fabricación de productos químicos produce una gran cantidad de aguas residuales que contienen contaminantes orgánicos. Estas aguas residuales requieren tratamiento antes de que puedan reutilizarse o liberarse en los cursos de agua naturales. MBBR es una excelente opción para que las plantas de fabricación de productos químicos la consideren como parte de su ETP.

• **Fábricas textiles:** Las fábricas textiles deben contar sistemas de tratamiento, ya que producen aguas residuales que necesitan depuración. Por lo que el sistema MBBR es una excelente opción para fábricas textiles. Puede eliminar tintes y otros contaminantes de manera efectiva y es lo suficientemente compacto como para ser manejable en instalaciones pequeñas.

• **Procesamiento de lácteos:** el procesamiento de productos lácteos como leche, queso y yogur crea un gran volumen de efluentes que contienen demanda bioquímica de oxígeno (DBO), entre otros tipos de desechos. MBBR es una valiosa opción de tratamiento de aguas residuales para la industria láctea, ya que es excepcionalmente eficiente.

• **Fabricación de bebidas:** el agua es un ingrediente principal en la mayoría de las bebidas, pero las fábricas de bebidas también usan agua para procesos como el enfriamiento y la limpieza. Estos procesos dan como resultado aguas residuales que necesitan tratamiento. MBBR está especialmente bien equipado para mantenerse al día con la demanda de alto volumen de tratamiento de agua en esta industria.

Una amplia gama de industrias necesita tratar las aguas residuales, por lo que abundan los ejemplos de aplicaciones industriales de MBBR. En muchas industrias diferentes, los operadores de planta y los ingenieros consultores han descubierto de primera mano lo valioso que puede ser MBBR como parte de un sistema de depuración Biológica de aguas residuales en general.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Odegaard, Hallvard, "Compact Wastewater Treatment with MBBR," DSD International Conference, Hong Kong, 12, 11-14-2014.
- Odegaard, H., "The Moving Bed Biofilm Reactor," in Igarashi, T, Watanabe, Y, Asano, T, and Tambo N., "Water Environmental Engineering and Reuse of Water," Hokkaido Press 1999, p 250-305.
- Steichen, M. & Phillips, H., Black & Veatch, "Process and Practical Considerations for IFAS and MBBR Technologies," Headworks International Presentation, 03/18/2010.
- Rusten, B. and Paulsrud, B, Improved Nutrient Removal with Biofilm Reactors,
- Aquateam – Norwegian Water Technology Center, Oslo, Norway.

- McQuarrie, J.P. and Boltz, J.P., Moving Bed Biofilm Reactor Technology: Process Applications, Design and Performance, Water Environment Research, Vol 83, No. 6, June 2011.
- Hem, L, Rusten, B., Ødegaard, H. (1994) Nitrification in a moving bed biofilm reactor. Water Research, Vol. 28, No 6, pp. 1425-1433.
- Mosey, F.E. (1996): "Biofilms on Kaldnes carrier particles". Proc. from seminar organised by Anglian Water. Cambridgeshire, UK 27-29 November 1996
- Norris, D., Parker, D. Daniels, M. and Owens, E. (1982) High-quality trickling filter effluent without tertiary treatment. Journ. WPCF, Vol. 54, No. 7, pp. 1087.
- Rusten, B., Ødegaard, H. (1986) Treatment of food industry effluents in aerated submerged, biological filters. VATTEN nr.3, pp. 194-200,
- Rusten, B., Hem, L., Ødegaard, H. (1995a) Nitrification of municipal wastewater in novel moving bed biofilm reactors. Water Environm. Res., Vol. 67, No.1, pp75-86.
- Rusten, B., Hem, L., Ødegaard, H. (1995b). "Nitrogen removal from dilute wastewater in cold climate using moving bed biofilm reactors". Water Environm. Res., Vol. 67, No1, pp 65-74.
- Rusten, B., McCoy, M., Proctor, R. and Siljudalen, J.G. (1996a) The innovative moving bed biofilm reactor-solids contact reaeration process for secondary treatment of municipal wastewater. Proc. WEFTEC '96, Dallas Texas, Oct 1996
- Rusten, B., Wien, A. and Skjefstad, J. (1996b) Spent aircraft deicing fluid as external carbon source for denitrification of municipal wastewater: From waste problem to beneficial use. 51. Purdue Industrial Waste Conference Proc., Ann Arbor Press, Inc. Chelsea, Michigan 48118
- Ødegaard, H., Rusten, B., Westrum, T. (1994) A new moving bed biofilm reactor - Applications and results. Wat.Sci.Tech. Vol. 29, No 10-11, pp 157-165
- Ødegaard, H., Rusten, B. and Siljudalen, J. (1998a): "The development of the moving bed biofilm process - from idea to commercial product". Proc. WEC/EWPCA/IWEM Speciality Conference, INNOVATION 2000, Cambridge, UK, 7-10.July,1998
- Ødegaard, H., Gisvold, G. and Strickland, J. (1998b): "The influence of carrier size and shape in the moving bed biofilm process". Extended abstract for the IAWQ Conference on Biofilm Systems, New York, October 17-20, 1998
- Æsøy, A., Ødegaard, H., Hæggh, M., Rislå, F. and Bentzen, G.(1998): "Upgrading wastewater treatment plants by the use of biofilm carriers, oxygen addition and pre-treatment in the sewer network" Wat. Sci. tech. Vol.37, No. 9, pp 159-166