



GRANDS PROJETS

PROYECTO DE SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS

REPÚBLICA DOMINICANA



Manual de Operación y Mantenimiento PTAR San Cristóbal

TOMO I – Operación

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Rev. 0A
	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES	Fecha 2018-08-23
	SAN CRISTÓBAL TOMO I - OPERACIÓN	Página. 2 de 266

Índice

Capitulo 1 Alcance del documento	9
Capitulo 2 Seguridad en la planta	11
2.1 La seguridad y la planta de tratamiento	11
2.2 Equipos de seguridad	11
2.3 Prevención contra las infecciones bacterianas	12
2.4 Prevención contra los riesgos mecánicos	12
2.5 Prevención contra los riesgos eléctricos	13
2.6 Prevención contra los gases tóxicos.....	14
2.7 Prevención contra los riesgos asociados a los productos químicos.....	15
2.8 Prevención contra los riesgos de incendio	16
2.9 Control obligatorio por un organismo certificado	17
2.10 Análisis de riesgos.....	18
2.11 Ventilación y desodorizacion	20
2.11.1 Generalidades.....	20
2.11.2 Seguridad del personal.....	20
2.11.3 Valores límite de exposición profesional	20
2.11.4 Locales con contaminación no especifica	21
Capitulo 3 Requerimientos para las operaciones.....	23
3.1 Documentos relacionados	23
3.2 Personal	23
3.2.1 Selección de personal	24
3.2.2 Formación de personal	25
3.3 Medios materiales	25
3.3.1 Materiales para la red de alcantarillado a utilizar en la PTAR.....	25
3.3.2 Materiales adicionales para la PTAR.....	26
3.3.3 Aparatos de medición particulares para la PTAR.....	26
3.4 Equipos de seguridad	27
3.5 Equipos de señalización.....	27
Capitulo 4 Principios generales de operación.....	28
4.1 Consignas generales de operación	28

 GRANDS PROJETS	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Rev. 0A
	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES	Fecha 2018-08-23
	SAN CRISTÓBAL TOMO I - OPERACIÓN	Pagina. 3 de 266

4.2	La misión del jefe de operación (manager)	28
4.3	Medios técnicos de operación.....	29
4.3.1	Mediciones en línea.....	29
4.3.2	Paradas de emergencia.....	29
4.3.3	Reserva.....	30
4.3.4	Defectos/alarmas.....	30
4.3.5	Comando de los equipos	30
4.3.6	Autómata.....	32
4.3.7	SCADA - Supervisión	33
4.3.8	Tele transmisión.....	40
4.3.9	Manual de operación y mantenimiento – Libro de seguimiento del mantenimiento	40
4.3.10	Laboratorio.....	40
Capítulo 5	Criterios de concepción.....	41
5.1	Localización y origen de las aguas.....	41
5.2	Caudal y características del agua residual en entrada de PTAR	42
5.3	Características del efluente en salida de PTAR	43
Capítulo 6	Descripción general de la PTAR	45
6.1	Introducción.....	45
6.2	Calidad del tratamiento.....	46
6.3	Descripción general y configuración de la planta.....	47
6.4	Implantación general y servicios	50
6.5	Descripción de la zona de vertido del efluente	52
Capítulo 7	Procedimientos de operación.....	53
7.1	Pretratamiento	53
7.1.1	Lista de los equipos electromecánicos.....	54
7.1.2	Cámara de llegada, obra de llegada, aliviadero y pozo de gruesos	58
7.1.3	Desbaste grueso - Rejas	63
7.1.4	Elevación de las aguas brutas – Pozo de bombeo P001.....	69
7.1.5	Tamizado fino de las aguas brutas.....	75
7.1.6	Instrumentación y Muestreador	82
7.1.7	Mantenimiento general del pretratamiento	84
7.2	Desarenador - desengrasador	85
7.2.1	Lista de los equipos electromecánicos.....	85
7.2.2	Reparto de aguas brutas pretratadas.....	88
7.2.3	Tanque de desarenado/desengrasado.....	88
7.2.4	Tratamiento de arenas.....	94
7.2.5	Tratamiento de grasas.....	98

 GRANDS PROJETS	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Rev. 0A
	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL	Fecha 2018-08-23
	TOMO I - OPERACIÓN	Pagina. 4 de 266

7.2.6	Cámara de reparto a tanques de tratamiento biológico	111
7.2.7	Instrumentación	114
7.2.8	Mantenimiento general	115
7.3	Tratamiento biológico	117
7.3.1	Tanque de contacto	121
7.3.2	Tanque anaerobio.....	122
7.3.3	Canal anóxico y de aireación.....	124
7.4	Desaireación	148
7.4.1	Generalidades.....	148
7.4.2	Funcionamiento normal	150
7.4.3	Seguridad.....	151
7.4.4	Funcionamiento especial	151
7.4.5	Instrucciones especiales.....	152
7.4.6	Mantenimiento periódico.....	152
7.5	Clarificadores	155
7.5.1	Generalidades.....	155
7.5.2	Funcionamiento normal	158
7.5.3	Seguridad.....	159
7.5.4	Funcionamiento especial	161
7.5.5	Instrucciones especiales.....	162
7.5.6	Mantenimiento periódico.....	162
7.6	Recirculación y extracción de lodos.....	165
7.6.1	Recirculación de lodos.....	165
7.6.2	Purga de lodos en exceso	168
7.6.3	Funcionamiento normal	169
7.6.4	Seguridad.....	172
7.6.5	Funcionamiento especial	173
7.6.6	Instrucciones especiales.....	173
7.6.7	Mantenimiento periódico.....	174
7.7	Tratamiento terciario.....	177
7.7.1	Filtración terciaria.....	178
7.7.2	Desinfección UV	187
7.7.3	Depósito de agua tratada – agua industrial.....	204
7.7.4	Medición de caudal y toma de muestras agua tratada & by-pass.....	210
7.8	Línea de lodos	212
7.8.1	Generalidades.....	212
7.8.2	Fosa tampón y de homogeneización.....	214
7.8.3	Espesamiento y deshidratación de lodos	215
7.8.4	Almacenamiento de los lodos deshidratados en contenedores	217
7.8.5	Funcionamiento normal	217
7.8.6	Mantenimiento periódico.....	219
7.9	Tratamiento de olores de la PTAR	221
7.9.1	Generalidades.....	221

 	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Rev. 0A
	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES	Fecha 2018-08-23
	SAN CRISTÓBAL TOMO I - OPERACIÓN	Pagina. 5 de 266

7.9.2	Ventilación	221
7.9.3	Desodorización	223
7.10	Elementos auxiliares.....	227
7.10.1	Pozo de aguas de retorno P008	227
7.10.2	Gestión de las aguas pluviales	230
7.10.3	Red de agua potable	234
7.10.4	Laboratorio	234
7.10.5	Taller	235
7.10.6	Climatización.....	235
7.10.7	Agua anti-incendio	236
7.10.8	Anti-intrusión	236
Capítulo 8	Análisis de disfuncionamiento	237
8.1	Fichas guías de operación.....	237
8.2	Disfuncionamiento de la PTAR: orígenes, guías de operación y soluciones	237
Capítulo 9	Análisis en laboratorio y autocontrol	238
9.1	Generalidades.....	238
9.2	Muestreo	238
9.2.1	Tipo de muestras	238
9.2.2	Localización de los puntos de muestras.....	240
9.3	Análisis	241
Capítulo 10	Balance provisional de explotación.....	243
Capítulo 11	Anexos 245	
11.1	Anexo 1: Este anexo presenta las fichas guías de operación creadas para la “Mission d’Assistance à la Gestion de l’Eau de la Loire” -(MAGE 42) en 2006	245
11.2	Anexo 2: Este anexo se refiere al mantenimiento periódico de cada equipo: 246	
11.3	Anexo 3: Este anexo se refiere al análisis de disfuncionamiento de cada etapa de tratamiento:	257
11.4	Anexo 4: Lista de equipos con manuales propios de los proveedores ...	258
11.5	Anexo 5: Instrucciones análisis laboratorio micro método	265
11.6	Anexo 6: Procedimiento de trabajo en espacios confinados SMP-VGP-00-000-SE-PPG-0009-0A - Espacios confinados	266

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Rev. 0A
	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL	Fecha 2018-08-23
	TOMO I - OPERACIÓN	Pagina. 6 de 266

Índice de figuras

Figura 1.	Vistas de supervisión	40
Figura 2.	Ubicación del pozo de bombeo de Madre Vieja y la nueva PTAR de San Cristóbal.....	41
Figura 3.	Implantación de la PTAR	51
Figura 4.	Vista en 3D del pretratamiento.....	53
Figura 5.	Pretratamiento - Dirección del flujo	54
Figura 6.	Ejemplo de válvula mural motorizada y vista en planta de la cámara de entrada.....	58
Figura 7.	Obra de llegada y vista del pórtico para el gancho de gruesos.....	59
Figura 8.	Reja automática de desbaste grueso.....	63
Figura 9.	Desbaste de gruesos – vistas del SCADA y parámetros	64
Figura 10.	Etapas de funcionamiento de la reja automática de desbaste grueso	65
Figura 11.	Pozo de bombeo – vista del SCADA y parámetros.....	72
Figura 12.	Pozo de bombeo P001 – fotos del control local y de la instrumentación	73
Figura 13.	Tamizado fino – vistas del SCADA y parámetros	77
Figura 14.	Ejemplo de desarenador con raspado de las grasas	89
Figura 15.	Bomba de extracción de arena	90
Figura 16.	Extracto del plano de fabricación del desarenador/desengrasador	91
Figura 17.	Desarenador/desengrasador – vistas del SCADA y parámetros	92
Figura 18.	Extracción de arena – vistas del SCADA y parámetros	92
Figura 19.	Extracto del plano de fabricación del clasificador	95
Figura 20.	Principio general de tratamiento aerobia de las grasas	99
Figura 21.	Tratamiento de grasas – vistas del SCADA y parámetros	104
Figura 22.	Cámara de distribución	113
Figura 23.	Crecida del Rio Nigua – sistema de evacuación de las aguas pluviales.....	115
Figura 24.	Esquema de las zonas de contacto / anaerobia y aerobia.....	119
Figura 25.	Ejemplo de difusor sumergible.....	125
Figura 26.	Red de aire desde el edificio de soplantes hacia los tanques biológicos.....	127
Figura 27.	Soplante con carcasa de insonorización y Caudalimetro de aire.....	128
Figura 28.	Agitadores lentos tipo banana en el biológico B	129
Figura 29.	Red de aire desde el edificio de soplantes hacia los tanques biológicos.....	131
Figura 30.	Ejemplo de curva O2 o REDOX.....	135
Figura 31.	Parámetros generales de la aireación del BIO A	136
Figura 32.	Vista del armario AT2 con los selectores y botones del BIO A	137
Figura 33.	Parámetros extracción del aire en el edificio de soplantes	137
Figura 34.	Sistema de carga del sulfato de alúmina	138

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref. SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Rev. 0A
	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL	Fecha 2018-08-23
	TOMO I - OPERACIÓN	Pagina. 7 de 266

Figura 35.	Parámetros dosificación de sulfato alúmina.....	140
Figura 36.	Extractos de los planos mecánicos del desgasificador	149
Figura 37.	Vistas y parametros del pozo de flotantes P005	151
Figura 38.	Botones del AT2 para operación manual del pozo P005 y los desgasificadores	152
Figura 39.	Fotos del pozo de flotantes P005 y del sistema de aspersión	154
Figura 40.	Canal de salida del agua clarificada, vertedero triangular, chapa deflectora y tolva de recogida de flotantes	157
Figura 41.	Vistas y parametros del clarificador	159
Figura 42.	Vistas y parametros del pozo de flotantes P006	159
Figura 43.	Interruptor y toma para la bomba de vacío	161
Figura 44.	Botones del AT3 para operación manual del pozo P006 y los clarificadores.....	161
Figura 45.	Recirculación de lodos hacia los tanques biológicos	167
Figura 46.	Parametros SCADA de la recirculacion para el pozo A.....	171
Figura 47.	Botones sobre el armario AT2 para operación manual del pozo A.....	173
Figura 48.	Vistas SCADA y paremetros de la filtracion tercera	184
Figura 49.	Vistas SCADA del sistema de desinfection UV	195
Figura 50.	Vistas SCADA del tanque de agua tratada P007 y producción de agua industrial	207
Figura 51.	Tratamiento de lodos: camino desde la extracción hasta el almacén final.....	213
Figura 52.	Fosa de homogeneización y tapadera de acceso al agitador TL-AG-203.....	214
Figura 53.	Estación de bombeo de los lodos líquidos	215
Figura 54.	Línea de impulsión del pozo de aguas de retorno P008	227
Figura 55.	Vistas y parametros del pozo de aguas de retorno P008.....	228
Figura 56.	Botones sobre el armario AT1-Bis para operación manual del pozo de aguas de retorno P008	229
Figura 57.	Sistema de evacuación de las aguas pluviales	232
Figura 58.	Sección del separador de arenas y grasas/hidrocarburo para las aguas pluviales.....	233
Figura 59.	Ubicación del almacén de agua potable	234

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Rev. 0A
	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL	Fecha 2018-08-23
	TOMO I - OPERACIÓN	Pagina. 8 de 266

Índice de tablas

Tabla 1 -	Organigrama del personal de operación y mantenimiento.....	24
Tabla 2 -	Resumen de caudales de diseño PTAR San Cristóbal.....	42
Tabla 3 -	Hipótesis de flujos contaminantes medios por habitante	42
Tabla 4 -	Hipótesis de cargas contaminantes en periodos punta.....	43
Tabla 5 -	Límites de vertido de agua residual urbana en aguas superficiales y en subsuelo.....	43
Tabla 6 -	Rendimientos mínimos de la PTAR para vertido al río Nigua	44
Tabla 7 -	Valores medios y límites de exposición para los olores.....	46
Tabla 8 -	Valores máximos para los locales cerrados.....	47
Tabla 9 -	Valores máximos para el aire emitido a la atmósfera.....	47
Tabla 10 -	Lista de los equipos del pretratamiento.....	57
Tabla 11 -	Tipo y características de los tanques circulares.....	120
Tabla 12 -	Necesidades de aireación.....	129
Tabla 13 -	Necesidades de sulfato de alúmina	132
Tabla 14 -	Tiempo de retención hidráulico de los desgasificadores.....	150
Tabla 15 -	Valores de diseño de los clarificadores.....	158
Tabla 16 -	Valores de diseño de los pozos de recirculación	167
Tabla 17 -	Valores de diseño de la extracción de lodos.....	168
Tabla 18 -	Valores de diseño de la filtración tercera	181
Tabla 19 -	Valores de diseño de la desinfección UV.....	189
Tabla 20 -	Programa de análisis de autocontrol.....	241

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Rev. 0A
	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL	Fecha 2018-08-23
	TOMO I - OPERACIÓN	Pagina. 9 de 266

Capítulo 1 Alcance del documento

El presente manual se enmarca dentro del proyecto de saneamiento de 5 municipios pilotos República Dominicana.

El objeto del presente documento es de recordar los principios de funcionamiento y de detallar las informaciones necesarias a la operación y mantenimiento de la PTAR de la ciudad de San Cristóbal (municipio de San Cristóbal), tales como:

- Seguridad: recuerda las principales reglas de seguridad a respetar sobre la planta. Este capítulo no tiene como objetivo de reemplazar la normativa existente sobre las reglas de seguridad del personal operativo de la planta.
- Criterios de diseño: recuerda las bases de concepción de la planta, así como la calidad del efluente esperada en salida del tratamiento.
- Descripción de los tratamientos: describe los tratamientos, los principios y características de funcionamiento.
- Lista de equipos: lista la globalidad de los equipos de la planta y su funcionamiento.
- Procedimientos operativos: describe el funcionamiento de cada obra en funcionamiento normal, en funcionamiento especial, así como los mantenimientos a realizar y el programa de control de la planta.
- Análisis en laboratorio: describe el programa de análisis a implementar para controlar el buen funcionamiento de la planta y la eficacia del tratamiento.
- Disfuncionamientos: describe los disfuncionamientos que pueden aparecer e indica las acciones a poner en obra para resolver estos disfuncionamientos.

Además, el presente manual permite ayudar a los equipos operativos a organizar su trabajo cotidiano y da indicaciones sobre el funcionamiento de la planta de tratamiento.

Finalmente, es importante tener en cuenta que este manual de operación y mantenimiento viene en complemento de los varios documentos producidos para la construcción de la PTAR, entre otros los PID's, los planos de tubería y los equipos electromecánicos y los planos eléctricos (consultar la lista en el anexo 11.4).

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Rev. 0A
	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL	Fecha 2018-08-23
	TOMO I - OPERACIÓN	Pagina. 10 de 266

Advertencia:

El manual de operación y mantenimiento es una guía que permite al operador utilizar sus conocimientos técnicos indispensables para la buena operación de una planta de tratamiento de aguas residuales. Este manual de operación y mantenimiento no exonera al operador de su propia responsabilidad.

Las informaciones comunicadas en este manual no pueden substituirse a los procedimientos internos del operador, así como a los métodos de trabajo que el operador desea utilizar.

Las cifras operativas indicadas en este manual son valores promedios dados de manera indicativa y que no pueden reflejar la operación de la planta sobre un año completo de funcionamiento.

De esta manera, el operador tiene la obligación de ajustar (aumentando o disminuyendo) estas cifras de funcionamiento en función de varios parámetros operativos, a saber:

- Las limitaciones operativas conocidas o descubiertas por los operadores,
- Las variaciones de calidad de las aguas en entrada de PTAR en función de las épocas del año (estación de lluvias, estación seca) o de posibles contaminaciones de las redes de aguas residuales.
- Las consecuencias en la planta del paro de una o varias etapas, o líneas, por mantenimiento
- La evolución de la normativa que podría impactar las condiciones de operación de la planta, así como el nivel de calidad exigido del agua tratada en salida de PTAR.

El manual de operación y mantenimiento no reemplaza la documentación técnica de los equipos remitida por los proveedores a la cual se deberá de referir en caso de problema sobre los susodichos equipos, o en caso de mantenimiento.

Toda la documentación técnica de los equipos se puede encontrar en el anexo 4 adjunto a este manual de operación y mantenimiento

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Rev. 0A
	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL	Fecha 2018-08-23
	TOMO I - OPERACIÓN	Pagina. 11 de 266

Capítulo 2 Seguridad en la planta

2.1 La seguridad y la planta de tratamiento

En todos los casos, el personal que opera la instalación debe estar formado y sensibilizado a los riesgos ligados a su función de operador. Las formaciones y recordatorios de consignas están fuertemente recomendados. El acceso a la planta debe ser controlado por la empresa operadora, que debe establecer un plan de intervención para toda persona ajena a la instalación. Asimismo, el acceso al recinto, a las zonas de explotación, a las salas eléctricas debe estar restringido por la empresa operadora en permanencia, así como los desplazamientos en vehículos y el acceso a los locales con riesgo (riesgo de caídas, riesgo eléctrico, riesgo químico).

El personal encargado de la operación y del mantenimiento de la estación de tratamiento de aguas puede estar expuesto, según la instalación, a los riesgos siguientes:

- Infecciones bacterianas;
- Riesgos mecánicos;
- Riesgos eléctricos;
- Gases tóxicos o explosivos;
- Productos químicos corrosivos.

IMPORTANTE: Una lista recapitulativa de los números de teléfono de urgencia debe estar disponible y expuesta en lugar visible.

2.2 Equipos de seguridad

Los equipos de protección individual (EPIs) necesarios para cada miembro del personal son los que se relacionan a continuación:

- Casco y botas de seguridad con la puntera reforzada para protección contra impacto.
- Gafas panorámicas y estancas.
- Protector respiratorio de tipo P3 con válvula para protección de agentes biológicos.
- Guantes de trabajo de poliuretano o similar.
- Chalecos y ropa de trabajo reflectantes.
- Tapones o protectores auditivos para los oídos, para usarse en ambiente de mucho ruido (ruido superior a 80 dB(A))

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Rev. 0A
	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL	Fecha 2018-08-23
	TOMO I - OPERACIÓN	Pagina. 12 de 266

- Botas largas de plástico y punta de acero
- Ropa desechable
- Coverall

Para los trabajos realizados en el interior de los registros de forma excepcional, se utilizarán los EPI y se seguirán los procedimientos tal y como detallado en el procedimiento SMP-VGP-00-000-SE-PPG-0009-0A - Espacios confinados adjunto en Anexo 6 (a crear)

2.3 Prevención contra las infecciones bacterianas

Toda intervención en el sitio del personal debe ser anotada en el cuaderno de intervenciones. El jefe de la planta debe mantener una disciplina estricta en lo que respecta a la limpieza de los locales y a la higiene del personal.

- Los empleados deben estar vacunados contra las enfermedades infecciosas. En caso de epidemias, las precauciones especiales serán prescritas por un servicio médico.
- Los primeros auxilios deben administrarse con urgencia a todo corte, quemadura o herida leve. Una visita médica de control será prescrita a la brevedad posible.
- El contacto directo de las manos (o de cualquier otra parte del cuerpo) con el agua bruta, los fangos o con los productos químicos debe evitarse siempre que se pueda. El contacto será absolutamente proscrito en caso de raspadura, quemadura u otros (utilizar guantes).

2.4 Prevención contra los riesgos mecánicos

El jefe de la planta debe otorgar una gran importancia a las consignas de seguridad y hacerlas respetar. Las reglas básicas que deben respetarse son las siguientes:

- Las tapas de los registros de visita, las entradas de hombre, las trampillas solo estarán abiertas bajo supervisión constante de una persona a proximidad y convenientemente señalizadas.
- Los cárteres de protección deben estar siempre en su sitio. Solo serán desmontados cuando la maquina esta parada y debidamente consignada y deberán volverá a colocarse antes de ponerse en servicio.
- Deben tomarse todas las precauciones para evitar la puesta en marcha accidental de una maquina sobre la que se está interviniendo, ya sea un engrase, una limpieza, una reparación (parada de emergencia + candado en el disyuntor)

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Rev. 0A
	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL	Fecha 2018-08-23
	TOMO I - OPERACIÓN	Página. 13 de 266

- Las lubricaciones deben realizarse en todos los casos con los equipos detenidos.
- Los suelos deben mantenerse limpios y secos para evitar las caídas, en particular en los locales donde se utilizan polímeros, que forman en el suelo una película resbaladiza. De manera general, debe limpiarse el suelo convenientemente en caso de derrame.
- Se evitará siempre que sea posible el uso de solventes inflamables (gasolina, etc.)
- De manera general, para toda intervención en la planta utilizar zapatos de seguridad.
- Las herramientas deben ordenarse convenientemente.

IMPORTANTE: Las visitas al interior de las cubas deben realizarse según reglas estrictas y como detallado en el procedimiento SMP-VGP-00-000-SE-PPG-0009-0A - Espacios confinados adjunto en Anexo 6

- o Consignación de la visita
- o Medir el tenor de CH₄/ H₂S/ O₂ en el interior de la cuba
- o Balizado de la zona de acceso
- o Uso de mascara y/o de casco si es necesario
- o Intervención mínima de 2 personas (1 vigía para pedir ayuda si es necesario)

2.5 Prevención contra los riesgos eléctricos

Como regla general, todo cuadro o armario eléctrico debe estar siempre cerrado bajo llave. Las intervenciones sobre las instalaciones eléctricas deben ser realizadas por personal habilitado y designado para el jefe de la planta.

IMPORTANTE: La consignación eléctrica de una instalación es un conjunto de operaciones destinado a asegurar la protección de las personas y las obras contra las consecuencias de un mantenimiento accidental o de todo retorno intempestivo de la tensión a esta instalación.

Los trabajos de oren eléctrico o no en la proximidad de partes desnudas bajo tensión deben ser realizados respetando escrupulosamente las consignas de seguridad incluyendo:

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Rev. 0A
	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL	Fecha 2018-08-23
	TOMO I - OPERACIÓN	Pagina. 14 de 266

- Aislarse de los elementos conductores (suelo, carpintería metálica, etc.) con los medios materiales apropiados (pantallas, taburete, alfombrillas, banco aislante o aislado)
- Utilizar herramientas aislantes o aisladas conformes a la normativa en vigencia, utilizar guantes aislantes, gafas o mascarás de protección (si hay riesgo de proyecciones), no llevar objetos personales metálicos (cadenas, brazaletes), llevar una toca aislantes si es necesario
- Disponer de una zona libre y de un apoyo sólido que asegure una posición estable, disponer de aparatos de medida y de verificación que no presenten ningún peligro en caso de error de enchufado.
- Utilizar accesorios de medida (puntas de toque, cadranes, pinzas cocodrilo, etc.) en buen estado de servicio, aislar en la medida de lo posible toda pieza eléctrica desnuda en tensión (incluyendo el neutro) situados en la proximidad del electricista.

2.6 Prevención contra los gases tóxicos

La inhalación de gases tóxicos provoca insuficiencias respiratorias agudas que pueden ser irreversibles: **la muerte puede producirse rápidamente**. Hay cuatro gases especialmente peligrosos que pueden estar presentes en una estación de depuración:

Sulfuro de hidrógeno (H₂S)

Se desprende del efluente cuando el mismo está cargado de componentes con azufre.

Metano (CH₄)

Producido por la descomposición de materias orgánicas presentes en el efluente.

Monóxido de carbono (CO)

Se desprende en caso de una mala combustión- combustión incompleta.

Cloro gaseoso (Cl₂)

Se desprende, ya sea por una instalación defectuosa de la cloración de efluentes mediante cloro gaseoso o por una mezcla de lejía ácido (desodorización o limpieza de los locales)

IMPORTANTE: Un espacio confinado siempre representa un riesgo cada vez que usted entra para:

- **Realizar la tarea habitual**
- **Intervenir de manera urgente sobre el material**

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Rev. 0A
	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL	Fecha 2018-08-23
	TOMO I - OPERACIÓN	Pagina. 15 de 266

- **Socorrer a un compañero en problemas.**

Antes de entrar a las galerías, fosas, etc ..., se procederá según el procedimiento SMP-VGP-00-000-SE-PPG-0009-0A - Espacios confinados adjunto en Anexo 6

Se utilizará un aparato portátil de detección que efectúa controles automáticos de la calidad del aire y disparará las alarmas en caso de peligro.

Se esperará a que la atmosfera vuelva a estar sana para entrar en el recinto y se dejará el detector activado durante todo el periodo de la intervención.

Si, sin embargo, resulta necesaria una intervención en un espacio confinado (rescate de un empleado ya intoxicado) se dispondrá de un aparato respiratorio aislante, autónomo o de aducción de aire.

El riesgo de explosión existe cuando un gas combustible se encuentra en el espacio en las proporciones correspondientes a una mezcla detonante:

- Ya sea debido a la evaporación de un líquido inflamable o a una pulverización de solventes durante diferentes obras. (pinturas, productos de limpieza etc.)
- Ya sea debido a la invasión de un gas inflamable consecuencia de una pérdida, a un vertido accidental o simplemente a una fermentación de materias orgánicas (metano, sulfuro de hidrógeno, gas natural, vapores de hidrocarburos, etc.)
- Ya sea debido a la introducción masiva de polvos combustibles.

2.7 Prevención contra los riesgos asociados a los productos químicos

La manipulación de recipientes que contengan químicos líquidos debe efectuarse con precaución utilizando el material adecuado y por un personal formado en la materia, y también designado para el jefe de la planta. El personal debe contar con ropa de protección adecuada (guantes, delantales, gafas...).

IMPORTANTE: Las fichas de seguridad de los reactivos empleados deben estar presentes y ser fácilmente accesibles en los lugares donde se las esté utilizando.

Los químicos presentes en la PTAR de San Cristóbal son los siguientes:

- Ácido fosfórico H_3PO_4 - 75%
- Urea líquida CH_4N_2O - 40%
- Cal apagada $Ca(OH)_2$
- Sulfato de alumina $Al_2(SO_4)_3$ - 60 %
- Polímero en polvo

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Rev. 0A
	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL	Fecha 2018-08-23
	TOMO I - OPERACIÓN	Pagina. 16 de 266

El llenado de reactivos debe realizarse con la autorización previa del jefe de planta y respetando el procedimiento conocido por todos los actores.

El almacenamiento debe efectuarse solamente en los locales designados con los fines previstos y de tal modo que un derrame accidental en el suelo no pueda provocar accidentes o daños (contenedor).

Cuando se preparan soluciones de ácidos, se debe tener cuidado con las reacciones exotérmicas. Nunca hay que volcar agua en el ácido (hay que volcar el ácido en el agua)

Por fin, es conveniente controlar periódicamente el estado de las cubetas y de los recipientes de almacenamiento.

2.8 Prevención contra los riesgos de incendio

Gran parte de los incendios producidos en industrias, podrían haberse evitado aplicando una serie de medidas de prevención a la hora de realizar el trabajo.

Las reglas básicas que deben respetarse son las siguientes:

- Siempre que sea posible, mantener una zona de seguridad (sin combustibles) alrededor de cualquier aparato eléctrico.
- No sobrecargar los enchufes utilizando alargaderas para conectar varios aparatos eléctricos.
- Si se detecta cualquier defecto en la instalación eléctrica o protección contra incendios, comunicarlo al jefe de la planta.
- No aproximar ningún foco de calor a combustible.
- En el caso de realizar trabajos eléctricos en caliente (operaciones de mantenimiento mecánico, soldadura por arco eléctrico, ...), consultar antes al jefe. Puede ser una zona de alto riesgo de incendio y explosión.
- Los equipos de incendios (extintores, bocas de incendios, salidas de emergencia, cuadros eléctricos, pulsadores de alarmas antiincendios, ...) deben estar siempre accesibles para su rápida utilización en caso de emergencia o evacuación.
- No obstaculizar los recorridos y salidas de emergencia o evacuación.
- Hacer caso de la señalización y carteles, salidas, vías de evacuación, localización de pulsadores de alarmas y extintor más próximo. En caso de observar un mal mantenimiento de estos equipos (alarmas, extintores, ...), comunicarlo a los responsables.

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL	Rev. 0A
	TOMO I - OPERACIÓN	Fecha 2018-08-23
		Pagina. 17 de 266



- Mantener el orden y la limpieza en el lugar de trabajo. Evitar suciedad, acumulación de papel y cartón, derrame de líquidos, u otro material susceptible de originar llamas.
- En caso de olor a gas o producto inflamable, avisar al personal de mantenimiento o el jefe de la planta.
- Respetar la señal de PROHIBIDO FUMAR en las áreas donde esté señalizado. Depositar las colillas bien apagadas en ceniceros.
- Junto a los detectores de incendios, no dejar ningún material. Deben ponerse estos a una distancia mínima de 1 metro.
- Impedir la presencia simultánea de material combustible y focos susceptibles de incendio.

MATERIALES INFLAMABLES

- En caso de manejar productos inflamables, leer siempre la etiqueta y la ficha de seguridad del producto, y aplicar sus instrucciones.
- Estos materiales permanecerán en áreas habilitadas para ello. En caso de manipular estos productos, comunicarlo al responsable de área.
- Mantener los recipientes cerrados.
- Los locales donde se almacenen estos productos deberán tener una buena ventilación o sistemas de ventilación específicos.
- En caso de hacer trasvase de productos, garantizar mantener el etiquetado, y utilizar recipientes adecuados. Consultar las medidas de prevención a aplicar en operaciones de trasvase de líquidos inflamables.
- Los recipientes vacíos también son peligrosos. Se depositarán en lugares controlados y señalizados, y se verificará que mantienen el etiquetado de producto.
- En las zonas de manipulación de productos inflamables, es obligatorio disponer de instalación eléctrica especial. Antes de introducir equipos, comprobar que son adecuados para ese tipo de instalaciones.

2.9 Control obligatorio por un organismo certificado

Debe efectuarse un control anual para los siguientes equipos:

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Rev. 0A
	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL	Fecha 2018-08-23
	TOMO I - OPERACIÓN	Pagina. 18 de 266

- a) Equipos de izado
- b) Instalación eléctrica
- c) Detectores de gas
- d) Detectores de humo y extintores

2.10 Análisis de riesgos

CONJUNTO DE LA ESTACIÓN		
Definición de tareas	Riesgos	Soluciones
Desplazamientos en la planta	Caídas, patinadas	Llevar zapatos adaptados Evitar correr Implementación de protecciones/ barandas/ barreras provisionarias para cada apertura de la rejilla/ válvula Imponer la limpieza (polímeros)
Trabajo en la obra y equipos	Infecciones	Proteger los pequeños cortes. Llevar guantes. Lavarse las manos con frecuencia/
Verificaciones eléctricas Rearme térmico Intervención en el armario	Descarga eléctrica/ electrocución	Seguir los procedimientos UTE C 18510
Control de maquinarias que incluyan partes en movimiento	Lesiones	Consignación / depósito Respetar el lugar asignado para las protecciones colectivas
Extracción de los equipos de una arqueta o de un deposito (bomba-agitador ...)	Caídas	Trabajar detrás de las barreras/barandas provisionarias/ Utilizar los medios de elevación apropiados.

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Rev. 0A
	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL	Fecha 2018-08-23
	TOMO I - OPERACIÓN	Pagina. 19 de 266

Desplazamientos en la planta o Trabajo en la obra y equipos	Lesiones auditivos	Llevar protectores auditivos
Visita de un depósito confinado Toma de muestras	Gas Caída Malestar	Detección de gas Ventilación cobra Máscara de gas Escalerilla de acceso en buen estado. Arnés /línea de vida/ medio de elevación. Intervención de a 2 personas

ALMACENAMIENTO DE REACTIVOS		
Definición de tareas	Riesgos	Soluciones
Llenado reactivos	Salpicaduras de reactivos	Uso de equipos de protección individual. Limitaciones de circulación en la zona durante los llenados
	Ruptura de tubería	Durante el llenado controlar el nivel de la retención. Evite permanecer cerca de las tuberías.
	Mezcla de reactivos	Etiquetado, cierre y llenado en presencia de una persona "habilitada"
Dosificación reactiva	<i>Proyección</i>	Uso de equipos de protección individual

LABORATORIO		
Definición de tareas	Riesgos	Soluciones
Análisis sobre agua y lodos	Ingesta de productos	Utilización de pipetas Uso de gafas y ropa de trabajo

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Rev. 0A
	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL	Fecha 2018-08-23
	TOMO I - OPERACIÓN	Pagina. 20 de 266

	Proyección de reactivos	Utilización de la ducha y del enjuague ocular
--	-------------------------	---

2.11 Ventilación y desodorización

2.11.1 Generalidades

El objetivo de la ventilación de locales es doble:

- Garantizar la seguridad de los trabajadores (o del personal) (emisión de gases H_2S , CH_4)
- Garantizar la durabilidad del material (condensación y H_2S).

2.11.2 Seguridad del personal

Una ventilación suficiente debería ser asegurada en todos los lugares de trabajo de la estación depuradora de aguas residuales a fin de mantener una atmósfera apta para la respiración y de mantener los humos, los gases, los vapores, el polvo u otras impurezas a niveles que no sean peligrosos o nocivos para la salud del operador y sean conformes a los límites fijados por la legislación nacional.

2.11.3 Valores límite de exposición profesional

Al no existir normas locales, este capítulo se refiere a una guía de buena práctica establecido en la Unión Europea (nueva Directiva UE 2017/164 de 31 de enero de 2017 por la que se establece una cuarta lista de valores límite de exposición profesional indicativos de conformidad con la Directiva 98/24/CE del Consejo y por la que se modifican las Directivas 91/322/CEE, 2000/39/CE y 2009/161/UE de la Comisión).

Los valores límite de corto plazo (VLCP) son valores medidos sobre un periodo de tiempo de referencia de 15 minutos. Están destinados a evitar los efectos tóxicos debidos a los picos de exposición (exposición durante un periodo corto).

Los valores límite de exposición sobre 8 horas (VLEP 8 horas) son medidos sobre un periodo de trabajo de 8 horas. Están destinados a proteger a los empleados de los efectos diferidos de los contaminantes.

Los VLEP de 8 horas son equivalentes a los valores límites medios de exposición (VME).

Un VLEP de 8h puede ser excedido sobre periodos de tiempo cortos a condición de no superar el VLCP correspondiente, si es que existe, para el producto.

Atención: Estos valores están publicados y son solamente indicativos. 2 sustancias que tengan el mismo VLEP de 8hrs no tienen necesariamente la misma peligrosidad.

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Rev. 0A
	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL	Fecha 2018-08-23
	TOMO I - OPERACIÓN	Pagina. 21 de 266

La siguiente tabla da los valores para los principales gases encontrados en las estaciones de tratamiento de agua:

	Explosividad			Toxicidad			
	T° de auto inflamabilidad	LIE (%) en volumen	LES (%) en volumen	VLCP (ppm)	VLCP (mg/m ³)	VLEP 8 h (ppm)	VLEP 8 h (mg/m ³)
CH ₄	595°C	5	18				
CO	605°C	12,5				25 **	
CO ₂						5 000 * ^g **	9100*
H ₂ S	270°C	4,3	45,5	10	14	5	7
CH ₃ -SH	300°C	3,9	21,8			0,5 **	1
NH ₃	651°C	16	25	20	14	10	7
Cl ₂				0,5	1,5		

* Valores de Alemania: MAK

** Valores del Reglamento 522-06 de seguridad y salud en el trabajo (República Dominicana)

LIE: Límite inferior de Explosividad (concentración de una sustancia inflamable en el aire en volumen a partir de la cual, la explosión de la mezcla puede producirse bajo el efecto de un aporte de energía correspondiente a su energía mínima de inflamación (llama, chispa) o bajo el efecto de una superficie suficientemente caliente.

LES: Limite Superior de Explosividad.

VLCP: Valores límite de Corto Plazo durante el periodo de trabajo de 15 minutos

VLEP 8hrs: Valor límite de Exposición sobre 8 horas.

IMPORTANTE: El operador debe prevenir todo riesgo de explosión (por ejemplo, garantizando el mantenimiento de la ventilación para evitar una acumulación de gas).

2.11.4 Locales con contaminación no específica

Al menos una vez al año las siguientes operaciones deben realizarse y registrarse sus resultados en un dossier de mantenimiento:

- Examen del estado de los elementos de la instalación (sistema de introducción y de extracción, de conductos de ventilación y desodorización)
- Examen del estado de los sistemas de tratamiento de aire.

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Rev. 0A
	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL	Fecha 2018-08-23
	TOMO I - OPERACIÓN	Pagina. 22 de 266

- Si ha sido creado un registro de valores de referencia, controlar las presiones estáticas o las velocidades de aire en los puntos específicos de la instalación.
- Control de la concentración de polvo sin efectos específicos o de otros contaminantes en los ductos de reciclado o a la salida la canalización
- Control de todos los sistemas de monitoreo y de seguridad como los detectores de gases.

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Rev. 0A
	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL	Fecha 2018-08-23
	TOMO I - OPERACIÓN	Pagina. 23 de 266

Capítulo 3 Requerimientos para las operaciones

3.1 Documentos relacionados

Junto con este manual deben tenerse en cuenta los documentos que figuran en la lista siguiente:

- Informe Estudio de Detalle PTAR de San Cristobal
- Plano de implantación
- Planos de tuberías y de los equipos
- Planos de vías de circulación
- Especificaciones Técnicas de la PTAR
- La documentación técnica de cada equipo incluyendo los manuales de funcionamiento remitidos por los proveedores y detallados en el Anexo 11.4 – Información técnica y manuales de funcionamiento de los equipos de la PTAR.

3.2 Personal

El organigrama del personal necesario para llevar a cabo la operación y mantenimiento del sistema de saneamiento de San Cristobal es presentado en la tabla 1 abajo.

Para la Planta de Tratamiento en particular, la organización estará a cargo del Ingeniero Jefe de Operación, el cual comunicará al Operador de Planta de Tratamiento en cargo del turno y al Técnico de laboratorio los trabajos a realizar y realizará la supervisión. Cada Operador de la Planta de Tratamiento tendrá a su cargo una brigada de 4 personas que ayudarán a la operación de la planta, y se encargarán la limpieza de los locales y del mantenimiento de las zonas verdes de la PTAR.

En total, la operación de la planta necesita el empleo en promedio de 24 personas.

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Rev. 0A
	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL	Fecha 2018-08-23
	TOMO I - OPERACIÓN	Pagina. 24 de 266

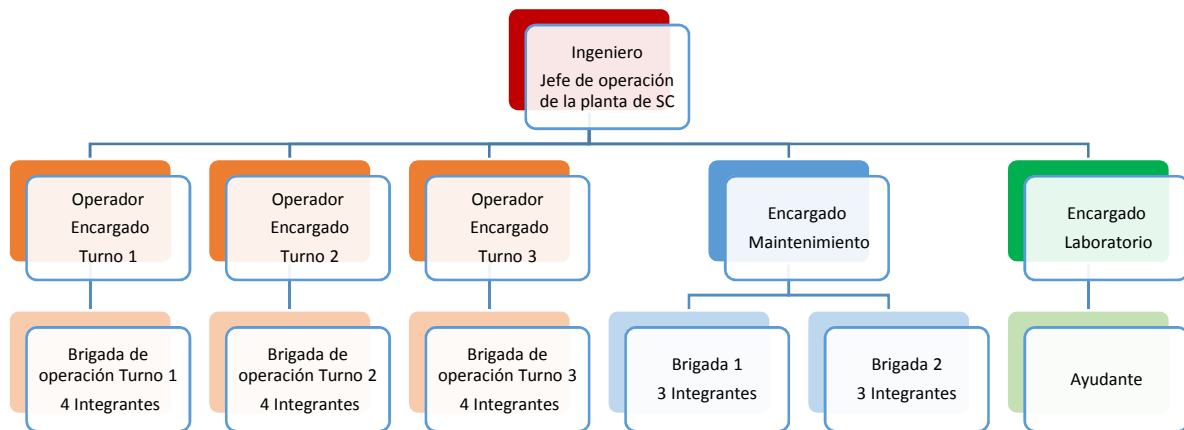


Tabla 1 - Organigrama del personal de operación y mantenimiento.

3.2.1 Selección de personal

El ingeniero jefe de operación y mantenimiento deberá cumplir los siguientes requisitos:

- Graduado de ingeniero electromecánico.
- Diez (10) años de experiencia práctica en el campo de la ingeniería sanitaria y muy en particular en operación y mantenimiento de las plantas de tratamiento de aguas residuales.
- Habilidades en el manejo de personal, de computadoras y de programas de ofimática.

Los Operadores de la PTAR, el Responsable del mantenimiento deberán cumplir los siguientes requisitos:

- Haber cursado la educación secundaria.
- Cinco (5) años de experiencia práctica en el campo de la operación y mantenimiento de redes de alcantarillado y de planta de tratamiento, incluyendo experiencia de los equipos electromecánicos, de la instrumentación, de los equipos eléctricos y de la automatización
- Habilidad en el manejo y configuración de equipos eléctricos, electromecánicos y mecánicos.
- Habilidades en el manejo de personal y de computadoras
- Tener buenas condiciones de salud, ausencia de enfermedades infecto-contagiosas.

El Responsable del laboratorio deberá cumplir los siguientes requisitos:

- Haber cursado la educación secundaria.
- Habilidades en el manejo de personal y de computadoras
- Tener buenas condiciones de salud, ausencia de enfermedades infecto-contagiosas.

Los otros trabajadores deberán cumplir los siguientes requisitos:

- Haber cursado la educación primaria.
- Tener buenas condiciones de salud, ausencia de enfermedades infecto-contagiosas.

 GRANDS PROJETS	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Rev. 0A
	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL	Fecha 2018-08-23
	TOMO I - OPERACIÓN	Pagina. 25 de 266

3.2.2 Formación de personal

La formación del personal debe ser dirigida por el Ingeniero jefe, el cual debe introducir al personal en el cumplimiento y ejecución de las obligaciones y trabajos establecidos en este Manual de Operación y Mantenimiento.

En particular, los operadores encargados de los turnos deberán basarse, a parte de sus formaciones y práctica anteriores, en la lectura, estudio y conocimiento del funcionamiento y finalidad de todos los equipos presentes en las estaciones de bombeo. Cada uno deberá recibir una formación de parte del Ingeniero Jefe de la planta sobre el funcionamiento hidráulico, niveles de funcionamiento, seguridades y el resto de características que definen la PTAR de San Cristóbal. Cada operador deberá conocer también y tener acceso a las fichas técnicas de todos los equipos.

Todo el personal seleccionado deberá ser entrenado en la rutina diaria, haciéndole conocer todas las medidas de seguridad que deberá adoptar, para protegerse y evitar accidentes que dañen su integridad física o afecten a su salud.

3.3 Medios materiales

Para el mantenimiento de la planta de tratamiento de San Cristóbal, el personal encargado deberá poder disponer puntualmente del camión de succión e impulsión de la entidad INAPA, ya que éste puede necesitarse en algunos casos excepcionales.

Las brigadas encargadas de las tareas de mantenimiento deberán contar como mínimo con determinadas herramientas, de cuales coinciden con las necesarias para la operación y mantenimiento de una red de alcantarillado. Así, se podrán utilizar las mismas herramientas para ambas operaciones. A continuación la lista de estas herramientas.

3.3.1 Materiales para la red de alcantarillado a utilizar en la PTAR

- 1 pata de cabra y 1 llave de las tapaderas de registros para la apertura de los pozos de registro.
- 3 obturadores para diámetro de tubería Ø 200 mm
- 3 obturadores de diámetro variable desde Ø 300 mm hasta Ø 400 mm.
- Cable flexible de aleación de cobre o acero, aproximadamente de 12 mm, en longitudes variables que se utilizará para “empujar” los materiales que normalmente producen las obstrucciones hacia abajo. Se dispondrá de cables de las siguientes longitudes:
 - 5 m
 - 10 m
 - 25 m
- Varillas de acero de 12 mm, aproximadamente 60 cm de largo, con uniones en los extremos, que enrosca una con otra para formar un cable largo, de hasta 10 metros. Pueden también ser de madera de 18 mm de diámetro con extremos de bronce hembra-macho para ser atornillada una a la otra.
- 2 picos, 2 palas.
- 2 cuerdas de 5 y 10 metros de longitud.
- 1 cubo para descolgar con una cuerda herramientas en su interior por los pozos de registros.

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Rev. 0A
	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL	Fecha 2018-08-23
	TOMO I - OPERACIÓN	Pagina. 26 de 266

- 2 linternas recargables de luz LED de al menos 60 lm.
- Escaleras de aluminio tipo telescópico o plegadizo.
- Cámara de fotos digital con memoria flash de al menos 16 GB

3.3.2 Materiales adicionales para la PTAR

- 2 motobombas diésel móvil (tipo PTS4 de la marca Wacker Neuson o equivalente) de lóbulos a alquilar puntualmente para las tareas de extracción de aguas o lodos:
Altura de aspiración: 7,62 m
HMT : 32 m
Caudal: 156 m3/h
Longitud de la manguera de aspiración: unos 30 m
- 2 bombas sumergibles
- 1 salabardo para la retirada manual de las grasas.
- 1 swaper para la limpieza de las estructuras de hormigón.
- 1 rastrillo para las rejillas de desbaste manual.
- 1 disco de Secchi para medir la turbidez y la profundidad de los lodos.
- 1 nevera de 100 litros.
- 10 tarros de muestras de 1 litro, para tomar muestras puntuales.
- 4 tarros de muestras de 3 litros, para mezclar las muestras puntuales.
- 1 probeta de muestreo para las muestras puntuales.
- 1 perca de muestra para tomar muestras puntuales.
- Unos guantes de jardinería.
- Una carretilla.
- Un rastrillo.
- Una escalera de tijera con barandillas
- Una caja de herramientas
- Gatos hidráulicos : 5T, 10T
- Un pallet jack
- 3 rodillos transportadores
- 2 polipasto de 5 T
- Diferentes tipos de eslingas con grilletes
- Tijeras de podar grandes.

3.3.3 Aparatos de medición particulares para la PTAR

- Pinza amperimétrica
- Megóhmetro IM 53
- Tester presencia tensión tipo Fluke o IM 91 22
- Tester de tierra
- Calibrador de señal 4-20mA
- Verificador de red LAN

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Rev. 0A
	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL	Fecha 2018-08-23
	TOMO I - OPERACIÓN	Pagina. 27 de 266

- Pinza de terminal
- Nivel
- Termómetro infrarrojo
- Llave dinamométrica
- Etc.

3.4 Equipos de seguridad

Los equipos de protección individual (EPIs) necesarios para cada miembro del personal son los que se relacionan a continuación:

- Casco y botas de seguridad con la puntera reforzada para protección contra impacto.
- Gafas panorámicas y estancas.
- Protector respiratorio de tipo P3 con válvula para protección de agentes biológicos.
- Guantes de trabajo de poliuretano o similar.
- Guantes de trabajo para la manipulación de los productos químicos – nitrilo o similar
- Chalecos y ropa de trabajo reflectantes.
- Tapones para los oídos, para usarse en ambiente de mucho ruido y con material contaminante.
- Botas largas de plástico y punta de acero
- Ropa desechable
- Coverall

Para los trabajos realizados en el interior de los registros de forma excepcional, se utilizarán los EPI y se seguirán los procedimientos tal y como detallado en el procedimiento *SMP-VGP-00-000-SE-PPG-0009-0A Espacios confinados* adjunto en Anexo 6.

3.5 Equipos de señalización

Estos equipos servirán a identificar la posición de las cuadrillas, los registros abiertos y la zona de trabajo, ya que puede existir peligro para el tráfico rodado de visita a la PTAR.

- 20 conos reflectantes.
- 2 vallas de obra.
- Vallas de protección de caídas.
- Botiquín de primeros auxilios.

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Rev. 0A
	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL	Fecha 2018-08-23
	TOMO I - OPERACIÓN	Pagina. 28 de 266

Capítulo 4 Principios generales de operación

4.1 Consignas generales de operación

Cada día el operador encargado debe hacer una vuelta completa de la instalación con el fin de asegurarse del buen funcionamiento de la planta. La automatización no puede reemplazar el ojo y el oído humano. Debe visualizar el conjunto de los procesos en funcionamiento (detección de anomalías: desbordes) y escuchar funcionar cada equipo (detección de ruidos anormales).

El operador encargado también deberá revisar el conjunto de mensajes de los otros operarios, así como los gráficos diarios.

El conjunto de estas informaciones debe ser anotado (cuadernos...) así como las causas de las acciones realizadas. El operador debe mantener el conjunto de los equipos lo más limpio posible, así como la instalación. Debe respetar las consignas de los proveedores para el mantenimiento de los equipos y controlar los captores con regularidad.

4.2 La misión del jefe de operación (manager)

- El seguimiento de las consignas de seguridad;
- El cumplimiento de las normas de seguridad cuando visitan la instalación;
- El mantenimiento preventivo y correctivo del material.;
- La puesta al día de un cuaderno de mantenimiento;
- La limpieza de la instalación;
- El seguimiento analítico;
- La gestión de los informes de supervisión;
- La gestión de carga de contaminación;
- Establecer los balances característicos según la época del año;
- La gestión de las permutaciones y de los reactivos asociados;
- El pedido por anticipado de los reactivos;
- Llevar un registro con la inscripción de los principales parámetros y sucesos del día. (cuaderno diario);
- El control de la puesta al día de este registro para los operadores;
- Establecer de una carpeta de parámetros y de pedidos activos en función de las características de los vertidos a tratar, de la carga de trabajo y de la temporada.
- Archivar las copias de las curvas de control;
- El establecimiento de un cuaderno de consignación eléctrica.

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Rev. 0A
	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL	Fecha 2018-08-23
	TOMO I - OPERACIÓN	Pagina. 29 de 266

 **NOTA:** El Jefe de operación podrá delegar algunas de estas tareas al operador encargado del turno si necesario.

4.3 Medios técnicos de operación

Los equipos de seguimiento de la planta de tratamiento son descriptos en detalle en el Descriptivo de los equipos electromecánicos específicos para cada puesto.

Aquí recordamos sus principales funcionalidades:

4.3.1 Mediciones en línea

Los captoreos previstos permiten la medida de forma continua de todos los parámetros necesarios:

- para la conducción de procesos de tratamiento.
- para el auto control reglamentario.

4.3.2 Paradas de emergencia

Se prevé al menos una parada de emergencia en cada zona de tratamiento:

- Cada armario eléctrico baja tensión (AT, AT1 bis, AT2, AT3, AT4) tiene una parada de emergencia.
- Desbaste de gruesos
- Pretratamiento - pozo de bombeo P001 / Pozo de aguas de retorno P008
- Desbaste fino
- Clasificador de arenas
- Desarenador/Desengrasador
- Reactores biológicos
- Desgazificador y pozos de flotantes P005
- Extracción/recirculación de lodos
- Clarificadores
- Pozo de flotantes P006
- Tratamiento tercero – tamices rotativos
- Bombeo de las aguas industriales
- Fosa de homogenización de los lodos
- Edificio de lodos
- Edificio de químicos

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Rev. 0A
	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL	Fecha 2018-08-23
	TOMO I - OPERACIÓN	Pagina. 30 de 266



NOTA: Se prevé que las paradas de emergencia funcionen igualmente en modo degradado sin el autómatas, en caso de avería de este.

4.3.3 Reserva

En caso de defecto sobre un equipo, su equipo de reserva (si existe) tomará automáticamente el relevo.

Cada vez que se instala un equipo de reserva (bombas, soplantes, tamiz...) se prevé una permutación cíclica automática en cada arranque para así garantizar tiempos de funcionamiento similares en todos los equipos instalados.

4.3.4 Defectos/alarmas

Cada defecto o alarma genera una señal en la sala de control – (Supervisión o SCADA)

La señal se conserva hasta que el operario resuelva el defecto y que el operador haya reconocido el defecto o la alarma en el PC de supervisión.

4.3.5 Comando de los equipos

Para que los equipos estén preparados para funcionar, hará falta que el seccionador general esté en posición normal ("AUTO"), que ningún fallo o alarma esté activo sobre el equipo en posición AUTO y que las paradas de emergencia estén desbloqueadas.

Cada equipo electromecánico se podrá activar:

- Automáticamente gracias al autómatas y el SCADA (salvo caso particular aquí descrito en el que el equipo solo pueda funcionar localmente en modo forzado),
- Manualmente desde el SCADA - solo los usuarios operador y administrador,
- Manualmente desde el armario eléctrico o el panel local de control por botones Marcha/Apagado.

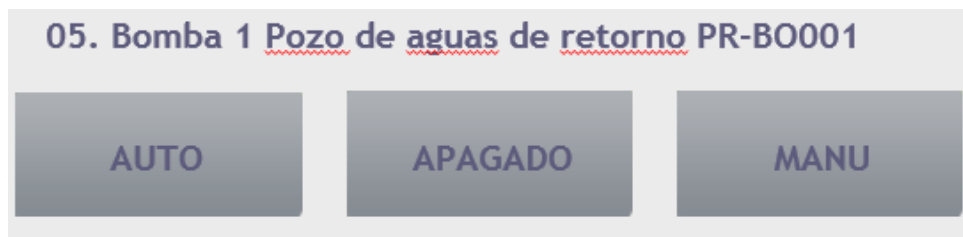
Para elegir el modo de funcionamiento deseado, cada equipo electromecánico tiene un conmutador ubicado en la puerta del **armario eléctrico de la zona o del cuadro eléctrico cerca del equipo:**

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Rev. 0A
	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL	Fecha 2018-08-23
	TOMO I - OPERACIÓN	Pagina. 31 de 266



- **AUTO:** Modo automático - comando del equipo desde la supervisión;
- **0:** apagado forzado del equipo;
- **FORZADO:** Modo forzado - el funcionamiento del equipo encendido / apagado se decide bajo la responsabilidad del operador sobre el armario.

En modo automático, a partir de la supervisión, el operador dispone para cada equipo de los 3 modos siguientes:



- **AUTO:** modo automático - comando del equipo por automática;
- **APAGADO:** apagado forzado del equipo;
- **MANUAL:** modo manual - el funcionamiento del equipo Encendido o Apagado se decide bajo la responsabilidad del operador desde la supervisión.

 **NOTA:** En caso de fallo de un equipo, el autómatas disparará una alarma en la supervisión y su comando vía el sistema automático estará bloqueado (equipo no disponible).

Todas las alarmas o defectos generados por el sistema son dirigidos a la supervisión.

Algunos fallos pueden ser aceptados y rearmados desde la supervisión. Otros requieren un rearme manual en la fachada de la puerta del armario-eléctrico.

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL TOMO I - OPERACIÓN	Rev. 0A
		Fecha 2018-08-23
		Página. 32 de 266



En todos los casos, el fallo debe ser resuelto después la identificación del origen del mismo y bajo el CONTROL y la RESPONSABILIDAD del operador encargado de la planta.

Para el funcionamiento en detalle del automatismo, reportarse al análisis funcional SMP-VGP-SC-PT1-EI-INF-0001.

En modo forzado, el equipo debe ser dirigido gracias a botones “Marcha” y “Parada” sobre el armario eléctrico de la zona o el panel local cerca del equipo.



La elección del funcionamiento en automático o en forzado de un equipo se realiza por decisión del operador y bajo su responsabilidad.



NOTA: El funcionamiento en modo forzado o automático solo es posible si el equipo no presenta fallos.

4.3.6 Autómata

El conjunto de las instalaciones será manejado por autómatas programables (1 maestro + 1 redundante de emergencia) que garantizan el funcionamiento automático del conjunto de la filial. Los autómatas programables están localizados en el edificio de operación. En caso de avería del material, el autómata se ocupará de los cambios «normal / de auxilio» y hará un reporte de los principales defectos a distancia vía la teletransmisión.

Los autómatas de proceso realizan básicamente las siguientes tareas:

- Recepción de información del estado (funcionando, parada sin incidencia, parada por disparo de protecciones...) y modo de funcionamiento (manual o automático) de cada máquina.
- Arranque y parada automáticos de máquinas, de acuerdo a las lógicas programadas.

La planta está diseñada para funcionar 7/7 días de forma totalmente automática.

El sistema de regulación y control permite limitar el personal de explotación de la planta.

Un modo de funcionamiento “a prueba de fallos” o “degradado” permite socorrer el autómata en 2 circunstancias:

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Rev. 0A
	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL	Fecha 2018-08-23
	TOMO I - OPERACIÓN	Pagina. 33 de 266

- En caso de fallo del autómata
- En caso de fallo de una sonda o de un transmisor (instrumentación)

El funcionamiento general de la planta está asegurado según:

- La planta persigue un funcionamiento continuo 7/7 días y 24/24h.
- Los bombeos se basan en el principio de mantenimiento del nivel en la cuba vía variadores de frecuencia en las bombas, socorridos por boyas de nivel.
- Seguridad primaria en modo automático o degradado. Parada de emergencia + disyuntor térmico y boyas de nivel bajo o replay de nivel bajo/ termo-contactos o sondas PTC (Positive temperature coefficient) de las bombas de elevación. Las termo-contactos o las sondas PTC impiden el arranque de las bombas.
- Para asegurar un desgaste parejo de los equipos, se realiza una permutación con los equipos de reserva instalados. Es el equipo que lleva más tiempo en funcionamiento que se detiene en primer lugar y el que lleva más tiempo parado el que arranca en primer lugar.
- En posición MANUAL los equipos se arrancan por orden del operario con las seguridades primarias.

4.3.7 SCADA - Supervisión

El seguimiento de la planta se realiza desde la sala de control situada en el edificio de operación.

El operador visualiza el funcionamiento de la estación gracias a las vistas sinópticas que aparecen en la pantalla del computadora. La supervisión es un soporte de explotación. Esta herramienta permite:

- Controlar a distancia el funcionamiento de la planta.
- Ajustar los parámetros de las instalaciones y de los equipos;
- Pilotear algunas acciones;
- Llevar un seguimiento de los parámetros de procesos de instalación.
- Visualizar los resultados de funcionamiento.
- Facilitar la operación.

Se compone de:

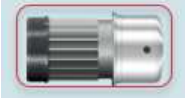
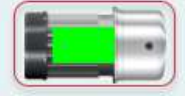
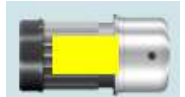
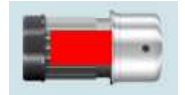
- Vistas de la supervisión que permiten un seguimiento de las informaciones y de los datos en cada proceso.

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL TOMO I - OPERACIÓN	Rev. 0A
		Fecha 2018-08-23
		Pagina. 34 de 266

- “Hojas” con parámetros que permitan ajustar los procesos. Algunos valores constituyen datos configurables que pueden ser modificados por el operador – bajo su responsabilidad– con el objeto de cambiar algunos ajustes. Otros valores son proporcionados solo a título indicativo.
- Páginas de balance del funcionamiento.

Las temporizaciones, umbrales y otros datos a configurar en la supervisión son valores validados durante el periodo de la puesta en servicio de la planta. Podrán ser cambiados, **bajo la responsabilidad del jefe de planta**, en función de las condiciones de la instalación.

El código de colores para los motores es el siguiente:

MODO	ESTADO DEL MOTOR	COLOR DEL MOTOR
AUTOMATICO - AUTO	APAGADO	
	EN MARCHA	
AUTOMATICO – MANUAL	APAGADO	
	EN MARCHA	
APAGADO	APAGADO	
FORZADO	APAGADO	
	EN MARCHA	
TODOS MODOS	DEFECTO	

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL	Rev. 0A
	TOMO I - OPERACIÓN	Fecha 2018-08-23
		Pagina. 35 de 266

 **NOTA:** Para más información al respecto del funcionamiento del autómata y de la supervisión se refiere al manual de operación y mantenimiento en anexo 11.4 .

Las vistas de la supervisión están representadas en las figuras siguientes:

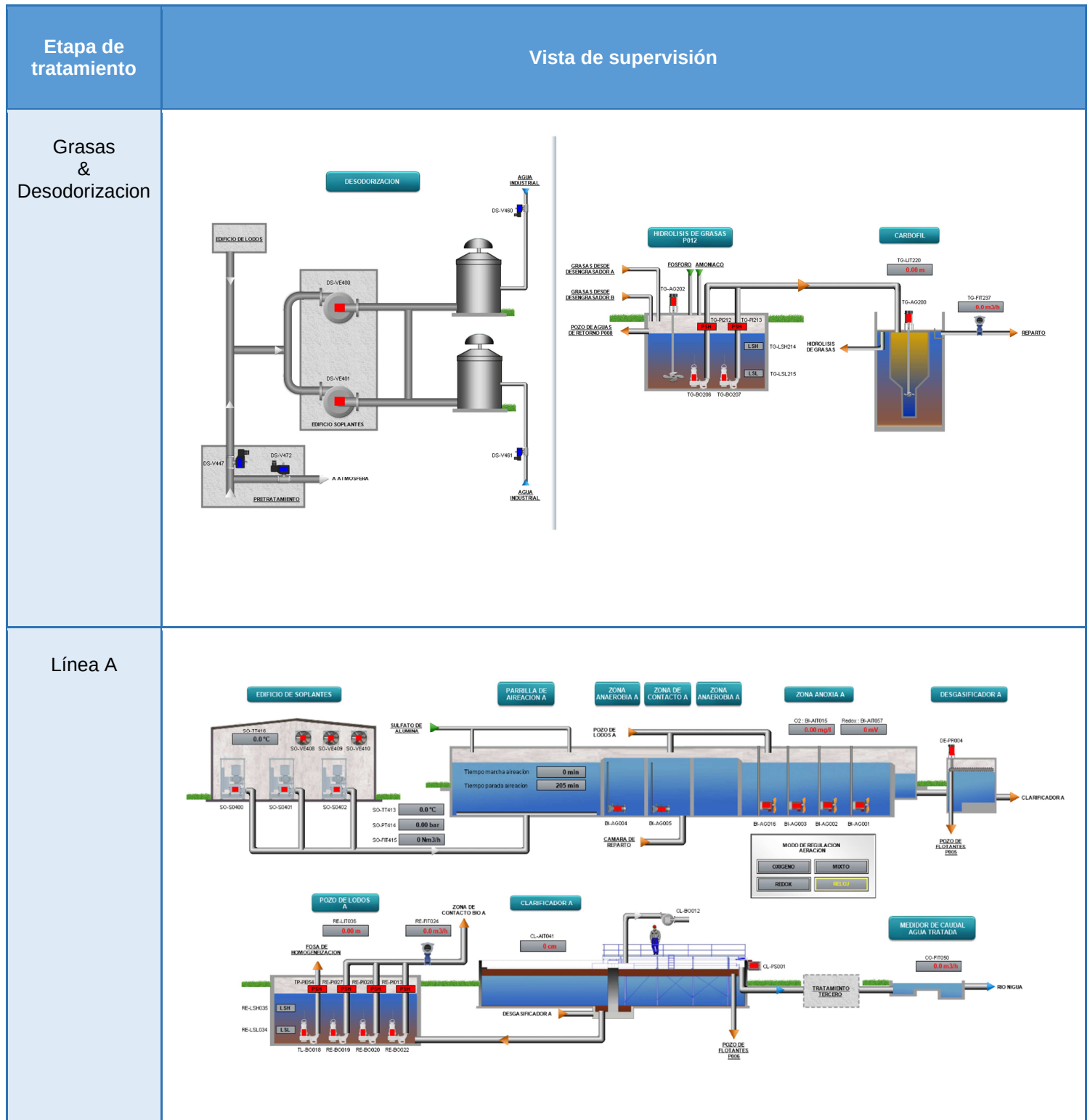


VINCI
CONSTRUCTION

SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL TOMO I - OPERACIÓN	Rev. 0A Fecha 2018-08-23 Pagina. 36 de 266

Etapa de tratamiento	Vista de supervisión
Entrada de Agua	

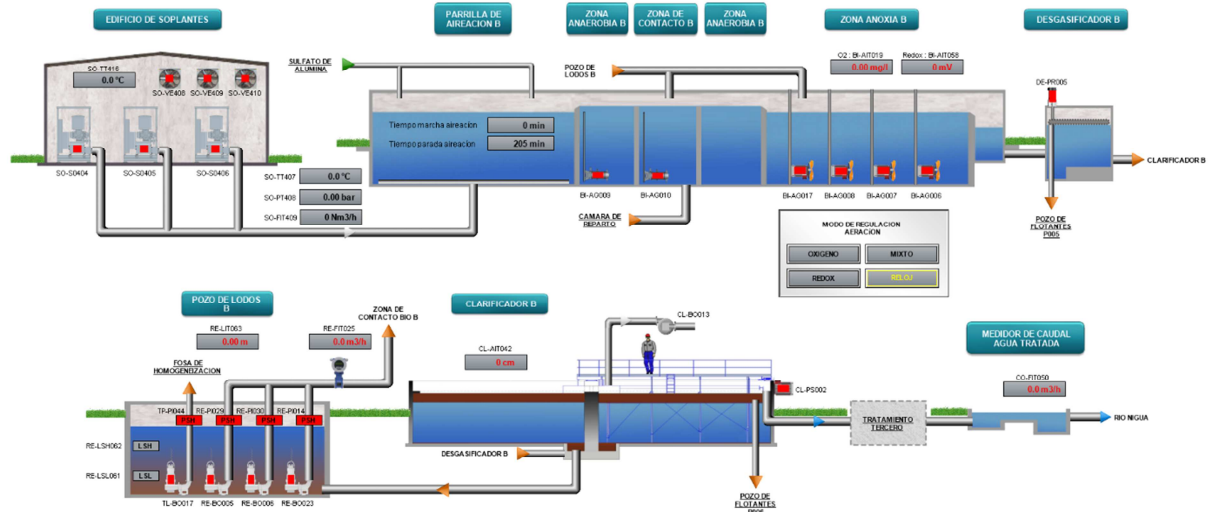
	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Rev. 0A
	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL	Fecha 2018-08-23
	TOMO I - OPERACIÓN	Pagina. 37 de 266



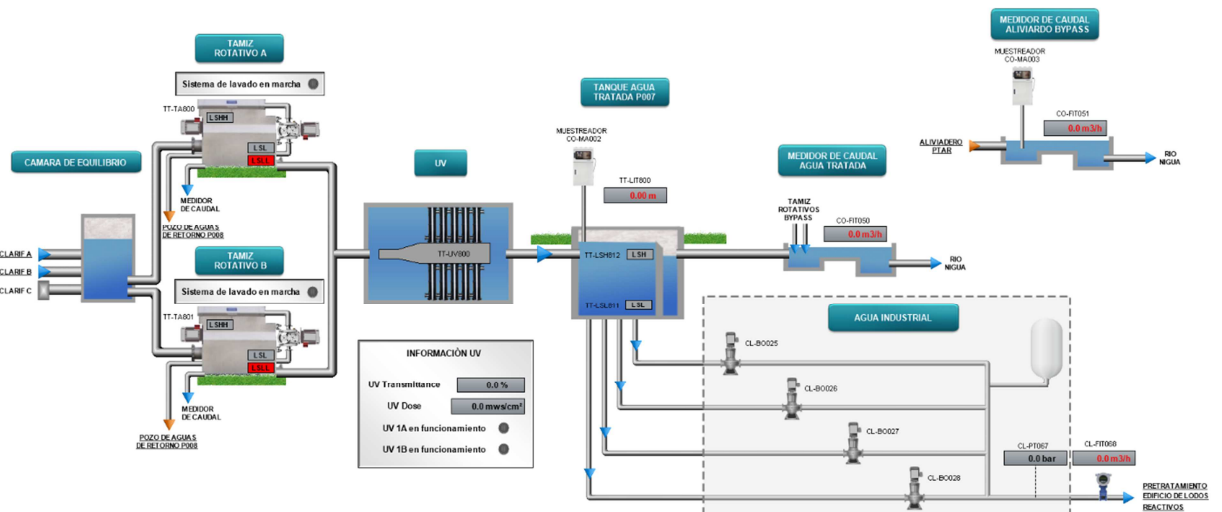
Etapa de tratamiento

Vista de supervisión

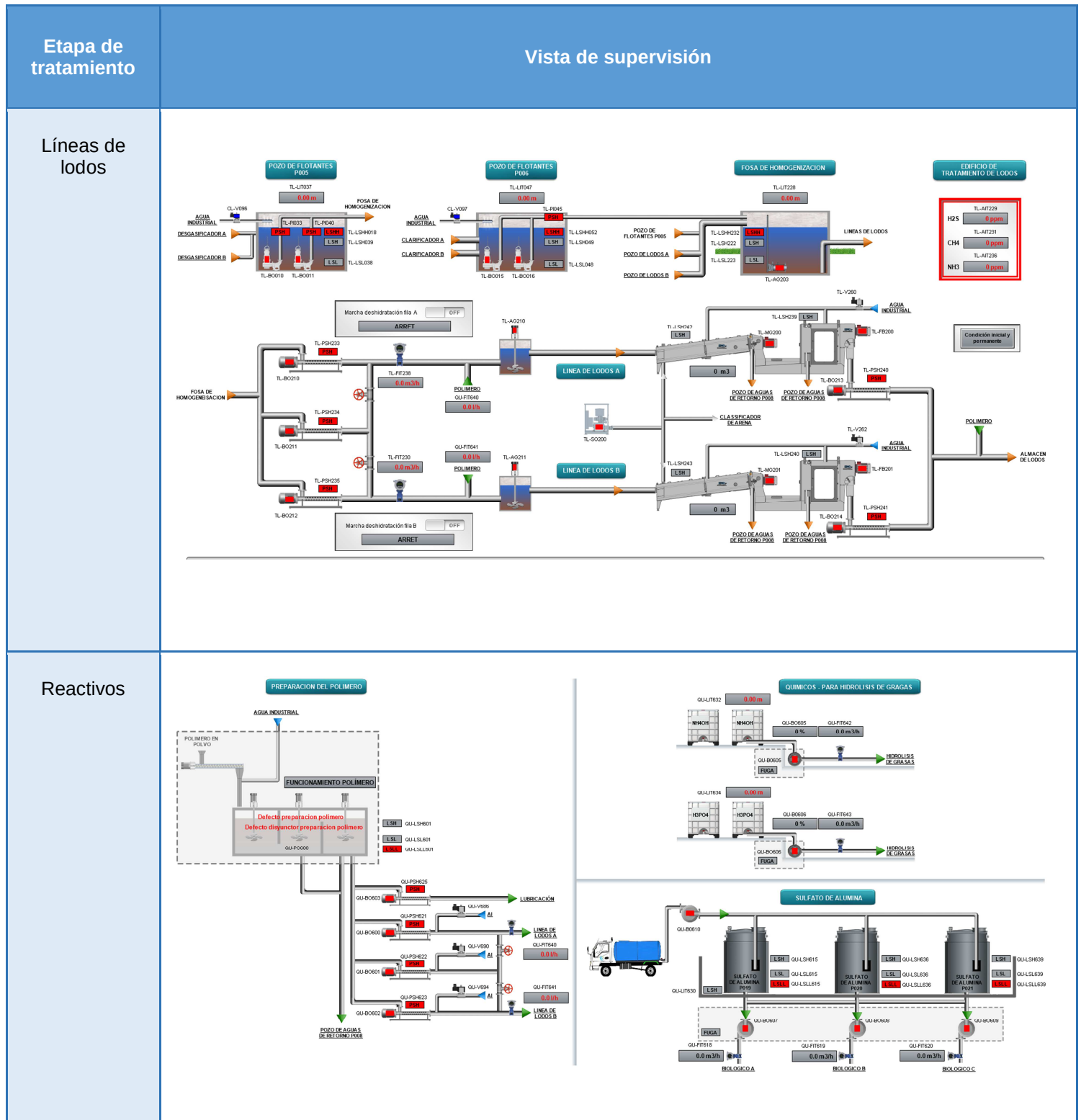
Línea B



Tratamiento Tercero & Agua Industrial



	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL	Rev. 0A
	TOMO I - OPERACIÓN	Fecha 2018-08-23
		Pagina. 39 de 266



	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL	Rev. 0A
	TOMO I - OPERACIÓN	Fecha 2018-08-23
		Pagina. 40 de 266

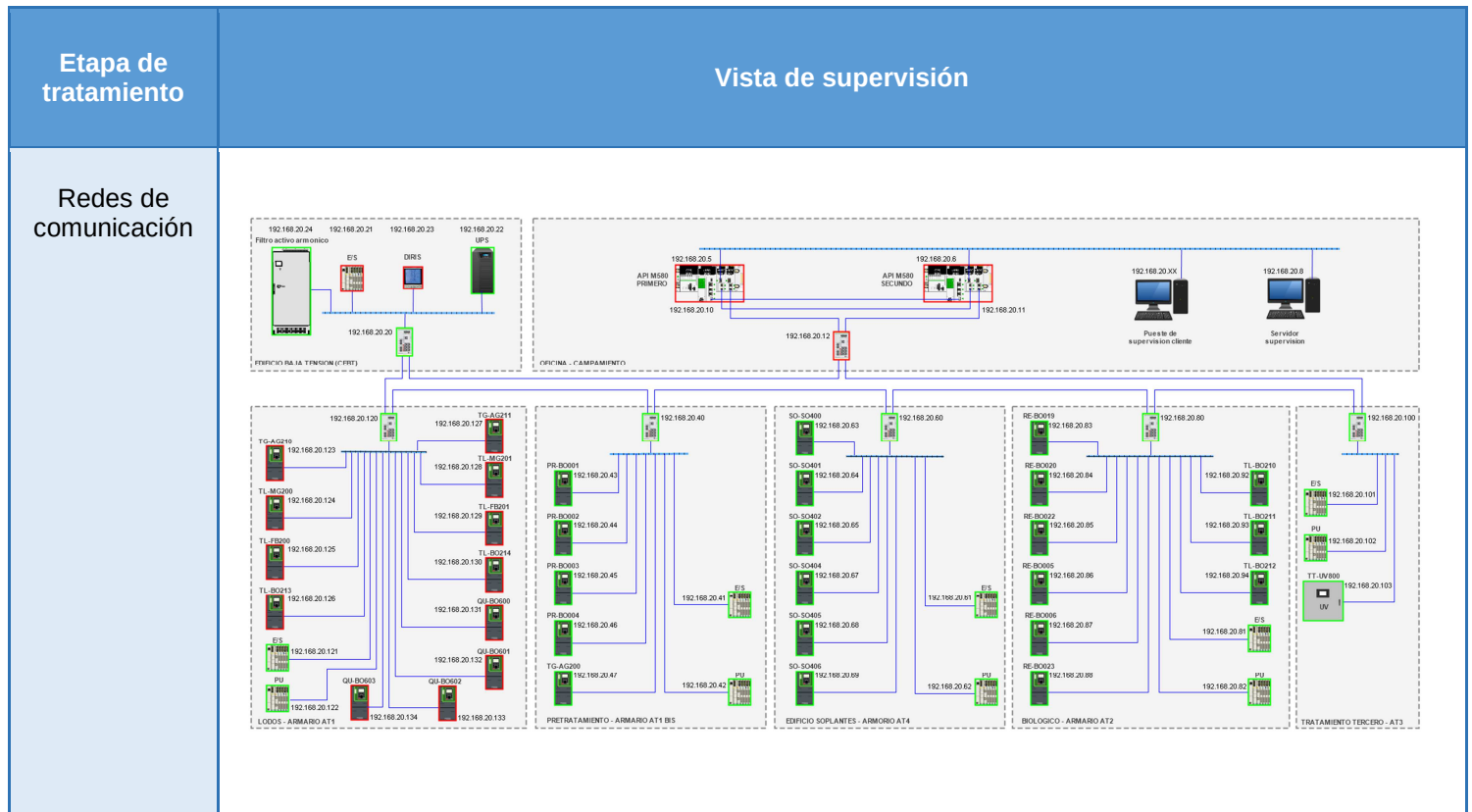


Figura 1. Vistas de supervisión

4.3.8 Tele transmisión

Las principales informaciones relacionadas con el funcionamiento de la planta serán transmitidas a distancia.

4.3.9 Manual de operación y mantenimiento – Libro de seguimiento del mantenimiento

Con el fin de guiar al operador en la gestión de la estación, el manual de operación explica los procedimientos de mantenimiento e intervención.

Un libro dedicado al seguimiento de las operaciones de mantenimiento se actualizará, incluyendo las descripciones de las operaciones, las fechas, los nombres de las personas y todos comentarios para recordatorio.

4.3.10 Laboratorio

El Responsable del laboratorio realiza todos los análisis de auto-control necesarios para el buen funcionamiento de la planta.

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Rev. 0A
	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL	Fecha 2018-08-23
	TOMO I - OPERACIÓN	Pagina. 41 de 266

Capítulo 5 Criterios de concepción

La estación de tratamiento de aguas residuales de San Cristóbal está diseñada para el año horizonte 2038 y una proyección de población de 100 455 Hab.Eq. Los caudales y carga contaminante en entrada de la PTAR están descritos a continuación.

5.1 Localización y origen de las aguas

La PTAR está diseñada para recibir tanto los caudales provenientes del barrio de Madre Vieja (margen izquierda del río Nigua) como los de la parte centro (margen derecha del río Nigua) de la ciudad de San Cristóbal, así como el caudal generado por el matadero municipal y el barrio aledaño a la PTAR.

Una estación de bombeo debería ser construido en el futuro en la parte baja de las cuencas de Madre Vieja (margen izquierda del río Nigua) para enviar el agua directamente a la cabecera de la PTAR, ubicada en la margen derecha del río Nigua. Este manual de operación no describe el funcionamiento ni la operación de esta estación de bombeo.

Las aguas de la cuenca correspondiente a San Cristóbal Centro llegarán por gravedad a la obra de llegada de la nueva PTAR.

La red de saneamiento existente (Centro) y la de nueva construcción (Madre Vieja) son **separativas**.

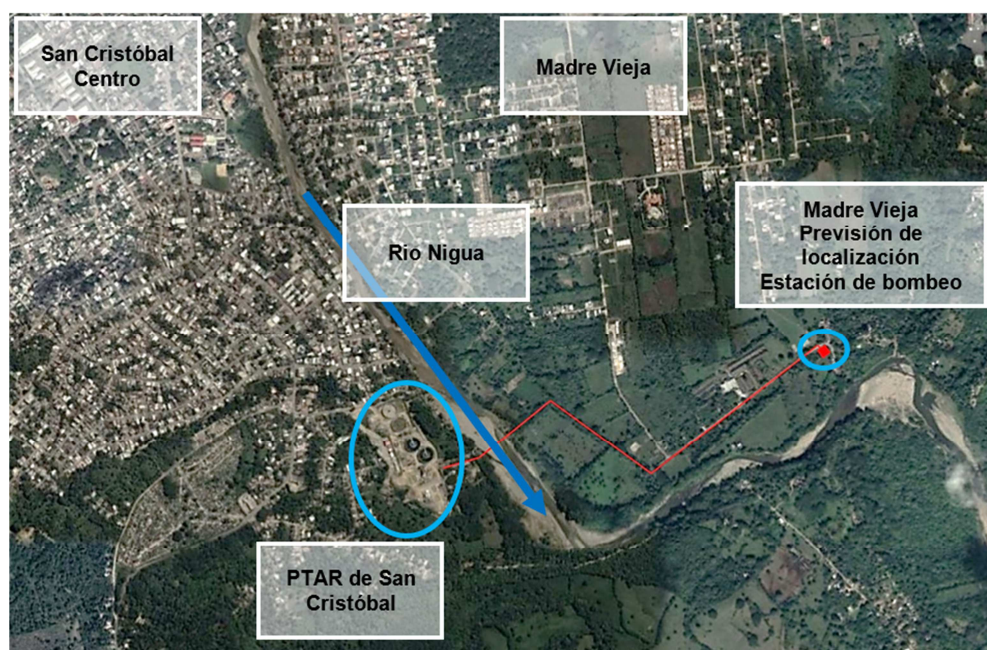


Figura 2. Ubicación del pozo de bombeo de Madre Vieja y la nueva PTAR de San Cristóbal

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Rev. 0A
	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL	Fecha 2018-08-23
	TOMO I - OPERACIÓN	Pagina. 42 de 266

5.2 Caudal y características del agua residual en entrada de PTAR

Los caudales estimados de agua bruta de entrada a la planta de tratamiento para los horizontes a medio (2028) y largo plazo (2038) utilizados para el diseño son:

SAN CRISTOBAL Centro - Madre Vieja	unidad	2015	2023	2028	2038
Caudal medio total	l/s	174,2	207,5	227,2	306,1
Caudal medio total	m3/h	637	747	818	1102
Caudal punta total	l/s	306,8	356,3	387,8	515,1
Caudal punta total	m3/h	1105	1283	1396	1854

Tabla 2 - Resumen de caudales de diseño PTAR San Cristóbal

Las hipótesis de carga contaminante media por habitante y día consideradas en el diseño de la planta de tratamiento de aguas residuales de la ciudad de San Cristóbal son las siguientes:

Contaminante	Unidades	Cargas 'estándar'	San Cristóbal (Centro + MV)
DBO ₅	g/hab/día	60	66
SS	g/hab/día	70	78,8
DQO	g/hab/día	120	132
NTK	g/hab/día	12	12,6
N-NH ₄	g/hab/día	9	9,5
N-(NH ₄ +NO ₃)	g/hab/día	-	-
Ptotal	g/hab/día	4	4,2
P-PO ₄	g/hab/día	-	-
CT / 100 ml	u.log/100 ml	9	9

*Las cargas de contaminación 'estandar' han sido incrementadas de acuerdo a una estimación porcentual de los aportes industriales que recibe la PTAR y otros posibles aportes puntuales (limpieza de redes, bombeos,...)

Tabla 3 - Hipótesis de flujos contaminantes medios por habitante

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Rev. 0A
	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL	Fecha 2018-08-23
	TOMO I - OPERACIÓN	Pagina. 43 de 266

A partir de estas cantidades y con el caudal de diseño obtenemos las siguientes cargas y concentraciones de los contaminantes típicos en el agua residual a tratar en la PTAR de San Cristóbal:

Ano	2028	2038	
Población	85 711	100 455	
Cargas de contaminación:	Cargas del diseño kg/día	Cargas del diseño kg/día	Concentraciones del diseño mg/l
DBO5	4 973	6 630	251
DQO	9 945	13 260	502
SS	5 933	7 911	300
NTK	949	1 266	48
N-NH4	712	949	36
P total	316	422	16
Coliformes	$1,28 \times 10^{16}$ CF/d	$1,71 \times 10^{16}$ CF/d	$6,4 \times 10^8$

Tabla 4 - Hipótesis de cargas contaminantes en periodos punta

5.3 Características del efluente en salida de PTAR

El Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales de República Dominicana según la Norma Ambiental sobre Calidad del Agua y Control de Descargas (junio 2003) establece para la descarga de aguas residuales municipales en aguas superficiales y subterráneas los siguientes límites de vertido o valores máximos permisibles:

POBLACION (HAB. EQUIV.)	VALORES MAXIMOS PERMISIBLES								
	-	MG/L							NMP/100 ML
	pH	DBO ₅	DQO	SS	N-NH ₄	N-(NH ₄ +NO ₃)	P-PO ₄	Cl Res.	C. T.
<5,000	6 - 8.5	50	160	50	-	-	-	0.05	1000
5,001 – 10,000	6 - 8.5	45	150	45	-	-	-	0.05	1000
10,001 – 100,000	6 - 8.5	35	130	40	10	18	3	0.05	1000
>100,000	6 - 8.5	35	130	35	10	18	2	0.05	1000

Tabla 5 - Límites de vertido de agua residual urbana en aguas superficiales y en subsuelo.

El vertido de la PTAR de San Cristóbal se efectúa en el Río Nigua.

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref. SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Rev. 0A
	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL	Fecha 2018-08-23
	TOMO I - OPERACIÓN	Página. 44 de 266

En las tablas siguientes se han calculado los rendimientos mínimos necesarios que deben obtenerse en la PTAR San Cristóbal para cumplir con los límites de calidad del vertido establecidos por la norma:

Contaminante	UD	Concentración de entrada a planta	Norma Ambiental Junio 2003, Rep. Dominicana	Rendimiento mínimo
		Año 2038	Vertido al Río Nigua (> 100.000 hab.)	Vertido al Río Nigua
pH			6 - 8,5	
DBO ₅	mg/l	251	35	86 %
DQO	mg/l	502	130	74 %
SS	mg/l	300	35	88 %
NTK		48	-	-
N-NH ₄	mg/l	36	10	72 %
N(NH ₄ +NO ₃)	mg/l	-	18	-
P-total	mg/l	16	-	-
P-PO ₄	mg/l	-	2	85 %
CL Res.	mg/l	--	0,05	-
CT	NMP/100ml	1000000000 = 10 ⁹	1000 = 10 ³	99,9999%

Tabla 6 - Rendimientos mínimos de la PTAR para vertido al río Nigua

 **NOTA:** Los valores de los parámetros se basan en muestras compuestas diarias del efluente final proporcionales al caudal (tomadas cada dos horas a lo largo de 24 horas).

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Rev. 0A
	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL	Fecha 2018-08-23
	TOMO I - OPERACIÓN	Página. 45 de 266

Capítulo 6 Descripción general de la PTAR

6.1 Introducción

La PTAR de San Cristóbal (**100.455 hab-eq**, en situación futura) tratará los vertidos de las dos cuencas principales de drenaje de Madre Vieja además de los vertidos provenientes de San Cristóbal Centro.

El proceso de tratamiento se basa en la eliminación de materia orgánica, nutrientes y microorganismos patógenos con unos objetivos de calidad mínimos que garanticen una calidad intermedia en el río Nigua donde se va a incorporar el efluente depurado y con ello un impacto moderado sobre el medio receptor.

El proceso de tratamiento retenido es el de lodos activados en aireación prolongada con nitrificación-desnitrificación, defosfatación mixta y desinfección.

Considerando que la red de alcantarillado para Madre Vieja será construida por fases hasta el año horizonte 2038, la PTAR ha sido planificada por etapas mediante la construcción de 3 líneas de tratamiento: dos líneas que representan el 75% de la PTAR en una primera fase y una línea que representa el 25% según:

- o **La Fase 1** del proyecto consiste la construcción a partir de 2015 de las obras hidráulicas (pretratamiento, clarificadores) y de las obras diseñadas por carga orgánica (reactores biológicos) para una capacidad del 75% de la prevista para el año horizonte 2038 – sea alrededor de 2028.
- o **La Fase 2** del proyecto supone la construcción en 2028 de una tercera línea de tratamiento compuesta por un reactor biológico y un clarificador con capacidad mínima del 25% del diseño al año horizonte 2038.

De esta forma (3 líneas) se consigue flexibilizar al máximo la operación de la PTAR.

En esta configuración, algunas obras y equipamientos tienen capacidad a largo plazo (obra de llegada, pretratamientos, tratamiento tercero, depósito de agua tratada, deshidratación de lodos). Otras obras (tanques de tratamiento biológico, clarificadores, etc.) tiene, en la Fase 1, una capacidad igual al 75 % de la capacidad al horizonte 2038.

Para la Fase 2, a desarrollar a partir de 2028, será posible replantear las necesidades reales de tratamiento en función de la evolución de la población y decidir si acometer una ampliación del 25 % o quizá de mayor tamaño.

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL TOMO I - OPERACIÓN	Rev. 0A
		Fecha 2018-08-23
		Página. 46 de 266

6.2 Calidad del tratamiento

La planta de tratamiento prevista, del tipo lodos activados con aireación prolongada, permite la reducción de la contaminación por carbono (DBO, DQO), partículas en suspensión (SS), nitrógeno (NH_4 , NTK, NO_3) y fósforo (Pt, PO_4). Así mismo produce un lodo que una vez deshidratado y estabilizado es poco fermentable, y por tanto fácilmente transportable y recuperable.

Ya se ha descrito la calidad esperada del vertido a la salida de la planta de tratamiento (Ver capítulo 5.3)

Los lodos generados en la planta serán tratados mediante una combinación de espesador dinámico (mesa de goteo) y filtro banda de deshidratación para obtener una sequedad de aproximadamente el 18% MS (Materia Seca).

Los lodos deshidratados serán bombeados a una zona de almacenamiento antes de su evacuación final.

Las grasas exteriores, así como las retenidas en los pretratamientos de la PTAR, se hidrolizarán y oxidarán en un reactor específico. Después, serán vertidas en el tanque de aireación. Por lo tanto, no se prevé la evacuación de grasas.

Las arenas retenidas en los desarenadores serán extraídas, separadas y lavadas para su evacuación final en contenedores.

Los residuos de desbaste, después de su compactación serán almacenados en contenedores y evacuados como residuos sólidos urbanos (RSU).

En el interior de los locales, el nivel sonoro será inferior a 85 dB(A) en las zonas de trabajo y a 45 dB(A) en los locales más importantes.



En las zonas de trabajo y cuando estos niveles no se puedan garantizar, el uso de los equipamientos de protección individual (EPIs) y de los protectores auditivos es obligatorio.

La instalación respeta los valores de tratamiento del aire y de desodorización establecidos por el "Institut national de recherche et de sécurité" (INRS) de Francia - (Ver capítulo 2.11.3):

Especie	Valor límite de exposición	Valor límite de corto plazo
	mg/m ³	mg/m ³
Amoníaco NH_3	7	14
Hidrógeno sulfurado H_2S	7	14
Metil mercaptano	1	-
Aminas	10	-

Tabla 7 - Valores medios y límites de exposición para los olores

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Rev. 0A
	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL	Fecha 2018-08-23
	TOMO I - OPERACIÓN	Pagina. 47 de 266

El aire ambiente de los locales cerrados cumple con los siguientes valores límite:

Compuestos	50% del tiempo mg/Nm3	95% del tiempo mg/Nm3
Amoníaco (NH ₃)	5	7
Hidrógeno sulfurado (H ₂ S)	2.5	3
Metil mercaptano (RSH)	1	1

Tabla 8 - Valores máximos para los locales cerrados

Los gases emitidos a la atmósfera respetan los siguientes valores máximos, para garantizar la ausencia de olores molestos:

Compuesto	95% del tiempo mg/Nm3
Sulfuro de hidrógeno H ₂ S	0,1
Metil Mercaptano R-SH	0,05
Amoníaco NH ₃	1
Aminas R-NH	0,1
Aldehídos cetonas	0,4

Tabla 9 - Valores máximos para el aire emitido a la atmósfera

6.3 Descripción general y configuración de la planta

La PTAR incorpora las unidades siguientes:

- Pretratamiento de las aguas brutas capaces de tratar la producción total de lodos estimada para el año horizonte 2038
 - o Una cámara de llegada con una válvula de control abierta/cerrada y un aliviadero hasta la laguna provisional luego el Río
 - o Una obra de llegada con gancho de gruesos y rebosadero hasta el medidor de caudal “by-pass” luego el Río.
 - o Dos canales de desbaste de gruesos: un con una reja automática y el otro con una reja manual (para utilización durante mantenimiento de la reja automática)
 - o Una estación de elevación con 4 bombas centrífugas sumergidas destinada a gestionar las aguas residuales brutas que llegan de la ciudad
 - o Tres canales de desbaste fino: dos con tamices automáticos y un con tamiz manual (para utilización durante el mantenimiento de los tamices automáticos)
 - o Dos tanques desarenador-desengrasador con sistema de extracción de arenas y grasas

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Rev. 0A
	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL	Fecha 2018-08-23
	TOMO I - OPERACIÓN	Pagina. 48 de 266

- o Un sistema de tratamiento de grasas (hidrolisis seguida de una oxidación de las grasas en el tanque Carbofil)
- o Un sistema de limpieza de arenas
- o Un pozo de aguas de retorno
- o Una cámara de reparto hacia las líneas de tratamiento biológico con línea de By-pass general de la PTAR
- Tratamiento biológico del tipo lodos activados con aireación prolongada, permite la reducción de la contaminación por carbono (DBO, DQO), partículas en suspensión (SS), nitrógeno (NH₄, NTK, NO₃) y fósforo (Pt, PO₄):
 - o Dos líneas en fase 1 (3 en fase 2) de tanques de contacto con 1 agitador sumergible.
 - Tiempo de paso de 20 minutos
 - Permite poner en contacto el lodo activado con la fuerte carga contaminante de las aguas residuales afluentes aumentando así la cantidad de sustrato disponible para los micro-organismos
 - o Dos líneas en fase 1 (3 en fase 2) de tanques anaerobios con 1 agitador sumergible
 - Tiempo de paso de 1 hora
 - Permite la eliminación del fósforo por vía biológica
 - o Dos líneas en fase 1 (3 en fase 2) de tanques a la vez anóxicos con 4 agitadores sumergibles y aerobios con sistema de aireación (difusores de burbujas finas)
 - Permite las reacciones de nitrificación y desnitrificación de la mayor parte del nitrógeno amoniacal presente en las aguas no tratadas, mediante la secuenciación de la aireación creando así condiciones fuertemente aireadas para nitrificar y condiciones anóxicas para desnitrificar de forma alternada
 - o Dos líneas en fase 1 (3 en fase 2) de cámaras de desgasificación
 - Permite de eliminar las burbujas de aire contenidas en el licor mezcla proveniente de los tanques de aireación y así asegurar una mejor decantación a continuación.
 - o Dos líneas en fase 1 (3 en fase 2) de clarificadores para la separación entre la fase sólida (lodos activos) y la fase líquida (agua limpia)
 - o Dos líneas en fase 1 (3 en fase 2) de cámaras de recirculación de los lodos con 2+1 bombas de recirculación con variador de frecuencia y una bomba de extracción de lodos en exceso
 - o Un edificio de soplantes con 6 (7 en fase 2) soplantes de aireación
- Tratamiento terciario del agua limpia mediante un sistema ultravioleta & producción de agua industrial capaces de tratar la producción total de lodos estimada para el año horizonte 2038:
 - o Filtro superficial con 2 tamices rotativos
 - o Desinfección UV

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Rev. 0A
	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL	Fecha 2018-08-23
	TOMO I - OPERACIÓN	Pagina. 49 de 266

- o Un tanque de almacén de agua industrial (92 m3) con un grupo de bombas de surpresion
- Tratamiento de lodos capaces de tratar la producción total de lodos estimada para el año horizonte 2038, sobre la base de un funcionamiento nominal de 5 días por semana y 8 horas al día:
 - o Una fosa de homogenización de los lodos extradós y de los flotantes
 - o Dos líneas combinadas de espesamiento dinámico con deshidratación por mesa de goteo y filtro banda para obtener una sequedad torta (% sequedad de los lodos deshidratados) de 18% +/- 2 %.
 - o 2 bombas de extracción de lodos espesados hasta el almacén (10 compartimientos) para posterior gestión de los lodos
- Tratamiento de gases
 - o Sistema de extracción del aire contaminado en el pretratamiento y el edificio de deshidratación de los lodos
 - o Tratamiento biológico mediante biofiltros de desodorización
 - o Tratamiento de afino mediante filtro de carbono activo
- Químicos
 - o Tres tanques de almacén y dos líneas en fase 1 (3 en fase 2) de inyección de sulfato de alúmina para la eliminación complementaria del fosforo en los tanques aerobios.
 - o Zona de almacén y una línea de inyección de urea como suministro de nutriente para el tratamiento de las grasas
 - o Zona de almacén y una línea de inyección de ácido fosfórico como suministro de nutriente para el tratamiento de las grasas
- Red eléctrica
 - o Un edificio de transformación de media a baja tención
 - o Un edificio de baja tensión
 - o Un local eléctrico en la zona de deshidratación y químicos
 - o Un local eléctrico en la zona de desgasificación y de recirculación
 - o Armarios en la zona de pretratamiento, el edificio de soplantes y la zona del tratamiento tercero
 - o Un grupo electrógeno de emergencia
- Un SCADA (Supervisión, Control y Adquisición de Datos) para la supervisión y la operación de la planta
- Una zona de operación incluyendo: laboratorio, oficinas / enfermería, comedor, taller, sistema de agua potable

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Rev. 0A
	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL	Fecha 2018-08-23
	TOMO I - OPERACIÓN	Pagina. 50 de 266

6.4 Implantación general y servicios

Implantación

La planta de tratamiento ha sido construida según la implantación definida en la Figura 3.

Agua potable

Un tanque de almacenamiento permite suplementar la red de abastecimiento con un caudal y una presión suficiente para cubrir las necesidades de la PTAR.

Electricidad

Un grupo electrógeno permite mantener el funcionamiento de las instalaciones (bombeos, equipos de pretratamiento, aireación y agitación en reactores biológicos, seguridad del personal) durante caídas imprevistas del suministro eléctrico.

Extinción de incendios

El edificio de control dispone de un equipo manual de extinción de incendios.

La red de protección contra incendios está compuesta por detectores de humo y extintores localizados en varios puntos sensibles de la planta.

Además, una boca anti-incendio para bomberos (sin presión) es localizada en el clarificador B (Figura 3).

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA		Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO		Rev. 0A
	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL		Fecha 2018-08-23
	TOMO I - OPERACIÓN		Pagina. 51 de 266

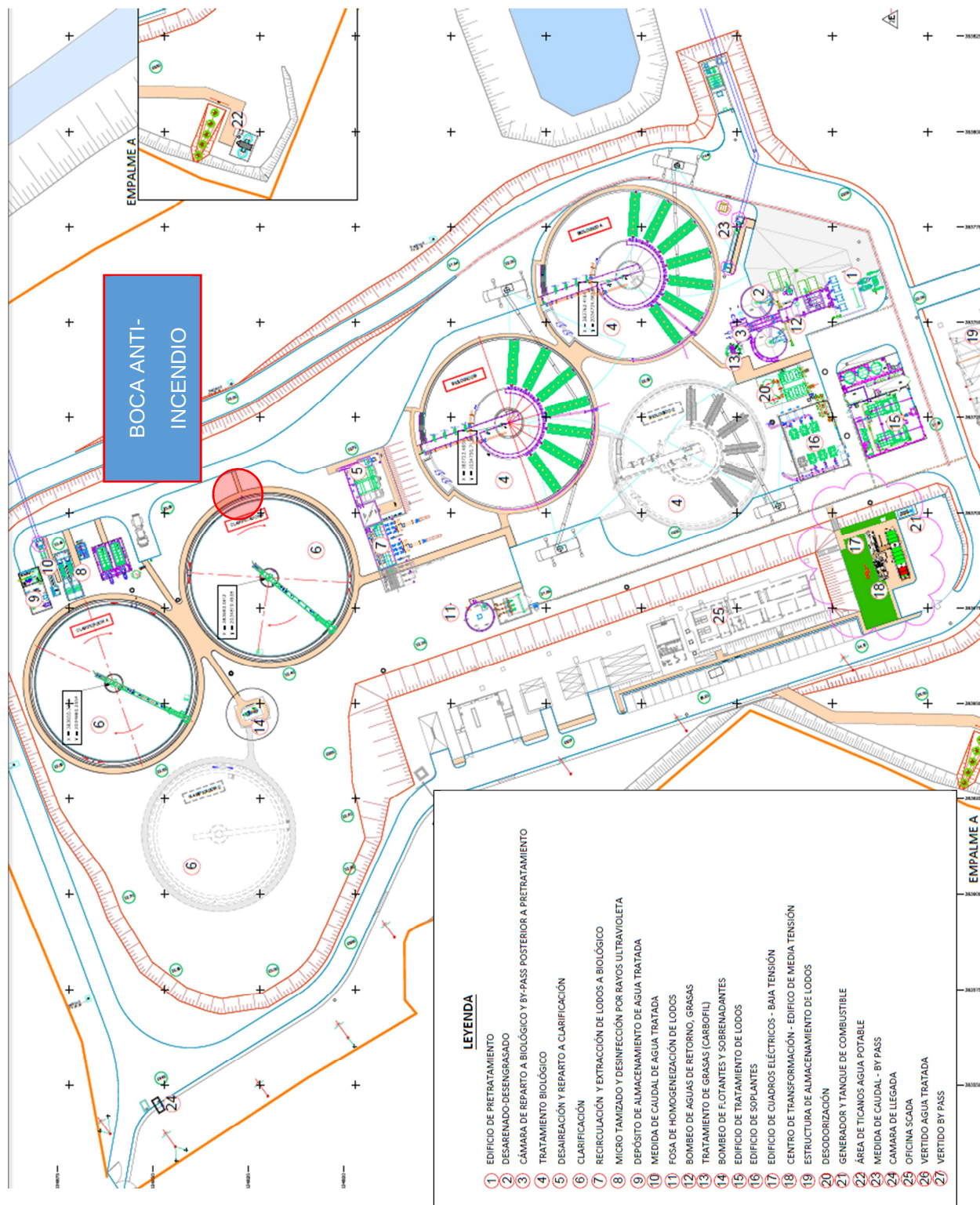


Figura 3. Implantación de la PTAR

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Rev. 0A
	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL	Fecha 2018-08-23
	TOMO I - OPERACIÓN	Pagina. 52 de 266

6.5 Descripción de la zona de vertido del efluente

El vertido de la PTAR de San Cristóbal es realizado desde el depósito de aguas tratadas a través de un canal en obra civil pasando por un medidor de caudal y terminando en una escollera a una cota de + 19,50 mSNM.

En paralelo con el de vertido de aguas tratadas, el vertido del 'by-pass' general de la nueva PTAR se realiza también a través de un medidor de caudal y terminando en una escollera a una cota de + 19,20 mSNM.

 **NOTA:** Arriba de la cámara de llegada de la planta, existe una tubería de by-pass colocada durante el acondicionamiento e inicio de las obras de construcción para el desvío de las aguas residuales durante la construcción de la planta. El vertido de esta tubería es una laguna provisional circa de la ribera del Rio Nigua. En caso de la cerrada de la válvula mural instalada en la cámara de llegada, las aguas brutas se vierten en esta tubería sin ningún tratamiento.

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Rev. 0A
	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL	Fecha 2018-08-23
	TOMO I - OPERACIÓN	Pagina. 53 de 266

Capítulo 7 Procedimientos de operación

7.1 Pretratamiento

La función del pretratamiento es de retener los desechos gruesos para evitar la acumulación de residuos no biodegradables (plásticos, etc.) en las estructuras y la obstrucción de las líneas de transferencia.

Comprende la cámara de llegada con la válvula de cierre de la PTAR, la obra de llegada de aguas brutas con el gancho de gruesos, el desbaste grueso con una reja de desbaste automática socorrida por una reja de desbaste manual, bombeo de aguas brutas, el desbaste fino con dos tamizados automáticos socorridos por una reja manual en paralelo.

Todas las obras de pretratamiento tendrán la capacidad del horizonte 2038, es decir para el caudal de punta previsto de 1854 m³/hora.

Las obras cubiertas (obra de llegada, pozo de bombeo y canales de tamizado fino) están conectadas al sistema de desodorización.



Figura 4. Vista en 3D del pretratamiento

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL	Rev. 0A
	TOMO I - OPERACIÓN	Fecha 2018-08-23
		Pagina. 54 de 266

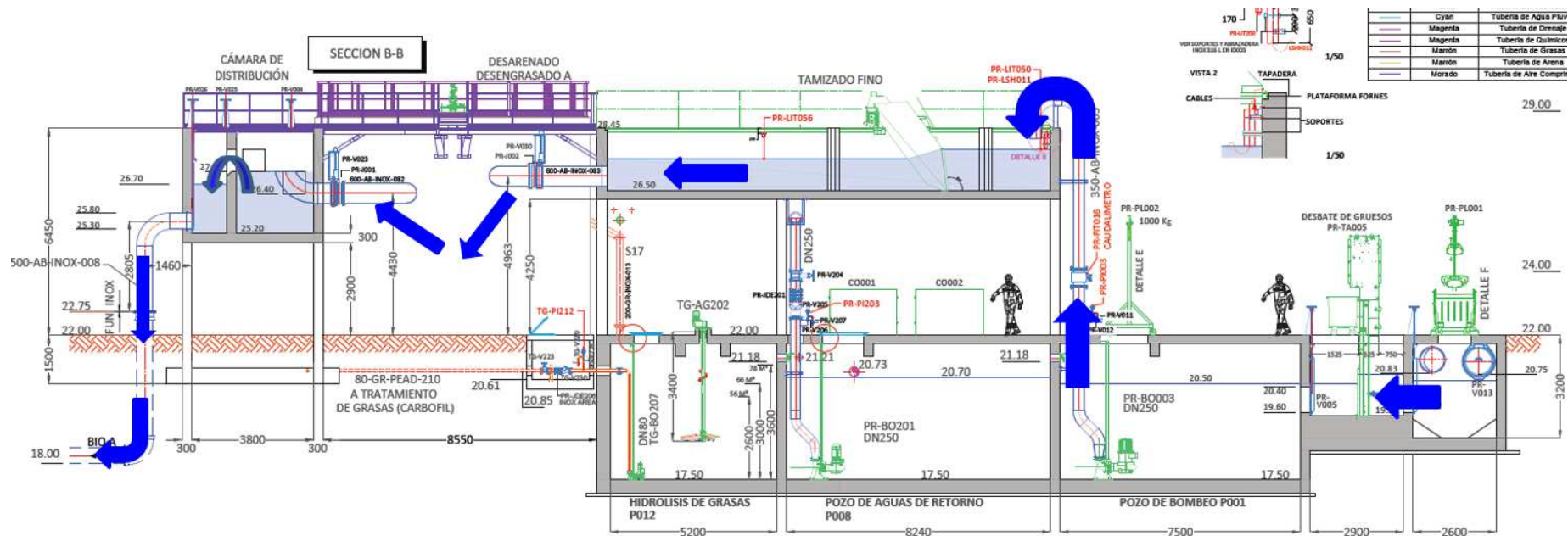


Figura 5. Pretratamiento - Dirección del flujo

7.1.1 Lista de los equipos electromecánicos

Ver abajo la Tabla 10 -.

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Rev. 0A
	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL	Fecha 2018-08-23
	TOMO I - OPERACIÓN	Pagina. 55 de 266

ZONA	N° PID	Equipo	Cantidad instalada	Descripción	Marca	P nominal instalada (kW)	Tensión (V)	Comentario
Llegada	PR-V003	Válvula de llegada	1	Válvula tipo mural eléctrica - 1000x1000 mm	APEF	0,40	480	Actuador Auma SA 10.2
	PR-PL001	Grúa y gancho de gruesos	1	Grúa con gancho hidráulico	ADEI	4,00	480	Capacidad del gancho: 200L Capacidad de la grúa: 1000 kg
	PR-AIT053	Detector de gas H2S	1	Detector del cielo gaseoso	HONEYWELL		24 VDC	con girofaro y alarma comunes con PR-AIT-055
	PR-AIT055	Detector de gas CH4	1	Detector del cielo gaseoso	HONEYWELL		24 VDC	con girofaro y alarma comunes con PR-AIT-053
	DS-V447	Válvula de extracción de aire	1	Válvula eléctrica con motor eléctrico antideflagrante hasta la desodorizacion	SBPI	0,0015	24 VDC	Normalmente abierto - Servomotor Belimo
	DS-V472	Válvula de extracción de aire	1	Válvula eléctrica con motor eléctrico antideflagrante hasta la atmosfera	SBPI	0,0015	24 VDC	Normalmente cerrado - Servomotor Belimo
	PR-LIT005	Sensor de nivel	1	Sensor de ultrasonido de nivel de agua	Endress + Hauser		110 VAC	Tipo FDU91 con transmisor/monitor FMU 90 Escala 0-10 metros
Desbaste de gruesos	PR-TA004	Reja desbaste de gruesos	1	Reja manual 100 mm de luz de paso entre barrotes	EMO	N/A	N/A	

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA		Ref	SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO		Rev.	0A
	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL		Fecha	2018-08-23
	TOMO I - OPERACIÓN		Página.	56 de 266

	PR-TA005	Reja desbaste de gruesos	1	Reja automática 80 mm de luz de paso entre barrotes	EMO	3,00		Caudal : 2154 m3/h Motor abertura y cierre del rastrillo : 0,29 kW Motor de izaje/traslación del rastrillo : 1,10 kW
	PR-V005/009/109/110	Válvula tipo mural	4	Manual - 800x800 mm	APEF	N/A	N/A	
Elevación de aguas brutas - Pozo de bombeo P001	PR-BO001/002/003/004	Bombas sumergidas	4	Caudal: 650 m3/h, HMT:11,50 metros, 60Hz Con Variador de frecuencia	KSB	29,83	480	1 socorro Modelo : KRTK 200-330/326UG-S Rodete de flujo radial multiálabes (K) Diámetro del rodete: 311,0 mm
	PR-LIT020	Sensor de nivel de agua	1	Sensor de ultrasonido de nivel de agua	Endress + Hauser		110 VAC	Tipo FDU91 con transmisor/monitor FMU 90 Escala 0-10 metros
	PR-LSL006/LSM007/LSH008/LSH009	Boyas de nivel	4	Indicador de nivel de agua con contacto eléctrico seco	Endress + Hauser		24 VDC	PR-LSL 006 Nivel bajo PR-LSM 007 Nivel medio PR-LSH 008 Nivel alto PR-LSHH 009 Nivel muy alto
	PR-PI001/002/003/004	Manómetro	4	Indicador de presión con contacto eléctrico seco	BAUMER		24 VDC	Escala: 0-4 Bar Contacto seco a apertura, 24VDC
	PR-FIT010/012/016/022	Caudalímetro	4	Electromagnético - DN350	Endress + Hauser		110 VAC	Tipo: PROMAG L400 Escala: 0 - 1 000 m3/h

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Rev. 0A
	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL	Fecha 2018-08-23
	TOMO I - OPERACIÓN	Pagina. 57 de 266

Desbaste fino	PR-TA001/002	Reja tamizado fino	2	Reja automatica 6 mm de luz de paso entre barrotes	EMO	2,20	480	Caudal: 1854 m3/h Potencia panel de control para desbaste fino : 8 kW
	PR-TR001	Tornillo compactador	1	Tornillo compactador	EMO	0,75	480	Potencia panel de control para desbaste fino : 8 kW
	PR-TA003	Reja tamizado fino	1	Reja manual 10 mm de luz de paso entre barrotes	EMO	N/A	N/A	
	PR-LIT060/056	Sensor de nivel de agua	2	Sensor de ultrasonido de nivel de agua	Endress + Hauser		110 VAC	Tipo FDU90 con transmisor/monitor FMU 90 Escala 0-3 metros
	PR-LSH011	Boya de nivel	1	Indicador de nivel de agua con contacto electrico seco	Endress + Hauser		24 VDC	PR-LSH 011 Nivel alto del canal de desbaste fino
	PR-MA001	Muestreador automático	1	Muestreador de aguas brutas	Endress + Hauser	0,35	230 VAC	4 flacones de 12L

Tabla 10 - Lista de los equipos del pretratamiento

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Rev. 0A
	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL	Fecha 2018-08-23
	TOMO I - OPERACIÓN	Pagina. 58 de 266

7.1.2 Cámara de llegada, obra de llegada, aliviadero y pozo de gruesos

7.1.2.1 Generalidades

La cámara de llegada está localizada a la entrada de la planta. Ver Leyenda N°24.

Desde esta cámara, es posible de cerrar la PTAR y enviar las aguas brutas al Río. Por eso, el operador puede manipular a fuera la compuerta mural motorizada PR-V003 desde el SCADA y el armario CEBT, o directamente localmente.

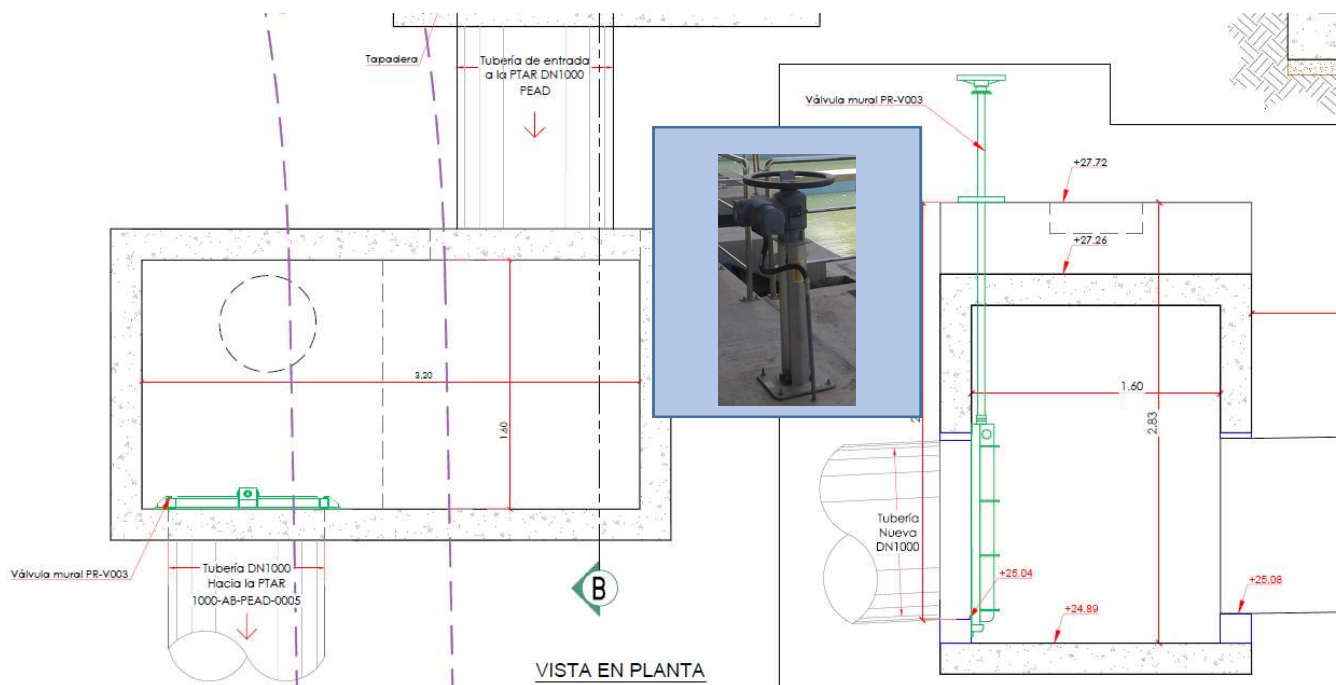


Figura 6. Ejemplo de válvula mural motorizada y vista en planta de la cámara de entrada

La obra de llegada de aguas brutas reúne en un único recinto el pozo de bombeo P001 de entrada a la PTAR, el bypass o aliviadero general de planta, el puente grúa PR-PL001 y el desbaste de gruesos PR-TA005 que tratará todo el caudal que lleve la red de alcantarillado. El pozo de gruesos consiste en una cámara profunda que actúa como depósito de sólidos gruesos.



NOTA: La obra de llegada cuenta con un aliviadero DN800 a fin de asegurar el by-pass general de la planta. La canalización de excedente pasa por un canal de medición del by-pass CO-FIT 051 antes de unirse al río Nigua.

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL	Rev. 0A
	TOMO I - OPERACIÓN	Fecha 2018-08-23
		Pagina. 59 de 266

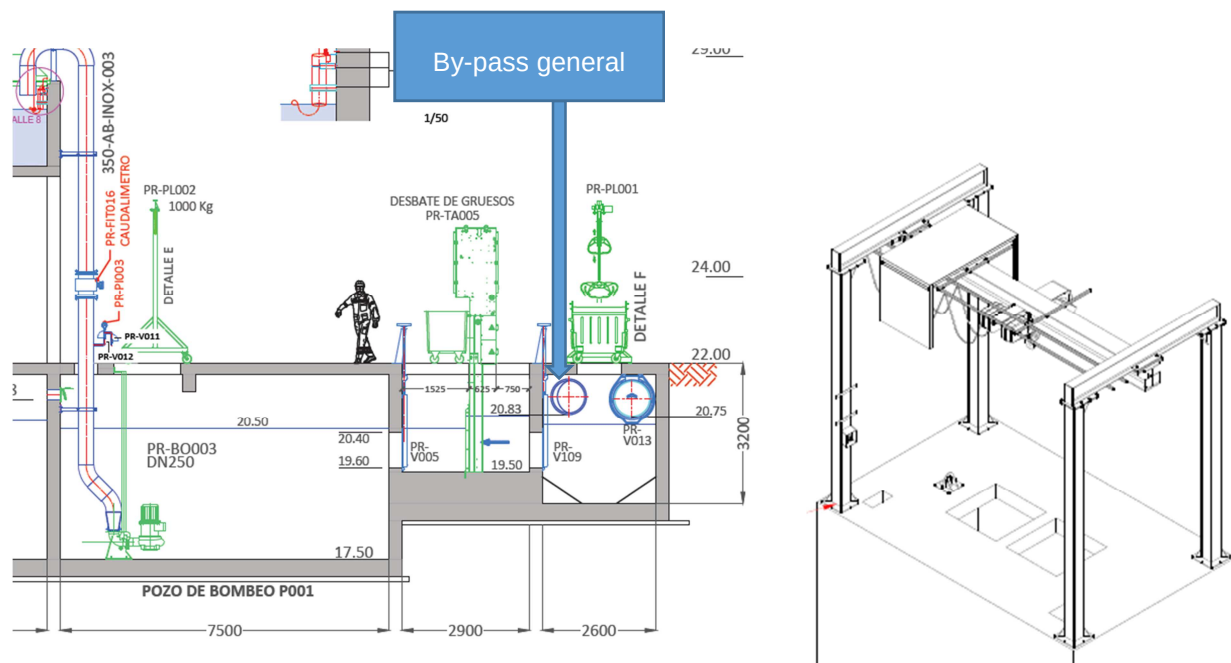


Figura 7. Obra de llegada y vista del pórtico para el gancho de gruesos

El recinto está equipado con una acometida de agua industrial que permita su limpieza mediante una hidrolavadora. Así mismo, dispone de conexión y dispositivo anti-incendios.

Para la extracción de los sólidos que se depositen en el fondo se dispone una cubo de 200 L de capacidad con la que serán evacuados a un contenedor. Estos sólidos serán gestionados como residuos sólidos urbanos (RSU). Para el uso de la cuchara se dispone de un pórtico grúa fijado de 1600 kg.

La operación del cubi es solamente local mediante una caja de control con botones pulsadores.

Esta zona tiene también un puente grúa móvil de 1000kg que servirá para el mantenimiento de equipos.



Está prohibido usar el cubo en presencia de gas CH₄.

Debido al riesgo de presencia de gases (H₂S y CH₄) en las aguas que llegan por gravedad al pozo de bombeo, esta zona está cubierta y conectada al sistema de extracción y tratamiento de aire (desodorización).

Además, para garantizar la seguridad del personal, hay dos medidas de gas en la obra de llegada:

- PR-AIT053 para H₂S
- PR-AIT055 para CH₄.



Si una medida de gas detecta un valor alto límite en la obra, activación de una alarma PR-ASH-053 (H₂S) o PR-ASH-055 (CH₄) al SCADA, y también encendido de una lámpara y de un timbre localmente. El desbaste grueso como las bombas del pozo de bombeo P001 paran también.

De más, una válvula motorizada DS-V472 de la red de desodorización se abre para

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Rev. 0A
	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL	Fecha 2018-08-23
	TOMO I - OPERACIÓN	Pagina. 60 de 266

poner la obra al aire libre. La otra válvula DS-V447 se cerrada para proteger la desodorización.

En todo caso, use un detector de gas portátil en caso de una intervención en esta área y aún más si la medición es defectuosa.

Está prohibido usar herramientas eléctricas o hacer fuego o chispas sobre la pantalla en caso de CH₄, existirá riesgo de explosión de la zona.

7.1.2.2 Funcionamiento normal

Retirar los solidos gruesos de la obra de llegada tres veces por semana utilizando la cuchara bivalva.

Gestionar estos residuos gruesos como residuos sólidos urbanos.

7.1.2.3 Funcionamiento especial

Inspeccionar y limpiar la obra de llegada con mayor frecuencia durante los períodos de caudales de entrada importantes (periodo de lluvias) para evitar que los residuos gruesos transportados por el sistema de alcantarillado obstruyan las tuberías y el aliviadero.

7.1.2.4 Mantenimiento periódico

Mantener la obra de llegada libre de residuos gruesos. Limpiar las paredes de la obra de llegada una vez por mes y ajustar la frecuencia de limpieza según las necesidades.

Vaciado de depósitos cada 6 meses.

El operador se asegura de que el sensor está en buenas condiciones. (El cabezal del sensor debe estar limpio).

Tipo de equipo	Modelo	Proveedor	Frecuencia	Tipo de mantenimiento
Carro para viga	PRV2	ADEI	Mensual	<u>Examen visual:</u> Condición externa. Compruebe que no haya polvo Engrase del carro, dientes de los rodillos motor y ruedas dentadas Cableado eléctrico
Carro para viga	PRV2	ADEI	Bianual	<u>Examen en profundidad:</u> Buenas condiciones de funcionamiento generales Estado general de la instalación

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Rev. 0A
	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES	Fecha 2018-08-23
	SAN CRISTÓBAL TOMO I - OPERACIÓN	Pagina. 61 de 266

Polipasto	Polipasto	ADEI	Mensual	Comprobar el estado general y la lubricación de la cadena Compruebe el estado de activador del interruptor de fin de carrera (almohadilla de goma integrada o resorte o disco aparte situado en la parte superior del gancho de carga). Compruebe el funcionamiento de los interruptores de fin de carrera mecánicos superior e inferior haciendo subir y bajar el gancho. Compruebe el funcionamiento del limitador de par de fricción. Utilice la herramienta ChainQ o consulte las instrucciones del capítulo de Ajuste del limitador del par de fricción.
Polipasto	Polipasto	ADEI	Trimestral	Comprobar si la pieza de suspensión presenta muescas, rayones, deformaciones o desgaste
Polipasto	Polipasto	ADEI	Anual	Medir el desgaste de la cadena (si el polipasto está en uso continuo, comprobar el desgaste de la cadena con mayor frecuencia) Comprobar el estado de la almohadilla de goma en el extremo inactivo de la cadena (dentro de la bolsa de la cadena) Comprobar el estado y la legibilidad de los adhesivos de advertencia, etc. Comprobar el estado de los amortiguadores y los topes de amortiguadores Compruebe el funcionamiento del limitador de par de fricción. Utilice la herramienta ChainQ o consulte las instrucciones del capítulo de Ajuste del limitador del par de fricción. Comprobar el estado y el funcionamiento del interruptor principal. Comprobar el estado del cableado y las conexiones Si el polipasto está equipado con un carro, compruebe la seguridad de las sujeciones

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Rev. 0A
	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL	Fecha 2018-08-23
	TOMO I - OPERACIÓN	Pagina. 62 de 266

				del cuadro eléctrico del carro Comprobar el estado y el funcionamiento de los contactores Compruebe el estado de los fusibles. Consulte las instrucciones en el Anexo Sustitución del fusible de la tensión de control. Compruebe el funcionamiento de los motores. Comprobar el funcionamiento y el desgaste del freno Compruebe el estado del piñón de cadena. Con los polipastos de dos ramales, compruebe también el piñón de retorno. Compruebe el estado de la guía de cadena. Compruebe la fijación y el estado del contenedor de cadena. Compruebe el engrase del cojinete del piñón de retorno. Compruebe la sujeción de las unidades de la maquinaria de traslación. Compruebe el estado de todas las ruedas del carro. Compruebe que las ruedas estén correctamente alineadas. Compruebe el ancho de la brida Compruebe el estado de las juntas empernadas y de las estructuras que soporten cargas. Compruebe el estado y el montaje de los componentes de sujeción.
Gancho	N/A	ADEI	Tras 50 horas de funcionamiento	Cambiar el aceite Limpiar los tapones magnéticos situados en la plancha del fondo. Quitar esta plancha de fono y averiguar que esta limpia la alcachofa
Gancho	N/A	ADEI	Cada 12 horas de servicio	Llenar los engrasadores con una grasa adhesiva de muy buena calidad
Gancho	N/A	ADEI	Cada 200 horas	Comprobar el estado del aceite y cambiarlo si necesario
Gancho	N/A	ADEI	Cada 2000 horas	Comprobar el estado de los topes de acoplamiento

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL TOMO I - OPERACIÓN	Rev. 0A
		Fecha 2018-08-23
		Pagina. 63 de 266

Para otras instrucciones y detalles de mantenimiento periódico referirse a los manuales de los proveedores en el anexo 11.4



Todas las operaciones de reparación y mantenimiento del portico deben ser efectuadas por personal autorizado con el equipo detenido y bloqueado (Parada de emergencia y consignación en el panel/armario).

7.1.3 Desbaste grueso - Rejas

7.1.3.1 Generalidades

Aguas abajo de la obra de llegada, se encuentra el desbaste grueso con una reja de desbaste automática vertical PR-TA005 de 80 mm de luz de paso entre barrotes.

La reja de cribado grueso tipo DCV-R es un equipo de cribado aguas arriba por cables, con un rastrillo que funciona alternativamente ascendiendo y descendiendo. El trabajo de cribado se efectúa ascendiendo. Los gruesos del desbaste retenidos en las rejas de desbaste serán automáticamente retirados por la parte superior del equipo y almacenados en un contenedor. El volumen anual estimado de desechos para el caudal nominal (año 2038) es de 33 metro cubico. El volumen semanal de 1 m3.

El desbaste automático está socorrido por una reja de desbaste manual PR-TA004 de 100 mm de luz de paso entre barrotes.

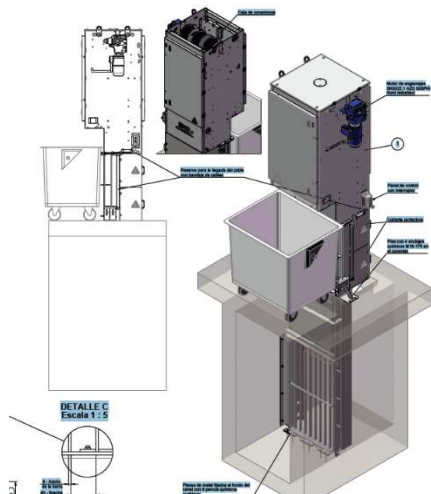


Figura 8. Reja automática de desbaste grueso

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL	Rev. 0A
	TOMO I - OPERACIÓN	Fecha 2018-08-23
		Pagina. 64 de 266

7.1.3.2 Funcionamiento normal

En funcionamiento normal, solamente el canal donde está la reja automática es abierto. El segundo canal queda cerrado por medio de las compuertas murales. La reja automática descargará los sólidos en el contenedor previsto a tal fin.

En modo automático (conmutador en posición AUTO sobre el SCADA y selector local REMOTO o LOCAL AUTO), el operador elige desde el SCADA el modo de arranque de la reja automática sobre el tiempo (cadencia) o sobre la diferencia de nivel de agua entre la obra de llegada (Medición de nivel PR-LIT005) y el pozo de bombeo P001 (Medición de nivel PR-LIT020).



Figura 9. Desbaste de gruesos – vistas del SCADA y parámetros

El funcionamiento “modo sonda + cadencia” corresponde a un arranque cíclico si el tiempo de no funcionamiento según la sonda es demasiado largo.



Los parámetros de funcionamiento de la reja (Umbral de arranque y tiempo) deben ser ajustados en el SCADA al fin de bloquear al máximo los desechos gruesos de la red y limitar la cantidad de desechos enviados a las bombas – Ver Figura 9.

Es importante de notar que una reja un poco obstruida permite de bloquear más desechos pequeños y por lo tanto de funcionar mejor. Operar continuo la reja sería la peor operación introduciendo pequeños desechos en la línea de agua.

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL	Rev. 0A
	TOMO I - OPERACIÓN	Fecha 2018-08-23
		Pagina. 65 de 266

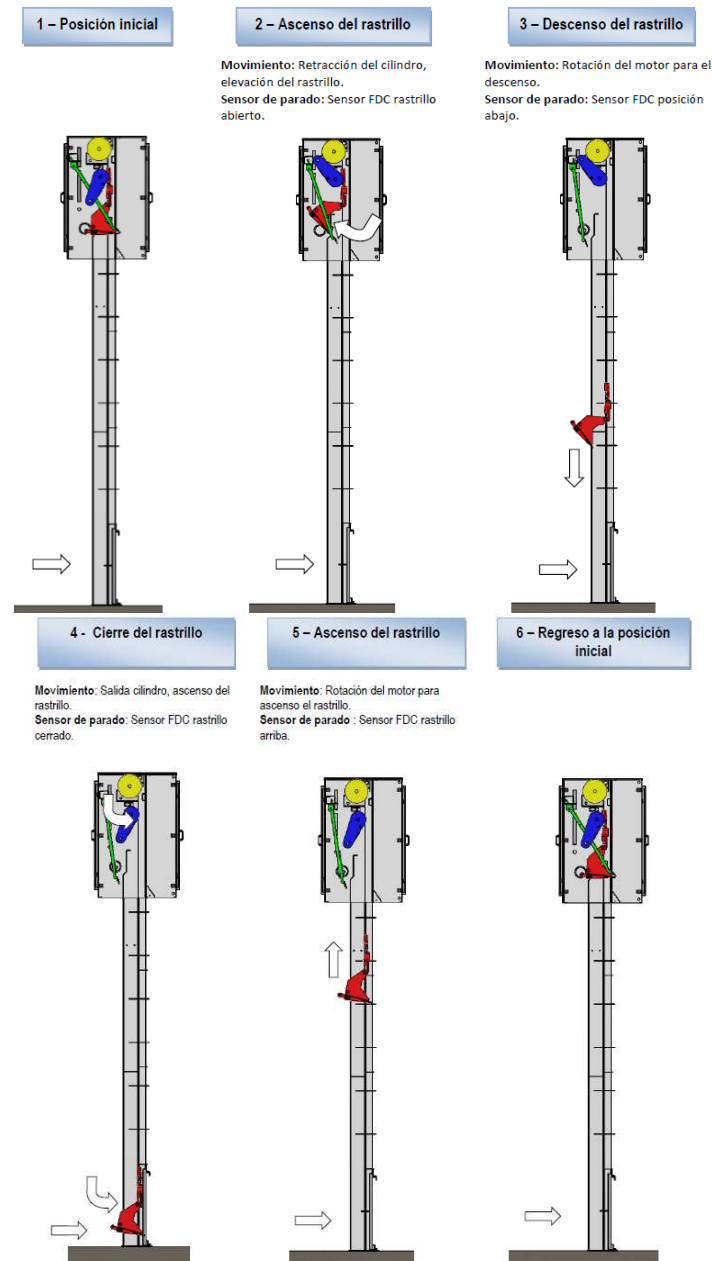


Figura 10. Etapas de funcionamiento de la reja automática de desbaste grueso



En caso de by-pass a través de la reja manual, retirar manualmente al menos dos veces al día los residuos gruesos retenidos.

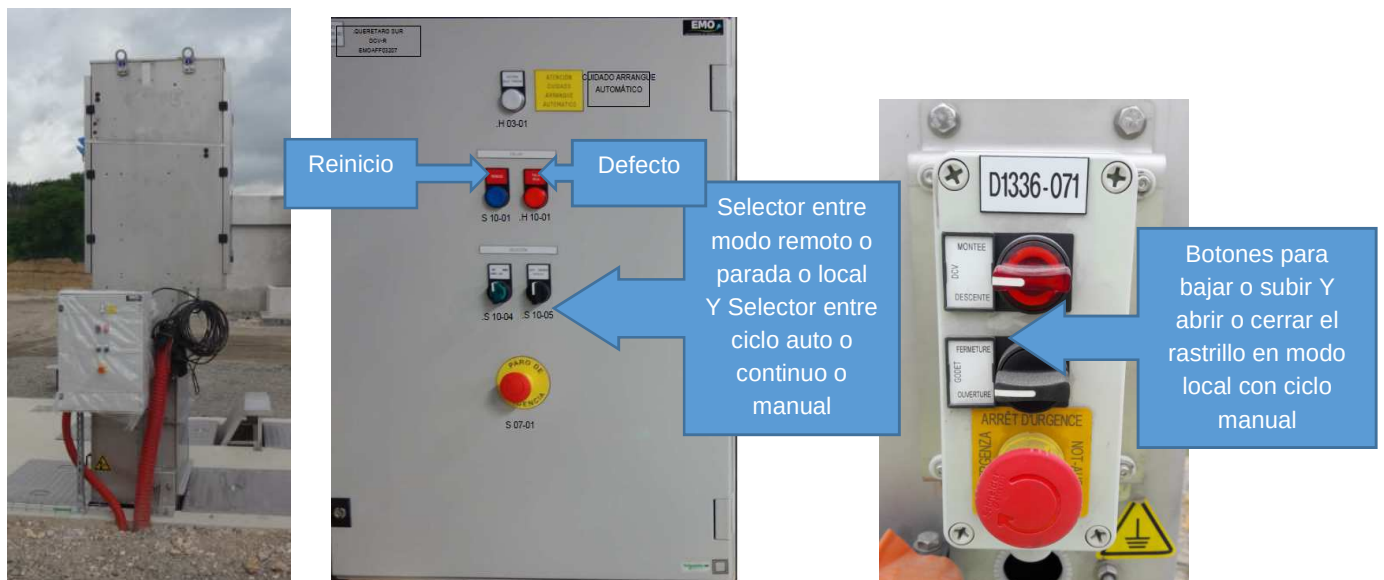
En ambos casos, verificar una vez al día el nivel del contenedor y reemplazarlo por el de reserva cuando se alcanza el nivel de llenado. Gestionar estos residuos gruesos como residuos sólidos urbanos

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL TOMO I - OPERACIÓN	Rev. 0A
		Fecha 2018-08-23
		Pagina. 66 de 266

7.1.3.3 Funcionamiento especial

En modo automático, en caso de una avería sobre uno de los sensores de medición del nivel de agua (PR-LIT005 o PR-LIT020), cambio automático hasta el modo cadencia.

Para operar el desbaste en modo forzado localmente, el panel de control y los botones están localizados al lado del equipo.



Cuando el operador selecto el modo remoto, solo el ciclo automático está autorizado.

Cuando el operador selecto el modo parada, nunca movimiento de la reja es posible.

Cuando el operador selecto el modo local, la selección del ciclo esta elegido mediante el segundo selector: automático, continuo o manual mediante los botones al lado de la máquina.

NOTA: Este ciclo manual de operación solo se usa con fines de mantenimiento y control del funcionamiento del equipo.



Reinicio - Volver a la posición de origen:

La posición inicial de la reja es: Rastrillo en posición alta - cuchara abierta - raspador devuelto

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL TOMO I - OPERACIÓN	Rev. 0A
		Fecha 2018-08-23
		Pagina. 67 de 266

Si se produjo una parada del rastrillo mientras él no estaba en la posición inicial, la decisión del operador de cambiar el modo de operación hacia el modo automático o continuo hace que el rastrillo vuelva a su posición inicial antes del inicio del ciclo nuevo seleccionado.

En cualquier caso, e independientemente de la posición física del rastrillo, este reinicio a la posición inicial comienza con un descenso del rastrillo.



Cuidado: Volver automático después un corte de energía

Dado que la instalación está diseñada para operar fuera de la presencia de un operador, se proporciona en el PLC un programa de reinicio automático después el retorno de la red de energía. Los valores actuales de los contadores y temporizadores no se conservan durante el corte de energía. El ciclo reinicio cuando regresa la red.

Después de la falla de la red, se realiza un reinicio automáticamente, después de la verificación de la información de presencia de la red (T14) y si ninguna seguridad se activa.

Se deben colocar señales especiales cerca del equipo para señalar este reinicio automático.

7.1.3.4 Señalización del panel de control

La luz verde asociada con el selector de modo

- Parpadea si el sistema espera un orden de inicio de secuencia
- Esta alumbrada constantemente durante una secuencia en curso

La luz roja asociada con el botón Reinicio

- Parpadea rápidamente (1 seg) en caso de un defecto funcional tipo ninguno retorno de marcha o tiempo sobrepasado
- Parpadea lentamente (2 seg) en caso de un defecto tipo de sobrecarga - relé cosØ
- Esta alumbrada constantemente en caso de un defecto eléctrico – disyuntor motor

7.1.3.5 Seguridad

Parada del tamiz por “parada de emergencia”.

Parada del tamiz en caso de nivel muy alto de gases (H₂S, CH₄)

Alarma al SCADA por defecto “atasco” de la reja, cuando el nivel de aguas arriba es muy alto - LIT_005_LSHH (umbral definido para el operador en los parámetros de funcionamiento de la reja – Ver SCADA Figura 9.)

Limitador de par (torque) integrado en el panel de control local para evitar el deterioro de la reja en caso de bloqueo del rastrillo.

Dos unidades de parada mecánica que accionan el limitador de par en caso de fallo del interruptor de fin de carrera en posición alta, durante el ascenso.

Temporizador para detectar un tiempo de descenso demasiado largo, y evitar el enrollamiento inverso de los cables.

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL TOMO I - OPERACIÓN	Rev. 0A
		Fecha 2018-08-23
		Página. 68 de 266

7.1.3.6 Mantenimiento periódico

Mantener el canal de llegada libre de residuos gruesos y de algas. Limpiar las paredes del canal de llegada una vez por mes y ajustar la frecuencia de limpieza según las necesidades.

Inspeccionar y limpiar el canal de llegada y las rejas de desbaste con mayor frecuencia durante los períodos de caudales de entrada importantes (periodo de lluvias) para evitar que los residuos gruesos transportados por el sistema de alcantarillado obstruyan las tuberías.

Verificar al menos una vez por día el estado de los paneles de desbaste, las cables, los carretes y rodillos de cable flojo, los sujetadores de cables, la placa de raspado, el rastrillo y el eyector.

Eliminar si es necesario los sólidos atascados.

Si es necesario, informar la brigada de mantenimiento para reemplazar las piezas defectuosas.

Las rejas de desbaste no requieren de mantenimiento particular excepto la limpieza para evitar que el rastrillo se bloquee.



Todas las operaciones de reparación y mantenimiento de la reja deben ser efectuadas por personal autorizado con el equipo detenido y bloqueado (Parada de emergencia y consignación en el panel/armario), a excepción del lavado de los raspadores por aspersión.

Tipo de equipo	Modelo	Proveedor	Frecuencia	Tipo de mantenimiento
Reja de grueso	DCV-R	EMO	Mensual	- Limpieza (Cables, carretes, sujetadores de cables y rodillos de cable flojo, placas de raspado, rastrillo, eyectores) - Verificaciones (Apertura y descenso del rastrillo, detección de cable flojo, cierre y ascenso del rastrillo, horizontalidad del rastrillo, limitador de esfuerzo) - Engrasado (engrasado rodamiento, nivel de aceite central hidráulica, nivel de aceite moto reductor)
Reja de cribado grueso	DCV-R	EMO	Anual o 1000 horas lo que ocurra primero	- Verificaciones (Cojinetes de deslizamiento, Cadencia - duración (ciclo)) - Engrasado (Cambio de aceite de la central hidráulica, Reemplazo del filtro de extracción) - Controlar la intensidad consumida (1 a 2 veces por año) así como el aislamiento (sin energía).

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA		Ref. SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO		Rev. 0A
	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES		Fecha 2018-08-23
	SAN CRISTÓBAL TOMO I - OPERACIÓN		Página. 69 de 266

Reja de cribado grueso	DCV-R	EMO	2000 horas de servicio	- Reemplazo y ajuste de cables - Reemplazo de los cojinetes de los carros y los anillos del rastrillo
Reja de cribado grueso	DCV-R	EMO	5000 horas	- Cambio de aceite del moto-reductor

Para otras instrucciones y detalles de mantenimiento periódico referirse a los manuales de los proveedores en el anexo 11.4



Importante: Si la reja funciona en continuo o si está expuesta a condiciones extremas de operación, se recomienda reducir los intervalos de mantenimiento.

Todos los trabajos de mantenimiento de estos equipos requieren limpiarse las manos (ver más) con un desinfectante.

Este equipo está diseñado para una limpieza a chorro de agua (presión máxima de 6 bares). Especialmente en lo referente a los componentes eléctricos, no deben recibir aspersiones excesivas.

7.1.4 Elevación de las aguas brutas – Pozo de bombeo P001

7.1.4.1 Generalidades

Después del pozo de gruesos y reja de desbaste se ubica una estación de elevación con bombas centrífugas sumergidas destinada a gestionar las aguas residuales brutas que llegan de la ciudad.

La estación de bombeo está cubierta y el aire es extraído hacia la unidad de desodorización para el tratamiento de olores.

Cada bomba PR-B0001/2/3/4 dispone de un colector de elevación separado hasta el canal de entrada al tamizado. La descarga de cada una de las bombas está equipada con un caudalímetro electromagnético PR-FIT010/12/16/22 y un manómetro a contacto PR-PI001/2/3/4.

El pozo de bombeo está equipado con instrumentación eléctrica para la detección del nivel de agua residual consistente en un controlador de nivel PR-LIT020 que transmite la señal al PLC y al SCADA. Dicho sensor es tipo US e se complementa con boyas de emergencia.

El caudal máximo previsto para el año horizonte 2038 es de 1854 m³/hora, se ha equipado el pozo de bombeo con cuatro bombas (3+1 de reserva) funcionando tres de forma simultánea y alternando con la cuarta con un total de 4 arranques por hora.

Las bombas de aguas brutas están provistas de variadores de velocidad, capaces cada una de un caudal de 650 m³/h. Las bombas disponen de protección térmica. Su funcionamiento esta comandado por los medidores de caudal colocados en las tuberías de elevación, así como por el nivel de agua en el pozo.

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL TOMO I - OPERACIÓN	Rev. 0A
		Fecha 2018-08-23
		Página. 70 de 266

	Unidades	Valor Diseño	Cálculo 2038
Caudal máximo total instantáneo	m3/h		1854,0
Número de arranques			4,0
Número de bombas, una en reserva			3 + 1
Bombas en funcionamiento simultáneo			3
Caudal unitario adoptado	m3/h	650,0	
Capacidad total de bombeo	m3/h		1950,0



7.1.4.2 Funcionamiento normal

Cuando el nivel de agua asciende hasta un nivel predeterminado, arranca una bomba que descarga en la parte más alta de la línea de flujo. En caso de caudales punta, es necesario activar bombas adicionales. En caso de fallo en cualquier bomba, arranca la bomba de repuesto para evitar reboses hasta la tubería de by-pass de la obra de llegada (Ver Figura 7).

En todo caso, 3 bombas en marcha simultáneas como máximo.

En modo automático (conmutador en posición AUTO), el operador elige desde el SCADA los parámetros de funcionamiento del pozo de bombeo (Ver Figura 11).

El funcionamiento de las bombas se inicia y es controlado por el nivel de agua residual en el pozo de bombeo. El control de las bombas se basa en el siguiente principio:

- Control de las bombas de elevación por la sonda de nivel ultrasónico PR-LIT-020:

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Rev. 0A
	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL	Fecha 2018-08-23
	TOMO I - OPERACIÓN	Pagina. 71 de 266

- o Nivel 0 - LSL: parada de bombas
- o Nivel 1- LSH1: arranque de la 1a bomba y regulación de la frecuencia de la bomba para mantener el nivel del pozo constante a LSH1 – Parada de la bomba cuando el nivel desciende hasta el nivel 0.
- o Nivel 2- LSH2: arranque de la 2a bomba y regulación de la frecuencia de las bombas para mantener el nivel del pozo constante a LSH2 – Parada de una bomba cuando el nivel desciende hasta el nivel 1.
- o Nivel 3- LSH3: arranque de la 3a bomba y regulación de la frecuencia de las bombas para mantener el nivel del pozo constante a LSH3 – Parada de una bomba cuando el nivel desciende hasta el nivel 2.
- En caso de defecto de la sonda de nivel ultrasónico PR-LIT-020, arranque de las bombas mediante las boyas de nivel:
 - o Nivel 0 - LSL: parada de bombas (PR-LSL-006)
 - o Nivel 1- LSM: arranque de la 1a bomba (PR-LSM-007) a una frecuencia configurable en la supervisión
 - o Nivel 2- LSH: arranque de la 2a bomba (PR-LSH-008) a la misma frecuencia configurable en la supervisión - Ver Figura 11
 - o Nivel 3- LSHH: arranque de la 3a bomba (PR-LSHH-009) a la misma frecuencia configurable en la supervisión
- Parada de las bombas a medida que el nivel desciende hasta el nivel 0 (o hasta la boya de nivel LSL) que para total y automáticamente el bombeo. Con el fin de equilibrar el tiempo de funcionamiento de las bombas, la primera bomba que para es la primera que se ha arrancado y asimismo para las otras 2 bombas.
- Una permutación cíclica automática de las 4 bombas a cada arranque o fallo reduce el número medio de arranques por hora. En otras palabras, para cada ciclo nuevo, se modifica el orden de arranque de las bombas. (B1-B2-B3, B2-B3-B4, B3-B4-B1,...)
- Si una bomba funciona más que un tiempo configurable en la supervisión (“Tiempo permutación de las bombas” – Ver Figura 11), la bomba permuta también.

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL TOMO I - OPERACIÓN	Rev. 0A
		Fecha 2018-08-23
		Pagina. 72 de 266

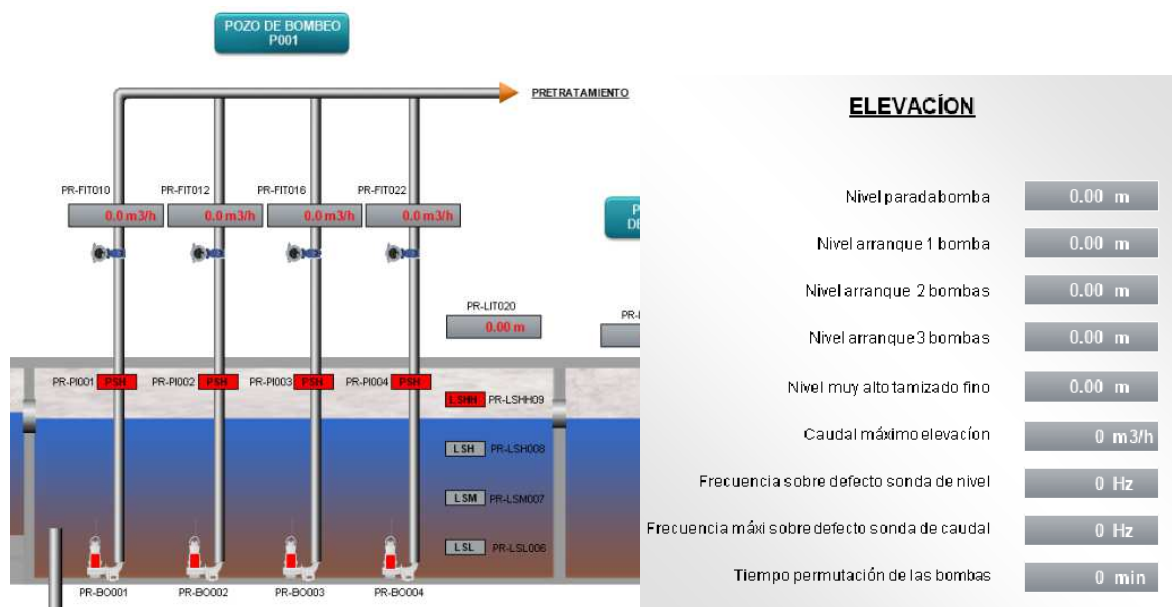


Figura 11. Pozo de bombeo – vista del SCADA y parámetros

7.1.4.3 Seguridad

Parada de todas las bombas por “parada de emergencia”.

Parada del tamiz en caso de nivel muy alto de gases (H2S, CH4).

Parada de todas las bombas en caso de nivel bajo por la boya PR-LSL006.

Parada de las bombas en caso de nivel muy alto de las aguas arriba del tamiz fino (tamiz fino atascado) indicado por el umbral LSHH de la sonda de nivel ultrasónico PR-LIT-060 (configurable en la supervisión) o, en su defecto, por la boya de nivel alto PR-LSH-011.

Parada de bomba y falla de la bomba si está funcionando y su caudalímetro indica 0 m3/h durante 30 segundos.

Parada de bomba cuando se detecta la presión PR-PI 001/2/3/4.

Alarma a la supervisión sobre la boya de nivel muy alto PR-LSHH-009 y si nunca bomba funciona.

Cuando el caudal total en la entrada de la estación excede el punto de ajuste “Caudal máximo”, limite el caudal de las bombas a este punto de ajuste de caudal máximo hasta la pérdida del umbral de nivel muy alto PR-LIT-020-LSH3 en el pozo.

Si uno de los caudalímetros cae por defecto, uno limita la frecuencia máxima de los variadores con una frecuencia parametrizable bajo supervisión.

7.1.4.4 Funcionamiento especial

En casos excepcionales (mantenimiento, durante la puesta en marcha) es posible operar localmente las bombas en modo FORZADO desde el armario AT1- BIS localizada en la zona del pretratamiento. El operador puede elegir la frecuencia de funcionamiento de cada bomba desde la fachada del armario.

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL	Rev. 0A
	TOMO I - OPERACIÓN	Fecha 2018-08-23
		Pagina. 73 de 266



Cuando este funcionamiento es utilizado, el operario debe supervisar estrechamente el nivel del pozo de bombeo para evitar el funcionamiento de las bombas a seco y también el caudal y la presión.

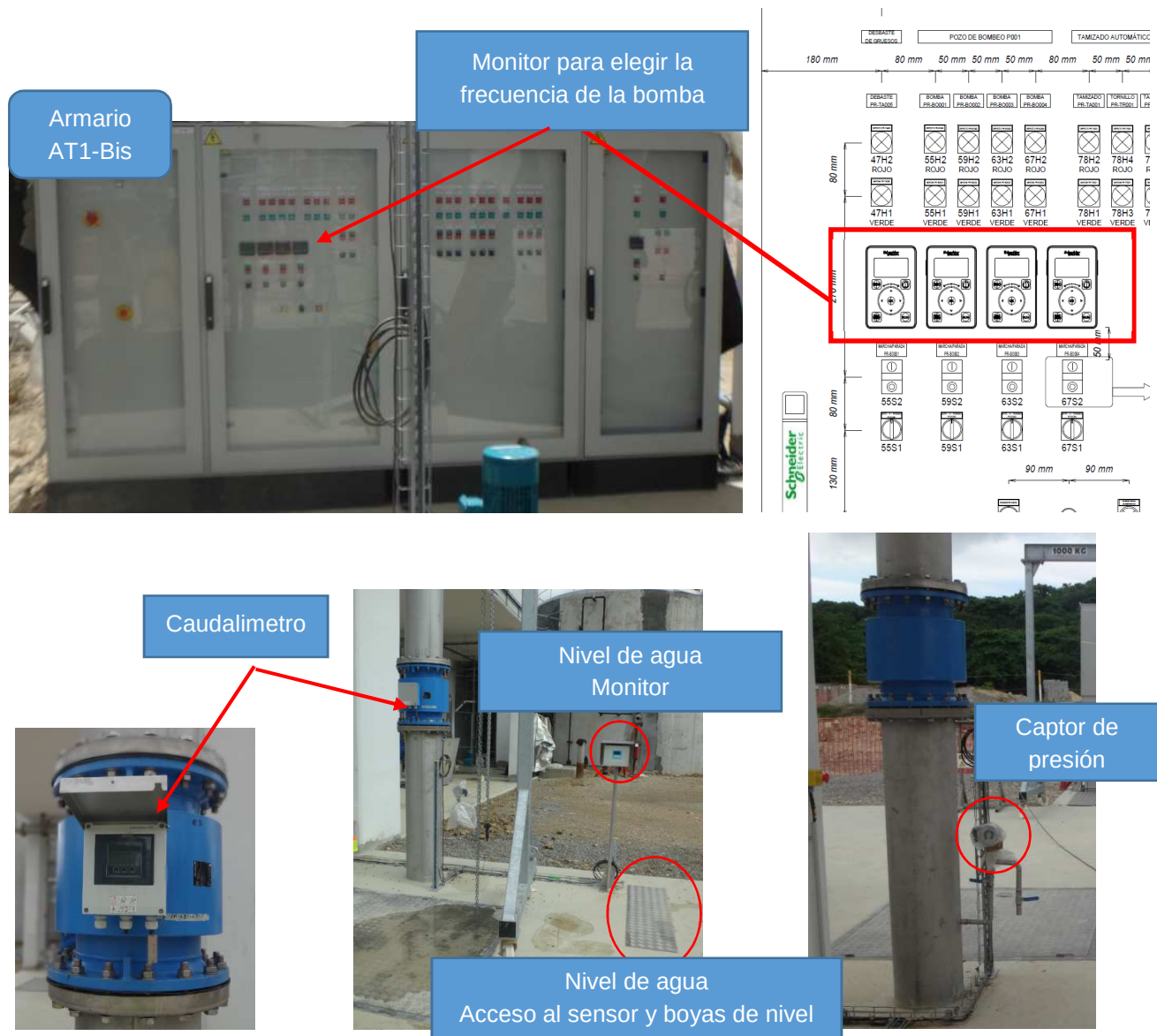


Figura 12. Pozo de bombeo P001 – fotos del control local y de la instrumentación

7.1.4.5 Mantenimiento periódico

Cada semana:

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL TOMO I - OPERACIÓN	Rev. 0A
		Fecha 2018-08-23
		Página. 74 de 266

Verificar el punto de funcionamiento de cada bomba (par caudal – presión) mediante el manómetro local y el caudalímetro en línea. Si no se encuentra dentro de la curva normal de funcionamiento o en caso de un sonido anormal proceder a una inspección mecánica de las bombas.

Limpiar les boyas de niveles

Cada mes:

Mantener la obra de llegada libre de residuos gruesos. Limpiar las paredes de la obra de llegada y ajustar la frecuencia de limpieza según las necesidades.

Cada 3 meses:

Comprobar el estado de las bombas y del sistema de izaje.

Izar y proceder a la limpieza e inspección de las bombas, los cables de alimentación y la cadena. Reemplazar eventualmente las piezas dañadas.

Cada 6 meses:

Vaciado del pozo y limpieza

Otros:

Tras 4000 horas de servicio para las bombas:

- Comprobar la corriente de arranque y de funcionamiento de la bomba, si no se encuentra dentro de los límites normales de funcionamiento proceder a una inspección mecánica.
- Comprobar el estado de los cables de conexión y de la cadena de izado; extraer la bomba del pozo mediante la grúa (bomba en posición 0, parada de emergencia accionada). Proceder a la limpieza e inspección de la bomba, el cable de alimentación y la cadena, reemplazar eventualmente las piezas dañadas.



La grúa con polipasto PR-PL002 esta disponible en la obra para el mantenimiento de las bombas.

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL TOMO I - OPERACIÓN	Rev. 0A
		Fecha 2018-08-23
		Pagina. 75 de 266



Todas las operaciones de reparación y mantenimiento deben ser efectuadas por personal autorizado con el equipo detenido y bloqueado (Parada de emergencia y consignación en el panel/armario).

Para otras instrucciones y detalles de mantenimiento periódico referirse a los manuales de los proveedores en el anexo 11.4

7.1.5 Tamizado fino de las aguas brutas

7.1.5.1 Generalidades

El desbaste fino está asegurado por:

- Dos tamices PR-TA001 y PR-TA002 con una luz de paso de 6 mm y una capacidad de 1854 m³/h, que permiten tratar cada uno 100% de la caudal punta en tiempo seco a largo plazo.
- Una reja de finos manual PR-TA003 con una luz de paso de 10 mm entre barrotes para mantenimiento de los tamices en caso necesario.
- Un tornillo compactador PR-TR001 para recoger, compactar y transportar los desechos hacia el contenedor (Sequedad después compactación: entre 20 y 30%).

La reja fina está confeccionada para separar las partículas sólidas de los efluentes que pasan a través.

La reja fina automática incluye un paquete de barras fijas y barras articuladas. El paquete de barras articuladas esta interconectado a la propulsión y él de barras fijas al panel lateral por medio de conexiones transversales. Los dos paquetes están dispuestos de manera alterna para que se puedan mover entre ellos. El espacio entre el paquete de barras fijas y articuladas corresponde a la apertura de filtración de 6 mm.

El movimiento del paquete de barras articuladas, que tiene una función autolimpiante, separa los residuos gradualmente del agua. (Ver video Rotoscreen MEVA <https://www.youtube.com/watch?v=HqG18vBBF00>)

La acumulación de los residuos de tamizado provoca una diferencia de nivel aguas arriba y aguas abajo que es controlada mediante sensores de nivel ultrasónico. El funcionamiento normal del mecanismo de limpieza del tamiz es intermitente y como siguiente:

- Sobre el umbral de nivel alto, disparando una rotación de las barras articuladas (corresponde a un ciclo de desbaste) y corresponde a "escalar" un peldaño.
- Detección del final del ciclo por el sensor de posición de parada (posición inicial)
- Si el umbral de nivel alto siempre está activo, se inicia una segunda rotación y así sucesivamente, tanto que el nivel alto está activo.

Los desechos están transportados hacia la parte superior de la reja fina y luego caen libremente en la tolva del tornillo compactador que encaminalos hasta la tolva de descarga hacia el contenedor de almacenamiento localizado abajo sobre la vía.

Los restos extraídos se almacena en contenedores estándar para su posterior evacuación en camión y ser gestionados como residuos sólidos urbanos.

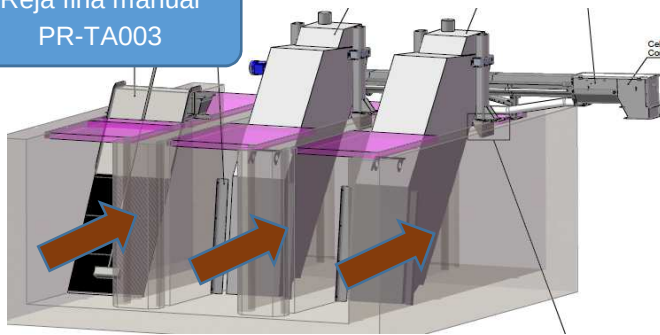
	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL	Rev. 0A
	TOMO I - OPERACIÓN	Fecha 2018-08-23
		Pagina. 76 de 266

El volumen anual estimado de desechos para el caudal nominal (año 2038) es de 658 metro cubico. El volumen semanal de 19 m3.



Las piezas abiertas de las rejas y del tornillo que no se ubican adentro del canal están protegidas atrás de una puerta de acceso que se abre fácilmente. Por seguridad, estas puertas de acceso deben quedar cerradas durante la operación de los equipos. **Riesgo de herida.**

Reja fina manual
PR-TA003



Reja fina
automática
PR-TA001

Reja fina
automática
PR-TA002

Tornillo-compactador
PR-TR001

Flujo de los desechos



7.1.5.2 Funcionamiento normal

En modo automático (conmutador en posición AUTO), el operador elige desde el SCADA el modo de arranque de la reja automática sobre el tiempo (cadencia) o sobre la diferencia de nivel en el canal entre aguas arriba (Medición de nivel PR-LIT060) y aguas abajo (Medición de nivel PR-LIT056).

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL TOMO I - OPERACIÓN	Rev. 0A
		Fecha 2018-08-23
		Pagina. 77 de 266

El funcionamiento “modo sonda + cadencia” corresponde a un arranque cíclico si el tiempo de no funcionamiento según la sonda es demasiado largo.

! Los parámetros de funcionamiento de la reja (Umbral de arranque y tiempo) deben ser ajustados en el SCADA al fin de bloquear al máximo los desechos gruesos de la red y limitar la cantidad de desechos enviados a las bombas – Ver Figura 13.

Es importante de notar que una reja un poco obstruida permite de bloquear más desechos pequeños y por lo tanto de funcionar mejor. Operar continuo la reja sería la peor operación introduciendo pequeños desechos en la línea de agua.

! En caso de bypass a través de la reja manual, retirar manualmente **al menos una vez al día** los residuos retenidos.

En ambos casos, verificar una vez al día el nivel del contenedor y reemplazarlo por el de reserva cuando se alcanza el nivel de llenado.

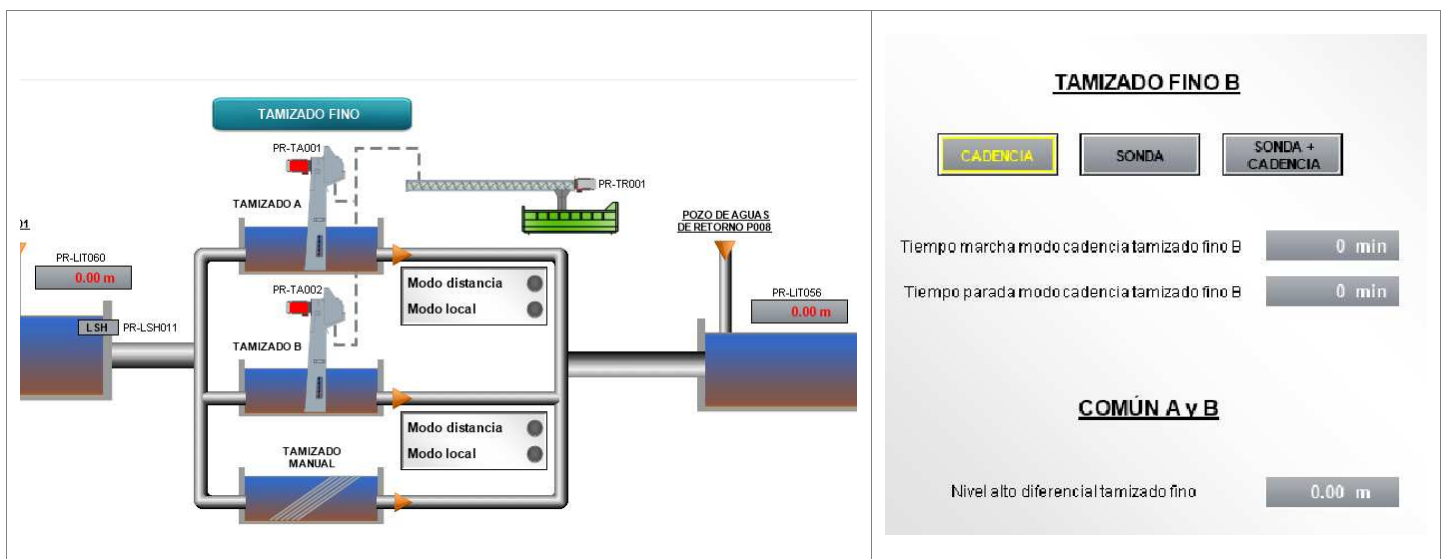


Figura 13. Tamizado fino – vistas del SCADA y parámetros

7.1.5.3 Funcionamiento especial

En modo automático, en caso de una avería sobre uno de los sensores de medición del nivel de agua (PR-LIT056 o PR-LIT060), cambio automático hasta el modo cadencia.

Inicio automático mediante la boya de nivel alto PR-LSH011 localizada arriba de las rejillas.

En modo forzado, para operar el desbaste localmente, el panel de control y los botones están localizados al lado del equipo.

Cuando el operador selecto el modo remoto, solo el ciclo automático está autorizado.

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL TOMO I - OPERACIÓN	Rev. 0A
		Fecha 2018-08-23
		Pagina. 78 de 266

Cuando el operador selecto el modo parada, nunca movimiento de la reja es posible.

Cuando el operador selecto el modo local, la selección del ciclo esta elegido mediante el segundo selector: automático, continuo o manual mediante los botones al lado de la máquina.

 **NOTA:** Este ciclo manual de operación solo se usa con fines de mantenimiento y control del funcionamiento del equipo.



Reinicio - Volver a la posición de origen:

La posición inicial de la reja es: parada sobre el captor de fin de carrera de posición inicial.

Si se produjo una parada de la reja mientras ella no estaba en la posición inicial, la decisión del operador de cambiar el modo de operación hacia el modo automático o continuo hace que el rastrillo vuelva a su posición inicial antes del inicio del ciclo nuevo seleccionado.



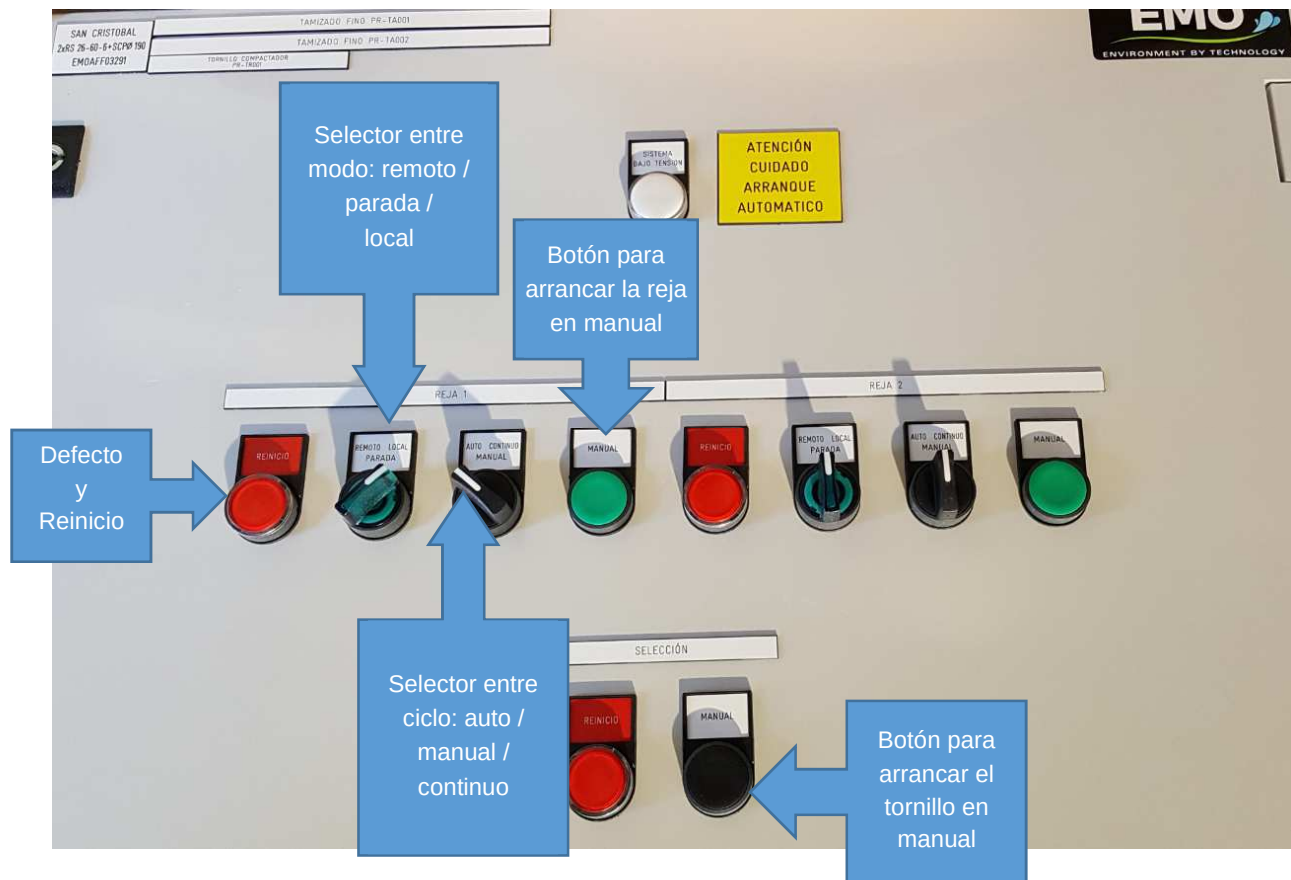
Cuidado: Volver automático después un corte de energía

Dado que la instalación está diseñada para operar fuera de la presencia de un operador, se proporciona en el PLC un programa de reinicio automático después el retorno de la red de energía. Los valores actuales de los contadores y temporizadores no se conservan durante el corte de energía. El ciclo reinicio cuando regresa la red.

Después de la falla de la red, se realiza un reinicio automáticamente, después de la verificación de la información de presencia de la red (T14) y si ninguna seguridad se activa.

Se deben colocar señales especiales cerca del equipo para señalar este reinicio automático.

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL TOMO I - OPERACIÓN	Rev. 0A
		Fecha 2018-08-23
		Pagina. 79 de 266



7.1.5.4 Señalización del panel de control

La luz verde asociada con el selector de modo

- Parpadea si el sistema espera un orden de inicio de secuencia
- Esta alumbrada constantemente durante una secuencia en curso

La luz roja asociada con el botón Reinicio

- Parpadea rápidamente (1 seg) en caso de un defecto funcional tipo ninguno retorno de marcha o tiempo sobrepasado
- Esta alumbrada constantemente en caso de un defecto eléctrico – disyuntor motor o sobrecarga - relé cosØ

Además, para el tornillo compactador, la luz roja asociada con el botón Reinicio parpadea lentamente (2 seg) en caso de un defecto tipo atasco.

7.1.5.5 Seguridad

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL TOMO I - OPERACIÓN	Rev. 0A
		Fecha 2018-08-23
		Pagina. 80 de 266

Los tamices automáticos y el tornillo compactador están equipados con un dispositivo limitador de par diseñado para prevenir los daños del equipo en caso de sobrecarga o bloqueo del rascador.

Parada de los tamices y del tornillo compactador por “parada de emergencia”.

Alarma al SCADA por defecto “atasco” de la reja, cuando el nivel de aguas arriba es muy alto - LIT_060_LSHH (umbral definido para el operador en los parámetros de funcionamiento de la reja – Ver SCADA.)

Detector de atasco del tornillo compactador.

7.1.5.6 Mantenimiento periódico

Mantener el canal de llegada libre de residuos gruesos y de algas. Limpiar el canal de llegada una vez por mes y ajustar la frecuencia de limpieza según las necesidades.

Inspeccionar y limpiar el canal de llegada y las rejas de desbaste con mayor frecuencia durante los períodos de caudales de entrada importantes (periodo de lluvias) para evitar que los desechos transportados por el sistema de alcantarillado obstruyan las tuberías.

Si es necesario, eliminar los sólidos atascados.

Las rejas de desbaste no requieren de mantenimiento particular excepto la limpieza para evitar que las barras se bloquean.

De hecho, **un disfuncionamiento mecánico** se puede provocar por presencia de arena, de grava u otros residuos acumulados en alguna parte del equipo. Estas partículas pueden perturbar el movimiento circular de las barras y así, impedir la ascensión de los desechos hacía arriba del canal. Las barras se pueden bloquear. En estos casos es necesario limpiar las secciones bloqueadas.

Se puede desbloquear operando la reja en sentido contrario, pero CUIDADO, únicamente durante un máximo de 2 segundos y siempre bajo control.

Cuando se reinicia la reja en el buen sentido, normalmente el bloqueo desaparece. Si no es el caso, repetir la operación. Si después de 3 intentos la reja sigue bloqueada será necesario limpiar las barras manualmente y reintentar por último un arranque en ambos sentidos.

Si es necesario, informar la brigada de mantenimiento para reemplazar las piezas defectuosas.



Todas las operaciones de reparación y mantenimiento de la reja deben ser efectuadas únicamente por personal autorizado con el equipo detenido y bloqueado (Parada de emergencia y consignación en el panel/armario).



Solo se podrán efectuar operaciones de mantenimiento en la reja fina cuando el conmutador central este en posición “off” y después de haber desconectado los fusibles.

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Rev. 0A
	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES	Fecha 2018-08-23
	SAN CRISTÓBAL TOMO I - OPERACIÓN	Pagina. 81 de 266

Tipo de equipo	Modelo	Proveedor	Frecuencia	Tipo de mantenimiento
Reja de desbaste	RS-26 ROTOSCREEN	EMO	Mensual	- Limpieza con agua alta presión (no sobre las partes eléctricas) - Las barras de la reja se desplazan libremente y sin ruido - El panel eléctrico opera correctamente en cuanto a los tiempos de operación y al nivel e los residuos (Posición al fin del ciclo) - Las cadenas están tensas (Si es necesario se puede recortar la cadena) - La cadena esta lubricada - Todos los sellos y tensores están apretados (Apretarlos si es necesario) - Todos los capotados de protección estén en su lugar - Después de la operación de la reja, verificar que no se haya quedado ningún residuo que podría bloquear el sistema - Lubricación (Las cadenas se deben de lubricar con grasa o con un espray de cadena) - Todas las chumaceras están llenas con la cantidad necesaria de grasa - Comprobación de los niveles de aceite de motor reductores (Consultar las instrucciones del fabricante)
Reja de desbaste	RS-26 ROTOSCREEN	EMO	Anual	- Verificación de refacciones y cambiarlas si es necesario (Las cadenas y ruedas dentadas, las chumaceras, la superficie lisa de los tensores de cadena, las correderas entre las barras, las barras, el motor reductor y acoplamiento adecuado - Verificar el ajuste de todos los tornillos - Control de la intensidad consumida (1 a 2 veces por año) así como el aislamiento (sin energía) - Cambio del aceite del motoreductor - Usar la marca SHELL TIVELA WB o un equivalente
Tornillo compactador	SCP190	EMO	Diario	- Lavado de la maquina (Limpieza con limpiador de alta presión)

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Rev. 0A
	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL	Fecha 2018-08-23
	TOMO I - OPERACIÓN	Página. 82 de 266

Tornillo compactador	SCP190	EMO	Semanal	- Lubricación - Comprobación de los niveles de aceite de motor reductores (Consultar las instrucciones del fabricante) - Comprobación del estado del revestimiento del fondo de la artesa (Dependiendo del espesor de las piezas de polietileno de alta densidad PEHD) - Verificar las válvulas eléctricas - Comprobar la limpieza de la zona de compactación
Tornillo compactador	SCP190	EMO	Mensual	- Limpieza del acero inoxidable (Consultar las instrucciones del fabricante) - Comprobación de los niveles de aceite de motor reductores (Consultar las instrucciones del fabricante)
Tornillo compactador	SCP190	EMO	Anual	- Control de la intensidad consumida (1 a 2 veces por año) así como el aislamiento (sin energía).
Tornillo compactador	SCP190	EMO	Cada 2 años o 10000 horas de servicio	- Drenar motor reductor

Para otras instrucciones y detalles de mantenimiento periódico referirse a los manuales de los proveedores en el anexo 11.4



Importante: Si la reja funciona en continuo o si está expuesta a condiciones extremas de operación, se recomienda reducir los intervalos de mantenimiento.

Todos los trabajos de mantenimiento de estos equipos requieren limpiarse las manos (ver más) con un desinfectante.

Este equipo está diseñado para una limpieza a chorro de agua (presión máxima de 6 bares). Especialmente en lo referente a los componentes eléctricos, no deben recibir aspersiones excesivas.

7.1.6 Instrumentación y Muestreador

Generalidades

Las bombas del pozo P001 están controladas por detectores de nivel y protegidas con parámetros de seguridad al interior de los variadores de frecuencia.

El caudal de entrada a planta es medido por caudalímetros electromagnéticos instalados en la tubería de elevación de las bombas.

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL TOMO I - OPERACIÓN	Rev. 0A
		Fecha 2018-08-23
		Pagina. 83 de 266

Detectores de gases sulfhídrico y metano (H_2S , CH_4) con sirena, permiten a los operarios intervenir con seguridad en el edificio de pretratamiento.

Un muestreador automático PR-MA001 se colocará después del tamizado fino para poder realizar la toma de muestras y los correspondientes análisis de la calidad del agua en el laboratorio.

Objetivo:

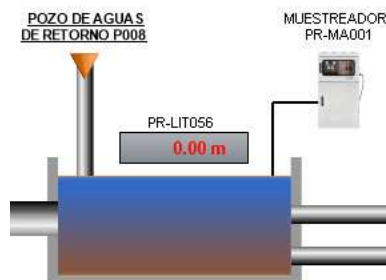
Toma diaria de muestras de agua bruta sobre 24 horas.

Funcionamiento:

Regulación de las muestras en función del caudal de agua bruta obtenido por los 4 caudalímetros electromagnéticos: señal por impulso hacia el muestreador.

Autorización de funcionamiento automático desde el SCADA.

Para un funcionamiento manual se refiere a la documentación técnica del suplidor. Anexo 11.4



Importante: el volumen mínimo de una muestra debe ser de 50 ml, el ajuste del tubo de medición se realizará en consecuencia. El número mínimo de muestras debe ser de 150 muestras por día, el operador tendrá que ajustar el peso impulso a la supervisión.

Mantenimiento

El operador debe asegurar la comprobación del estado y la limpieza de la instrumentación sobre una base semanal.

El operador debe asegurar el mantenimiento y la calibración de la instrumentación sobre una base mensual.

Para el muestreador :

El operador debe garantizar el funcionamiento correcto de la muestra y debe limpiarla después de tomar el muestras:

- Limpieza de latas.
- Limpieza del brazo de distribución.
- Limpieza de la taza de medir y su manguera.
- Proceso de limpieza periódica de la tubería de succión.

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Rev. 0A
	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL	Fecha 2018-08-23
	TOMO I - OPERACIÓN	Página. 84 de 266

Tipo de equipo	Modelo	Proveedor	Frecuencia	Tipo de mantenimiento
Muestreador automático	ASP 2000 RPS20B	ENDRESS + HAUSER	Anual	- Filtro de aire - O-ring sellos - Vidrio dosificador - Diafragma para abrazadera de manguera
Muestreador automático	ASP 2000 RPS20B	ENDRESS + HAUSER	Cada 2 años	- Bomba de membrana, conjunto de junta (Ver manual) - Gerente de aire

7.1.7 Mantenimiento general del pretratamiento

Mantenimiento

Existe un monorraíl PR-PL002 equipado con polipasto para el mantenimiento de las bombas y de la reja de desbaste.

Las compuertas murales de aislamiento permiten aislar los diferentes pozos.

Los contenedores de residuos de desbaste fino serán manejados por camiones específicos de retirada de residuos.

El mantenimiento o sustitución de las bombas sumergibles se realiza por elevación mediante cadena y dos barras guía. La reinstalación de las bombas sigue el proceso inverso, colocando las bombas sobre las barras guía y bajándolas hasta el zócalo de anclaje donde el propio peso de la bomba la hace encajar en la boca de impulsión. El mantenimiento de las bombas se realiza mediante el monorraíl con dos polipastos.

El mantenimiento de la grifería y de los tamizados finos se realiza mediante una grúa móvil y 4 placas de anclaje.

Para poder aislar cada línea de tamizado fino y realizar operaciones de mantenimiento se utilizan los juegos de compuertas (ataguías) a la entrada y salida de los canales de tamizado.

Acceso y seguridad

Las arquetas de registro y tapaderas permiten el acceso a la obra de llegada para observar el aspecto de las aguas residuales afluentes y poder tomar muestras.

En las tapaderas, barras anti-vuelco protegen al operador contra cualquier riesgo de caída.

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Rev. 0A
	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL	Fecha 2018-08-23
	TOMO I - OPERACIÓN	Pagina. 85 de 266

7.2 Desarenador - desengrasador

La función del desarenador – desengrasador es de retener las materias pesadas (arenas), separar las grasas de las aguas brutas y tratar las grasas colectadas.

Eso para evitar:

- Atasco de las tuberías y tanques
- Desgaste prematuro de las bombas
- Depósitos en los tanques
- Formación de flotantes y espuma
- Perturbación del rendimiento de la aeración en los tanques biológicos
- Salida en el agua tratada

Comprende las dos líneas de desarenado – desengrasado con clasificador de arenas y tratamiento completo de grasas; incluyendo el Carbofil y la cámara de distribución hacia los tanques biológicos.

Todas las obras de desarenado – desengrasado tendrán la capacidad del horizonte 2038, es decir para el caudal de punta previsto de 1854 m3/hora.

Las obras cubiertas (desarenadores, cámara de hidrólisis de grasas) están conectadas al sistema de desodorización.

7.2.1 Lista de los equipos electromecánicos

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA		Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO		Rev. 0A
	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL		Fecha 2018-08-23
	TOMO I - OPERACIÓN		Pagina. 86 de 266

ZONA	N° PID	Equipo	Cantidad instalada	Descripción	Marca	P nominal instalada (kW)	Tensión (V)	Comentario
Desarenado-Desengrasado	PR-AE001/002	Aeroflot	2	Aeroflot	FORNES	4,00	480	PR-AE001 : Línea A PR-AE002 : Línea B
	PR-PR001/002	Puente rascador	2	Rascador para las grasas	FORNES	0,12	480	PR-PR001 : Línea A PR-PR002 : Línea B
	PR-BO208/209	Bomba de extracción de arenas	2	Caudal: 15 m3/h, HMT: 2,9 metros (línea A) y 4,5 (línea B), 60Hz	ESP Groupe	1,10	480	PR-BO208 : Línea A PR-BO209 : Línea B
	PR-V095/096	Electro válvula agua industrial	2	Electro válvula DN15 PN10	APEF		24 VDC	PR-V095 : Línea A PR-V096 : Línea B
	PR-V029/032	Electro válvula agua industrial	2	Electro válvula DN15 PN10	APEF		24 VDC	PR-V029 : Línea A PR-V032 : Línea B
	PR-CL200	Clasificador de arenas	1	Clasificador de arenas	EMO	8,00	480	
	PR-CY001	Ciclón	1		ESP Groupe	N/A	N/A	
Cámara de distribución	PR-LIT-199	Sensor de nivel del río Nigua	1	Sensor bilamina	Endress + Hauser		110 VAC	Tipo : LIQUIPHANT M FTL51
	PR-V025	Válvula de By-Pass	1	Válvula tipo mural manual - 700x700 mm	APEF	N/A	N/A	
	PR-V026/027	Válvula hacia Bío A y B	2	Válvula tipo mural manual - 500x500 mm	APEF	N/A	N/A	
	PR-V028	Válvula hacia Bío C	1	Válvula tipo mural manual - 400x400 mm	APEF	N/A	N/A	
	PR-V004	Válvula de aguas pluviales hacia el río	1	Válvula tipo mural eléctrica - 700x700 mm	APEF	0,20	480	Actuador Auma SA 07.6
Tratamiento de las grasas	TG-BO206/207	Bomba hidrolisis de grasas pozo P012	2	Caudal: 19,43 m3/h, HMT:11,99 metros, 60Hz	KSB	1,90	480	1 socorro Modelo Amarex NF 50-170/022ULG-107 Rodete (F) de paso libre Diámetro del rodete: 107,0 mm
	TG-LSL215/LSH214	Boyas de nivel	2	Indicador de nivel de agua con contacto eléctrico seco	Endress + Hauser		24 VDC	TG-LSL 215 Nivel bajo TG-LSH 214 Nivel alto
	TG-PI212/213	Manómetro	2	Indicador de presión con contacto eléctrico seco	BAUMER		24 VDC	Escala: 0-2,5 Bar Contacto seco a apertura, 24VDC

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA		Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO		Rev. 0A
	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL		Fecha 2018-08-23
	TOMO I - OPERACIÓN		Pagina. 87 de 266

	TG-AG202	Agitador del pozo P012	1	P012	MIXEL	3,00	480	Con variador de frecuencia
	QU-BO604/605/606	Bomba urea y ácido fosfórico (taller)	3	Bomba amoniaco y ácido fosfórico (taller) Caudal : 0-7,5 l/h - 10 bar	GRUNDFOS	0,09	110 VAC	QU-BO604: Taller QU-BO605: Instalada - Urea QU-BO606: Instalada - Acido fosfórico
	QU-LIT632	Sensor de nivel de urea	1	Sensor de ultrasonido de nivel	Endress + Hauser		110 VAC	Tipo FDU90 con transmisor/monitor FMU 90 Escala 0-3 metros
	QU-LIT634	Sensor de nivel de ácido fosfórico	1	Sensor de ultrasonido de nivel	Endress + Hauser		110 VAC	Tipo FDU90 con transmisor/monitor FMU 90 Escala 0-3 metros
	QU-FIT642/643	Caudalímetro	1	Electromagnético - DN15	Endress + Hauser		110 VAC	Tipo: PROMAG 50H02 Escala: 0 - 10 l/h
	TG-AG200	Agitador del carbofil	1	Agitador carbofil	RWL Water	11,00	480	
	TG-LIT220	Sensor de nivel de grasas	1	Sensor de ultrasonido de nivel	Endress + Hauser		110 VAC	Tipo FDU91 con transmisor/monitor FMU 90 Escala 0-10 metros
	TG-FIT237	Caudalímetro	1	Electromagnético - DN100 Retorno de grasas hacia la cámara de distribución	Endress + Hauser		110 VAC	Tipo: PROMAG L400 Escala: 0 - 72 m3/h

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Rev. 0A
	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL	Fecha 2018-08-23
	TOMO I - OPERACIÓN	Pagina. 88 de 266

7.2.2 Reparto de aguas brutas pretratadas

El canal de tamizado fino finaliza en una zona de reparto entre dos unidades de desarenador paralelas. Esta zona permite dividir el caudal entre dos desarenadores.

Ningún procedimiento particular de operación a realizar sobre el canal de reparto.

7.2.2.1 Mantenimiento periódico

Mantener el canal de reparto libre de residuos y de algas. Limpiar las paredes del canal de reparto una vez por mes y ajustar la frecuencia de limpieza según las necesidades, en particular durante los períodos de caudales de entrada importantes (periodo de lluvias).

7.2.3 Tanque de desarenado/desengrasado

7.2.3.1 Generalidades

La fase de desarenado se caracteriza por dos líneas de tratamiento A y B, cada una compuesta de:

- Un tanque circular de sedimentación de arenas con rasqueta superficial y cubierta;
- Un sistema de aireación y agitación mecánica (Aeroflot) PR-AE001/2;



- Un sistema de extracción de arenas hacia el lavador (clasificador) de arenas;
- Un raspado PR-PR001/2 y rebose de grasas hacia el tanque de hidrólisis.

El proceso de desarenado-desengrasado facilita la sedimentación de los residuos más densos (arenas y similares) y la flotación de los más ligeros (aceites, grasas y flotantes). La eliminación de la arena evita la abrasión de los equipos y la eliminación de las grasas favorece la transferencia de oxígeno en el tratamiento biológico.

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Rev. 0A
	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL	Fecha 2018-08-23
	TOMO I - OPERACIÓN	Pagina. 89 de 266

	Unidades	Valor Diseño	Cálculo 2038
Número de equipos			2,0
Caudal tratado (incluidos retornos a cabecera)	m3/h		2154
Superficie útil unitaria			50,7
Diámetro útil unitario	m		8,0
Altura de agua	m	5,8	
Altura recta	m	2,3	
Resguardo	m	0,5	
Angulo del cono	°	45,0	
Altura cónica	m	3,5	
Diámetro base	m	1,0	
Volumen adoptado	m3		181,8
TRH a caudal medio	min		19,0
TRH a caudal punta	min		11,3
Caudal de aire a suministrar	m3/h/m3tanque	6,0	1060,5
Sistema de producción de burbuja fina		Aeroflot	
Potencia instalada en cada desengrasador	kW		4,0
Sistema de evacuación de grasas	por rascador de eje central automático		
Tiempo de funcionamiento diario	h	24,0	
Tratamiento o eliminación de grasas	Hidrólisis + Oxidación		



Figura 14. Ejemplo de desarenador con raspado de las grasas

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Rev. 0A
	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL	Fecha 2018-08-23
	TOMO I - OPERACIÓN	Pagina. 90 de 266



Figura 15. Bomba de extracción de arena

7.2.3.2 Funcionamiento normal

El agua entra tangencialmente en una campana cilíndrica situada en el centro del tanque donde también va colocado el sistema Aeroflot de aireación y agitación mecánica. Las finas burbujas de aire distribuidas en todo el volumen de agua forman una emulsión con las grasas y materias más ligeras empujándolas hacia la superficie. La agitación ocasionada por la aireación facilita también la separación parcial de las arenas y la materia orgánica que las rodea.

Las grasas y flotantes son empujados por un brazo raspador superficial hacia una tolva de recogida de flotantes. Desde ahí las grasas son enviadas por gravedad a la unidad de hidrólisis desde donde serán posteriormente bombeadas a un tratamiento específico de oxidación llamado Carbofil.

Al mismo tiempo se produce un fenómeno de sedimentación en el que las arenas se depositan en el fondo del desarenador para ser luego extraídas y enviadas al lavador de arenas mediante un sistema de bombeo y una inyección de agua presión en el fondo del desarenador para poner la arena en suspensión. Las arenas lavadas se almacenan después en contenedores.

Una apertura en la periferia del tanque cilíndrico permite canalizar el agua tratada hacia un canal común para su tratamiento posterior.

El tiempo mínimo de retención hidráulica correspondiente al caudal punto es de 11 minutos, lo que supone unos 19 minutos a caudal medio.

El proceso de desarenado-desengrasado de las aguas negras se realiza en dos construcciones combinadas cilíndrico-cónicas, montadas y equipadas en la primera fase. Las obras están dimensionadas para un caudal punto de 1.928 m³/h (1.854 m³/h del desbaste, además de 75 m³/h de reboses provenientes del lavador de arenas, la deshidratación y de otras fuentes).

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL TOMO I - OPERACIÓN	Rev. 0A
		Fecha 2018-08-23
		Pagina. 91 de 266

A la salida del pretratamiento, el agua va a una cámara de reparto desde donde será distribuida mediante vertederos a los reactores biológicos o desviada hacia el canal de bypass y después hacia el río.

Los desarenadores-desengrasadores son cubiertos y estarán conectados al sistema de desodorización.

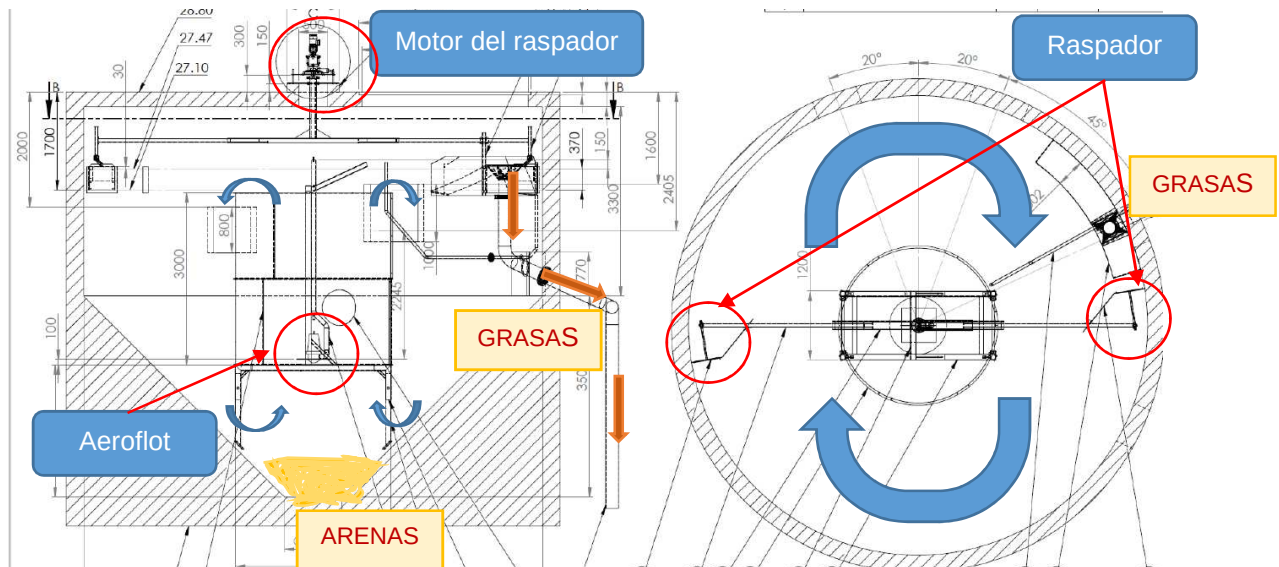


Figura 16. Extracto del plano de fabricación del desarenador/desengrasador

En modo automático, el operador escoge desde el SCADA el tiempo de funcionamiento de los Aeroflot PR-AE001/2 y de los raspadores PR-PR001/2. La operación se realiza en 6 intervalos de tiempo ajustables. Si el tiempo de parada es igual a 0, la operación es continua.

Ambos desalinizadores / desengrasantes operan en paralelo.

 **NOTA:** Normalmente parada inmediata del Aeroflot al final del tiempo y parada diferida del raspador.

En modo automático, el operador da también la autorización de extracción de las arenas desde el SCADA. Además, el operador ajusta la frecuencia de extracción de las arenas, los tiempos de abertura de las válvulas eléctricas y el tiempo de marcha de las bombas de extracción.

La extracción se realiza en cada desarenador de forma separada (la arena de los dos desarenadores no puede extraerse en el mismo momento)

Detalle de la secuencia (automatizada):

- Apertura de la válvula eléctrica PR-V095 (o PR-V096) para poner en suspensión las arenas en los desarenadores A o B,
- Cierre de la válvula eléctrica PR-V095 (o PR-V096), después un tiempo parametrizable,
- Apertura de la válvula eléctrica PR-V029 (o PR-V032) de lubricación de la bomba de extracción,
- Arranque de la bomba de extracción de arena PR-BO208 (o PR-BO209),

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL	Rev. 0A
	TOMO I - OPERACIÓN	Fecha 2018-08-23
		Pagina. 92 de 266

- Al cabo de un tiempo T1 (ajuste por el operador), fin de la extracción y parada de la bomba de arena PR-BO208 (o PR-BO209),
- Cierre de la válvula eléctrica de lubricación PR-V029 (o PR-V032).

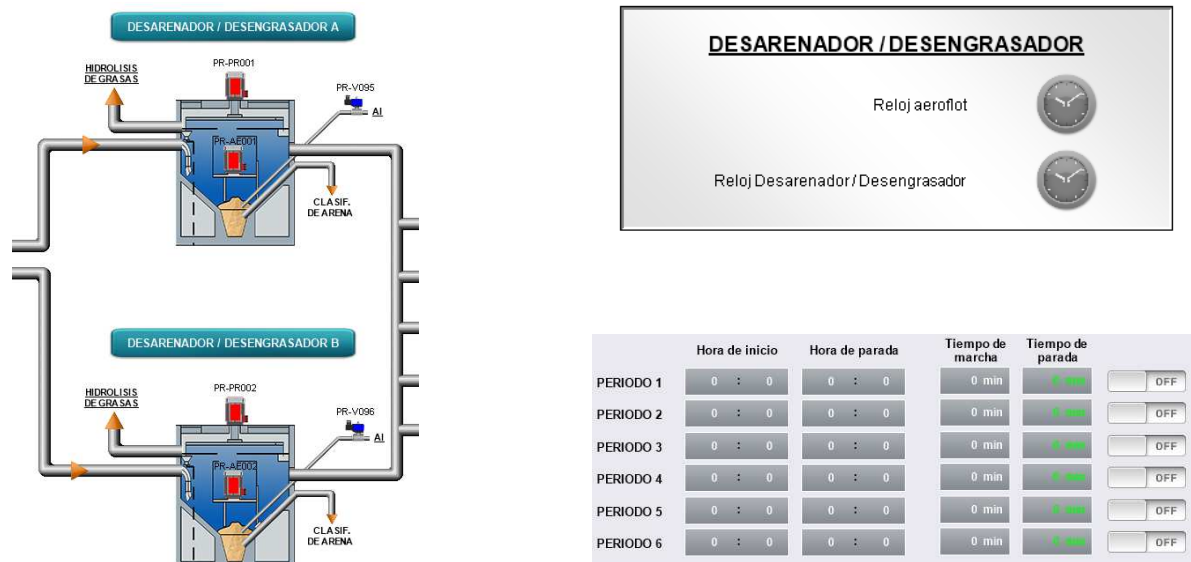


Figura 17. Desarenador/desengrasador – vistas del SCADA y parámetros



Figura 18. Extracción de arena – vistas del SCADA y parámetros

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Rev. 0A
	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL	Fecha 2018-08-23
	TOMO I - OPERACIÓN	Pagina. 93 de 266

7.2.3.3 Seguridad

Parada por “parada de emergencia” de la zona.

Limitador de par del puente/raspador.

Autorización de extracción posible solamente si el clasificador de arenas está listo.

No extracción posible si el caudal del pozo de elevación de aguas P001 es nulo (0 m3/h).

Solamente una línea de extracción en funcionamiento al mismo tiempo.

Parada si defecto del grupo de presión de agua industrial CL-B0025/26/27/28

7.2.3.4 Mantenimiento periódico

Mantener las aberturas de reparto, el brazo raspador superficial y la tolva de recogida de flotantes libres de residuos y de algas. Limpiar una vez por semana y ajustar la frecuencia de limpieza según las necesidades, en particular durante los períodos de caudales de entrada importantes (periodo de lluvias).

Verificar cada día :

- visualmente la distribución de las burbujas finas, una zona sin burbujas puede indicar una obstrucción, una zona con grandes burbujas una rotura de la turbina.
- que los tubos de entrada de aire están fuera del agua.
- que nada impide el funcionamiento del puente raspador.

En caso necesario, sacar el Aeroflot para inspección y reparación.

Drene periódicamente el tanque.

Tipo de equipo	Modelo	Proveedor	Frecuencia	Tipo de mantenimiento
Aeroflot	Aeroflot	Fornes	Bianual o cada 5000 horas de servicio	- Inspección visual y limpieza de la turbina - Comprobar la entrada del cable eléctrico - Comprobación del nivel de aceite. Si el aceite se vuelve oscuro, proceda a un cambio completo - Comprobación de humedad del motor.
Aeroflot	Aeroflot	Fornes	Cada año	- Cambiar el aceite (Si se utilizan aceites sintéticos los plazos se duplican)
Puente rotativo	Motor	Fornes	6 meses	- Control visual - Engrase - Verificación del nivel de lubricante - Verificación de los sonidos de funcionamiento - Reemplazo del dispositivo de engrase automático

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA		Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL TOMO I - OPERACIÓN		Rev. 0A
			Fecha 2018-08-23
			Página. 94 de 266

Puente rotativo	Motor	Fornes	2 años o 10 000 horas de trabajo	- Vaciado del lubricante usado por aspiración - Llenado con lubricante - Limpieza del tornillo del orificio de ventilación - Reemplazo de las anillas de estanqueidad si necesario
Puente rotativo	Motor	Fornes	4 años o 20 000 horas de trabajo	- Engrase de los cojinetes en el reductor
Bombas de arena	HM	EVA	Mensual	- Comprobar fijación de la tapa del ventilador del motor - Comprobar fijación rejilla para proteger el acoplamiento
Bombas de arena	HM	EVA	Trimestral	- Comprobación del estado del impulsor
Bombas de arena	HM	EVA	Anual	- Comprobación del estado de la guarnición



Todas las operaciones de reparación y mantenimiento deben ser efectuadas por personal autorizado con el equipo detenido y bloqueado (Parada de emergencia y consignación en el panel/armario).

Para otras instrucciones y detalles de mantenimiento periódico referirse a los manuales de los proveedores en el anexo 11.4

7.2.4 Tratamiento de arenas

7.2.4.1 Generalidades

La arena extraída de los desarenadores se trata con un clasificador de arenas PR-CL200 de caudal 40 m³/h. Se espera una sequedad en la arena a la salida del clasificador de minimum 30% y un contenido máximo de materia orgánica de 40%.

Después de ser tratada por el clasificador, la arena se almacena en un contenedor que se evacua de la planta por camión.

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL	Rev. 0A
	TOMO I - OPERACIÓN	Fecha 2018-08-23
		Pagina. 95 de 266

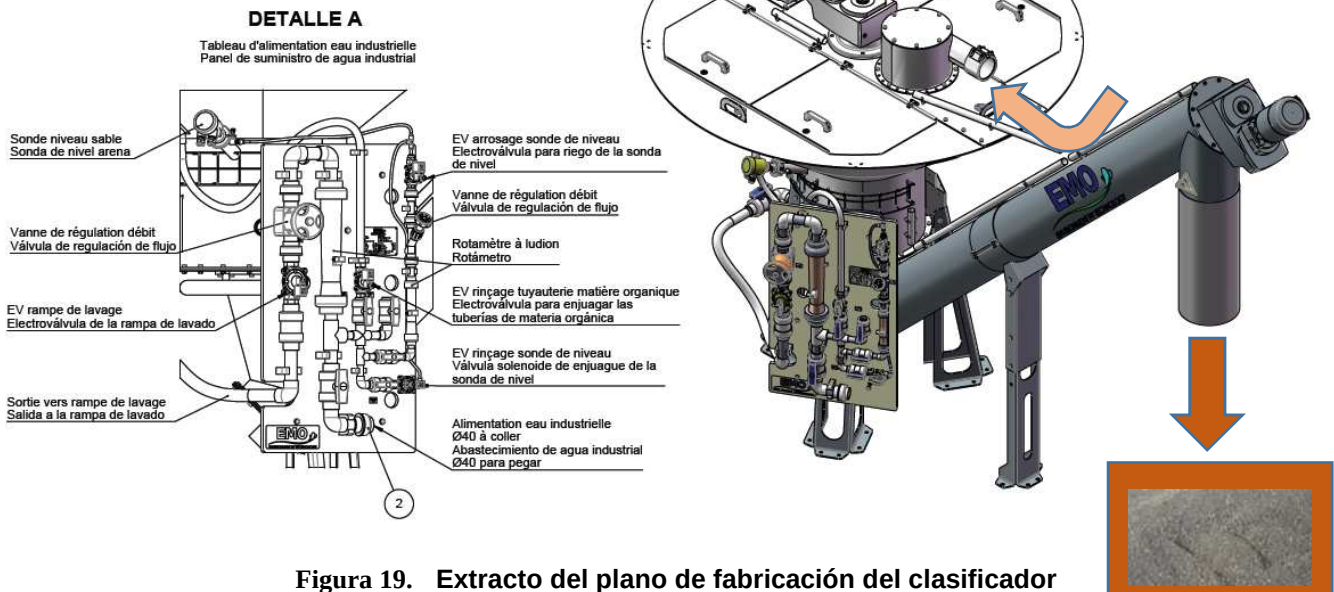


Figura 19. Extracto del plano de fabricación del clasificador



	Unidades	Valor Diseño
Producción estimada de arenas		
Tipo de red de alcantarillado		Separativa
Sistema de separación de arenas		Lavador de arenas
Nº unidades de separador-lavador de arenas		1,0
Capacidad máxima del lavador de arenas,	m3/h	40,0

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL TOMO I - OPERACIÓN	Rev. 0A
		Fecha 2018-08-23
		Página. 96 de 266

m3/h			
------	--	--	--

7.2.4.2 Funcionamiento normal

La entrada del agua que contiene la mezcla de arena y materia orgánica se hace por el borde superior del recipiente cónico.

La arena y la materia orgánica están separadas por la acción de la corriente en el contenedor cónico. La arena cae mientras que el exceso de agua y las sustancias orgánicas ligeras desbordan a través de la salida del agua.

La mayor parte de la materia orgánica se elimina mediante un sistema de limpieza integrado.

Cuando la arena alcanza cierto nivel en el recipiente inferior, el tornillo de transporte comienza.

La arena limpia se libera del agua durante el transporte hasta la salida.

Estos residuos están gestionados como residuos sólidos urbanos.

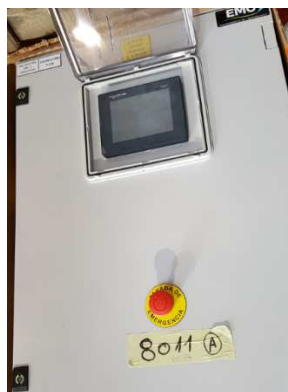
En modo automático (selector local en posición REMOTO), arranque/paro del clasificador enlazado con el arranque/paro de las bombas de extracción de arenas (con una temporización para la parada).



NOTA: El funcionamiento del clasificador necesita el suministro de aire comprimido desde el compresor TL-SO200 localizado en el edificio de lodos.

7.2.4.3 Funcionamiento especial

Para operar el desbaste **en modo forzado (selector local en posición LOCAL)**, el panel de control está localizado al lado del equipo.



Existe también un modo de mantenimiento (dice “manual o forzado”). Este modo no es un modo de operación. Se usa solo para la comprobación del funcionamiento individual de cada actuador. Este modo se puede acceder si el clasificador se pilotea en "LOCAL".

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Rev. 0A
	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL	Fecha 2018-08-23
	TOMO I - OPERACIÓN	Pagina. 97 de 266



Cuidado: Rearme automático después un corte de energía

Dado que la instalación está diseñada para operar fuera de la presencia de un operador, se proporciona en el PLC un programa de reinicio automático después el retorno de la red de energía.

7.2.4.4 Seguridad

Parada por “parada de emergencia” de la zona.

Autorización de extracción posible solamente si el clasificador de arenas está listo.

Cuando las bombas de extracción inician, información de marcha enviada al clasificador.

Parada si defecto del grupo de presión de agua industrial CL-B0025/26/27/28.

Una parada de emergencia durante un ciclo detiene inmediatamente el ciclo tal como está. Al rearme de esta parada de emergencia se restablece el proceso.

El disparo de la protección del motor (tipo térmico) detiene el actuador afectado y todos los actuadores de los cuales depende la operación de este elemento por defecto. Rearmar esta parada reanuda el ciclo en el punto donde se detuvo.

7.2.4.5 Señalización del panel

Todos los fallos y alarmas se muestran individualmente sobre el panel local de operación.

Una información de "falla general", incluyendo todos los fallos y alarmas, está disponible al SCADA.

Restablecer una falla solo es posible si la causa que la causó ha desaparecido.



El rearme solo se puede hacer en el panel de operador (sin reinicio remoto). Depende del operador descubrir la causa del defecto y arreglarlo antes de rearmarlo.

7.2.4.6 Mantenimiento periódico

El clasificador descarga las arenas en el contenedor previsto a tal fin. Verificar una vez al día el nivel del contenedor y bascular al de reserva cuando se alcanza el nivel de llenado.

Verificar al menos una vez al día el estado del cono y del tornillo, eliminar si es necesario los sólidos atascados.

Verificar cada mes la sequedad de las arenas y los MVS (materia orgánica).

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Rev. 0A
	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL	Fecha 2018-08-23
	TOMO I - OPERACIÓN	Pagina. 98 de 266

Tipo de equipo	Modelo	Proveedor	Frecuencia	Tipo de mantenimiento
Clasificador de arena	SWA 14	EMO	Diario	- Limpieza de la maquina (Agua con alta presión) - Cheque de lavado. Compruebe si hay agua de lavado.
Clasificador de arena	SWA 14	EMO	Semanal	- Verificación de las boquillas y el ciclo de lavado
Clasificador de arena	SWA 14	EMO	Mensual	- Limpieza del Acero Inoxidable. - Limpieza tolva cónica y canal de desbordamiento.
Clasificador de arena	SWA 14	EMO	Bianual o cada 2500 horas de servicio	- Controles de nivel de aceite de los motoredutores : agitador y extractor
Clasificador de arena	SWA 14	EMO	Anual	- Verificaciones eléctricas generales - Drenar el lavador de arena de su arena por el tornillo. Y rehacer la cama de arena con arena limpia. Lavar con agua y controlar el agitador inferior y el pie del tornillo – ver manual constructor - Comprobación de la estanqueidad de las válvulas eléctricas de lavado y limpieza
Clasificador de arena	SWA 14	EMO	Cada 2 años o 10000 horas de servicio	- Drenaje aceite de los motoredutores - Limpiar el reductor y grasar los rodamientos – ver manual constructor



Todas las operaciones de reparación y mantenimiento deben ser efectuadas por personal autorizado con el equipo detenido y bloqueado (Parada de emergencia y consignación en el panel/armario).

Para otras instrucciones y detalles de mantenimiento periódico referirse a los manuales de los proveedores en el anexo 11.4

7.2.5 Tratamiento de grasas

7.2.5.1 Generalidades

El sistema de tratamiento de grasas se basa en la utilización de una biomasa adaptada capaz de degradar de manera biológica el sustrato. Se realiza en dos etapas:

- La hidrólisis de las grasas por acción enzimática (lipasas), que conduce a la transformación de triglicéridos en ácidos grasos y glicerol y se realiza en condiciones anaeróbicas en un tanque de almacenamiento.
- La oxidación de los ácidos grasos y el glicerol en dióxido de carbono y agua que se efectúa en un reactor aerobio en presencia de bacterias aclimatadas al sustrato.

Los equipamientos sumergidos están diseñados para resistir las condiciones corrosivas producidas por las grasas. El hormigón de las fosas recibe un revestimiento protector de anti abrasión y anticorrosión.

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL	Rev. 0A
	TOMO I - OPERACIÓN	Fecha 2018-08-23
		Pagina. 99 de 266

Tratamiento biológico de las grasas con biomasa natural Reactor CARBOFIL®

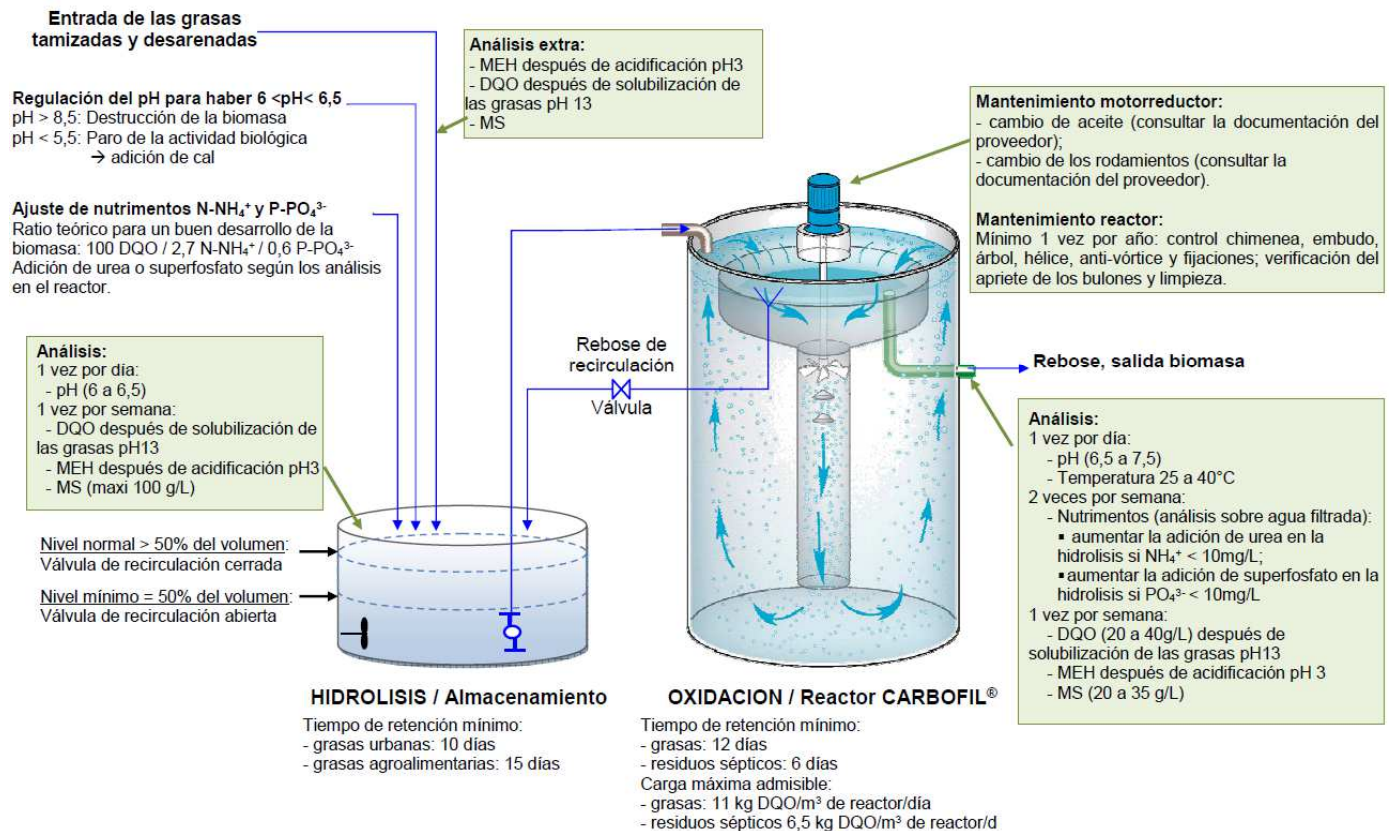


Figura 20. Principio general de tratamiento aerobia de las grasas

Tanque de hidrólisis P012

El tanque de hidrólisis está equipado con un agitador TG-AG202 para la homogeneización y con 1+1 bombas TG-BO206/207 ($20 \text{ m}^3/\text{h}$) de alimentación al reactor de oxidación biológica (Carbofil TG-CA200) con la instrumentación de control de nivel correspondiente (dos boyas de nivel TG-LSL 215 y TG-LSH216).

El tanque está cubierto y el aire es aspirado y enviado al tratamiento de desodorización.

En función de la calidad de las grasas, podría ser necesario un aporte de nutrientes en forma nitrogenada y fosforada.

El equilibrio nutricional recomendado por el Cemagref (Francia) se indica con la siguiente relación:

- $\text{DQO} / \text{N-NH}_4^+ / \text{P-PO}_4$ de $100 / 2,7 / 0,6$

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Rev. 0A
	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL	Fecha 2018-08-23
	TOMO I - OPERACIÓN	Pagina. 100 de 266

Los nutrientes (nitrógeno y fósforo) se introducen por vía líquida mediante 2 bombas dosificadoras en el edificio de químicos (QU-BO605 para la urea y QU-BO606 para el ácido fosfórico) de un caudal de 0-7;5 l/h.

La reacción de hidrólisis es acidificante. Cuando sea necesario, una regulación del pH en el tanque de hidrólisis se puede llevar a cabo vía una inyección manual de cal (sacos de cal) directamente en el tanque.



Reactor de oxidación TG-CA200

El principio de funcionamiento del reactor se basa en un bombeo continuo del licor mezcla. La estructura del reactor es simple. Como indica el siguiente esquema se compone de 4 elementos principales.

El dispositivo permite captar aire (y por tanto oxígeno) en la superficie e impulsarlo al fondo del tanque, donde se optimiza la transferencia gas-líquido con un consumo energético reducido.

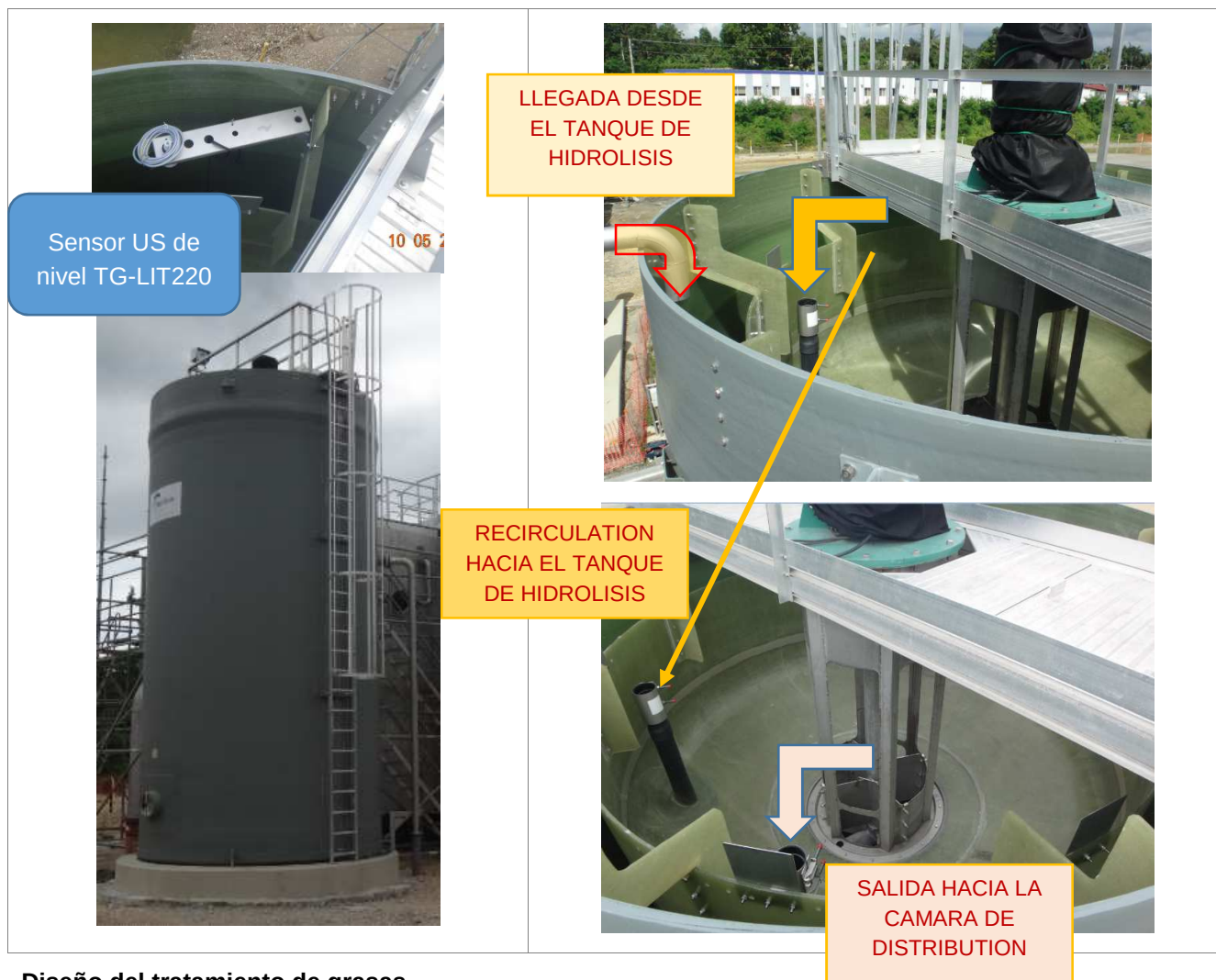
La unidad funciona permanentemente las 24 horas del día.

La biomasa producida es evacuada por un aliviadero simple desde el reactor de oxidación hasta la entrada al tratamiento biológico a nivel de la cámara de reparto para concluir allí el proceso de biodegradación.

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Rev. 0A
	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL	Fecha 2018-08-23
	TOMO I - OPERACIÓN	Pagina. 101 de 266

La válvula de recirculación está abierta siempre que el nivel de agua en el tanque de hidrólisis sea igual o inferior al 50% de su volumen y cerrada cuando el nivel de llenado de dicho tanque sea superior al 50%.

La instalación incluye además 1 medida de nivel TG-LIT220 tipo ultrasónico para controlar el vaciado del tanque de hidrólisis o el atasco de la tubería de salida de las grasas tratadas y 1 caudalimetro TG-FIT 237 para seguir el caudal hacia la cámara de reparto.



Diseño del tratamiento de grasas

Los siguientes cuadros resumen los parámetros tenidos en cuenta en el diseño del sistema de tratamiento de grasas:

	Unidades	Valor Diseño	Cálculo 2038
CUBA DE HIDRÓLISIS			
Volumen útil fosa de hidrólisis/ almacenamiento grasas adoptado	m3	50,0	5x4x2,5

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Rev. 0A
	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL	Fecha 2018-08-23
	TOMO I - OPERACIÓN	Página. 102 de 266

Número de bombas		(1 + 1 de reserva)
Capacidad unitaria de las bombas	m3/h	20,0
OXIDACIÓN DE GRASAS (CARBOFIL)		
Capacidad máxima de tratamiento kgDCO/m3/j		715,0
Tiempo de retención	d	14,7

Consumo de nutrientes

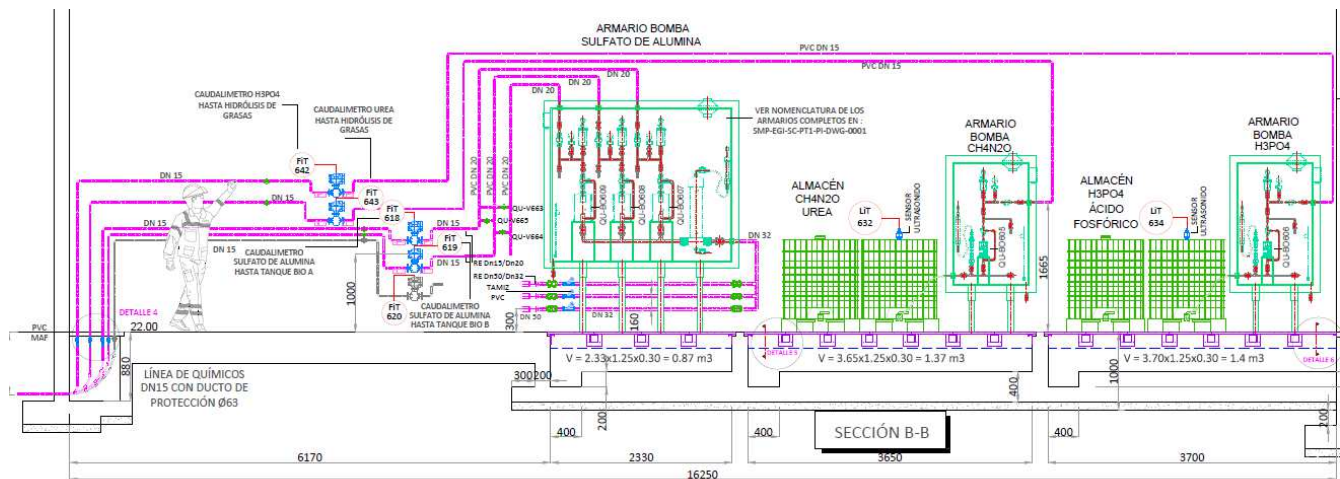
	Unidades	Valor Diseño	Cálculo 2038
Reactivo utilizado como fuente de nitrógeno		Urea líquida CH ₄ N ₂ O 40%	
Forma de consumo		Emulsión	
Aporte necesario de nitrógeno	kg NTK/día		12,2
Alternativa de suministro		Contenedor IBC 1000 litros	
Número de contenedores al mes			2,0
Autonomía resultante	meses		1,1
Reactivo utilizado como fuente de fósforo		Ácido fosfórico H ₃ PO ₄ 75%	
Forma de consumo		Emulsión	
Aporte necesario de fósforo	kg Pt/día		2,3
Alternativa de suministro		Contenedor IBC 1000 litros	
Número de contenedores al mes			1,0
Autonomía resultante	meses		6,3
Reactivo utilizado para corrección de pH		Cal apagada	
Forma de consumo		Polvo	
Cantidad a almacenar	kg CaO		19,6
Número de sacos a almacenar	mes		1,0

Rendimiento depurativo garantizado (a plena carga) en el Carbofil:

En % de eliminación, sobre muestra filtrada: DQO > 80% y Grasas > 90%

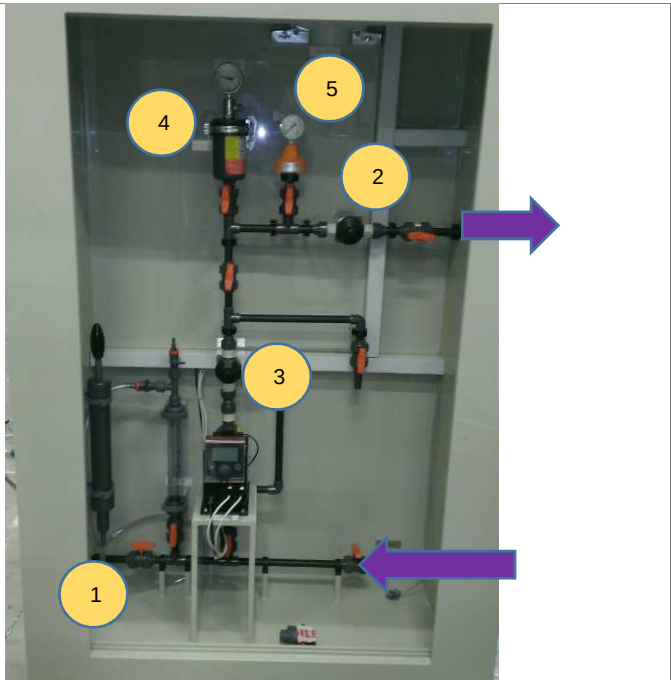
Químicos

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL TOMO I - OPERACIÓN	Rev. 0A
		Fecha 2018-08-23
		Pagina. 103 de 266



Para una eventual regulación o corrección del pH se almacenan bolsas de cal en el edificio de químicos – Para localizar el almacén se refiere al plano SMP-EGI-SC-PT1-ME-DWG-0900.

Cada bomba dosificadora en el edificio de químicos (QU-BO605 para la urea y QU-BO606 para el ácido fosfórico) está instalada al interior de un armario incluyendo:

Un sistema de calibración con bomba manual de vacío		
Una válvula de contención de presión		
Una válvula de descarga		
Un amortiguador de pulsación		
Manómetros con separador		

Las bombas están de tipo compacta y con membrana.

Dos caudalímetros QU-FIT642 para la urea y QU-FIT643 para el ácido fosfórico permiten controlar la inyección de cada reactivo.

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL	Rev. 0A
	TOMO I - OPERACIÓN	Fecha 2018-08-23
		Pagina. 104 de 266

Dos sensores de nivel QU-LIT632 para la urea y QU-LIT634 para el ácido fosfórico permiten controlar el nivel de químico en cada contenedor de almacén.

7.2.5.2 Funcionamiento normal

En modo automático (conmutador en posición AUTO sobre el SCADA y selector local sobre el armario AT1-bis o la bomba en posición AUTO), la regulación de las bombas del tanque PO12 de hidrolisis TG-BO206 y TG-BO207 (normal + 1 reserva) y del agitador TG-AG202 se hacen mediante las boyas de nivel :

- Detección Nivel alto (TG-LSH-214): arranque de la bomba
- Detección Nivel bajo (TG-LSL-215): arranque del agitador
- Perdida Nivel bajo (TG-LSL-215): paro de la bomba y del agitador

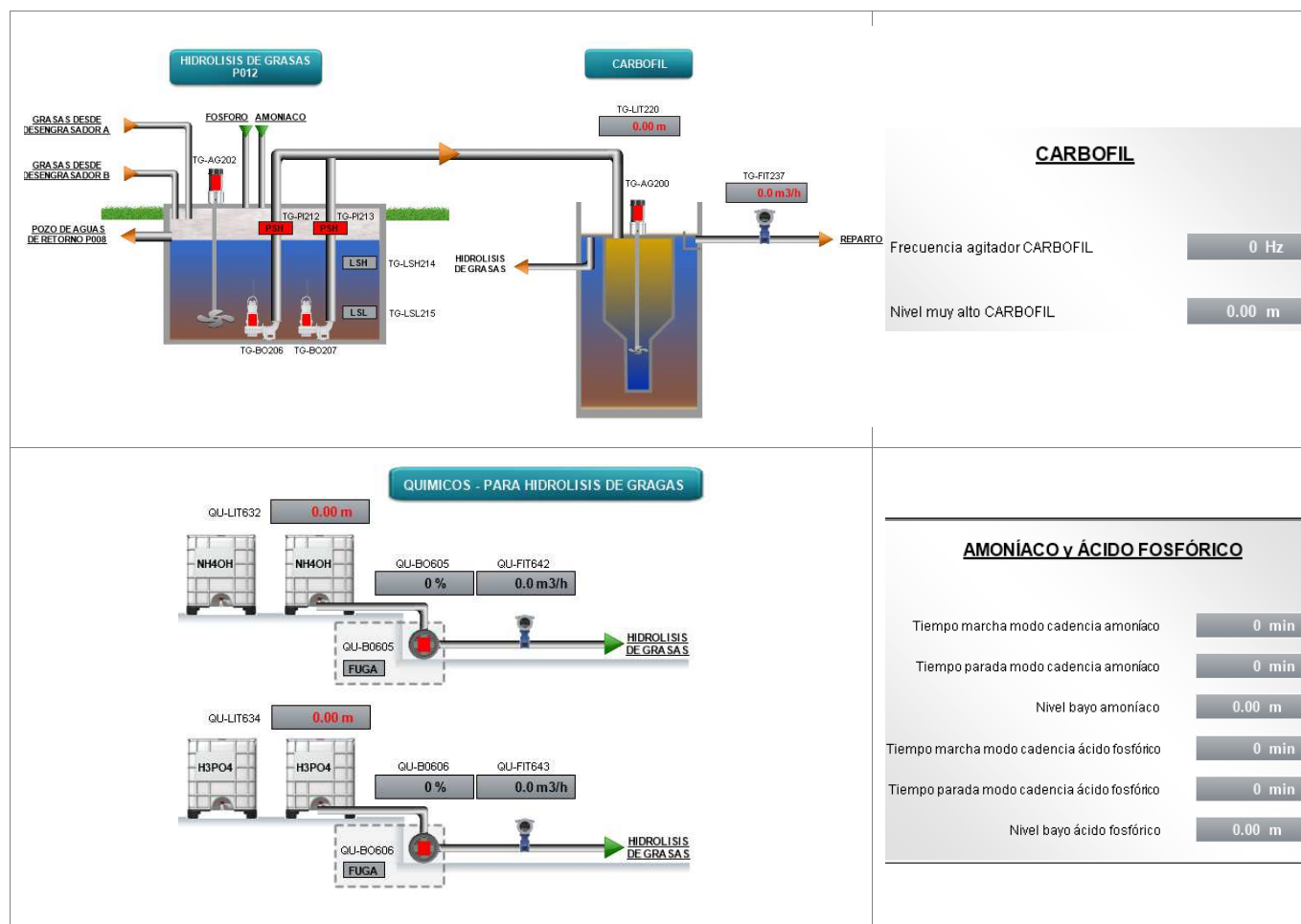


Figura 21. Tratamiento de grasas – vistas del SCADA y parámetros

Una permutación cíclica automática de las 2 bombas a cada arranque o fallo reduce el número medio de arranques por hora.

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Rev. 0A
	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL	Fecha 2018-08-23
	TOMO I - OPERACIÓN	Pagina. 105 de 266

El operador elige desde el SCADA los parámetros de funcionamiento de las bombas de químicos (Ver Figura 21) sobre el tiempo (cadencia).

El operador elige también desde el SCADA la frecuencia del agitador del Carbofil que funciona continuo.

- Rampa de aceleración: 30 s
- Rampa de deceleración: 30 s
- Frecuencia mínima = frecuencia calculada para obtener una cascada en el embudo

7.2.5.3 Seguridad

Parada por "Parada de emergencia" en la zona.

Parada de bomba de hidrólisis cuando se detecta la presión PR-PI 212/213.

Parada de bomba de hidrólisis en caso de nivel alto en el carbofil (TG-LIT-220-LSHH).

Parada de bomba de químico en caso de nivel bajo en el depósito QU-LIT-632-LSL (urea) y QU-LIT-634-LSL (urea)

Falla de la bomba de químico si está funcionando y su caudalímetro QU-FIT-632 (urea) y QU-FIT-643-LSL indica 0 m³/h durante 30 segundos.

7.2.5.4 Funcionamiento especial

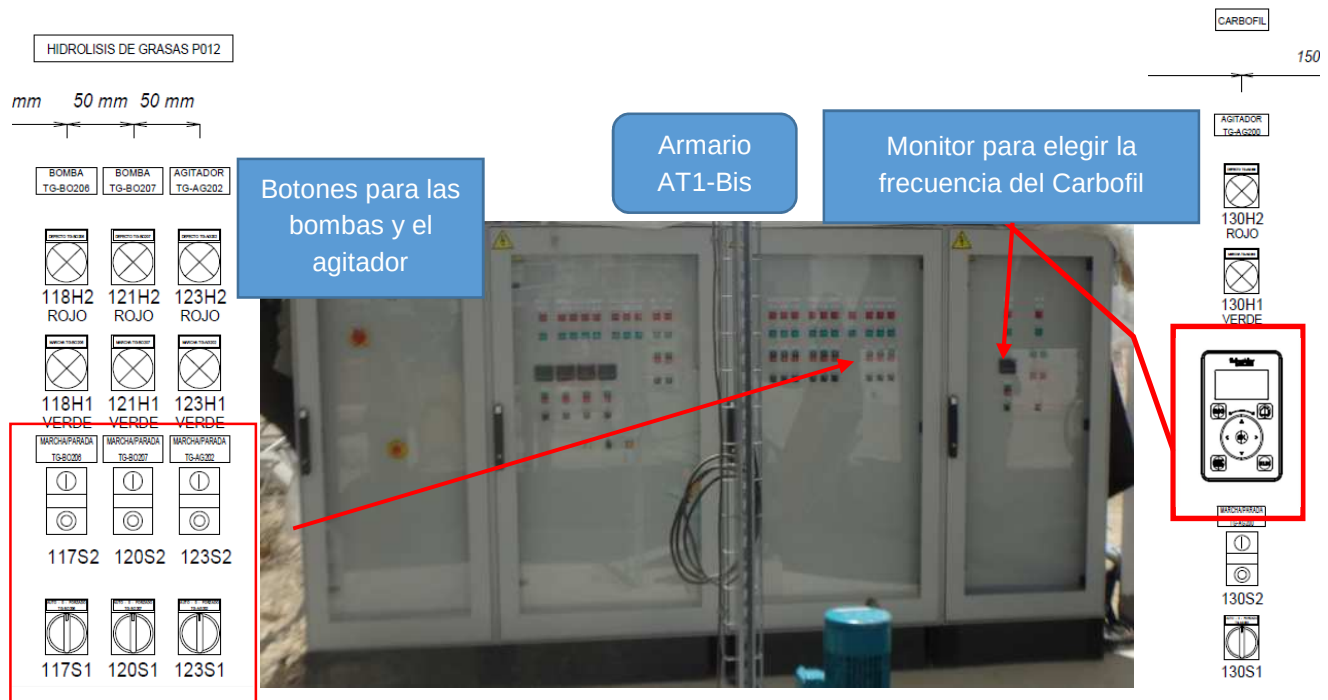
En casos excepcionales (mantenimiento, durante la puesta en marcha) es posible operar localmente los equipos **en modo FORZADO** desde el armario AT1- BIS localizada en la zona del pretratamiento. El operador puede iniciar y parar los equipos. Él puede también elegir la frecuencia de funcionamiento del Carbofil desde la fachada del armario.



Cuando este funcionamiento es utilizado, el operario debe supervisar estrechamente el nivel del pozo de hidrólisis de grasas PO12 para evitar el funcionamiento de las bombas y del agitador a seco y también el caudal y la presión.

Además, es importante de verificar el nivel del Carbofil para evitar un rebose en caso de un atasco de la tubería de salida del Carbofil.

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL TOMO I - OPERACIÓN	Rev. 0A
		Fecha 2018-08-23
		Pagina. 106 de 266

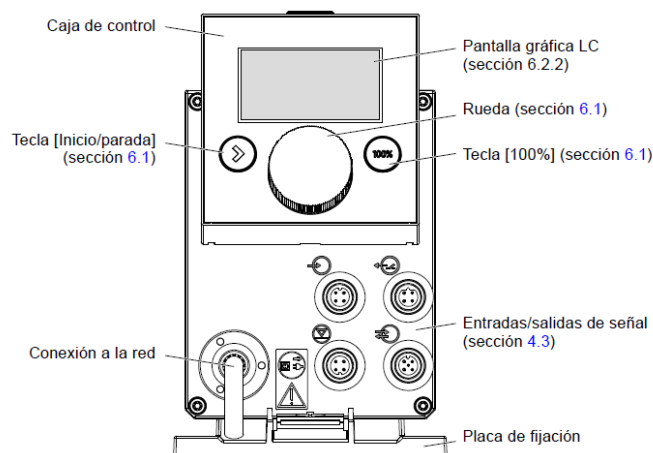


En casos excepcionales (mantenimiento, durante la puesta en marcha), es posible operar localmente las bombas de químicos mediante sus botones localizados encima. La rueda se utiliza para navegar por los menús, seleccionar los ajustes y confirmarlos.



Cuando este funcionamiento es utilizado, el operario debe asegurar que ninguna persona está al mismo tiempo en el tanque de hidrolisis a riesgo de crear un accidente.

Además, antes de iniciar una bomba, el operario debe asegurar que ninguna válvula de la línea de dosificación está cerrada para evitar cualquier riesgo de rotura de la tubería y crear un accidente.



	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Rev. 0A
	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL	Fecha 2018-08-23
	TOMO I - OPERACIÓN	Pagina. 107 de 266

Consultar la documentación técnica de las bombas para ver más detalles de funcionamiento al respecto del modo manual el anexo 11.1.

7.2.5.5 Instrucciones especiales de operación

La operación del tratamiento biológico de las grasas requiere un seguimiento analítico y una atención particular al proceso. De hecho, puede ser necesario de hacer ajustes en el suministro de los nutrientes con el fin de garantizar un tratamiento eficiente y evitar las disfunciones.

Para optimizar este tipo de tratamiento, se deben tener en cuenta varias consideraciones:

- concentración DQO de las grasas extraídas del desengrasado no más de 150 g/l.
- Parte DQO/N/P le mas circa posible de 100/ 5/ 1.
- Temperatura no más de 45°C. Normalmente entre 20 y 35°C.
- pH entre 6 y 6.5 en el tanque de hidrolisis y entre 6.5 y 7.5 en el Carbofil. Agregar polvo de cal si necesario. Para determinar la cantidad de cal a añadir, la ratio teórica es: 6 kg de cal para 100 kg de MEH (grasas) es decir 6kg de cal para 250 kg de DCO.

Las diluciones destinadas a desconcentrar el tanque se deben realizar de forma progresiva para no limpiar completamente el tanque de su biomasa.

Reglaje del nivel hidráulico del reactor CARBOFIL®

El nivel de agua en el embudo está regulado por el nivel de la tubería de rebose. La cascada de agua debe ser aproximadamente de 30cm entre el nivel superior de la cascada y la tubería de rebose. En todos los casos, se debe observar una cascada hacia el interior de la chimenea.

Controles diarios (1 vez por día)

❖ El pH (Hidrolisis y Reactor)

Este parámetro debe ser controlado cada día con papel pH o pH-metro portable:

- $6 < \text{pH} < 6,5$ en la hidrolisis
- $6,5 < \text{pH} < 7,5$ en el reactor

❖ Temperatura (Reactor)

La oxidación de las grasas es una reacción exotérmica. La temperatura es en relación directa con la actividad bacteriana, entre 20 y 45°C (dependiendo también de la temperatura externa).

❖ El caudal de la bomba (Hidrolisis hacia Reactor)

Comprobar que la bomba no está atascada, verificando la correcta entrada en el reactor. Anotar los contadores horarios para verificar que el tiempo de marcha corresponde a los reglajes hechos.

❖ Nitrógeno y fosforo (Reactor)

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Rev. 0A
	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL	Fecha 2018-08-23
	TOMO I - OPERACIÓN	Pagina. 108 de 266

Determinar estos parámetros 2 veces por semana con papel Quantofix o Merck, en una muestra de agua en el reactor. Esto permite saber si es necesario ajustar los aportes de nitrógeno (urea) o fosfato (ácido sulfúrico) en el hidrolisis.

❖ **Agitación (Hidrolisis y Reactor)**

Controlar la buena agitación; homogeneización correcta en el hidrolisis, no movimiento anormal de la hélice en el reactor.

Control periódico (1 vez por semana)

❖ **Materia seca (MS), Materia volátil (MVS)**

Estos dos valores se determinan según las normas AFNOR NFT 90105 y NFT 90029. Permiten seguir la evolución de concentración en lodos.

No superar 35 g/l en Materia seca en el reactor Carbofil (si no, dejar un chorrito de agua en el reactor Carbofil®, 1 a 3 m3/d).

❖ **Demanda química de oxígeno (DQO) (entrada hidrolisis y salida reactor)**

Está determinada según el método del Cemagref: antes del análisis, la muestra debe ser calentada y ajustada a pH 12 con soda. Permite conocer el rendimiento de tratamiento, y ajustar los parámetros según la carga entrando.

No superar 40 g/L en DQO en el reactor Carbofil.

Valores objetivos

SS : 7 à 10 mg/l
N-NH4+ : 10 à 15 mg/l
N-NO3 : 10 à 15 mg/l
P-PO4 : 5 mg/l
DQO : Rendimiento de 60 %

7.2.5.6 Mantenimiento periódico

Cada semana:

Verificar el punto de funcionamiento de cada bomba (par caudal – presión) mediante el manómetro local y el caudalímetro en línea. Si no se encuentra dentro de la curva normal de funcionamiento o en caso de un sonido anormal proceder a una inspección mecánica de las bombas.

Limpiar les boyas de niveles.

Cada mes:

Limpiar las paredes del pozo de hidrolisis PO12 y ajustar la frecuencia de limpieza según las necesidades.

Cada 3 meses:

Comprobar el estado de los agitadores, de las bombas y del sistema de izaje.

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Rev. 0A
	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL	Fecha 2018-08-23
	TOMO I - OPERACIÓN	Pagina. 109 de 266

Izar y proceder a la limpieza e inspección de los agitadores, las bombas y los cables de alimentación y la cadena. Reemplazar eventualmente las piezas dañadas.

Cada año:

Vaciado del tanque de hidrolisis para la limpieza.

Otros:

Tras 4000 horas de servicio para las bombas:

- Comprobar la corriente de arranque y de funcionamiento de la bomba, si no se encuentra dentro de los límites normales de funcionamiento proceder a una inspección mecánica.
- Comprobar el estado de los cables de conexión y de la cadena de izado; extraer la bomba del pozo mediante la grúa (bomba en posición 0, parada de emergencia accionada). Proceder a la limpieza e inspección de la bomba, el cable de alimentación y la cadena, reemplazar eventualmente las piezas dañadas.

Es necesario limpiar regularmente la parte superior del reactor Carbofil (almenas alrededor del embudo, el propulsor y anti-vórtice). Limpieza semanal de la tubería de rebose (para evitar la acumulación de lodos en la tubería de evacuación).

En caso de presencia de cuerpos extraños no tratables (arena, guijarros, aglomeración de filamentos inertes, etc.), el reactor debe ser vaciado, limpiado, y un tamiz deberá ser instalado arriba para proteger el equipo de bombeo del reactor.

Vaciar el reactor bajo el embudo al menos una vez al año para la limpieza y la comprobación de soldaduras y apretar los bulones. Si es posible, vaciar el reactor completamente.

Hacer el mantenimiento del motoreductor según la documentación del proveedor.

Tipo de equipo	Modelo	Proveedor	Frecuencia	Tipo de mantenimiento
Sensor	S FDU 91	E&H	Mensual	- Limpieza del captor según necesidad
Boyas de nivel		E&H	Semanal	- Limpieza
Bombas Pozo P012	Amarex NF 50-170/022ULG-107	KSB	Anual o 4000 horas	- Medición de la resistencia de aislamiento - Comprobación de los cables de conexión - Comprobación visual de la cadena de izaje - Comprobación de los sensores - Cambio de líquido lubricante - Control de estado de los cojinetes
Bombas Pozo P012	Amarex NF 50-170/022ULG-107	KSB	Cada 5 años	- Repaso general

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Rev. 0A
	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES	Fecha 2018-08-23
	SAN CRISTÓBAL TOMO I - OPERACIÓN	Pagina. 110 de 266

Agitador Vertical Hydromix 1400	Hydromix 1400	MIXEL	Tras 100 horas	CONJUNTO DE MOTOR - Verificar la temperatura del motor y reductor en funcionamiento al cabo de 30 minutos (Temperatura según la documentación del motor) - Verificar reniflard y nivel de aceite del reductor (Cada 6 meses) - Verificar estabilidad del conjunto de cuba / motor y apriete - Verificar velocidad de rotación - Verificar medición de ruido (Indicar el valor) ESTANQUEIDAD - Junta (Verificación del engrasado, apriete) AGITACION - Apriete de tornillos, eje, hélice, fijación y agitador
Agitador Vertical Hydromix 1400	Hydromix 1400	MIXEL	Mensual	AGITACION - Calidad de agitación (Circulación, cortice, nivel, control) - Estabilidad y desviación del eje de agitación (en vacío y en carga)
Agitador Vertical Hydromix 1400	Hydromix 1400	MIXEL	Anual	CONJUNTO DE MOTOR - Verificar rodamientos del motor (Engrasado y control de vibraciones) (Sustitución según la documentación del motor) - Verificar temperatura del motor y el reductor en funcionamiento al cabo de 30 minutos (Temperatura según la documentación del motor) - Verificar los rodamientos de casquillo (Engrasado) (Sustitución según la documentación del reductor) - Verificar la estabilidad del conjunto de cuba / motor APRIETE - Desempolvado y limpieza ESTANQUEIDAD - Junta (Verificar engrasado, apriete) - Revision de junta de labio AGITACION - Apriete de tornillos, eje, hélice, fijación y agitador
Agitador Vertical Hydromix 1400	Hydromix 1400	MIXEL	Cada 2 años	CONJUNTO DE MOTOR - Medición de ruido (Verificar, indicar el valor) ESTANQUEIDAD - Junta (Pieza de desgaste, juntas, muelles, caras) - Caja de GM (Rodamiento, sustitución en caso de incidente)

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA		Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL TOMO I - OPERACIÓN		Rev. 0A
			Fecha 2018-08-23
			Página. 111 de 266

Agitador Vertical Hydromix 1400	Hydromix 1400	MIXEL	Cada 4 años	- Lubricación de los cojinetes en la caja de engranajes (reductor)
Agitador Vertical Hydromix 1400	Hydromix 1400	MIXEL	Cada 10 años	Comprobación general: - Limpiar todas las piezas del reductor y del motor - Comprobar que las mismas no presentan daños - Cambiar todas las piezas dañadas - Cambiar los rodamientos - Cambiar los anti-retornos - Cambiar todas las juntas, retenes para ejes y anillos Nilos -Cambiar las piezas de plástico o de elastómero del acoplamiento del motor
Reactor Carbofill	Motoreductor SEW RF87 DRN160M4/T F/C/DH	RWL	Bianual o cada 3000 horas de servicio	- Comprobar el aceite y el nivel de aceite - comprobar el ruido de funcionamiento por si el rodamiento presentara danos - Control visual de las juntas por si presentara fugas
Reactor Carbofill	Motoreductor SEW RF87 DRN160M4/T F/C/DH	RWL	Cada 3 años	- Cambiar el aceite mineral - Sustituir el reten (no montarlo de nuevo sobre la misma huella)
Reactor Carbofill	Motoreductor SEW RF87 DRN160M4/T F/C/DH	RWL	Cada 5 años	- Cambiar el aceite sintético - Sustituir la grasa para rodamientos (recomendación) - Sustituir el reten (no montarlo de nuevo sobre la misma huella)
Reactor Carbofill	Motoreductor SEW RF87 DRN160M4/T F/C/DH	RWL	N/A	Retocar o aplicar nuevamente la pintura anticorrosiva



Todas las operaciones de reparación y mantenimiento deben ser efectuadas por personal autorizado con el equipo detenido y bloqueado (Parada de emergencia y consignación en el panel/armario).

Para otras instrucciones y detalles de mantenimiento periódico referirse a los manuales de los proveedores en el anexo 11.4

7.2.6 Cámara de reparto a tanques de tratamiento biológico

7.2.6.1 Funcionamiento normal

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL TOMO I - OPERACIÓN	Rev. 0A
		Fecha 2018-08-23
		Pagina. 112 de 266

A la salida de los depósitos de desarenado-desengrase el efluente pretratado es canalizado a una cámara de reparto común desde la que los caudales serán distribuidos a los reactores biológicos o derivarlo total o parcialmente hacia el canal de by-pass.

El reparto hidráulico de las 3 líneas biológicas se realiza vía un rebosadero calibrado: 37.5% del caudal sobre las líneas A y B y 25% sobre la línea C. De esta forma se obtiene un reparto ajustado al diseño de los tanques biológicos, así como la posibilidad de realizar un 'bypass' del efluente pretratado.

La cámara de reparto distribuye el agua residual pretratada a cada tanque biológico mediante un sistema de compuertas murales y tres aliviaderos (uno para cada tanque de aireación):

- PR-V026 abierta – Caja Verde en la Figura 22 : agua hacia el tanque bio A
- PR-V027 abierta – Caja Marrón en la Figura 22 : agua hacia el tanque bio B
- PR-V028 abierta – Caja Roja en la Figura 22: agua hacia el tanque bio C

Ningún procedimiento de operación particular a realizar sobre el canal de reparto.

Un by-pass colocado también en la cámara de reparto y a la salida de los desarenadores-desengrasadores permitirá, en caso necesario, el vertido de las aguas pretratadas al medio receptor.

BYPASS :

El aliviadero (bypass) es simbolizado por la caja azul.



IMPORTANTE - Normalmente la válvula compuerta mural PV-V025 del aliviadero esta siempre abierta para evitar todo riesgo de rebose de los tanques.

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL	Rev. 0A
	TOMO I - OPERACIÓN	Fecha 2018-08-23
		Pagina. 113 de 266

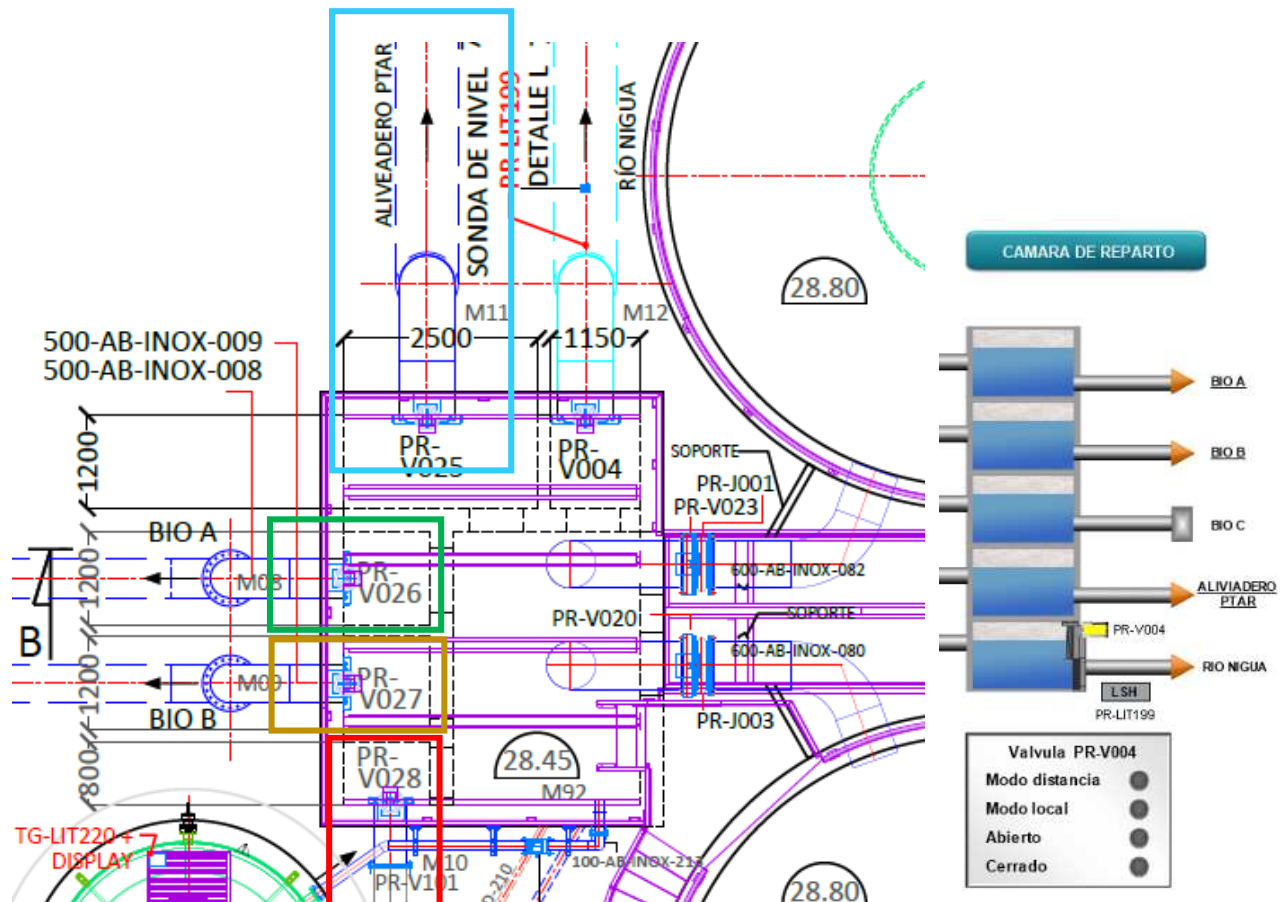


Figura 22. Cámara de distribución

7.2.6.2 Funcionamiento especial – Crecida del RIO Nigua

En caso de una crecida del Río, el sensor de nivel PR-LIT199 localizado cerca de la cámara de reparto sobre la tubería 700-PL-PEAD-066 detecta un nivel alto de agua. Ver Figura 22 y Figura 23

Este caso significa que la planta ya no puede asegurar el vertido de las aguas tratadas hacia el Río y activa la cerrada automática de la planta a través de la cerrada de la válvula motorizada de entrada PR-V003.

No obstante, al fin de asegurar la evacuación de las aguas pluviales del sitio, el pozo P001 es utilizado para elevar todas las aguas colectadas para el sistema de drenaje del sitio (canaletas, obra de recepción).

Luego, las aguas están evacuadas por la válvula motorizada PR-V004 de la cámara de reparto, hacia el Río. Esta válvula es normalmente cerrada. Se abre sobre la detección de nivel alto de agua por el sensor de nivel PR-LIT199.

7.2.6.1 Mantenimiento periódico

Mantener la cámara de reparto libre de residuos y de algas. Limpiar los vertederos y las paredes de los muros una vez por mes y ajustar la frecuencia de limpieza según las necesidades, en particular durante los períodos de caudales de entrada importantes

Cada mes: Verificar la apertura normal de las compuertas murales.

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL TOMO I - OPERACIÓN	Rev. 0A
		Fecha 2018-08-23
		Pagina. 114 de 266

Cada 6 meses: Limpiar y engrasar debidamente el husillo y la tuerca de accionamiento de las compuertas murales.

Para el actuador, consultar la documentación del suplidor.



Todas las operaciones de reparación y mantenimiento deben ser efectuadas por personal autorizado con el equipo detenido y bloqueado (Parada de emergencia y consignación en el panel/armario).

Para otras instrucciones y detalles de mantenimiento periódico referirse a los manuales de los proveedores en el anexo 11.4

7.2.7 Instrumentación

Como visto en los capítulos anteriores, la instrumentación de este parte del tratamiento se limita a los sensores de nivel, boyas de nivel, caudalímetro y manómetros.

El operador debe asegurar la comprobación del estado y la limpieza de la instrumentación sobre una base semanal.

El operador debe asegurar el mantenimiento y la calibración de la instrumentación sobre una base mensual.

Para otras instrucciones y detalles de mantenimiento periódico referirse a los manuales de los proveedores en el anexo 11.4

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL	Rev. 0A
	TOMO I - OPERACIÓN	Fecha 2018-08-23
		Pagina. 115 de 266

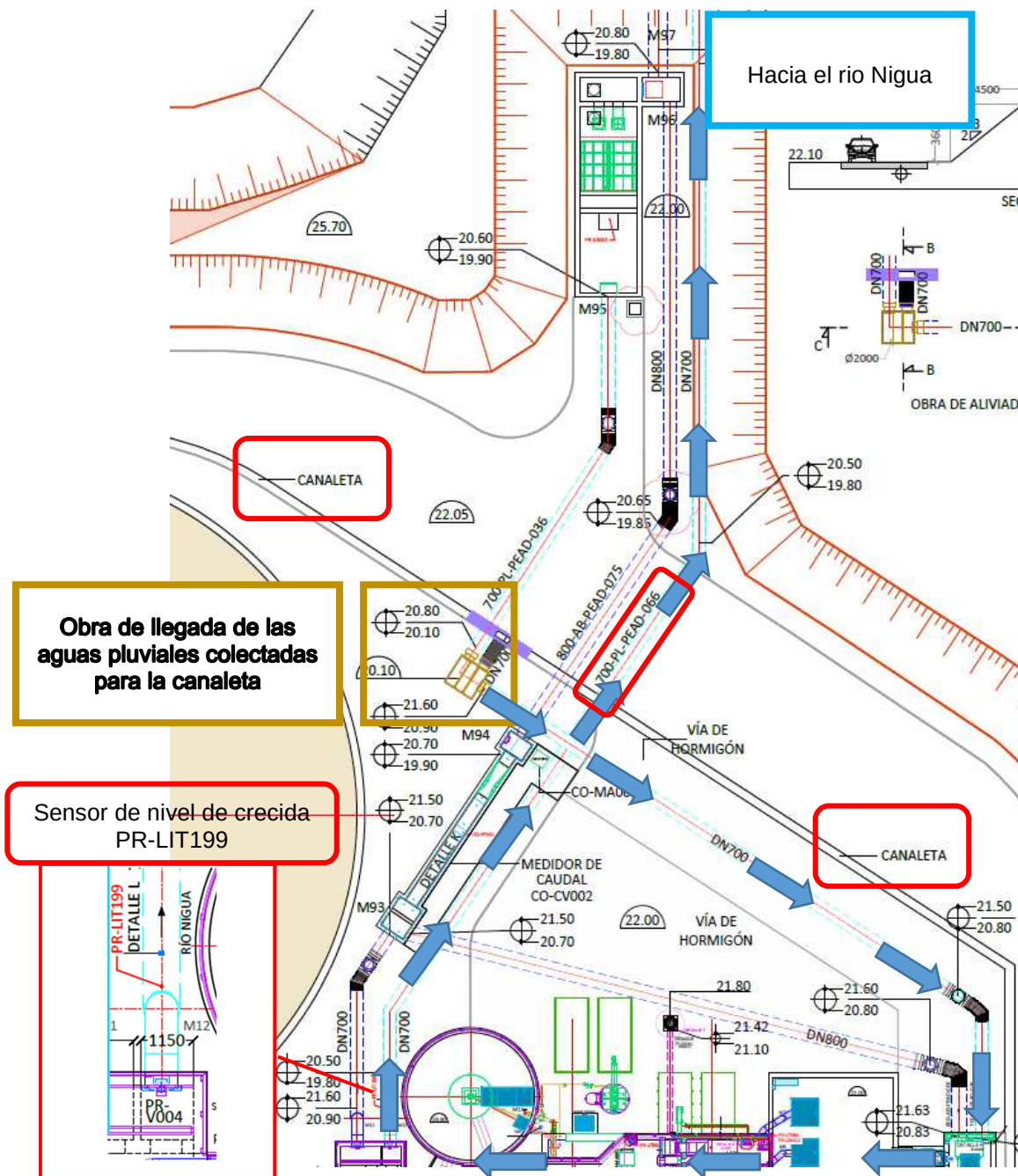


Figura 23. Crecida del Rio Nigua – sistema de evacuación de las aguas pluviales

7.2.8 Mantenimiento general

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Rev. 0A
	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL	Fecha 2018-08-23
	TOMO I - OPERACIÓN	Pagina. 116 de 266

Mantenimiento

Los contenedores de residuos de desarenado serán manejados por camiones específicos de retirada de residuos.

Existe un polipasto móvil para el mantenimiento de las bombas del pozo de hidrolisis P012.

El mantenimiento o sustitución de las bombas sumergibles se realiza por elevación mediante cadena y dos barras guía. La reinstalación de las bombas sigue el proceso inverso, colocando las bombas sobre las barras guía y bajándolas hasta el zócalo de anclaje donde el propio peso de la bomba la hace encajar en la boca de impulsión.

Si necesario, el mantenimiento de los equipos en altura se realiza mediante una grúa móvil o una plataforma elevadora.



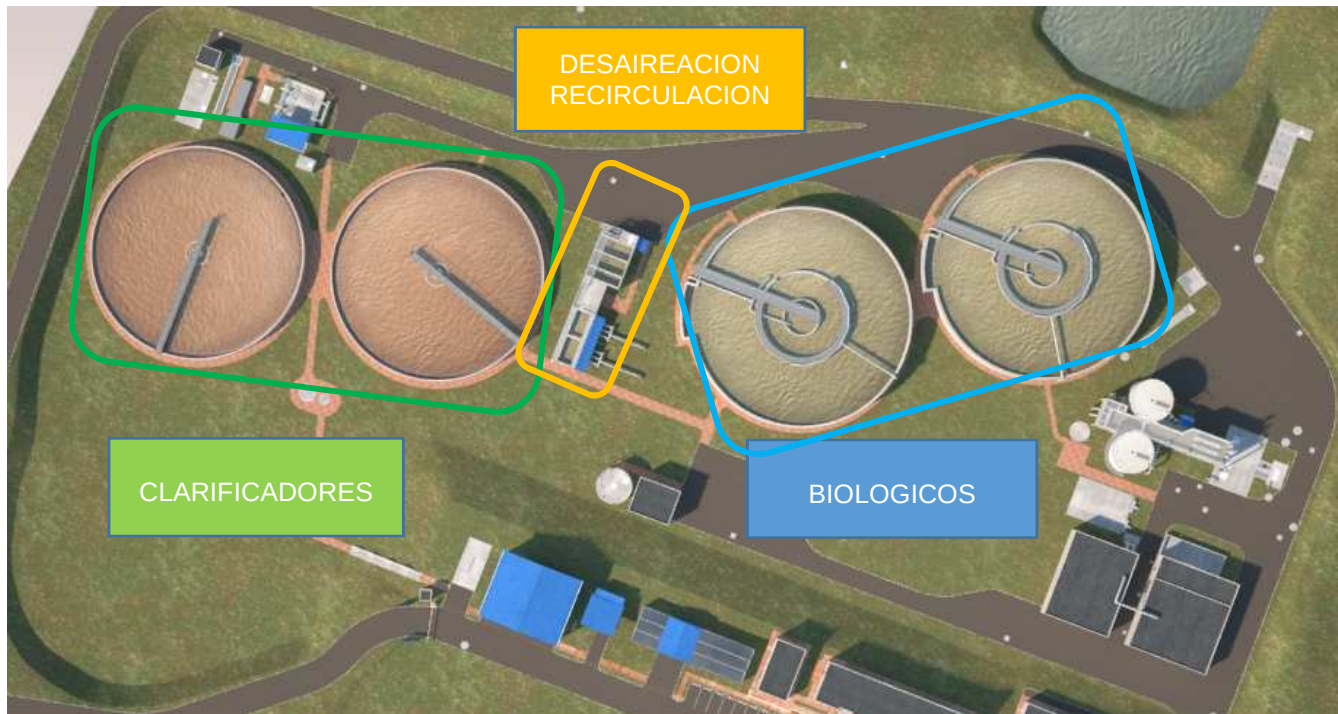
Acceso y seguridad

Las tapaderas permiten el acceso a las obras. Barras anti-vuelco protegen al operador contra cualquier riesgo de caída.



	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Rev. 0A
	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL	Fecha 2018-08-23
	TOMO I - OPERACIÓN	Pagina. 117 de 266

7.3 Tratamiento biológico



El agua residual pretratada cae por gravedad, mediante aliviaderos en la cámara de reparto, a las tuberías que la llevan hacia los reactores biológicos donde será sometida a una serie de procesos biológicos destinados a eliminar los contaminantes orgánicos contenidos en el agua residual.

La etapa de tratamiento biológico constituye un punto neurálgico en la línea de agua de la PTAR. En efecto, a este nivel se lleva a cabo la eliminación de la mayoría de los contaminantes.

De hecho, el tratamiento consiste en un sistema de lodos activados con aireación prolongada, que permite una eliminación elevada de la contaminación del carbono, nitrógeno y fósforo.

La Fase 1 del sistema de lodos activados de la PTAR de San Cristóbal comprende dos líneas de tratamiento con para cada una:

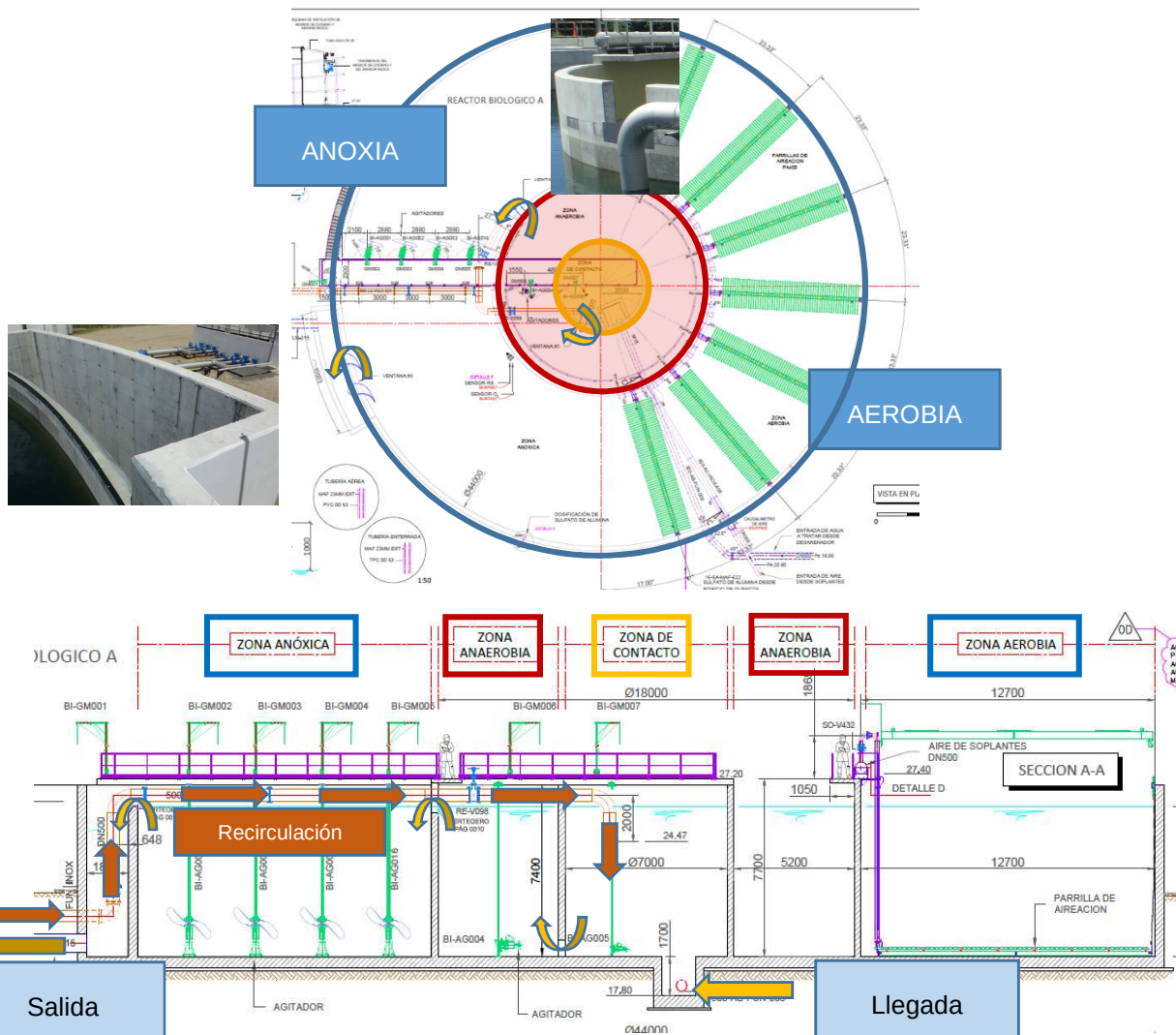
- Un reactor biológico, incluyendo un mecanismo de mezcla y aireación. Una estructura para la puesta en contacto entre contaminación, microorganismos y oxígeno. La contaminación orgánica se degrada en materia mineral.
- Un desgasificador con sistema de raspado de los flotantes. Una estructura para evacuar el aire de la tubería de conexión entre el tanque de aireación y el clarificador.
- Un clarificador con sistema de raspado de los flotantes. Una estructura que permite la separación de los lodos (flóculos formados en el tanque de aireación) y del agua por decantación.

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL	Rev. 0A
	TOMO I - OPERACIÓN	Fecha 2018-08-23
		Pagina. 118 de 266

- Un tanque de recirculación de lodos colectados en el clarificador hacia el biológico. Una estructura para mantener una carga constante de lodos en el tanque de aireación.
- Un sistema de extracción de lodos en exceso hacia las líneas de tratamiento de esos lodos.

El reactor biológico está constituido de la siguiente manera:

- Zona de contacto en el centro para limitar el desarrollo de bacterias filamentosas, que afectan negativamente la sedimentación de los lodos.
- Zona anaerobia en el medio para la eliminación biológica del fósforo.
- Tanque de aireación en la periferia para la nitrificación y desnitrificación por alternancia de fases aeróbicas y anóxicas. En este volumen, la presencia de aire favorece el desarrollo de los microorganismos que participan en la eliminación de las sustancias oxidables y en la nitrificación. Las fases no aireadas permiten la desnitrificación y la adición de coagulante (sulfato de alumina) permite, por vía química, completar la eliminación del fósforo.



	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Rev. 0A
	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL	Fecha 2018-08-23
	TOMO I - OPERACIÓN	Pagina. 119 de 266

Las zonas de contacto, anaerobia y aerobia, se agrupan en la misma construcción, tal como se presenta en el siguiente esquema:

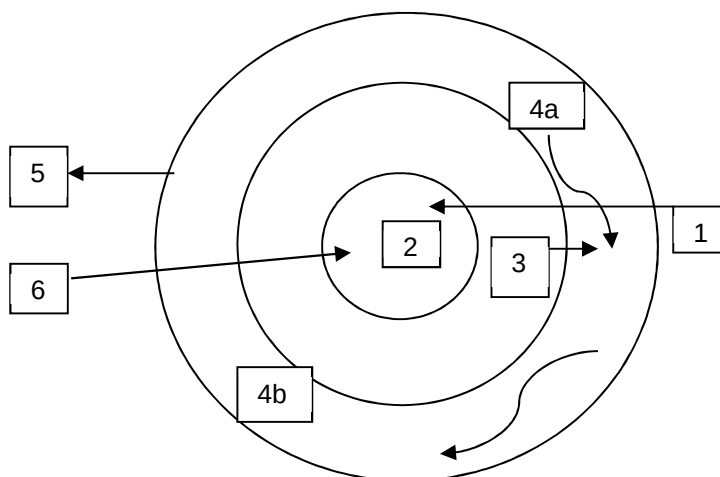


Figura 24. Esquema de las zonas de contacto / anaerobia y aerobia

- 1 : Llegada de efluentes pretratados y grasas hidrolizadas
- 2 : Zona de contacto
- 3 : Zona anaeróbica
- 4a/4b : Zona aireada / anóxica
- 5 : Salida hacia el desgasificador y clarificación
- 6 : Recirculación de lodos en zona de contacto

El tratamiento biológico global está compuesto por:

- 672 m³ de zona de contacto
- 3.437 m³ de zona anaeróbica,
- 21.878 m³ de zona aireada / anóxica.

El volumen total de los tanques de tratamiento biológico es de 25.987 m³.

- 2 x 9.745 m³ (fase 1)
- 1 x 6.497 m³ (fase 2)



	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Rev. 0A
	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL	Fecha 2018-08-23
	TOMO I - OPERACIÓN	Pagina. 120 de 266



	Unidades	Valor Diseño	Cálculo 2028
FASE 1 - 75% (1 + 1)			
Volumen útil unitario de tratamiento biológico en fase 1	m3		9745,3
Volumen tanque de aireación/anóxico	m3		8204,4
Volumen tanque anaerobio	m3		1288,9
Volumen tanque de contacto	m3		252
Diámetro interior de tanques de tratamiento biológico adoptado	m	44,0	
Diámetro interior tanque anaerobio incluyendo z. contacto adoptado		18,0	
Diámetro interior tanque contacto adoptado	m	7,0	
Volumen Z. anóxica	m3		1435,75
FASE 2 - 25% (1)			
Volumen útil de 3er tanque tratamiento biológico en fase 2	m3		6496,9
Volumen tanque de aireación/anóxico	m3		5469,6
Volumen tanque anaerobio	m3		859,2
Volumen tanque de contacto	m3		168,0
Diámetro interior del tanque 2º de tratamiento biológico adoptado	m	36,0	
Diámetro interior tanque anaerobio incluyendo z. contacto adoptado		15,0	
Diámetro interior tanque contacto adoptado	m	6,0	
Volumen Z. anóxica	m3		1914,4

Tabla 11 - Tipo y características de los tanques circulares

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL TOMO I - OPERACIÓN	Rev. 0A
		Fecha 2018-08-23
		Página. 121 de 266

7.3.1 Tanque de contacto

7.3.1.1 Generalidades

La zona de contacto recibe la totalidad del agua pretratada así como una parte de los lodos recirculados desde los clarificadores.

Esta construcción permite poner en contacto el lodo activado con la fuerte carga contaminante de las aguas residuales afluentes aumentando así la cantidad de sustrato disponible para los micro-organismos.

La zona de contacto ejerce una presión selectiva debida a la competencia entre los gérmenes filamentosos y los no filamentosos en favor de estos últimos. De esta forma en esta zona se favorece la decantación de los lodos a nivel del clarificador.

La zona de contacto se ha dimensionado para obtener un tiempo de paso de 20 minutos aproximadamente.

Con objeto de evitar la sedimentación de sólidos en suspensión y favorecer buenas condiciones de contacto entre el agua a tratar y los lodos recirculados la mezcla se realiza mediante un agitador sumergido.



7.3.1.2 Funcionamiento

No hay funcionamiento particular para las zonas de contacto.

En modo automático (conmutador en posición AUTO sobre el SCADA y selector local sobre el armario AT2 en posición AUTO) - Zona de contacto A/B: Funcionamiento 24h/24 de los agitadores BI-AG005/010.

Parada por "Parada de emergencia" en la zona o defecto del agitador (alta temperatura)

7.3.1.3 Mantenimiento periódico

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL TOMO I - OPERACIÓN	Rev. 0A
		Fecha 2018-08-23
		Página. 122 de 266

Limpiar la periferia del tanque de contacto una vez por semana y ajustar la frecuencia de limpieza según las necesidades.

Una vez al mes:

- Comprobar la corriente de arranque y de funcionamiento del agitador, si no se encuentra dentro de los límites normales de funcionamiento proceder a una inspección mecánica.
- Comprobar el estado del agitador y del sistema de izado. Izar y proceder a la limpieza e inspección del agitador, el cable de alimentación y la cadena, reemplazar eventualmente las piezas dañadas.

Tipo de equipo	Modelo	Proveedor	Frecuencia	Tipo de mantenimiento
Agitador	Amamix C3225/06 UDG	KSB	Anual o 8000 horas	- Medición de la resistencia de aislamiento - Comprobación de los cables eléctricos - Comprobación visual del grillete/cuerda
Agitador	Amamix C3225/06 UDG	KSB	Cada 3 años o Tras 16000 horas de servicio	- Comprobación visual del grillete/cuerda - Comprobación de los sensores - Cambio del líquido lubricante
Agitador	Amamix C3225/06 UDG	KSB	Cada 5 años	- Repaso general



Todas las operaciones de reparación y mantenimiento deben ser efectuadas por personal autorizado con el equipo detenido y bloqueado (Parada de emergencia y consignación en el panel/armario).

Para otras instrucciones y detalles de mantenimiento periódico referirse a los manuales de los proveedores en el anexo 11.4

7.3.2 Tanque anaerobio

7.3.2.1 Generalidades

La eliminación del fósforo por vía biológica se lleva a cabo en condiciones anaeróbicas, es decir, en ausencia de oxígeno en forma libre o combinada pero también en presencia de carbono fácilmente asimilable. Para ello el agua a tratar no se debe airear y ha de contener una cantidad limitada de nitratos.

De manera general, todos los microorganismos utilizan fósforo en su metabolismo, especialmente para las funciones energéticas. Esta fracción se puede estimar en alrededor del 1 al 1,5% de su peso seco. Sin embargo, el grupo de las *Acinetobacter/Moraxella*, es capaz de asimilar cantidades de fósforo que pueden alcanzar hasta un 10% de su peso seco. Este fenómeno sólo se puede llevar a cabo si estos micro-organismos se someten de forma cíclica a condiciones anaeróbicas y aeróbicas.

Fase anaeróbica

Las bacterias del grupo *Acinetobacter/Moraxella* como son microorganismos aerobios estrictos no se encuentran en su medio habitual y su metabolismo se debe adaptar a las nuevas condiciones ambientales.

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Rev. 0A
	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL	Fecha 2018-08-23
	TOMO I - OPERACIÓN	Pagina. 123 de 266

Durante esta fase, sus principales fuentes de energía disponibles son el ácido acético y los polifosfatos. El ácido acético es proporcionado por microorganismos acetogénicos (*Aeromonas*), que son bacterias anaerobias facultativas que utilizan el carbono orgánico presente en las aguas brutas y forman ácido acético como subproducto metabólico. Los polifosfatos constituyen una reserva energética intracelular en los microorganismos por lo que están directamente disponibles y entrarán en el ciclo metabólico anaerobio. Gracias a estos dos compuestos (ácido acético y polifosfatos), los *Acinetobacter/Moraxella* pueden sobrevivir a estas condiciones adversas mediante un metabolismo particular: el ácido acético se utiliza como fuente de carbono y se transforma en ácido butírico y después en polihidroxibutirato (PHB). El PHB se almacena en el interior de las células. La energía necesaria para este proceso la aporta la lisis de los polifosfatos, reacción que va acompañada por una liberación de fosfatos al medio extracelular.

Fase aeróbica

De vuelta a su medio natural, los *Acinetobacter/Moraxella* utilizan el PHB como sustrato orgánico. En estas condiciones, diferentes al estrés causado por su paso por las condiciones anaerobias, los microorganismos pueden desarrollarse y reconstituir su reserva energética en forma de polifosfatos.

Sin embargo, estas bacterias asimilan los fosfatos del medio extracelular en cantidades mucho más importantes que las que se liberaron durante la fase anaeróbica. De este modo, alternando las fases aeróbicas y anaeróbicas, estas bacterias acumularán cantidades considerables de fosfatos.

En estas condiciones, el contenido en fósforo de los lodos biológicos puede alcanzar del 4 a 6%, ya que sólo una parte de los microorganismos interviene en la biosorción del fósforo. El resto de las otras bacterias utilizan el fósforo sólo en las proporciones habituales (1 a 1,5%).

El rendimiento de la defosfatación biológica puede ser del orden del 40% al 60%. Para alcanzar niveles de vertido del orden de 2 mg/l, es necesaria una defosfatación físico-química complementaria.

El volumen de la zona anaerobia se calcula para un tiempo de residencia de 1 hora del caudal atravesando la zona (Caudal medio horario + Caudal de recirculación).

La zona anaerobia está equipada de un agitador sumergible.



	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL TOMO I - OPERACIÓN	Rev. 0A
		Fecha 2018-08-23
		Página. 124 de 266

7.3.2.2 Funcionamiento

No hay funcionamiento particular para las zonas de contacto.

En modo automático (conmutador en posición AUTO sobre el SCADA y selector local sobre el armario AT2 en posición AUTO) - Zona anaerobia A/B: Funcionamiento 24h/24 de los agitadores BI-AG004/009.

Parada por “Parada de emergencia” en la zona o defecto del agitador (alta temperatura)

7.3.2.3 Mantenimiento periódico

Limpiar la periferia del tanque anaerobio una vez por semana y ajustar la frecuencia de limpieza según las necesidades.

Una vez al mes:

- Comprobar la corriente de arranque y de funcionamiento del agitador, si no se encuentra dentro de los límites normales de funcionamiento proceder a una inspección mecánica.
- Comprobar el estado del agitador y del sistema de izado. Proceder a la limpieza e inspección del agitador, el cable de alimentación y la cadena, reemplazar eventualmente las piezas dañadas.

Tipo de equipo	Modelo	Proveedor	Frecuencia	Tipo de mantenimiento
Agitador	Amamix C4828/612 UDG	KSB	Anual o 8000 horas	- Medición de la resistencia de aislamiento - Comprobación de los cables eléctricos - Comprobación visual del grillete/cuerda
Agitador	Amamix C4828/612 UDG	KSB	Cada 3 años o Tras 16000 horas de servicio	- Comprobación visual del grillete/cuerda - Comprobación de los sensores - Cambio del líquido lubricante
Agitador	Amamix C4828/612 UDG	KSB	Cada 5 años	- Repaso general



Todas las operaciones de reparación y mantenimiento deben ser efectuadas por personal autorizado con el equipo detenido y bloqueado (Parada de emergencia y consignación en el panel/armario).

Para otras instrucciones y detalles de mantenimiento periódico referirse a los manuales de los proveedores en el anexo 11.4

7.3.3 Canal anóxico y de aireación

La función de este canal es de proporcionar suficiente oxígeno para las bacterias y asegurar una mezcla homogénea del tanque.

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL TOMO I - OPERACIÓN	Rev. 0A
		Fecha 2018-08-23
		Pagina. 125 de 266

Así, su objetivo es de mantener una buena actividad de las bacterias para garantizar la eliminación correcta de la contaminación por carbono y nitrógeno y también evitar la formación de depósitos.

La concentración de lodos activos puede alcanzar entre 2.5 y 4,5 g/l.

En este canal, las reacciones de nitrificación y desnitrificación se realizan mediante la secuenciación de la aireación creando así condiciones fuertemente aireadas para nitrificar y condiciones anóxicas para desnitrificar de forma alternada.

Esta sucesión de fases permite asegurar el tratamiento de la mayor parte del nitrógeno amoniacal presente en las aguas no tratadas y limitar el vertido de nitratos.

La aireación se realiza mediante difusores sumergibles de burbuja fina (de membrana EPDM) dispuestos en parrillas auto-elevables mediante grúa o similar. Las ventajas de la aireación de burbuja fina son numerosas, desde el ahorro de energía a la facilidad de aislamiento, desmontaje o renovación, así como ausencia de producción de aerosoles, calentamiento del licor mezcla y facilitación de las cinéticas de nitrificación y desnitrificación.

Una agitación en continuo del canal de aireación es necesaria para optimizar los intercambios de bacterias / O₂ durante las fases de oxigenación y para evitar toda sedimentación del licor en el tanque durante el periodo de paro de las soplantes. Esta agitación se realiza por medio de agitadores sumergidos que aseguran una potencia global de agitación de 1.5 W/m³ para el canal anular, así como una velocidad mínima en aireación de 30cm/s para garantizar un buen transfer de oxígeno.

Las sondas Redox y de oxígeno se posicionan fuera de la zona aireada para una regulación fina con un transmisor próximo para el control del operador.



Figura 25. Ejemplo de difusor sumergible

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Rev. 0A
	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL	Fecha 2018-08-23
	TOMO I - OPERACIÓN	Pagina. 126 de 266

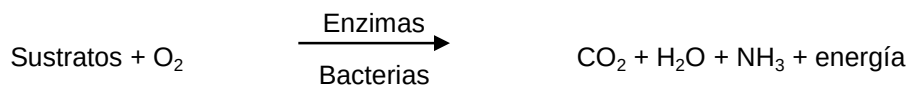
7.3.3.1 Fase aireada

Durante la fase aireada, las bacterias encuentran condiciones favorables para desarrollarse: disponen de oxígeno y de un sustrato carbonoso. La elevada edad del lodo permite también el desarrollo de una biomasa nitrificante. Estos microorganismos responsables de la transformación del nitrógeno orgánico en nitratos tienen una cinética de crecimiento más débil que las bacterias que utilizan el carbono orgánico como sustrato. Para que las bacterias nitrificantes se puedan desarrollar, es necesario brindarles condiciones favorables para su multiplicación, esto es, una mayor oxigenación del medio y un tiempo de permanencia suficiente.

Durante la fase aireada, las reacciones biológicas que se producen son las siguientes:

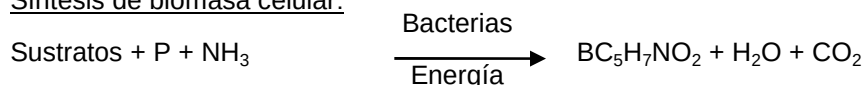
Degradación del sustrato orgánico carbonoso

Las bacterias utilizan la materia orgánica disponible como sustrato. Bajo la acción de las enzimas y en presencia de oxígeno, la reacción proporciona energía y subproductos en forma de dióxido de carbono, agua y amoníaco:



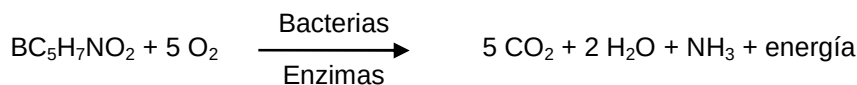
Gracias a esta reacción, las bacterias disponen de una fuente de energía para desarrollarse y multiplicarse mediante la siguiente reacción:

Síntesis de biomasa celular:



Las bacterias utilizan igualmente la biomasa muerta como sustrato energético. Esta reacción, llamada respiración endógena, es consumidora de oxígeno:

Respiración endógena de la biomasa:



La materia orgánica no es el único compuesto que está a disposición de la biomasa. Las bacterias nitrificantes utilizan amoníaco para oxidarlo a nitrato mediante la siguiente reacción de nitrificación:

Nitrificación:



Los nitratos así formados serán utilizados por la biomasa desnitrificante durante la fase anóxica y supondrán un aporte a las necesidades globales de oxígeno en el proceso biológico.

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL TOMO I - OPERACIÓN	Rev. 0A
		Fecha 2018-08-23
		Pagina. 127 de 266

En la zona de aireación el aire es suministrado por soplantes de tipo 'root' cuyo volumen de aire generado es proporcional a la velocidad de rotación. Este tipo de soplante produce aire de buena calidad (desprovisto de aceites y otros contaminantes).

En la 1ª fase del proyecto se han instalado 2 +1 soplantes para cada tanque de aireación que suministran aire mediante colectores separados a cada tanque: 500-AC-INOX-406 para bio A y 500-AC-INOX-407 para bio B.

Los soplantes de reserva están previstos para funcionar en permutación automática.

Los soplantes SO-SO400/401/402/404/405/406 están localizados en un edificio dedicado al lado del edificio de deshidratación de los lodos.

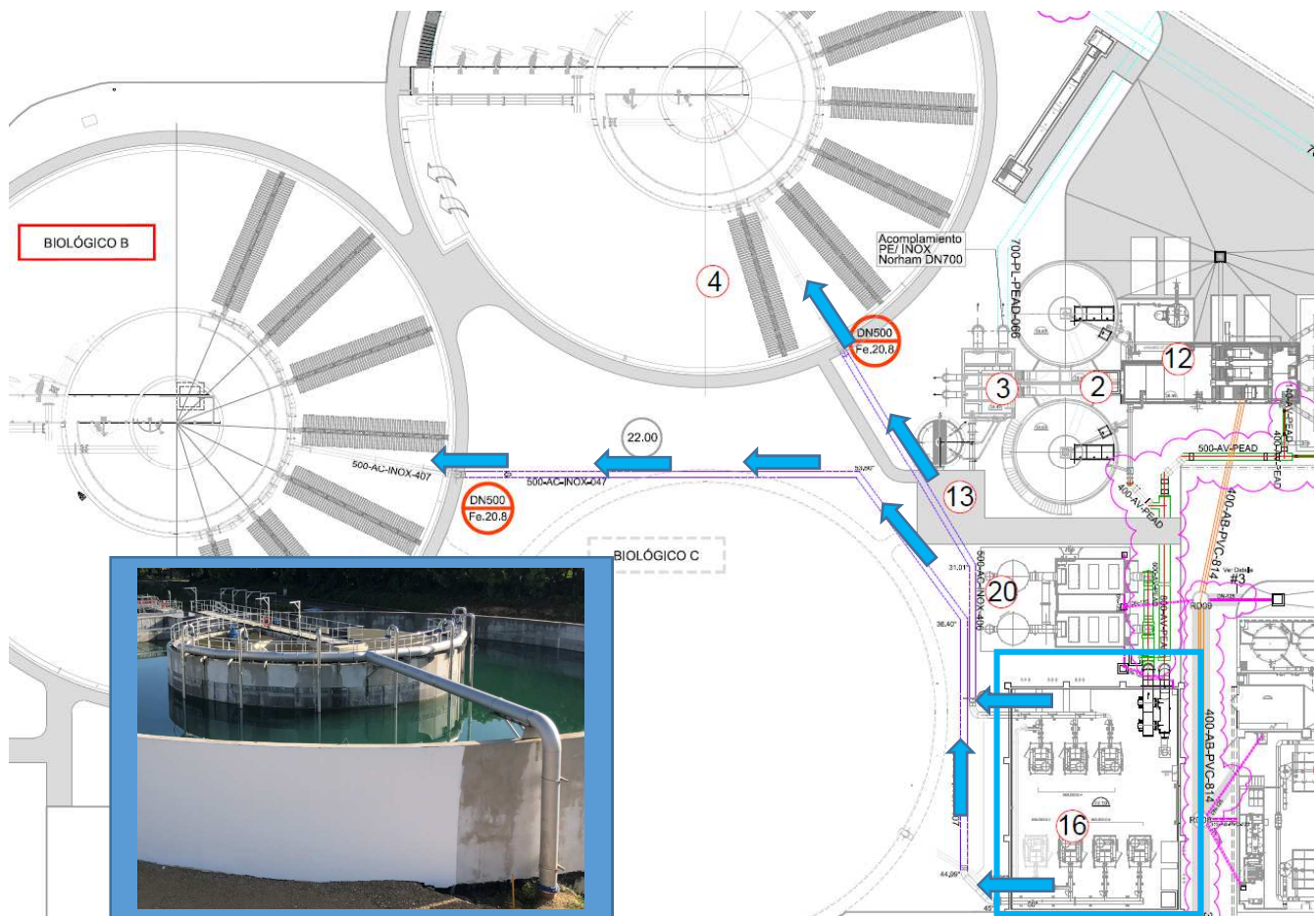


Figura 26. Red de aire desde el edificio de soplantes hacia los tanques biológicos

Los soplantes son muy ruidosas debido a los pulsos generados por los lóbulos en rotación. Por tanto, cada soplante está equipado con su propia carcasa de insonorización y los muros del edificio con un revestimiento acústico. Los soplantes integran su propio dispositivo de ventilación de entrada. El edificio dispone de ventiladores de extracción del calor producido por las máquinas y dispone de una sonda de control de la temperatura ambiente SO-TT416.

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Rev. 0A
	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL	Fecha 2018-08-23
	TOMO I - OPERACIÓN	Pagina. 128 de 266

Las tuberías de impulsión de aire hacia los tanques biológicos disponen también de captor de temperatura interna SO-TT407/413 y de captor de presión SO-PT408/414, ambas localizados en el edificio de soplantes. Además, cada línea tiene un medidor de caudal de aire SO-FIT409/415 instalado al exterior, sobre la parte vertical subiendo a lo largo del muro exterior de cada tanque biológico.

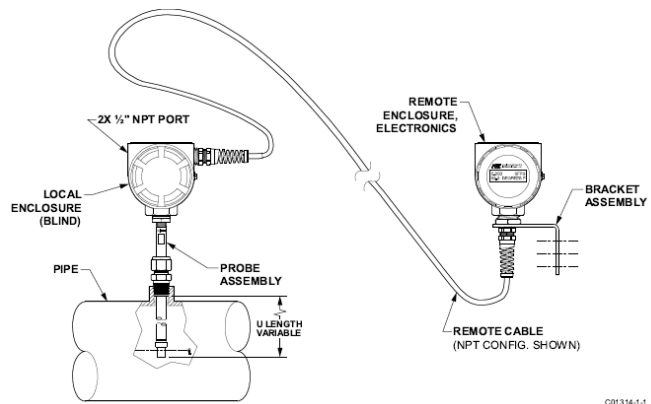


Figura 27. Soplante con carcasa de insonorización y Caudalimetro de aire

El funcionamiento de los soplantes y por tanto las condiciones aeróbicas en cada tanque está controlado y regulado por valores consignados del potencial redox y del oxígeno disuelto medido mediante sondas en los reactores (BI-AIT057/058 – redox // BI-AIT015/019 – O₂). Con ellos se determina la duración de cada proceso biológico.

La regulación del sistema podría resumirse de la siguiente manera:

- Nivel alto - paro de los soplantes: Ausencia de amoníaco en el reactor (nitrificación lograda),
- Nivel bajo – arranque de los soplantes: Ausencia de nitrato en el reactor (la desnitrificación ha finalizado).

La regulación aplicada es un funcionamiento sincopado de la aireación, que tiene en cuenta el ciclo de llegada de la contaminación y permite así una gestión completa de la nitrificación – desnitrificación, optimizando el balance de explotación a través la optimización de la energía consumida.

El oxígeno necesario para las reacciones biológicas se distribuye por medio de parrillas de difusores de burbuja fina instaladas en el fondo del tanque. En la 1ª fase se han instalado entre 7 parrillas de aireación por reactor biológico con un total de 812 difusores. El funcionamiento y los consumos energéticos de las soplantes se optimiza mediante variadores de frecuencia.

La zona aeróbica-anóxica se agita mediante de agitadores lentos sumergidos de 2 palas (tipo 'banana').

La creación de una corriente en este tanque juega un doble papel:

- asegurar una mezcla homogénea de la biomasa con el agua residual a tratar tanto en las fases aireadas como durante las fases anóxicas,

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Rev. 0A
	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL	Fecha 2018-08-23
	TOMO I - OPERACIÓN	Pagina. 129 de 266

- combinada con la aireación, permitir un cizallamiento de las burbujas de aire. Las burbujas creadas de esta forma son muy finas, lo que aumenta fuertemente la transferencia de oxígeno en la fase líquida.

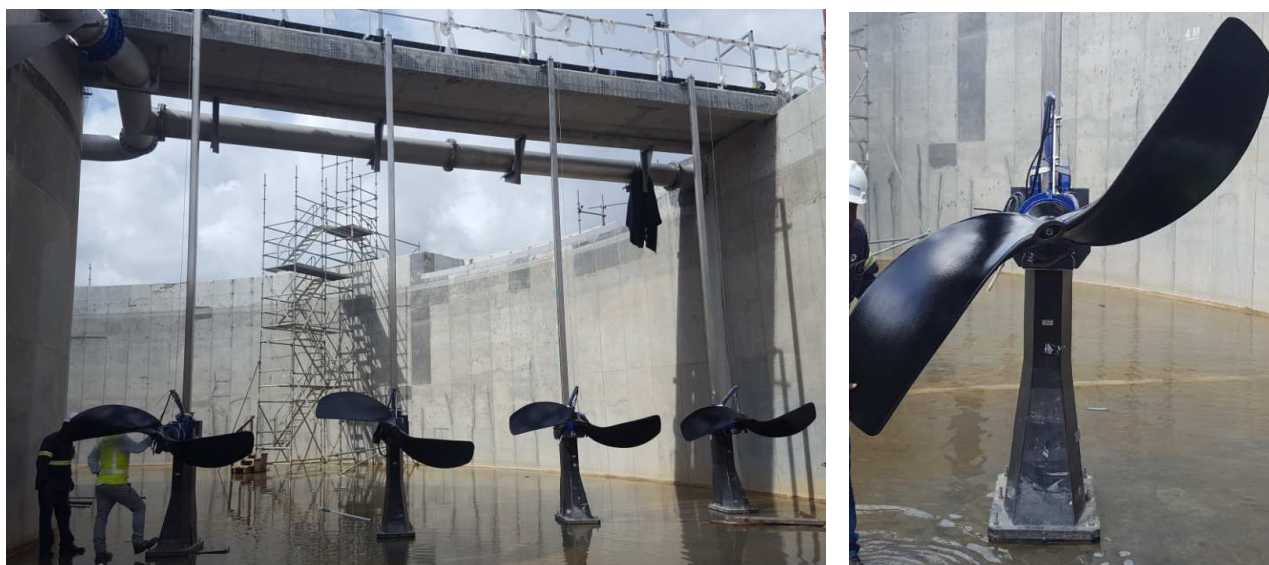


Figura 28. Agitadores lentos tipo banana en el biológico B

Necesidades diarias totales de OD

	Unidades	Valor Diseño	Cálculo 2038	Cálculo 2028
Oxidación carbonosa	KgO ₂ / d		4051,7	3038,8
Respiración endógena	KgO ₂ / d		5011,5	3758,9
Nitrificación	KgO ₂ / d		3534,0	2650,5
Desnitrificación	KgO ₂ / d		-1732,4	-1299,3
Necesidades totales de OD	KgO ₂ / d		10864,9	8148,9
Necesidades de OD en una hora punta	KgO ₂ / h		776,1	582,1
Sistema de aireación		Difusores de burbuja fina		

Necesidades de aireación en reactor biológico

	Unidades	Valor Diseño	Cálculo 2038	Cálculo 2028
Qaire necesario	Nm ³ /h		14787	11090
Capacidad de aireación adoptada	Nm ³ /h	15000,0		
Capacidad unitaria de soplantes instaladas	Nm ³ /h	3370,0		
Número de soplantes instaladas fase 1				(4 + 2)
Número de soplantes instaladas fase 2			(5 + 2)	

Tabla 12 - Necesidades de aireación

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Rev. 0A
	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL	Fecha 2018-08-23
	TOMO I - OPERACIÓN	Pagina. 130 de 266

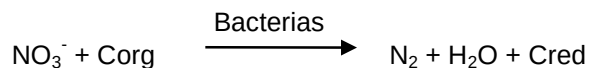
7.3.3.2 Fase anóxica

Esta fase se caracteriza por la ausencia de aireación, lo que conlleva a un medio sin contenido en oxígeno libre dado que el oxígeno residual es consumido.

Sin embargo, los microorganismos disponen de una fuente de oxígeno en forma combinada debido a la presencia de los nitratos formados durante la fase de nitrificación aireada precedente.

Las condiciones de ausencia de oxígeno libre y de presencia simultánea de nitratos y de un sustrato carbonoso, favorecen el desarrollo de microorganismos desnitrificantes. Estas bacterias utilizan el oxígeno de los nitratos como aceptor final de electrones, lo que conduce a la formación de nitrógeno gaseoso (N_2) que se libera a la atmósfera.

La reacción de desnitrificación es la siguiente:



Durante esta fase, el licor mezcla contenido en el tanque se agita constantemente mediante los agitadores lentos de grandes palas (tipo 'banana').

7.3.3.3 Eliminación de fósforo por vía físico-química

Los límites de vertido establecidos para el fósforo van a requerir una eliminación complementaria del mismo por vía físico-química. Se trata de agregar a los lodos activos un reactivo químico que combinado con los fosfatos formará un precipitado. El reactivo previsto es el sulfato de alúmina $(SO_4)_3Al_2$, 14 H_2O en forma líquida.

El sulfato de alúmina se almacena en 3 cubas de 30 m³ P019/020/021 que están dotados de un depósito de retención en hormigón. El depósito está equipado de un sistema de detección de fugas (medida de nivel QU-LIT630).

El sulfato de alúmina se inyecta en la zona aireada de los tanques biológicos por medio de tres bombas dosificadoras QU-BO607/608/609 localizadas en el edificio de químicos al lado de las otras bombas de químicos.

Las tuberías de dosificación (15-SA-MAF-622 para bio A y 15-SA-MAF-625 para bio B) son en PVC flexible transparente de clase A, con refuerzo de fibra de poliéster con la parte enterada instalada en ductos.

Las bombas están de tipo compacta y con membrana.

Dos caudalímetros QU-FIT618 para el bio A y QU-FIT619 para el bio B permiten controlar la inyección de cada reactivo.

Sensores de nivel permiten controlar el nivel de químico en cada cuba de almacén.

Una bomba QU-BO610 permite de cargar las cubas con químico.

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA		Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL TOMO I - OPERACIÓN		Rev. 0A
			Fecha 2018-08-23
			Pagina. 131 de 266

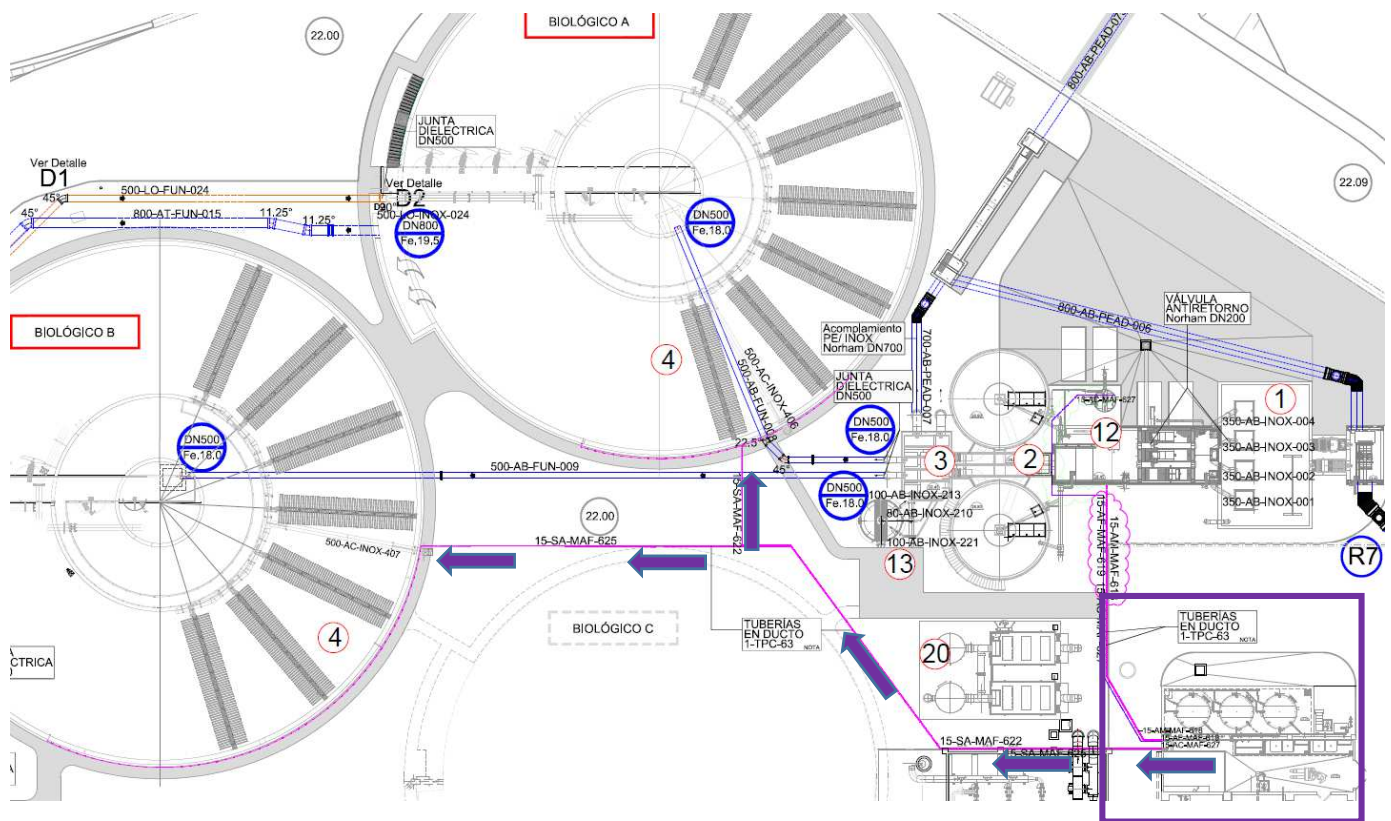
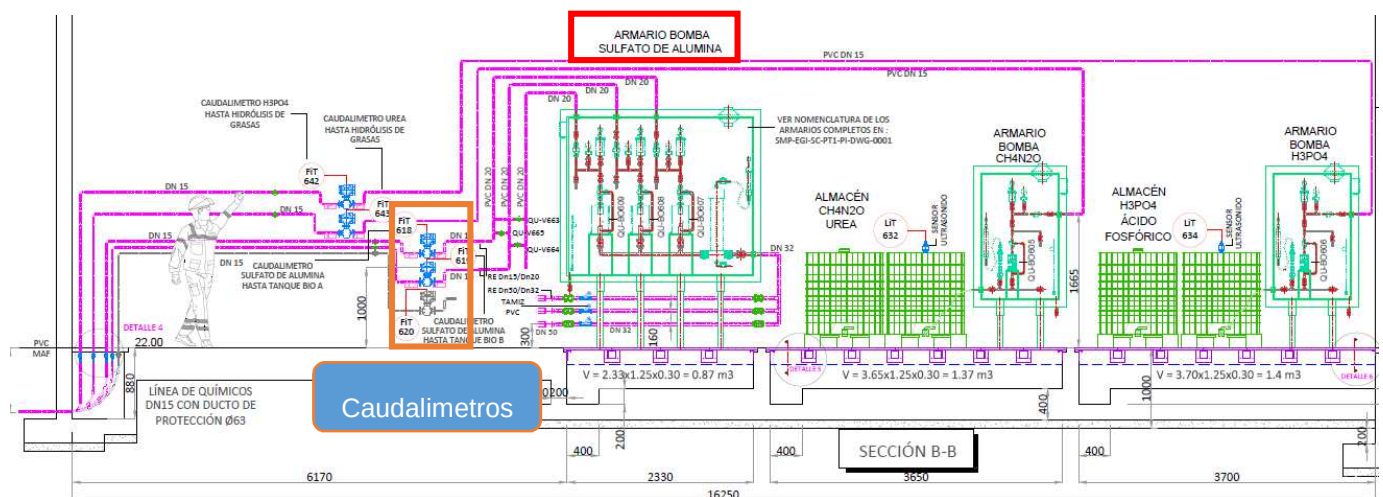
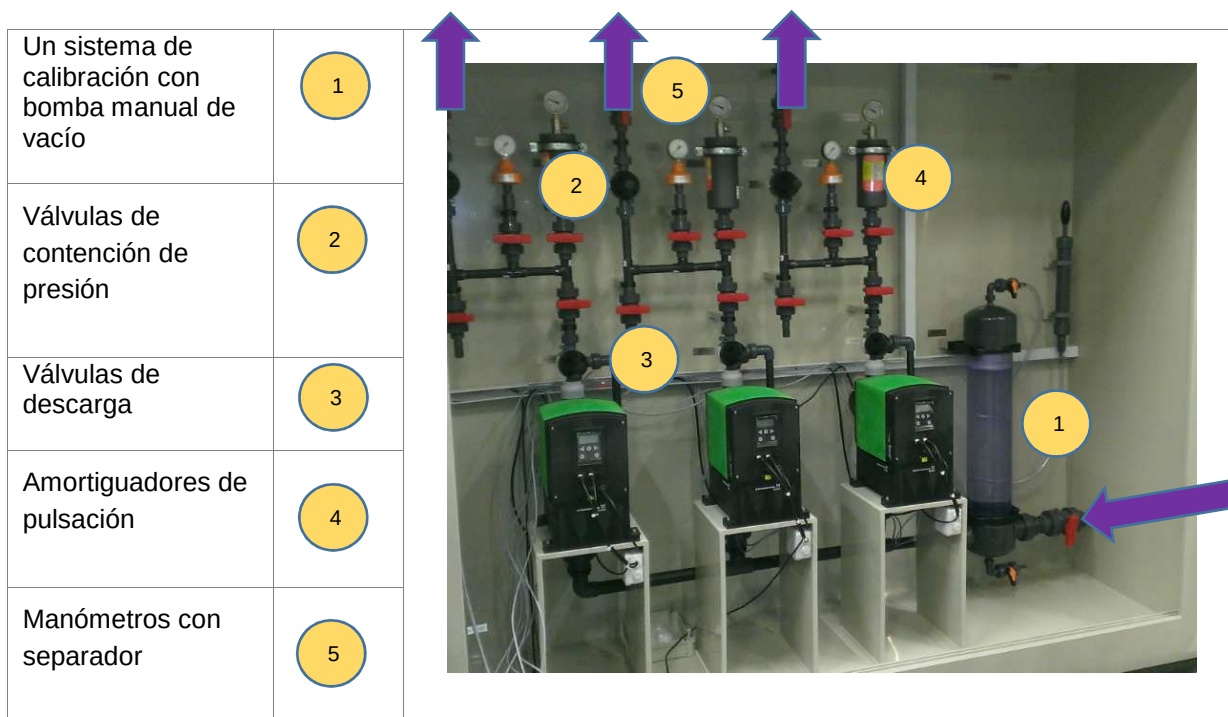


Figura 29. Red de aire desde el edificio de soplantes hacia los tanques biológicos



	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL TOMO I - OPERACIÓN	Rev. 0A
		Fecha 2018-08-23
		Pagina. 132 de 266

Las 3 bombas dosificadoras en el edificio de químicos están instalada al interior de un armario incluyendo:



Los lodos químicos se encuentran en la masa total de lodos que componen el tratamiento biológico y serán extraídos y enviados al tratamiento de lodos conjuntamente.

Para garantizar la seguridad del personal de explotación, se ha colocado una ducha con lava-ojos cerca de los tanques de almacenamiento de producto químico y otra cerca de las bombas (en el edificio de químicos).

	Unidades	Valor Diseño	Cálculo 2038	Cálculo 2028
Producto químico empleado		SULFATO DE ALUMINA		
Consumo diario solución comercial de Sulfato de alúmina 60%	m3		2,7	2,0
Capacidad almacenamiento adoptada	m3		90,0	90,0
Autonomía de almacenamiento	días		33,4	44,5
Nº depósitos		3,0		
Volumen unitario depósitos	m3		30,0	30,0
Bombas instaladas				2 + 1
Caudal por bomba adoptado	L/h		0 - 375	0 - 375

Tabla 13 - Necesidades de sulfato de alúmina

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL	Rev. 0A
	TOMO I - OPERACIÓN	Fecha 2018-08-23
		Pagina. 133 de 266

7.3.3.4 Funcionamiento normal

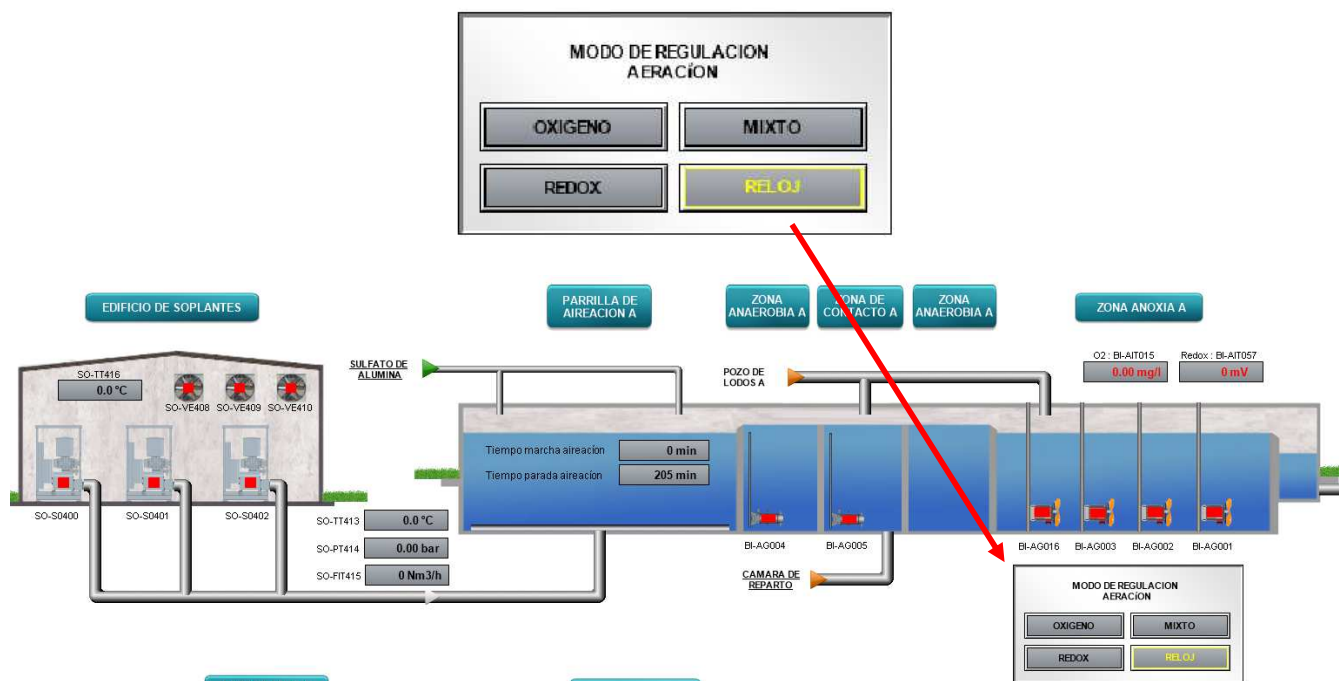
En modo automático (conmutador en posición AUTO sobre el SCADA y selector local sobre el armario AT2 en posición AUTO)

Zona anoxia A/B: Funcionamiento 24h/24 de los agitadores sumergibles tipo “banana” BI-AG01/02/03/16 para el Bio A y AG06/07/08/17 para el Bio B.

Aireación

Líneas A/B: permutación cíclica automática de los soplantes a cada arranque o fallo

En la vista línea A o línea B del SCADA, el operador elige el modo de regulación de la aireación y los soplantes entre 4 modos: O2, REDOX, MIXTO y RELOJ.



Modo MIXTO - Regulación por las sondas O2 y Redox:

MIXTO

Nivel parada O2 modo mixto

0.00 mg/l

Nivel arranque redox modo mixto

0 mV

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL TOMO I - OPERACIÓN	Rev. 0A
		Fecha 2018-08-23
		Pagina. 134 de 266

- umbral bajo Redox: arranque de 2 soplantes (fila A y B) o 1 soplante (fila C). Los soplantes están programados para que arranquen con un desfase de tiempo.
- umbral alto O2: parada de los soplantes

MODO OXIGENO (O2) - Regulación por las sondas O2:

O2

Nivel parada modo O2	0.00 mg/l
Nivel arranque modo O2	0.00 mg/l
Tiempo de anoxia modo O2	0 min

- umbral bajo O2: arranque de 2 soplantes (fila A y B) o 1 soplante (fila C). Los soplantes están programados para que arranquen con un desfase de tiempo.
- umbral alto O2: parada de los soplantes

MODO REDOX - Regulación por las sondas Redox:

REDOX

Nivel parada modo redox	0 mV
Nivel arranque modo redox	0 mV

- umbral bajo Redox: arranque de 2 soplantes (fila A y B) o 1 soplante (fila C). Los soplantes están programados para que arranquen con un desfase.
- umbral alto Redox: parada de los soplantes

MODO RELOJ - Regulación sobre tiempo:

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL TOMO I - OPERACIÓN	Rev. 0A
		Fecha 2018-08-23
		Pagina. 135 de 266

RELOJ

Nombre de soplante modo reloj

0

Frecuencia soplantes modo reloj

0 Hz

Reloj funcionamiento



El operador elige el número de soplantes que pueden arrancar, la frecuencia de funcionamiento y los periodos (6 franjas horarias).

 NOTA - Valores habituales :

- Umbral bajo O₂ : 2 mg/l
- Umbral alto O₂ : 2 mg/l

- Umbral bajo REDOX : -80 mV
- Umbral alto REDOX : + 180 mV



Figura 30. Ejemplo de curva O₂ o REDOX

Parámetros generales

Al respecto de la aireación de los biológicos, el operador puede ajustar también en el SCADA los parámetros generales siguientes – Ver Figura 31 :

Cuando el primero soplante de una línea arranque, funciona para un periodo mínimo de tiempo



Valor habitual: 10 min. Este parámetro es para proteger las bacterias.

El soplante funciona durante este periodo a la frecuencia máxima de 60 Hz.

Después un tiempo dado , y en el caso que él %  del umbral alto (O₂ o REDOX) definido en el modo de regulación seleccionado no está cumplido, arranque del segundo soplante con la frecuencia 

Parada de los soplantes sobre umbral alto O₂ o REDOX

Si no, después un tiempo de marcha máximo , parada de los soplantes.

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL TOMO I - OPERACIÓN	Rev. 0A
		Fecha 2018-08-23
		Página. 136 de 266

Valor habitual: 45 min. Este parámetro es para proteger los soplantes.

Un soplante para un periodo mínimo de tiempo.



Valor habitual: 25 min. Este parámetro es para garantizar un periodo suficiente a la desnitrificación.

Arranque de los soplantes sobre umbral bajo O₂ o REDOX

Si no, después un tiempo de parada máxima



, arranque de los soplantes.

Valor habitual: 40 min. Este parámetro es para proteger las bacterias.

COMÚN BIO A		
Tiempo mínimo de marcha aireación		0 min
Tiempo máximo de marcha aireación		0 min 
Tiempo mínimo de parada aireación		0 min
Tiempo máximo de parada aireación		0 min 
Frecuencia segundo soplante		0 Hz
Tiempo arranque segundo soplante		0 min 
Porcentaje autorización arranque 2 soplante		0 %

Figura 31. Parámetros generales de la aireación del BIO A

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL TOMO I - OPERACIÓN	Rev. 0A
		Fecha 2018-08-23
		Pagina. 137 de 266



Figura 32. Vista del armario AT2 con los selectores y botones del BIO A

En modo automático (conmutador en posición AUTO sobre el SCADA y selector local sobre el armario AT4 en posición AUTO)

Extracción de aire en el edificio de los soplantes : Arranque de los ventiladores de extracción de aire por temperatura elevada en el local y paro por temperatura baja (SO-TT-416).

<u>LOCAL SOPLANTES</u>	
Nivel arranque temperatura ventilador	0.0 °C
Nivel parada temperatura ventilador	0.0 °C
Nivel muy alto temperatura	0.0 °C
Tiempo parada ventilador	0 min
Nivel parada soplane temperatura	0.0 °C
Nivel parada soplane presión	0.0 bar

Figura 33. Parámetros extracción del aire en el edificio de soplantes

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL	Rev. 0A
	TOMO I - OPERACIÓN	Fecha 2018-08-23
		Pagina. 138 de 266

En modo automático (conmutador en posición AUTO sobre el SCADA y selector local sobre el armario AT1 en posición AUTO)

Sulfato de alúmina

La descarga del sulfato de alúmina se realiza por bombeo desde el camión.



La bomba de carga QU-BO610 se pone en marcha manualmente directamente desde el armario AT1 una vez que el operador ha abierto la válvula de carga dedicada a la cuba a llenar: QU-V639/674/675.

Después la selección de la cuba y antes arrancar la bomba, el operador elige en el SCADA la cuba seleccionada al fin de parar la bomba de carga sobre nivel alto de químico dentro de la cuba.



Por razones de seguridad, un operador debe estar presente durante todo el ciclo de descarga.

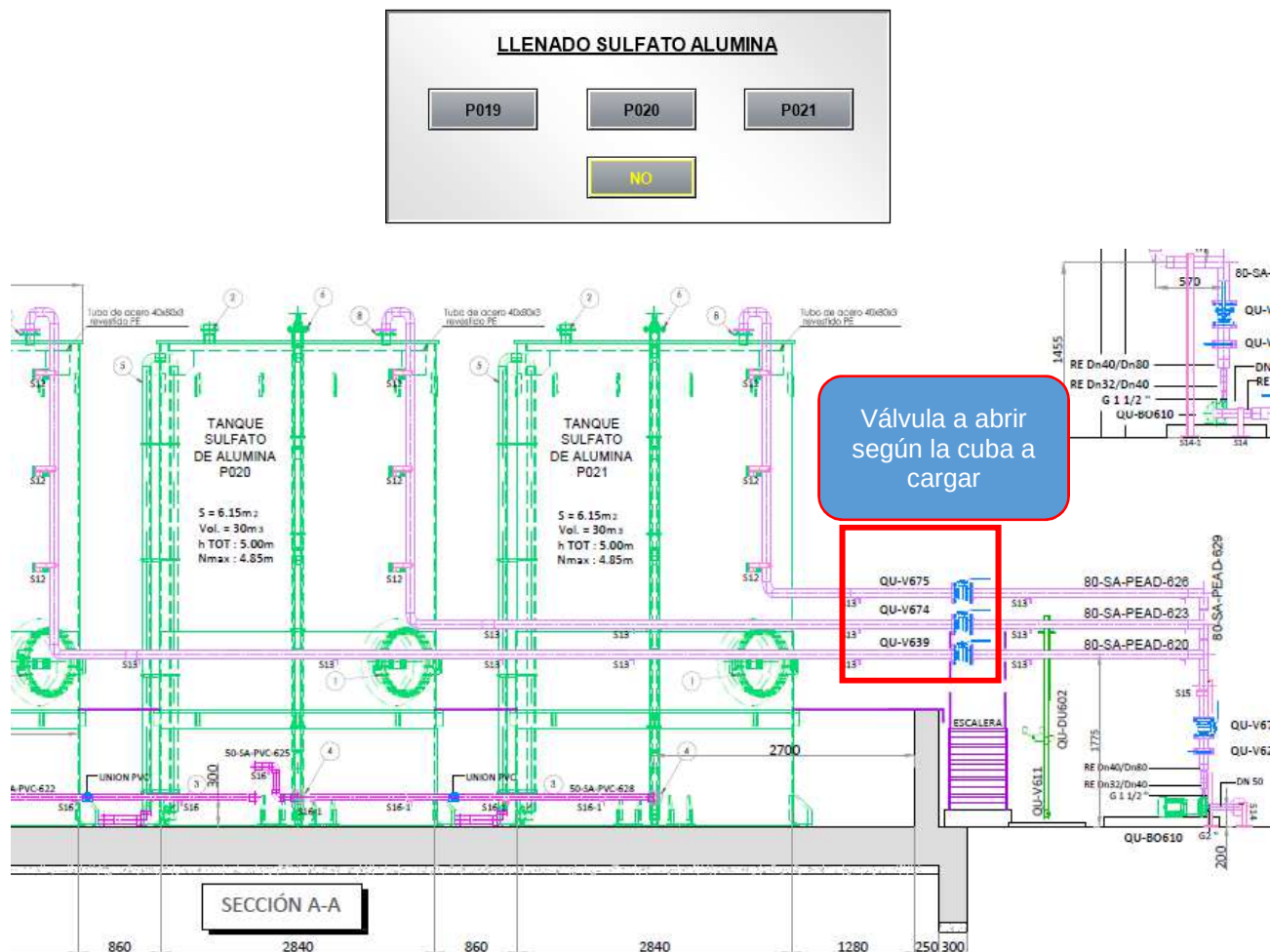


Figura 34. Sistema de carga del sulfato de alúmina

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL TOMO I - OPERACIÓN	Rev. 0A
		Fecha 2018-08-23
		Pagina. 139 de 266



Para el funcionamiento de las bombas de sulfato de alúmina, el operador elige entre un modo reloj o un modo caudal.

En modo reloj, el operador puede elegir 6 franjas horarias de funcionamiento. Si el tiempo de parada es 0, funcionamiento continuo.

En modo caudal, el operador define un tiempo de funcionamiento para cada XX m3 entradas en el tanque biológico.

SULFATO ALUMINA

Sulfato alumina fila A

CAUDAL

RELOJ

Tiempo de marcha bomba sulfato alumina fila A

0 min

Volumen entrada para arranque sulfata alu.

0 m3

Reloj funcionamiento sulfato



Sulfato alumina fila B

CAUDAL

RELOJ

Tiempo de marcha bomba sulfato alumina fila B

0 min

Volumen entrada para arranque sulfata alu.

0 m3

Reloj funcionamiento sulfato



	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Rev. 0A
	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL	Fecha 2018-08-23
	TOMO I - OPERACIÓN	Pagina. 140 de 266

Figura 35. Parámetros dosificación de sulfato alúmina

7.3.3.5 Seguridad

Parada de todos los equipos de una zona por “parada de emergencia” – edificio de soplantes, Reactor biológico, edificio de químicos.

Parada de los agitadores sumergibles en caso de alta temperatura

Parada de los soplantes si umbral muy alto de temperatura en el edificio de Soplantes (SO-TT-416)

Parada de los soplantes si nivel alto de temperatura en la tubería de aire

Parada de los soplantes si nivel alto de presión en la tubería de aire

Parada de los soplantes sobre fallo de temperatura al interior del equipo

Parada de los soplantes y fallo en SCADA si está funcionando y su caudalimetro indica 0 m3/h durante 15 segundos.

En caso de fallo sobre un soplante de las filas A o B: arranque de la 3ro soplante.

En caso de fallo sobre el soplante de la fila C: arranque del 3ro soplante de la línea A o de la línea B.

Parada de la bomba de carga de sulfato de alúmina por nivel alto de las cubas: QU-LSH-615-636 y 639

Paro de las bombas de dosificación en caso de nivel muy bajo dentro de las cubas de almacenamiento: QU-LSLL-

615-636 y 639

Parada de las bombas de dosificación y fallo en SCADA si están funcionando y sus caudalímetros indican 0 m3/h durante 30 segundos.

Alarma de llenado del muro de retención (indica que hay una fuga): QU-LIT-630

Fallo o defecto de sonda:

- si defecto de las sondas O2, cambio de la regulación hacia MODO REDOX
- si defecto de las sondas REDOX, cambio de la regulación hacia MODO O2
- si defecto de las dos sondas O2 y REDOX, cambio de la regulación hacia MODO RELOJ (rangos de aireación a parametrizar)
- si defecto de la sonda de temperatura ambiente del edificio de soplantes (SO-TT-416), arranque de los ventiladores cuando un soplante arranque también. Parada de los ventiladores cuando los soplantes paran también y después un tiempo definido en los parámetros – Ver Figura 33
- si defecto del caudalimetro de aire, control del ascenso del oxígeno en el biológico y parada de los soplantes si no variación durante 5 minutos

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL TOMO I - OPERACIÓN	Rev. 0A
		Fecha 2018-08-23
		Página. 141 de 266

7.3.3.6 Funcionamiento especial

En casos excepcionales (mantenimiento, durante la puesta en marcha) es posible operar localmente los equipos en modo FORZADO desde los armarios AT1, AT2 y AT4. El operador puede elegir la frecuencia de funcionamiento de cada soplante desde la fachada de los variadores localizados en el edificio de soplantes.



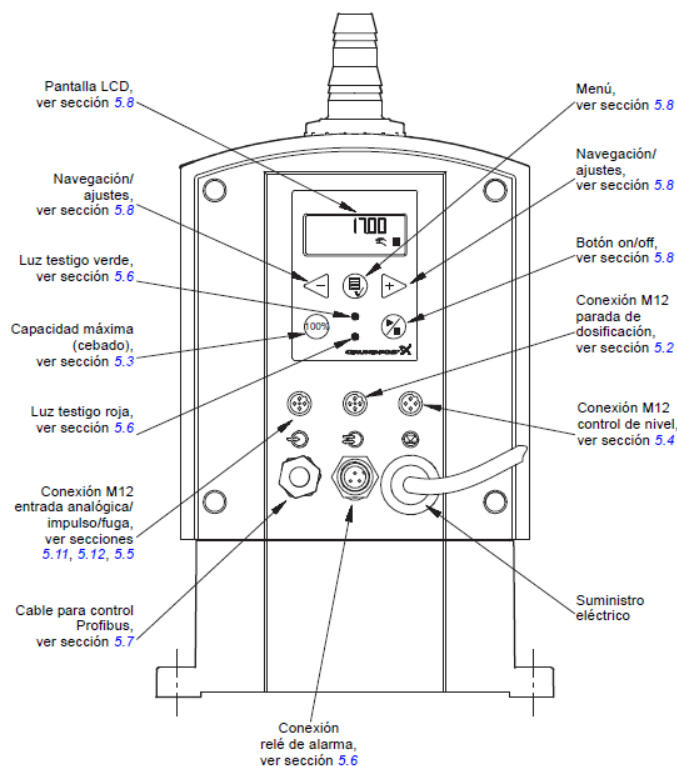
Cuando este funcionamiento es utilizado, el operario debe supervisar estrechamente los valores desplazados sobre los sensores (caudal, presión, temperatura, nivel) o ser en contacto con otro operador presente en la sala de supervisión para evitar todo riesgo de avería sobre el material, de puesto en peligro de otra persona y de fallo del proceso de tratamiento.

Es posible operar localmente las bombas de químicos mediante sus botones localizados encima. La rueda se utiliza para navegar por los menús, seleccionar los ajustes y confirmarlos.



Cuando este funcionamiento es utilizado, el operario debe asegurar que ninguna persona está al mismo tiempo en el tanque biológico a riesgo de crear un accidente.

Además, antes de iniciar una bomba, el operario debe asegurar que ninguna válvula de la línea de dosificación está cerrada para evitar cualquier riesgo de rotura de la tubería y crear un accidente.



	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Rev. 0A
	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL	Fecha 2018-08-23
	TOMO I - OPERACIÓN	Pagina. 142 de 266

Consultar la documentación técnica de las bombas para ver más detalles de funcionamiento al respecto del modo manual.

7.3.3.7 Instrucciones especiales de operación

El operador debe monitorear la concentración de lodos presente en el tanque de aireación, para ajustar el concentración necesaria para una buena descontaminación, y debe ajustar los flujos de recirculación y de extracción de lodos.

Debe llevar a cabo el mantenimiento de las sondas de medición para tener valores de regulación correctos. Debe regular las fases de aireación según la contaminación medida a la salida de la planta y ajustar la fase desnitrificación respetando las fases de síncopa (parada de la aireación).

El operador debe ajustar la dosificación de sulfato de alúmina (bajo supervisión) según la contaminación medida a la salida de la planta.

Debe observar y notar el consumo de sulfato de alúmina durante los recorridos de explotación para anticipar los pedidos de reactivos según los consumos.

Mal funcionamiento:

La degradación significativa de la calidad de la emisión puede ser causada por:

- Falta de aireación (presencia significativa de amoníaco (NH₄), agua turbia, acumulación de lodos) debido a:
 - o una sobrecarga contaminante
 - o una concentración de lodos muy elevada
- Exceso de aireación (presencia de nitratos (NO₃) > 5 mg N-NO₃/l), emisión de flóculos de lodo (desnitrificación)

Seguimiento:

Lectura de los contadores horarios

Una o varias veces por semana, control de emisiones de amoníaco y nitrato en agua depurada mediante pruebas simples y comparador colorimétrico en diferentes días de la semana y alternando mañana y tarde.

Siempre que se observen flóculos de lodos en el clarificador o formaciones anormales de espuma, la prueba de nitrato se llevará a cabo en la salida del tanque de 30 a 60 min después de que se hayan detenido los aireadores.

Cada semana: Verificación del Índice de volumen de lodo (IVL)

Por definición corresponde al volumen ocupado por un gramo de sólidos suspendidos al cabo de 30 minutos de sedimentación. Es un factor muy importante para lo que es el sistema de lodo activado debido a lo siguiente:

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL TOMO I - OPERACIÓN	Rev. 0A
		Fecha 2018-08-23
		Pagina. 143 de 266



La muestra de lodos a hacer para el IVL en el tanque de aeración después mínimo 15 minutos de aeración para asegurar una mezcla homogénea.

IVL < 100: muy buena sedimentación

IVL > 150 ml/g: Riesgo de mala sedimentación – Lodos con problemas (bulking-filamentoso)

Los ajustes deberán ser adaptados de acuerdo con los resultados obtenidos.

Tiempos necesarios:

amoníaco 2 minutos y nitrato 1 minuto

IVL : 30 minutos



NOTA - Valores de diseño:

Concentración de lodos en el tanque de aireación: 5 gSS/l

Concentración de biomasa en el tanque de aireación: 2,8 gSSV/l

Concentración de lodos recirculados: 10 gSS/l

Carga másica Cm: 0,11 kgDBO/kg SSV.d – baja carga

Edad de lodos: 13 días

7.3.3.8 Mantenimiento periódico

Cada día:

Comprobar los tanques biológicos y sacar cualquier cuerpo extranjero del proceso.

Verificar visualmente la distribución de las burbujas finas, una zona sin burbujas puede indicar una obstrucción, una zona con grandes burbujas una rotura de membrana. En caso necesario, se deberá vaciar la obra para inspección y reparación.

Cada semana:

Limpiar el tamiz QU-TA002/003/004 a la aspiración de las bombas de dosificación de sulfato de alúmina.

Comprobar el estado y limpiar los sensores REDOX, O₂, temperatura.

Purgar cada parilla de aireación durante 15 segundos



NOTA:

Si el líquido que sale de la purga está sucio de manera manifiesta, con fango, etc. es probable que la estanqueidad de la parrilla no esté asegurada, es necesario entonces sacar la parrilla para limpiarla. Cambiar o lavar directamente las membranas, cepillar los cuerpos y limpiar el interior de la tubería.

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL TOMO I - OPERACIÓN	Rev. 0A
		Fecha 2018-08-23
		Pagina. 144 de 266

Si una anomalía es detectada durante el funcionamiento de los difusores, es imperativo levantar y extraer la parrilla, efectuar un control de todos los difusores y si un difusor presenta un defecto, es indispensable reemplazarlo por otro



Cada mes:

Purgar la línea de impulsión de aire mientras las válvulas localizadas sobre la red al exterior del edificio de lodos SO-V497 y SO-V495 durante 15 segundos.

Calibración de los sensores REDOX y O2 – Ver manual del suplidor



Para la calibración del sensor O2 : proteja el sensor contra las influencias externas, tales como la luz del sol y el viento.

Cada 3 meses:

Comprobar el estado de los agitadores y del sistema de izaje.

Izar y proceder a la limpieza e inspección de los agitadores, los cables de alimentación y la cadena. Reemplazar eventualmente las piezas dañadas.

Cada año:

Comprobar la corriente de arranque y de funcionamiento de los equipos, si no se encuentra dentro de los límites normales de funcionamiento proceder a una inspección mecánica.

Reemplazar el puente salino del sensor REDOX y llenar la solución.

Otros:

El operador debe asegurar el mantenimiento y la calibración de la instrumentación, siguiendo las directivas de los suministradores respectivos.

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Rev. 0A
	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL	Fecha 2018-08-23
	TOMO I - OPERACIÓN	Pagina. 145 de 266

Tipo de equipo	Modelo	Proveedor	Frecuencia	Tipo de mantenimiento
Captor	Omnigrad M TR10	E&H	Mensual	- Limpieza y calibración del captor según necesidad
Captor	Omnigrad T TST434	E&H	Mensual	- Limpieza y calibración del captor según necesidad
Captor	LIQUIPHANT FTL51C	E&H	Mensual	- Limpieza y calibración del captor según necesidad
Captor	Oxymax COS61D-11P7/0	E&H	Mensual	- Limpieza y calibración del captor según necesidad
Captor	Orbipac CPF82D-7PA11	E&H	Mensual	- Limpieza y calibración del captor según necesidad
Parilla de aire	Aquatube 70	Europelec	Anual	- Comprobar la tornillería - Comprobar el buen estado de las juntas y las bridas - Control visual de los difusores - Cepillar la superficie de los difusores - Quitar los hilos o materiales filamentosos - Realizar de nuevo la prueba de burbujeo
Parilla de aire	Aquatube 70	Europelec	Mantenimiento preventivo	- Una aumentación de la perdida de carga de aproximadamente 25 mbar debe ser la alerta a partir de la cual se deberá diagnosticar la causa y se tomarán medidas rápidas para corregir.
Bombas dosificadoras Sulfato alúmina	DME 375-10	Grundfos	Diario	- Compruebe si la abertura de drenaje presenta fugas de líquido (fig. 1) y si está obstruida o sucia. Si es así, siga las instrucciones descritas en la sección - Compruebe si el cabezal dosificador o las válvulas presentan fugas de líquido. Si la bomba ha funcionado con los tornillos de la cabeza dosificadora mal apretados o dañados, desconéctela inmediatamente del suministro eléctrico. Siga las instrucciones descritas en la sección - Si es necesario, apriete las tuercas de las válvulas y las tapas, o lleve a cabo una inspección
Bombas dosificadoras Sulfato alúmina	DME 375-10	Grundfos	Semanal	- Limpie todas las superficies de la bomba empleando un paño seco y limpio.
Bombas dosificadoras Sulfato alúmina	DME 375-10	Grundfos	Trimestral	- Compruebe los tornillos del cabezal dosificador. Si es necesario, apriete los tornillos del cabezal dosificador a 5,5 N·m (+0,5/0 N·m) empleando una llave dinamométrica. Sustituya inmediatamente los tornillos dañados.
Bombas dosificadoras Sulfato alúmina	DME 375-10	Grundfos	Cada 2 años o 8000 horas de servicio	- Sustituya la membrana y las válvulas
Soplantes	SF 4.43	Ingersoll Rand HIBON	Semanal	- Compruebe el nivel de aceite - Compruebe que el cartucho del filtro de aire

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA		Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL TOMO I - OPERACIÓN		Rev. 0A
			Fecha 2018-08-23
			Página. 146 de 266

				no este obstruido
Soplantes	SF 4.43	Ingersoll Rand HIBON	Cada 2 semanas de uso o 200 horas	- Vacie y cambie el aceite de la bomba después de (Consulte la sección 5.7)
Soplantes	SF 4.43	Ingersoll Rand HIBON	Cada 6 semanas o cada 1000 horas	- Compruebe el estado y la tensión de las correas de transmisión (Consulte la sección 5.5) - Compruebe que no estén bloqueadas las ranuras de ventilación de la carcasa acústica (Visual) - Compruebe la válvula de seguridad (Consulte la sección 5.9)
Soplantes	SF 4.43	Ingersoll Rand HIBON	Bianual	- Si la temperatura de descarga es $> 120^{\circ}\text{C}$, deberá vaciar y cambiar el aceite de la soplante (Consulte la sección 5.7)
Soplantes	SF 4.43	Ingersoll Rand	Anual o 8000 horas	- Lubrique el tensor de la correa de transmisión (S/O) - Compruebe el desgaste de las poleas motrices (Visual) - Vacie y cambie el aceite de la soplante (Consulte la sección 5.7)
Soplantes	SF 4.43	Ingersoll Rand	Anual	- Cambie los cartuchos de filtro (Consulte la sección 5.8) - Examine la válvula de retención (Consulte la sección 5.10) - Cambie las correas de transmisión (Consulte la sección 5.5) - Examine el aislamiento acústico (Consulte la sección 5.11)
Agitador Amaprop	Amaprop V37-2200/34 URG	KSB	Anual o 8000 horas	- Medición de la resistencia de aislamiento - Comprobación de los cables eléctricos - Comprobación visual del grillete/cuerda
Agitador Amaprop	Amaprop V37-2200/34 URG	KSB	Cada 3 años o Tras 16000 horas de servicio	- Comprobación visual del grillete/cuerda - Comprobación de los sensores - Cambio del líquido lubricante
Agitador Amaprop	Amaprop V37-2200/34 URG	KSB	Cada 5 años	- Repaso general



Todas las operaciones de reparación y mantenimiento deben ser efectuadas por personal autorizado con el equipo detenido y bloqueado (Parada de emergencia y consignación en el panel/armario).

Para otras instrucciones y detalles de mantenimiento periódico referirse a los manuales de los proveedores en el anexo 11.4



NOTA: Equipamiento para mantenimiento

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Rev. 0A
	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL	Fecha 2018-08-23
	TOMO I - OPERACIÓN	Pagina. 147 de 266

Existen polipastos fijados para los agitadores sumergibles para una elevación mediante cadena y barra guía.

El mantenimiento de los soplantes puede necesitar el uso de gatos hidráulicos, rodillos transportador y carretilla.

El mantenimiento de las parillas de aireación en altura se realiza mediante una grúa móvil y una viga, a través de un sistema de guías.



	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Rev. 0A
	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL	Fecha 2018-08-23
	TOMO I - OPERACIÓN	Pagina. 148 de 266

7.4 Desaireación



7.4.1 Generalidades

Desde los reactores biológicos los lodos activos están enviadas hacia un sistema de desaireación antes de llegar por gravedad los clarificadores.

El objetivo de la desaireación es eliminar las burbujas de aire contenidas en el licor mezcla proveniente de los tanques de aireación mediante el fenómeno de flotación para evitar posibles fenómenos de flotación de fangos en los clarificadores finales y una degradación del tratamiento.

Se han previsto 3 canales de desgasificación (1 por línea) dimensionados para una carga hidráulica máxima de $80 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{h}$ y un tiempo de contacto mínimo de 3 a 5 minutos para permitir el ascenso de las pequeñas burbujas de gas atrapadas en los floculos.

Mediante válvulas murales entre ellos, los desgasificadores A/B/C se pueden interconectar para facilitar la flexibilidad de funcionamiento de los reactores biológicos. Con válvulas murales también a sus salidas, los clarificadores pueden ser aislados.

Las sustancias flotantes acumuladas en la superficie están colectadas mediante un puente rascador superficial, recuperadas en una canaleta y después se dirigen hacia una fosa de almacenamiento de flotantes P005. Dos bombas TL-BO010/011 (1+1 bombas de $15 \text{ m}^3/\text{h}$) con sensor y boyas de nivel aseguran el traspaso de los flotantes hacia el tratamiento de lodos. Se prevé un sistema de aspersión de agua industrial sobre el pozo de flotantes para fluidificar los flotantes y evitar la formación de espuma.

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA		Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL		Rev. 0A
	TOMO I - OPERACIÓN		Fecha 2018-08-23
			Pagina. 149 de 266

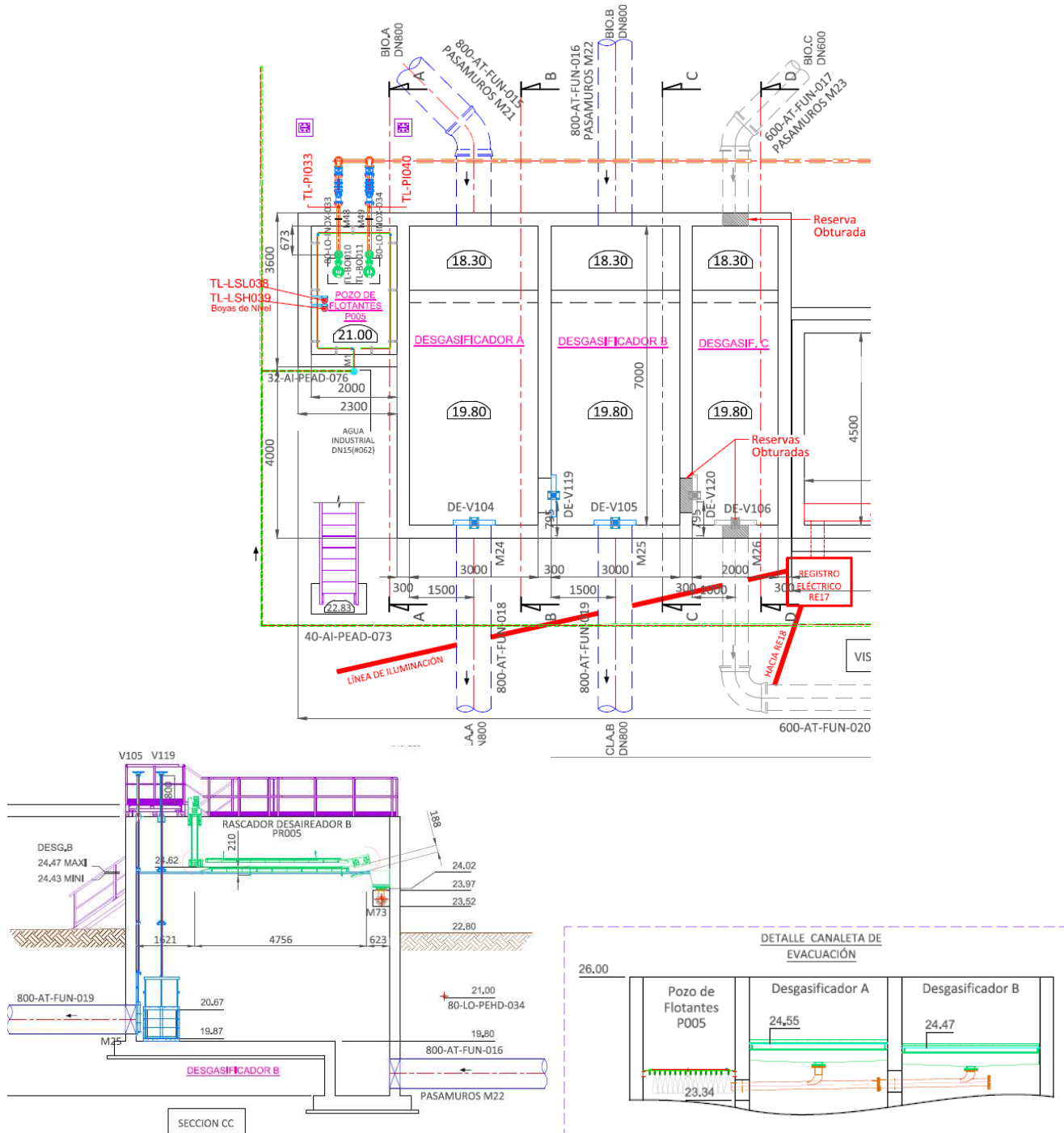


Figura 36. Extractos de los planos mecánicos del desgasificador

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL TOMO I - OPERACIÓN	Rev. 0A
		Fecha 2018-08-23
		Página. 150 de 266

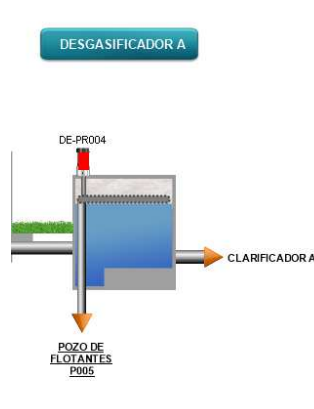
	Unidades	Valor Diseño	Cálculo 2038	Cálculo 2028
Caudal de paso	m3/h		3860,9	2895,7
Desaireación separada (A-B): FASE I				
Número de tanques		2,0		
Dimensiones adoptadas: longitud	m	7,0		
Dimensiones adoptadas: anchura	m	3,0		
Calado adoptado	m	4,5		
TRH	min		3,9	5,2
Línea adicional (C): FASE II				
Número de tanques		1,0		
Dimensiones adoptadas: longitud	m	7,0		
Dimensiones adoptadas: anchura	m	2,0		
Calado adoptado	m	4,5		
TRH	min		3,9	5,2

Tabla 14 - Tiempo de retención hidráulico de los desgasificadores

7.4.2 Funcionamiento normal

En modo automático (conmutador en posición AUTO sobre el SCADA y selector local sobre el armario AT2 en posición AUTO):

Puente rascador DE-PR004/005/006: Funcionamiento 24h/24 - el operador puede elegir 6 franjas horarias de funcionamiento. Si el tiempo de parada es 0, funcionamiento continuo.



La regulación de las bombas del pozo de flotantes P005 TL-BO010 y TL-BO011 (1 normal + 1 reserva) se hacen mediante el sensor de nivel TL-LIT037:

- Detección Nivel alto (TL-LIT-037-LSH): arranque de la bomba
- Detección Nivel bajo (TL-LIT-037-LSL): parada de la bomba y del agitador

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL TOMO I - OPERACIÓN	Rev. 0A
		Fecha 2018-08-23
		Pagina. 151 de 266

- Una permutación cíclica automática de las 2 bombas a cada arranque o fallo reduce el número medio de arranques por hora.

La válvula eléctrica CL-VO96 del sistema de aspersión de agua industrial sobre el pozo de flotantes se abre también franja de tiempo definida en el SCADA.

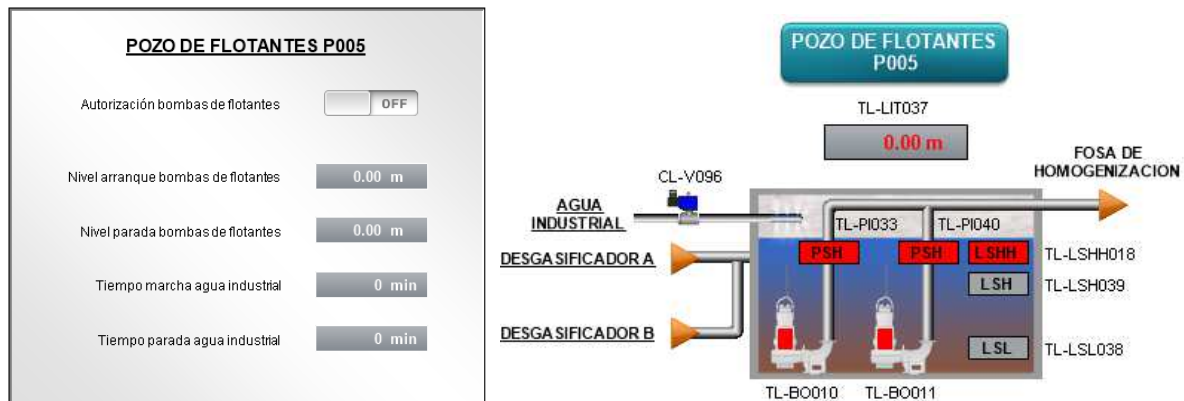


Figura 37. Vistas y parámetros del pozo de flotantes P005

7.4.3 Seguridad

Parada por “Parada de emergencia” en la zona.

Parada sobre limitado de par del puente raspador.

Parada de los puentes rascadores si nivel muy alto dentro del pozo de flotantes P005 (Boya de nivel muy alto TL-LSHH-018) y alarma.

Parada de las bombas si nivel bajo dentro pozo de flotantes P005 (Boya de nivel bajo TL-LSL-038) y alarma.

Parada de las bombas si nivel alto muy alto dentro de la fosa de homogeneización (Boya de nivel muy alto TL-LSHH-232).

En caso de fallo al arrancar una de las bombas: arranque de la 2ª bomba de reserva.

Parada de bomba cuando se detecta la presión TL-PI 033/040.

7.4.4 Funcionamiento especial

En caso de fallo de la sonda de nivel ultrasónico TL-LIT-037 en el pozo de flotantes P005, arranque de la bomba por medio de las boyas de nivel:

- TL-LSH039: arranque de bomba.
- TL-LSL038: parada de la bomba.

En casos excepcionales (mantenimiento, durante la puesta en marcha) es posible operar localmente los equipos **en modo FORZADO** desde el armario AT2 localizada entre la recirculación y los desgaseificadores. El operador puede iniciar y parar los equipos.

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL TOMO I - OPERACIÓN	Rev. 0A
		Fecha 2018-08-23
		Página. 152 de 266



Cuando este funcionamiento es utilizado, el operario debe supervisar estrechamente el nivel del pozo de flotantes P005 para evitar el funcionamiento de las bombas a seco y también el caudal y la presión.

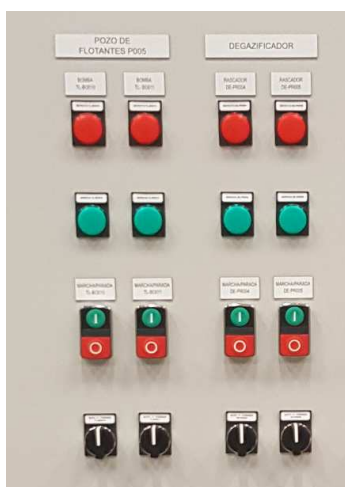


Figura 38. Botones del AT2 para operación manual del pozo P005 y los degasificadores

7.4.5 Instrucciones especiales

El operador evitará la acumulación excesiva de flotantes en el pozo para evitar la fermentación.

Como estos flotantes están eliminados para la deshidratación, tendrán que ser removido continuamente hacia la línea de lodos para evitar fluctuaciones importantes en la regulación de la mesa de goteo y el filtro de banda.

La aspersión debe ser arreglada para evitar el endurecimiento de los flotantes.

7.4.6 Mantenimiento periódico

Cada día:

que nada impide el funcionamiento del puente raspador.

Cada semana:

Verificar el punto de funcionamiento de cada bomba (par caudal – presión) mediante el manómetro local y el caudalímetro en línea. Si no se encuentra dentro de la curva normal de funcionamiento o en caso de un sonido anormal proceder a una inspección mecánica de las bombas.

Limpiar las boyas de niveles.

Mantener el raspador superficial y la tolva de recogida de flotantes libres de residuos y de algas.

Cada mes:

Limpiar las paredes de los degasificadores y del pozo de flotantes P005. Ajustar la frecuencia de limpieza según las necesidades.

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Rev. 0A
	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL	Fecha 2018-08-23
	TOMO I - OPERACIÓN	Página. 153 de 266

Comprobar la corriente de arranque y de funcionamiento de las bombas, si no se encuentra dentro de los límites normales de funcionamiento proceder a una inspección mecánica.

Raspadores : Comprobar la tensión de las cadenas, lubricar si necesario las poelas y comprobar el nivel de aceite del motoreductor.

Cada 3 meses:

Comprobar el estado de las bombas y del sistema de izaje.

Izar y proceder a la limpieza e inspección de las bombas, los cables y la cadena. Reemplazar eventualmente las piezas dañadas.

Cada año:

Vaciado de los tanques para la limpieza.

Otros:

El operador debe asegurar el mantenimiento y la calibración de la instrumentación, siguiendo las directivas de los suministradores respectivos.

Tipo de equipo	Modelo	Proveedor	Frecuencia	Tipo de mantenimiento
Sensor de nivel	S FDU 91	E&H	Mensual	- Limpieza del captor según necesidad
Boyas de nivel		E&H	Semanal	- Limpieza
Bombas pozo P005	Amarex NF 65-220/004ULG-135	KSB	Anual o 4000 horas	- Medición de la resistencia de aislamiento - Comprobación de los cables de conexión - Comprobación visual de la cadena de izaje - Comprobación de los sensores - Cambio de líquido lubricante - Control de estado de los cojinetes
Bombas pozo P005	Amarex NF 65-220/004ULG-135	KSB	Cada 5 años	- Repaso general
Desgasificador	N/A	Fornes	semanal	Control visual de la lubricación y de la tensión de la cadena. Si es necesario, lubricar.
Puente rotativo	Motor	Fornes	6 meses	- Control visual - Engrase - Verificación del nivel de lubricante - Verificación de los sonidos de funcionamiento - Reemplazo del dispositivo de engrase automático
Puente rotativo	Motor	Fornes	2 años o 10 000 horas de trabajo	- Vaciado del lubricante usado por aspiración - Llenado con lubricante - Limpieza del tornillo del orificio de ventilación - Reemplazo de las anillas de estanqueidad si necesario
Puente rotativo	Motor	Fornes	4 años o	- Engrase de los cojinetes en el reductor

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL TOMO I - OPERACIÓN	Rev. 0A
		Fecha 2018-08-23
		Pagina. 154 de 266

			20 000 horas de trabajo	
--	--	--	-------------------------------	--



Todas las operaciones de reparación y mantenimiento deben ser efectuadas por personal autorizado con el equipo detenido y bloqueado (Parada de emergencia y consignación en el panel/armario).

Para otras instrucciones y detalles de mantenimiento periódico referirse a los manuales de los proveedores en el anexo 11.4



Figura 39. Fotos del pozo de flotantes P005 y del sistema de aspersión



	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL TOMO I - OPERACIÓN	Rev. 0A
		Fecha 2018-08-23
		Pagina. 155 de 266

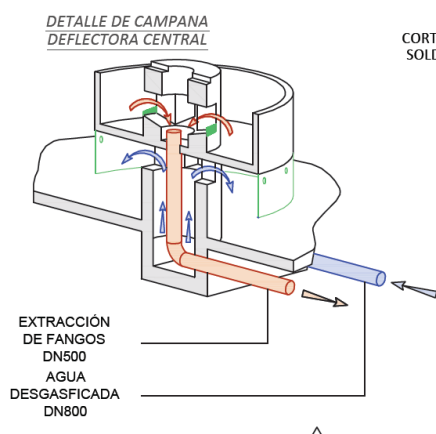
7.5 Clarificadores



7.5.1 Generalidades

La separación entre la fase sólida (lodos activos) y la fase líquida (agua tratada) se efectúa en clarificadores - velocidad ascensional máxima de 0,5 m/h.

El licor mezcla proveniente del desgasificador llega a cada clarificador por medio de un colector que desemboca en una campana deflectora (el “clifford”) instalada en su centro geométrico. Para facilitar el acceso y las labores de limpieza y mantenimiento, sobre el clarificador se dispondrá de una pasarela con barandilla.



Los clarificadores, contruidos en hormigón armado, son de tipo circular $\varnothing$ 43 metros con puente radial, succión de lodos sedimentados y sistema de recuperación de flotantes.

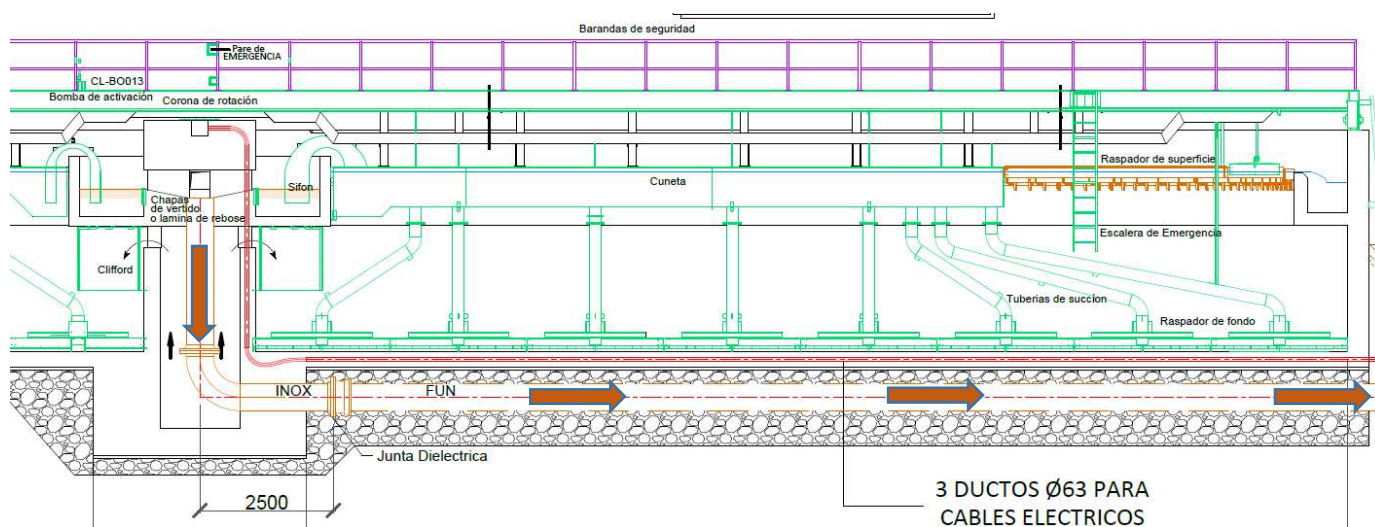
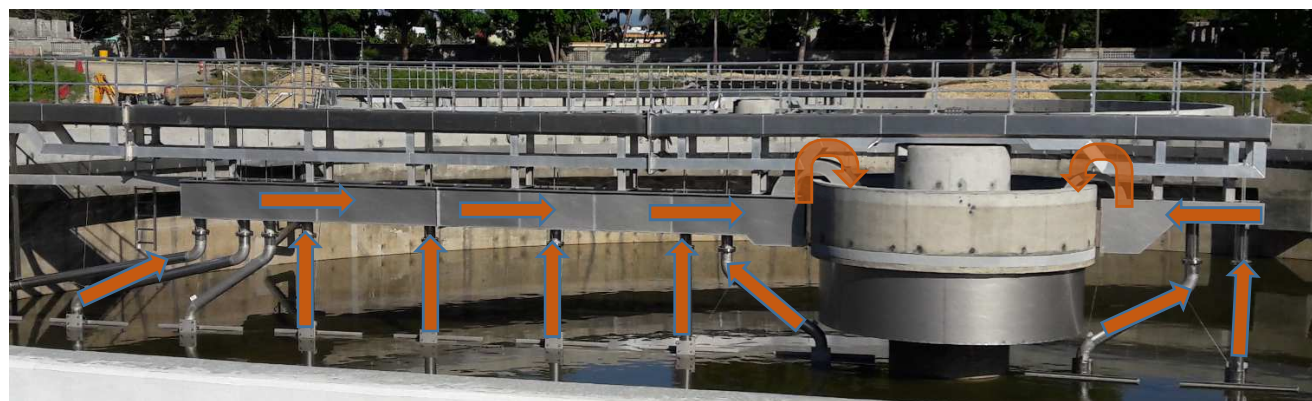
La succión de lodos tiene como finalidad limitar el tiempo de permanencia de los mismos en el clarificador para evitar cualquier levantamiento a la superficie. Un tiempo demasiado largo causa la fermentación de los lodos y crea el riesgo de una acumulación de gas N_2 en los lodos decantados siguiente el proceso de desnitrificación al interior del clarificador. Ambas causan que los lodos suban y se van con el agua clarificada.

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL	Rev. 0A
	TOMO I - OPERACIÓN	Fecha 2018-08-23
		Pagina. 156 de 266

Un sumidero central de lodos permite la recirculación de los lodos a los tanques de recirculación. La succión de 1 000 m³/h se activa generando un vacío en el sifón central mediante una bomba de vacío localizada sobre el puente móvil.

El lodo es recogido en un canal bajo la pasarela antes de ser introducido por el sifón en el canal de descarga central directamente conectado con el tanque de recirculación. La extracción de lodos es continua y asegura un tiempo de retención mínimo de los lodos en el fondo de los clarificadores.

 **NOTA:** El clarificador no es un concentrador de lodos : no se permite ningún almacén de lodos.



	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL TOMO I - OPERACIÓN	Rev. 0A
		Fecha 2018-08-23
		Pagina. 157 de 266

La distribución del licor mezcla en los clarificadores y la succión de lodos del fondo se realiza sin perturbar la sedimentación del lodo en los tanques.

Las aguas clarificadas son vertidas a un canal periférico a través de un vertedero triangular con chapa deflectora perimetral y se unen para dirigirse al depósito de agua tratada previo paso o no por un tratamiento terciario.



Los flotantes se recuperan en superficie de los tanques por rascado automático y se envían hacia un pozo de flotantes común P006. Desde allí junto con los flotantes de la desaireación y al igual que los lodos en exceso serán enviados hacia la fosa de homogenización y el tratamiento de lodos.

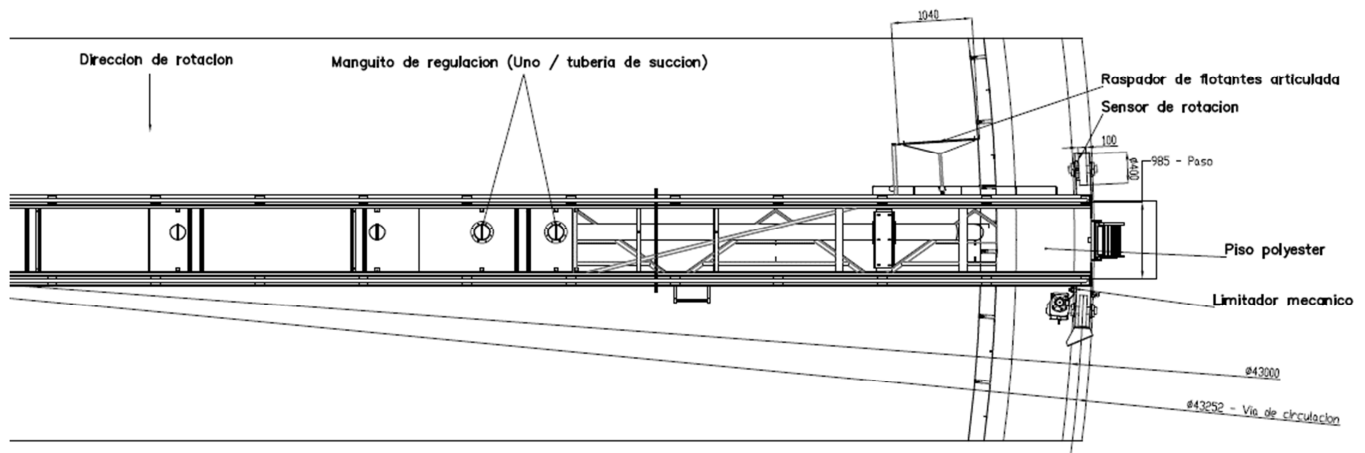


Figura 40. Canal de salida del agua clarificada, vertedero triangular, chapa deflectora y tolva de recogida de flotantes

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Rev. 0A
	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES	Fecha 2018-08-23
	SAN CRISTÓBAL TOMO I - OPERACIÓN	Pagina. 158 de 266

Cada uno de los clarificadores está equipado con un medidor del manto de lodos CL-AIT041/042 para calcular las necesidades de recirculación y de extracción de lodos hacia el tratamiento de lodos. Esto contribuye a una mayor eficiencia del tratamiento biológico.

El puente de succión funciona continuamente, 24 horas al día.

	Unidades	Valor Diseño	Cálculo 2028
Número de decantadores fase 1			2,0
Número de decantadores fase 2		3,0	
Calado adoptado	m	3,5	
Diámetro unitario adoptado fase 1	m		43,0
Diámetro unitario adoptado fase 2	m		36,0
Resguardo (m.):	m	0,3	
Altura recta (m.):	m		3,8
Superficie unitaria decantación fase 1	m2		1452,2
Superficie unitaria decantación fase 2	m2		1017,9
Volumen unitario decantación fase 1	m3		5082,7
Volumen unitario decantación fase 2	m3		3562,6
Velocidad ascensional a Qmedio	m/h		0,3
Velocidad ascensional a Qpunta	m/h		0,5

Rendimientos de eliminación de contaminantes

	Unidad	Referencia	Valor Diseño
DBO5	%	75 - 95	87
DQO	%	80 - 95	75
SS	%	75 - 90	86
NTK	%	(10 - 30)	77
N-NH4	%	0	85
P total	%	40 - 80	86
COLIS FECALES	%	90 - 99	95

Contaminación en el efluente tratado

	Unidad	Valor Diseño Calculo
DBO5	mg/L	33
DQO	mg/L	125
SS	mg/L	34
NTK	mg/L	10
N-NH4	mg/L	5
P total	mg/L	2
COLIS FECALES	CF/100 mL	2,62,E+07

Tabla 15 - Valores de diseño de los clarificadores

7.5.2 Funcionamiento normal

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL TOMO I - OPERACIÓN	Rev. 0A
		Fecha 2018-08-23
		Pagina. 159 de 266

En modo automático (conmutador en posición AUTO sobre el SCADA y selector local sobre el armario AT3 en posición AUTO):

Puente radial con rascador CL-PS001/002/003: Funcionamiento 24h/24.

La regulación de la extracción de lodos se hace mediante el medidor de profundidad del manto de lodos CL-AIT041/042/043:

- Detección Nivel alto (CL-AIT-041/042/043-LSH): arranque de la bomba
- Detección Nivel bajo (CL-AIT-041/042/043-LSL): parada de la bomba

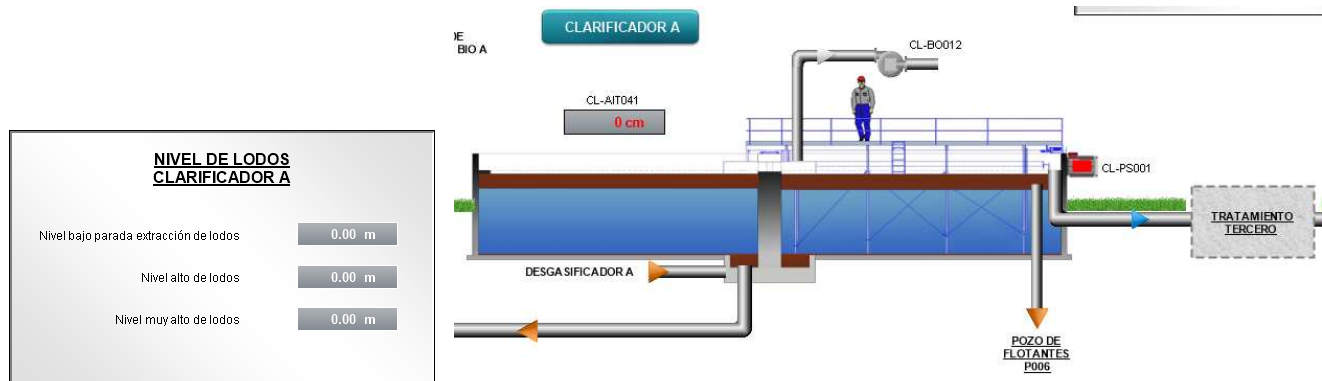


Figura 41. Vistas y parametros del clarificador

La regulación de las bombas del pozo de flotantes P006 TL-BO015 y TL-BO016 (1 normal + 1 reserva) se hacen mediante el sensor de nivel TL-LIT047:

- Detección Nivel alto (TL-LIT-047-LSH): arranque de la bomba
- Detección Nivel bajo (TL-LIT-047-LSL): parada de la bomba y del agitador
- Una permutación cíclica automática de las 2 bombas a cada arranque o fallo reduce el número medio de arranques por hora.

La válvula eléctrica CL-VO97 del sistema de aspersión de agua industrial sobre el pozo de flotantes se abre según también franja de tiempo definida en el SCADA.

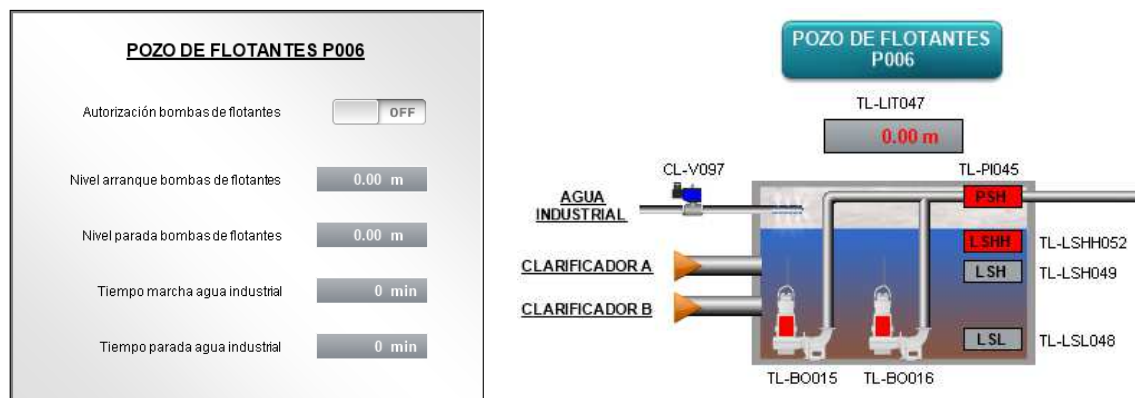
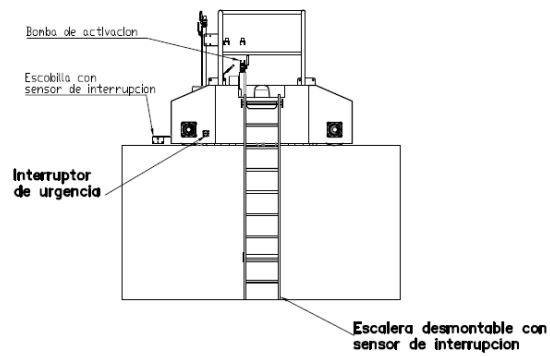


Figura 42. Vistas y parametros del pozo de flotantes P006

7.5.3 Seguridad

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL TOMO I - OPERACIÓN	Rev. 0A
		Fecha 2018-08-23
		Pagina. 160 de 266

Parada por “Parada de emergencia” en la zona y sobre los puentes radial.



Parada sobre limitado de par del puente raspador.

Parada sobre fallo del detector de rotación del puente raspador.

Parada sobre sensor de interrupción (obstáculo) delante de la rueda del puente raspador.

Parada sobre sensor de detección de la escalera de acceso del puente raspador

Parada de las bombas si nivel bajo dentro pozo de flotantes P006 (Boya de nivel bajo TL-LSL-048) y alarma.

Parada de las bombas si nivel alto muy alto dentro de la fosa de homogeneización (Boya de nivel muy alto TL-LSHH-232).

En caso de fallo al arrancar una de las bombas: arranque de la 2ª bomba de reserva.

Parada de bomba cuando se detecta la presión TL-PI 045.



	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Rev. 0A
	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL	Fecha 2018-08-23
	TOMO I - OPERACIÓN	Pagina. 161 de 266

7.5.4 Funcionamiento especial

El funcionamiento de la bomba de vacío es manual mediante un interruptor y eso necesita también la conexión de la bomba a la toma de potencia localiza sobre el puente radial.



Figura 43. Interruptor y toma para la bomba de vacío

En caso de fallo de la sonda de nivel ultrasónico TL-LIT-047 en el pozo de flotantes P006, arranque de la bomba por medio de las boyas de nivel:

- TL-LSH049: arranque de bomba.
- TL-LSL048: parada de la bomba.

En casos excepcionales (mantenimiento, durante la puesta en marcha) es posible operar localmente los equipos **en modo FORZADO** desde el armario AT3 localizada en el tratamiento tercero. El operador puede iniciar y parar los equipos.



Cuando este funcionamiento es utilizado, el operario debe supervisar estrechamente el nivel del pozo de flotantes P006 para evitar el funcionamiento de las bombas a seco y también el caudal y la presión.

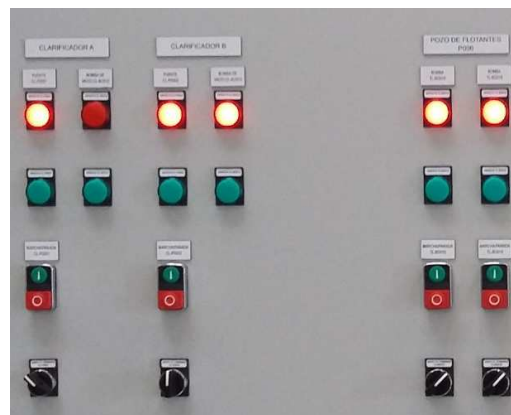


Figura 44. Botones del AT3 para operación manual del pozo P006 y los clarificadores

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Rev. 0A
	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL	Fecha 2018-08-23
	TOMO I - OPERACIÓN	Pagina. 162 de 266

7.5.5 Instrucciones especiales

El operador evitará la acumulación excesiva de flotantes en el pozo para evitar la fermentación.

Como estos flotantes están eliminados para la deshidratación, tendrán que ser removido continuamente hacia la línea de lodos para evitar fluctuaciones importantes en la regulación de la mesa de goteo y el filtro de banda.

La aspersión dentro el pozo debe ser arreglada para evitar el endurecimiento de los flotantes.

Mal funcionamiento:

La decantación de lodos puede verse significativamente perturbada por:

- Sobrecarga hidráulica (velocidad máxima ascensional: 0,6 m.h)
- Falla de recirculación (hinchariento de lodos)
- Deficiencia de aireación que favorece el hinchariento de lodos (bacterias filamentosas)
- Exceso de aireación que favorece la formación de flóculos de lodo (desnitrificación).

El clarificador no es un concentrador de lodos: no se permite ningún almacén de lodos

Seguimiento - monitoreo:

1 a 2 veces por semana: prueba de decantación en tubo de ensayo

Cada día: Verificación de la claridad y el nivel de lodos en el clarificador (preferiblemente a última hora de la mañana o temprano en la tarde)

Más de 60 cm significa normalmente una buena calidad del agua depurada

Menos de 30 cm significa un tratamiento débil

Los ajustes de extracción deberán adaptarse en función de los resultados de decantación obtenidos

Equipos para seguimiento:

- 1 a 2 tubos de ensayo de un litro (plásticos)
- 1 cronómetro
- 1 disco blanco para medir la turbidez o disco de Secchi (Ø 30 cm – mango de 1.50 a 2 m graduado por 10 cm).

Equipos para seguimiento:

- Decantación en tubo de ensayo: 30 minutos
- Medición de la claridad y el nivel de los lodos: 30 segundos.

7.5.6 Mantenimiento periódico

Cada día:

que nada impide el funcionamiento del puente raspador.

Cada semana:

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Rev. 0A
	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL	Fecha 2018-08-23
	TOMO I - OPERACIÓN	Página. 163 de 266

Verificar el punto de funcionamiento de cada bomba (par caudal – presión) mediante el manómetro local y el caudalímetro en línea. Si no se encuentra dentro de la curva normal de funcionamiento o en caso de un sonido anormal proceder a una inspección mecánica de las bombas.

Limpiar las boyas de niveles del pozo de flotantes.

Limpiar el medidor de profundidad de manto de lodos de los clarificadores.

Mantener el raspador superficial y la tolva de recogida de flotantes libres de residuos y de algas.

Cepillar las canaletas y *tabiques* en forma de sifón metálico (depósitos fangosos -algas ...)

Cepillar las paredes del clarificador hasta el fondo de la estructura (recirculación continua para la recuperación de lodos)

Cada mes:

Limpiar las paredes del pozo de flotantes P006. Ajustar la frecuencia de limpieza según las necesidades.

Comprobar la corriente de arranque y de funcionamiento de las bombas y de los motoredutores, si no se encuentra dentro de los límites normales de funcionamiento proceder a una inspección mecánica.

Comprobar el nivel de aceite del motoreductor.

Cada 3 meses:

Lubrique la corona de los clarificadores con grasa en Lithium por medio de la boquilla de engrase ubicada cerca del colector central. Lubricar hasta que el lubricante usado salga de la corona.

Comprobar el estado de las bombas y del sistema de izaje.

Izar y proceder a la limpieza e inspección de las bombas, los cables y la cadena. Reemplazar eventualmente las piezas dañadas.

Cada año:

Vaciado de los tanques para la limpieza.

Otros:

El operador debe asegurar el mantenimiento y la calibración de la instrumentación, siguiendo las directivas de los suministradores respectivos.

Tipo de equipo	Modelo	Proveedor	Frecuencia	Tipo de mantenimiento
Sensor de nivel	S FDU 91	E&H	Mensual	- Limpieza del captor según necesidad
Boyas de nivel		E&H	Semanal	- Limpieza
Captor de manto de lodos	Turbimax CUS71D-10Q9/0	E&H	Mensual	- Limpieza y calibración del captor según necesidad

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL TOMO I - OPERACIÓN	Rev. 0A
		Fecha 2018-08-23
		Página. 164 de 266

Bombas pozo P006	Amarex NF 65-220/004ULG-135	KSB	Anual o 4000 horas	- Medición de la resistencia de aislamiento - Comprobación de los cables de conexión - Comprobación visual de la cadena de izaje - Comprobación de los sensores - Cambio de líquido lubricante - Control de estado de los cojinetes
Bombas pozo P005	Amarex NF 65-220/004ULG-135	KSB	Cada 5 años	- Repaso general
Puente rascador	N/A	Fornes	3 meses	Engrasar la corona, y los cojinetes
Puente rascador	N/A	Fornes	250 horas de trabajo	Limpieza con aire comprimido y control de los componentes del colector eléctrico
Puente rascador	N/A	Fornes	Anual	Engrase de rodamiento del colector eléctrico
Puente rascador	N/A	Fornes	6 meses	- Control visual - Engrase - Verificación del nivel de lubricante - Verificación de los sonidos de funcionamiento - Reemplazo del dispositivo de engrase automático
Puente rascador	N/A	Fornes	2 años o 10 000 horas de trabajo	- Vaciado del lubricante usado por aspiración - Llenado con lubricante - Limpieza del tornillo del orificio de ventilación - Reemplazo de las anillas de estanqueidad si necesario
Puente rascador	N/A	Fornes	4 años o 20 000 horas de trabajo	- Engrase de los cojinetes en el reductor



Todas las operaciones de reparación y mantenimiento deben ser efectuadas por personal autorizado con el equipo detenido y bloqueado (Parada de emergencia y consignación en el panel/armario).

Para otras instrucciones y detalles de mantenimiento periódico referirse a los manuales de los proveedores en el anexo 11.4

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Rev. 0A
	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL	Fecha 2018-08-23
	TOMO I - OPERACIÓN	Pagina. 165 de 266

7.6 Recirculación y extracción de lodos



Los pozos de recirculación sirven para recircular los lodos sedimentados en los clarificadores, ayudando a mantener una concentración adecuada de lodos en el tanque biológico y asegurando un funcionamiento satisfactorio de la clarificación.

Los lodos del fondo del clarificador están succionados por el puente radial y luego pasan por el pozo de recirculación donde mediante bombas sumergibles son recirculados hasta la cabecera del reactor biológico.

7.6.1 Recirculación de lodos

Como el caudal de entrada a la PTAR fluctuará a lo largo del día entre los caudales punta y el caudal medio, la tasa de recirculación debe poder ajustarse a un cierto rango o ser controlada por el caudal afluente. Los parámetros de diseño para una capacidad de recirculación máxima se han calculado en 237% del caudal medio. Cada pozo de recirculación y extracción va equipado con bombas sumergibles (2 +1 de reserva) con caudal unitario de 500 m³/h. La capacidad de las bombas permite obtener una tasa de recirculación del 100% del caudal punto, o sea, el 237 % del caudal medio.

El caudal de lodos recirculados es medido mediante caudalímetros electromagnéticos instalados en las tuberías de impulsión común a las bombas que va a cada reactor biológico.



	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL TOMO I - OPERACIÓN	Rev. 0A
		Fecha 2018-08-23
		Pagina. 166 de 266

Para cada línea de impulsión se instala una válvula de corte y una válvula antiretorno en un recinto protegido.



Para una operación óptima del sistema biológico y un control adecuado de los lodos extraídos las bombas de recirculación son reguladas mediante variadores de frecuencia.

El bombeo estará protegido por una boya de nivel bajo (recirculación en equilibrio hidráulico con el decantador secundario).



Para dar mayor flexibilidad a la PTAR los pozos de recirculación y extracción son independientes aunque interconectables mediante compuertas.

	Unidades	Valor Diseño	Valor Cálculo
Caudal máximo de recirculación Fase 1 (a cada reactor A y B)	m3/h		1018,2
Caudal máximo de recirculación Fase 2 (al reactor C)	m3/h		678,8
Número de arranques			3,0
FASE 1			
Número de bombas instaladas por línea en fase 1		3,0	
Nº bombas en reserva		1,0	
Capacidad unitaria adoptada, m3/h	m3/h		500,0
Dimensiones adoptadas: longitud	m	7,0	
Dimensiones adoptadas: anchura	m	3,0	
Calado adoptado	m	4,0	
Volumen unitario pozos de recirculación A y B	m3		84,0
TRH	min		4,6

 GRANDS PROJETS	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL TOMO I - OPERACIÓN	Rev. 0A
		Fecha 2018-08-23
		Pagina. 167 de 266

FASE 2			
Número de bombas instaladas por línea en fase 2		2,0	
Nº bombas en reserva		1,0	
Capacidad unitaria adoptada	m3/h		350,0
Dimensiones adoptadas: longitud	m	7,0	
Dimensiones adoptadas: anchura	m	3,0	
Calado adoptado	m	3,0	
Volumen unitario pozo recirculación C	m3		63,0
TRH	min		5,4

Los lodos son recirculados desde dicho pozo a los tanques biológicos de aireación desde donde serán distribuidos hacia las distintas zonas de tratamiento biológico. Un juego de válvulas permite distribuir los lodos recirculados entre las zonas de contacto (valor diseño 10%) y las zonas aeróbicas (valor diseño 90%).

Figura 45. Recirculación de lodos hacia los tanques biológicos

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL TOMO I - OPERACIÓN	Rev. 0A
		Fecha 2018-08-23
		Página. 168 de 266



7.6.2 Purga de lodos en exceso

Por otro lado, los lodos en exceso serán retirados mediante bombas sumergibles TL-BO017/018 instaladas también en los pozos de recirculación.



Un grifo de toma de muestras permite el muestreo de los lodos extraídos.

Para cubrir posibles averías se dispondrá de una bomba de reserva TL-BO021 en los talleres.

	Unidades	Valor Diseño	Cálculo 2038
Tipo de tratamiento de lodos seleccionado		Espesamiento combinado: mesa de goteo + filtro banda	
Funcionamiento semanal del tratamiento de lodos	d/sem	5,0	
Funcionamiento diario de las máquinas	h/d	10,0	
Producción total de lodos frescos	kg MS/d		6738,5
Número de horas de funcionamiento por semana	Horas		50,0
Concentración de los lodos	g/l	8,0	
Número de bombas en fase 1			2,0
Número de bombas en fase 2			3,0
Número de arranques			5,0
Caudal unitario bombeo purga lodos adoptado fase 1	m3/h	60,0	
Caudal unitario bombeo purga lodos adoptado fase 2	m3/h	40,0	

Tabla 17 - Valores de diseño de la extracción de lodos

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Rev. 0A
	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL	Fecha 2018-08-23
	TOMO I - OPERACIÓN	Pagina. 169 de 266

Síntesis:

Se ha previsto un pozo de lodos por línea de tratamiento cada uno equipado de 4 bombas.

- 2+1 bombas de recirculación con variador de frecuencia (caudal unitario de 500 m³/h para las líneas A y B y 350 m³/h para la línea C) hacia los biológicos.
- 1 bomba de extracción de lodos (caudal unitario de 60 m³/h para las líneas A y B y 40 m³/h para la línea C) hacia la fosa de homogenización de lodos.

Una bomba de socorro en el taller para las líneas A y B se ha previsto para las bombas de extracción de lodos. Una segunda bomba de socorro se añadirá para la línea C.

Los pozos de lodos se equipan de válvulas murales que permiten el asilar los pozos durante las de mantenimiento. El mantenimiento de las bombas, válvulas y vástagos se realizará mediante polipasto sobre grúa móvil.



7.6.3 Funcionamiento normal

En modo automático (conmutador en posición AUTO sobre el SCADA y selector local sobre el armario AT2 en posición AUTO):

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL TOMO I - OPERACIÓN	Rev. 0A
		Fecha 2018-08-23
		Pagina. 170 de 266

Recirculación :

Para cada línea A/B: funcionamiento con 2 bombas como máximo. Arranque de 1 o 2 bombas de recirculación con variador. La 3a bomba es una reserva.

Funcionamiento de las bombas por permutación cíclica automática en cada arranque o fallo para equilibrar el tiempo de funcionamiento.

Además, si una bomba funciona más que un tiempo definido en el SCADA (Ver Figura 46 ), permutación con la tercera.

El operador elige entre el modo “Caudal” y el modo “Reloj”.



MODO RELOJ - Regulación sobre tiempo:

El operador elige el número de bombas que pueden arrancar  y los periodos (6 franjas horarias). Si el tiempo de parada es 0, funcionamiento continuo.

El operador fija también la frecuencia de funcionamiento de las bombas en modo reloj. 

MODO CAUDAL - Regulación sobre el caudal de entrada a la planta y de la tasa (%) de recirculación:

El caudal teórico de las bombas de recirculación es 500 m³/h. 

El operador elige un caudal máximo para cada bomba , la tasa de recirculación  y la escala de tiempo para recordar el caudal de entrada en cada línea de tratamiento biológico. 

Por tanto, el automatismo calcula el volumen total a recircular (caudal tratado en cada línea biológica - caudal medio que entra en una hora por ejemplo - vía la tasa de recirculación), cuantas bombas tienen que arrancar y el caudal de funcionamiento. Los variadores de las bombas hacen la regulación para mantener este caudal hasta que el volumen total a recircular ha sido alcanzado (medida mediante caudalímetros RE-FIT-024/025/026).

Si el caudal calculado es más importante que el caudal teórico de una bomba, arranque de la segunda bomba. Si el caudal calculado es encima del caudal máximo, las bombas se limiten a funcionan al caudal máximo definido.

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL TOMO I - OPERACIÓN	Rev. 0A
		Fecha 2018-08-23
		Pagina. 171 de 266

**POZO DE LODOS
(RECIRCULACIÓN) A**

CAUDAL

RELOJ

Reloj funcionamiento 

Autorización nivel de lodos clarificador recirculación A OFF

Tiempo permutación de las bombas recirculación
2

1

Caudal máximo autorizado recirculación
4

3

Caudal teórico de las bombas de recirculación
6

5

Frecuencia en modo reloj recirculación
6

7

Nombre de bomba modo reloj
6

Tasa de recirculación
6

Ningún tiempo cálculo caudal recirculación
6

Volumen de entrada

Volumen que recirculation

Caudal calculado de recirculación

Volumen de entrada (A+B+C)

Porcentaje reparto del caudal que entra Fila A

Porcentaje reparto del caudal que entra Fila B

Porcentaje reparto del caudal que entra Fila C

Figura 46. Parametros SCADA de la recirculacion para el pozo A

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL TOMO I - OPERACIÓN	Rev. 0A
		Fecha 2018-08-23
		Pagina. 172 de 266

Extracción de lodos

El operador da la autorización de extracción en el SCADA.

COMÚN BIO C ALIMENTACIÓN LODOS

Selección fila de extracción de los lodos

LINEA A

LINEA B

LINEA C

Luego, la regulación de la extracción de lodos se hace mediante el medidor de profundidad del manto de lodos CL-AIT041/042/043:

- Detección Nivel alto (CL-AIT-041/042/043-LSH): arranque de la bomba
- Detección Nivel bajo (CL-AIT-041/042/043-LSL): parada de la bomba

NIVEL DE LODOS
CLARIFICADOR A

Nivel bajo parada extracción de lodos

0.00 m

Nivel alto de lodos

0.00 m

Nivel muy alto de lodos

0.00 m

7.6.4 Seguridad

Parada por “parada de emergencia” de las zonas.

Parada de las bombas en caso de nivel bajo dentro del pozo de lodos (RE-LIT-036/063/066 y en todo tiempo las boyas RE-LSL-034/061).

Parada de bomba cuando se detecta la presión TL-PI-013/014/027/028/029/030/044/054.

Parada de bomba y falla de la bomba si está funcionando y su caudalimetro indica 0 m³/h durante 30 segundos.

Alarma en caso de nivel alto dentro del pozo de lodos (RE-LIT-036/063/066 o, en su defecto RE-LSH-035/062/065).

Parada de las bombas de extracción al llegar al umbral de nivel bajo del sensor de nivel de lodos de los clarificadores (CL-AIT-041/042/043).

Parada de las bombas de extracción en caso de nivel muy alto en la fosa de homogeneización (TL-LIT-228 o TL-LSHH-232).

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL TOMO I - OPERACIÓN	Rev. 0A
		Fecha 2018-08-23
		Página. 173 de 266

7.6.5 Funcionamiento especial



IMPORTANTE PARA LA RECIRCULACION - En modo automático:

En caso del fallo de uno de los caudalímetros PR-FIT-010/012/014/016 en el pozo P001 de elevación de la planta = cambio en modo reloj.

En caso del fallo de uno de los caudalímetros RE-FIT-024/025/026 sobre las líneas de impulsión de la recirculación = cambio en modo reloj.

En caso de nivel muy alto de los lodos en los clarificadores es posible de activar la función de arranque automático de la recirculación con 2 bombas a caudal máximo desde el SCADA - (Ver Figura 46



En casos excepcionales (mantenimiento, durante la puesta en marcha) es posible operar localmente los equipos **en modo FORZADO** desde el armario AT2 localizada entre la recirculación y los desgasificadores. El operador puede iniciar y parar los equipos.



Cuando este funcionamiento es utilizado, el operario debe supervisar estrechamente el nivel de los pozos de lodos para evitar el funcionamiento de las bombas a seco y también el caudal y la presión.



Figura 47. Botones sobre el armario AT2 para operación manual del pozo A

7.6.6 Instrucciones especiales

Mal funcionamiento:

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL TOMO I - OPERACIÓN	Rev. 0A
		Fecha 2018-08-23
		Pagina. 174 de 266

La recirculación insuficiente causará el almacenamiento de lodo en el clarificador y promoverá el hinchamiento los lodos y luego descarga de lodo en el agua clarificada.

Seguimiento:

Asegurar un flujo constante de recirculación igual a:

- 150 % de caudal máximo en agua bruta
- 200 % de caudal promedio diario (8 h a 22 h) en agua bruta

A el equilibrio hidráulico:

Factor de espesamiento = $1/(1/\text{Tasa de recirculación})$

Con Factor de espesamiento = Concentración de lodos recirculados / Concentración de lodos en el biológico)

Por ejemplo, para tasa de 150% => Factor de espesamiento es igual a 1,66 y por lo tanto C° lodos recirculados = 1,66 X C° lodos en el biológico.



El operador debe tener cuidado de evitar tanto como sea posible las sacudidas hidráulicas relacionadas con muchos arranques/paradas de las bombas debido a esta acción lidera a levantar el manto de lodos en el clarificador con un riesgo de vertido de lodos con el agua clarificada.

Lectura de contadores horarios.

Cada día: Inspección visual del pozo de recirculación y extracción (fibras, obstrucción del tubo telescópico ...) y el caudal de las bombas.

Cada 6 meses: Control regular del caudal de las bombas

7.6.7 Mantenimiento periódico

Cada semana:

Verificar el punto de funcionamiento de cada bomba (par caudal – presión) mediante el manómetro local y el caudalímetro en línea. Si no se encuentra dentro de la curva normal de funcionamiento o en caso de un sonido anormal proceder a una inspección mecánica de las bombas.

Limpiar las boyas de niveles del pozo de lodos.

Asegurar que las arrancas y las paradas de las bombas son lentas (entrecortadas)

Limpiar el medidor de profundidad de manto de lodos de los clarificadores.

Cada mes:

Limpiar las paredes de los pozos de lodos. Ajustar la frecuencia de limpieza según las necesidades.

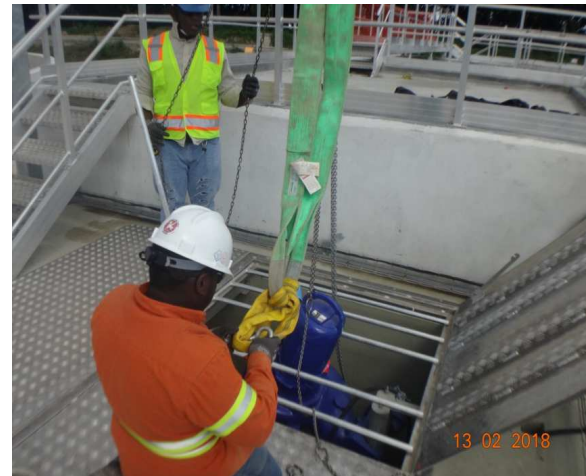
Comprobar la corriente de arranque y de funcionamiento de las bombas y de los motoredutores, si no se encuentra dentro de los límites normales de funcionamiento proceder a una inspección mecánica.

Cada 3 meses:

Comprobar el estado de las bombas y del sistema de izaje.

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Rev. 0A
	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL	Fecha 2018-08-23
	TOMO I - OPERACIÓN	Pagina. 175 de 266

Izar y proceder a la limpieza e inspección de las bombas, los cables y la cadena. Reemplazar eventualmente las piezas dañadas.



Cada año:

Vaciado de los tanques para la limpieza.

Otros:

El operador debe asegurar el mantenimiento y la calibración de la instrumentación, siguiendo las directivas de los suministradores respectivos.

Tipo de equipo	Modelo	Proveedor	Frecuencia	Tipo de mantenimiento
Sensor de nivel	S FDU 91	E&H	Mensual	- Limpieza del captor según necesidad
Boyas de nivel		E&H	Semanal	- Limpieza
Captor de manto de lodos	Turbimax CUS71D-10Q9/0	E&H	Mensual	- Limpieza y calibración del captor según necesidad
Polipasto manual Y grúa	Polipasto	ADEI Verlinde	Mensual	Comprobar el estado general y la lubricación de la cadena
Polipasto manual Y grúa	Polipasto	ADEI Verlinde	Trimestral	Comprobar si la pieza de suspensión presenta muescas, deformaciones o desgaste

 	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA		Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL TOMO I - OPERACIÓN		Rev. 0A
			Fecha 2018-08-23
			Página. 176 de 266

Polipasto manual Y grúa	Polipasto	ADEI Verlinde	Anual	Medir el desgaste de la cadena Comprobar el estado de la almohadilla de goma en el extremo inactivo de la cadena (dentro de la bolsa de la cadena) Comprobar el estado y la legibilidad de los adhesivos de advertencia, etc. Compruebe el estado del piñón de cadena. Compruebe la sujeción de las unidades de la maquinaria de traslación. Compruebe el estado de todas las ruedas del carro. Compruebe que las ruedas estén correctamente alineadas. Compruebe el estado de la estructura que soporte cargas. Compruebe el estado y el montaje de los componentes de sujeción.
Bombas Recirculación	Amarex KRT 200-316/156UEG-S	KSB	Tras 4000 horas de servicio	- Medición de la resistencia de aislamiento - Comprobación de los cables de conexión - Comprobación visual de la cadena de izaje
Bombas Recirculación	Amarex KRT 200-316/156UEG-S	KSB	Tras 10000 horas de servicio	- Comprobación de los sensores - Cambio de líquido lubricante
Bombas Recirculación	Amarex KRT 200-316/156UEG-S	KSB	Cada 5 años	- Repaso general
Bombas Extracción	Amarex NF 80-220/034ULG-135	KSB	Anual o 4000 horas	- Medición de la resistencia de aislamiento - Comprobación de los cables de conexión - Comprobación visual de la cadena de izaje - Comprobación de los sensores - Cambio de líquido lubricante - Control de estado de los cojinetes
Bombas Extracción	Amarex NF 80-220/034ULG-135	KSB	Cada 5 años	- Repaso general



Todas las operaciones de reparación y mantenimiento deben ser efectuadas por personal autorizado con el equipo detenido y bloqueado (Parada de emergencia y consignación en el panel/armario).

Para otras instrucciones y detalles de mantenimiento periódico referirse a los manuales de los proveedores en el anexo 11.4

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Rev. 0A
	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL	Fecha 2018-08-23
	TOMO I - OPERACIÓN	Pagina. 177 de 266

7.7 Tratamiento terciario

El objetivo del tratamiento terciario es de obtener una mejor calidad de agua tratada a través la desinfección de las aguas clarificadas mediante un sistema ultravioleta. Para garantizar el óptimo funcionamiento de dicho método de desinfección independientemente de la variable eliminación de sólidos en suspensión del efluente secundario se ha considerado una micro filtración previa.

Los beneficios del sistema ultravioleta están los siguientes:

- Inactiva bacterias, virus y protozoos, eliminando su capacidad para producir infecciones
- Inactiva *Cryptosporidium* y *Giardia*, dos peligrosos protozoos resistentes al cloro
- Seguro para los operadores y para la comunidad: el tratamiento UV es un proceso físico, sin productos químicos, que no añade nada al agua, solo luz
- Seguro para el medio ambiente: los UV no genera productos residuales de la desinfección
- Muy fiable: proporciona una desinfección uniforme y de confianza
- Sostenibilidad ambiental: reconocido como la solución de desinfección más “ecológica”

La zona del tratamiento tercero incluye también un tanque almacén de agua tratada para la red de agua industrial y el medidor de caudal de agua tratada.

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Rev. 0A
	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL	Fecha 2018-08-23
	TOMO I - OPERACIÓN	Pagina. 179 de 266

7.7.1.1 Generalidades

La filtración terciara implica la retención de materia en suspensión del agua tratada mediante tamizado mecánico pasando el agua a través de una delgada lámina de material filtrante.

Hay 2 filtros rotativos TT-TA800/801, cada que posea 24 discos de una malla de 10 µm y dimensionado para un caudal unitario máximo de 1 110 m3/h.

El funcionamiento del filtro de discos (inicio y paro) se controla por una medida de nivel de agua dentro del filtro.

Los filtros vienen equipados de una bomba de lavado que se alimenta directamente del agua filtrada. El lavado se realiza de modo intermitente a 45 m3/h.

El filtro funciona de forma continua, por ejemplo, no tiene que pararse para el contralavado o limpieza.

En caso de necesidad se prevé una purga del tamiz en punto bajo.

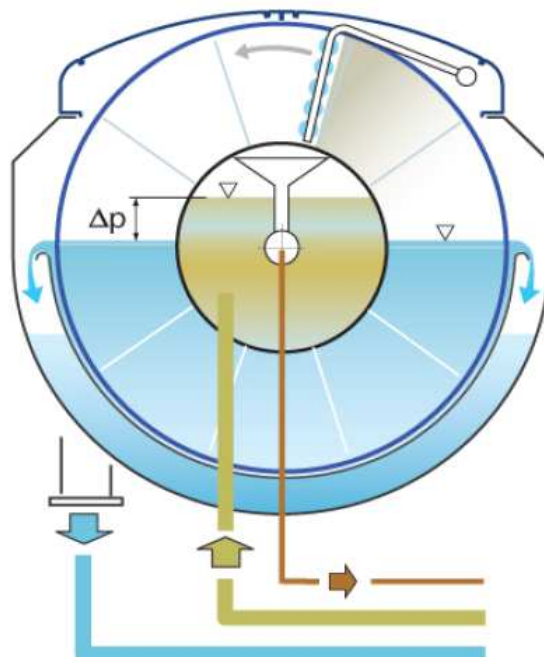
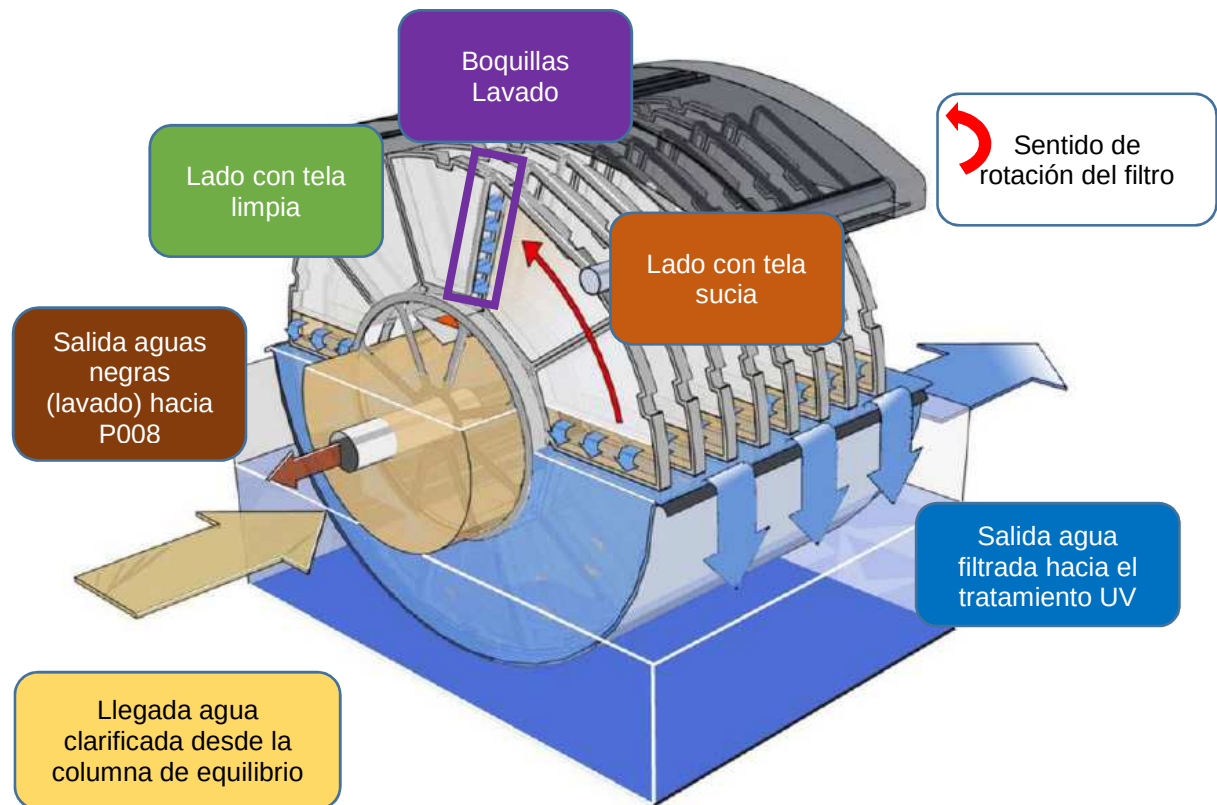
El filtro está formado por varios discos rotativos acoplados al tambor del rotor y cada disco dispone de casetes de filtro fáciles de desmontar, con una tela filtrante en ambos lados.

Los discos están sumergidos hasta aproximadamente en un 60% en el interior del rotor y en un 50% en el exterior. El nivel del agua del exterior (el lateral filtrado) se mantiene gracias a un tanque a nivel.

El agua entra en el tambor giratorio y por aberturas del tambor fluye por gravedad al interior de los discos de filtración atravesando la tela filtrante. Los sólidos son retenidos en la parte interior del filtro.

Cuando el nivel del agua en la parte interior del tambor alcanza un nivel alto preestablecido (las telas filtrantes se obstruyen con los sólidos en suspensión), el rotor del filtro comienza a girar y se inicia un retrolavado automatico de la tela filtrante. El retrolavado a alta presión elimina los sólidos acumulados hacia el exterior del filtro y de ahí a una tolva de descarga. Las aguas negras son recirculadas hacia el pozo de aguas de retorno para tratamiento.

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Rev. 0A
	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL	Fecha 2018-08-23
	TOMO I - OPERACIÓN	Pagina. 180 de 266



	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL TOMO I - OPERACIÓN	Rev. 0A
		Fecha 2018-08-23
		Pagina. 181 de 266

Se dispondrán dos filtros superficiales en paralelo diseñados para tratar entre ambos el caudal punto de 2154 m³/hora.

	Unidades	Valor
Tipo		Dynadisc
Versión		En canal
Nº de unidades		2,0
Luz de malla	micras	10,0
Caudal tratado por unidad	m3/h	1 100
Superficie global de filtración	m2	135
Diámetro del disco	m	2,4
Material de filtración		Tela de poliéster tejida

Rendimientos de eliminación de contaminantes

	Unidad	Referencia	Valor Diseño
DBO5	%	-	0
DQO	%	-	0
SS	%	50-90	50
NTK	%	-	0
N-NH4	%	-	0
P total	%	-	0
COLIS FECALES	%	90 - 99	90

Contaminación en el efluente tratado

	Unidad		Valor Calculado
DBO5	mg/L		33
DQO	mg/L		125
SS	mg/L		17
NTK	mg/L		10
N-NH4	mg/L		5
P total	mg/L		2
COLIS FECALES	CF/100 mL		2,62,E+06

Tabla 18 - Valores de diseño de la filtración tercera



NOTA: Rebose de emergencia

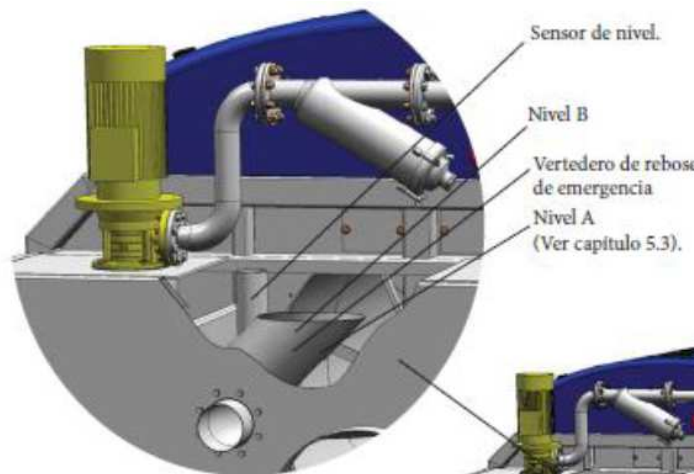
La lámina de agua sobre el material filtrante (tela filtrante) debe ser en condiciones normales de operación inferior a 300 mm.

Para asegurarse de que el nivel del agua en la zona de entrada se mantiene por debajo de esta altura máxima permitida existe un vertedero de rebose de emergencia en el canal de entrada del Dynadisc.

Este rebose está conectada directamente al canal de medicación de caudal de agua tratada que luego fluye hacia el río.

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Rev. 0A
	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL	Fecha 2018-08-23
	TOMO I - OPERACIÓN	Pagina. 182 de 266

El motor del rotor y la bomba de contralavado se deben parar automáticamente mediante el sensor de nivel si el nivel del agua de entrada alcanza el nivel preestablecido, correspondiente a la presión máxima diferencial de 350 mm por encima del material filtrante. Si esto no ocurre, existe el riesgo de que se produzca un escape del agua sin filtrar y la consiguiente obstrucción de las boquillas pulverizadoras. Además, la estructura del rotor del tambor, los casetes del filtro y los cojinetes pueden sufrir daños si, durante un período de tiempo superior a unas horas, el filtro funciona a una presión diferencial demasiado alta.



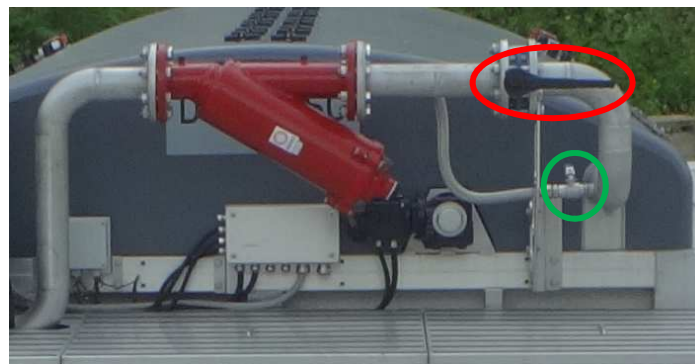
SISTEMA DE LAVADO

Como norma, el filtrado se extrae del tanque de nivel y se emplea como agua de contralavado. La presión de contralavado tras el filtro debe ser de aproximadamente 7,5 bares con todas las boquillas pulverizadoras limpias. La forma de pulverizado de las boquillas se puede comprobar visualmente.

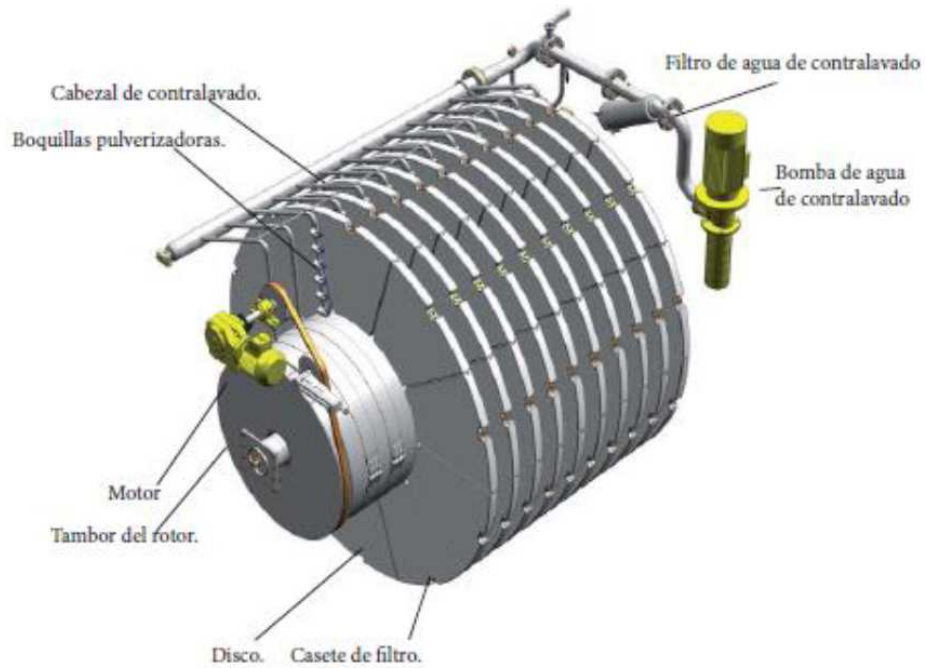
El cabezal (rampa) de contralavado se mueve lentamente para que el centro de las boquillas se desplace siguiendo un paso establecido, para aumentar la efectividad y reducir el desgaste de la tela filtrante. Este movimiento se realiza con un motoreductor diferente.



Antes de abrir las cubiertas, se debe cerrar la válvula de mariposa principal (ver abajo círculo rojo) para que pase solo un poco de flujo a través de la manguera de by-pass (ver abajo círculo verde) y no salpicar a los operarios.



	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Rev. 0A
	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL	Fecha 2018-08-23
	TOMO I - OPERACIÓN	Pagina. 183 de 266



7.7.1.2 Funcionamiento normal

En funcionamiento normal, la válvula TT-V803 de bypass de los filtros está cerrada y las válvulas TT-V800 y TT-V802 a la entrada de cada filtro están abiertas.

En modo automático (conmutador en posición AUTO sobre el SCADA y selector en posición REMOTO o AUTO sobre el panel de control local al lado del equipo), el operador solo da la autorización de filtración sobre el SCADA. Luego el automatismo dedicado al filtro maneja el funcionamiento.

 **NOTA:** El cambio de los parámetros y solo es posible a través del panel de control (armario de relés)

El agua que se va a filtrar se desplaza por gravedad a través del filtro DynaDisc, siempre que el material filtrante no esté obstruido, el rotor no esté girando y el sistema de contralavado no funcione.

Dependiendo del caudal y del contenido de los sólidos del agua de entrada, transcurrido un breve período de tiempo el nivel del agua del canal de entrada alcanzará el nivel alto A (aproximadamente a 100 mm por debajo del borde superior del rebosadero de emergencia), en el que el filtro se establece para lavar a de contralavado.

Un sensor de nivel activa el sistema de control para conectar la bomba de contralavado, y tras unos segundos de tiempo de retardo, también el motoreductor del rotor y el motor del cabezal de contralavado.

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL TOMO I - OPERACIÓN	Rev. 0A
		Fecha 2018-08-23
		Página. 184 de 266

Los variadores de frecuencia controlan la entrada en funcionamiento de la bomba y del motor del rotor para producir encendidos suaves. Los variadores de frecuencia también se emplean para ajustar las velocidades de rotación adecuadas.

El contralavado continua hasta que el nivel del agua de entrada se encuentre por debajo del nivel alto A, más un tiempo de retardo preestablecido de 10-20 segundos por lo general.

En caso de que exista un fallo que cree una situación en la que el agua sin filtrar no pase por el material filtrante y haga que el nivel del agua de entrada alcance el nivel muy alto TT-LSHH-801/803, se encenderá una alarma de rebose de emergencia. El nivel muy alto TT-LSHH-801/803 se establece aproximadamente a 30 mm por debajo del borde superior del rebosadero de emergencia. El filtro seguirá funcionando hasta que la diferencia de presión en el material filtrante sea de 350 mm máximo.

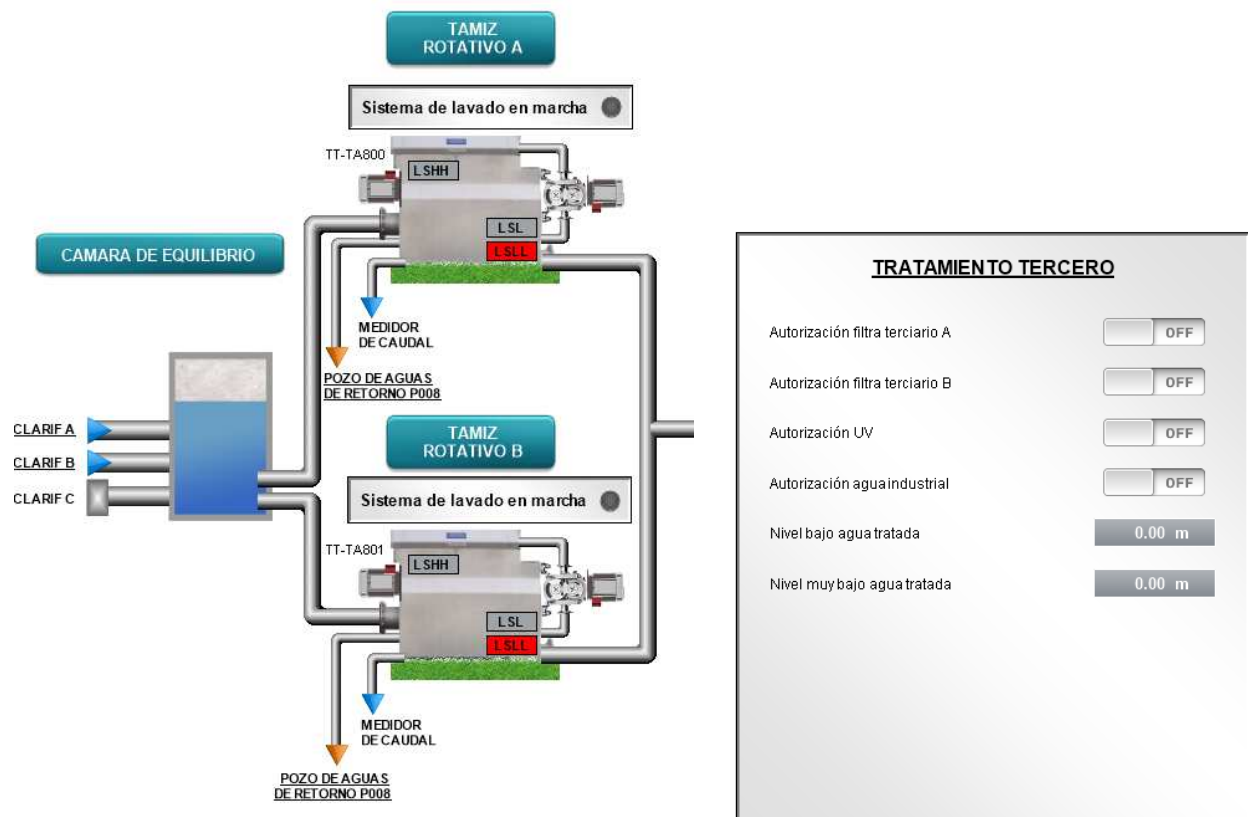


Figura 48. Vistas SCADA y parámetros de la filtración terciaria

7.7.1.3 Seguridad

Parada por “parada de emergencia” de las zonas.

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Rev. 0A
	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL	Fecha 2018-08-23
	TOMO I - OPERACIÓN	Pagina. 185 de 266

Parada sobre defecto general:

Nivel muy bajo de agua filtrada TT-LSLL-802/804 – protección de la bomba de lavado

Fallo de un variador

Protección motor (térmica per ejemplo)

Alarma al SCADA si nivel muy alto de agua de entrada TT-LSHH-801/803 y si nivel bajo de agua filtrada.

7.7.1.4 Funcionamiento especial

En casos excepcionales (mantenimiento, durante la puesta en marcha) es posible operar localmente los equipos **en modo FORZADO** desde el panel de control al lado del equipo. El operador puede iniciar y parar los equipos (la rotación del tamiz, la bomba de lavado y la rampa de lavado).

Cuando el operador selecto el modo remoto, solo el ciclo automático está autorizado.

Cuando el operador selecto el modo parada, nunca movimiento de la reja es posible.

Cuando el operador selecto el modo local, la selección del ciclo esta elegido mediante el segundo selector: automático, parada o manual mediante los botones al lado de la máquina.



	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL TOMO I - OPERACIÓN	Rev. 0A
		Fecha 2018-08-23
		Página. 186 de 266

7.7.1.5 Señalización del panel de control

La luz verde asociada con el selector de modo

- Esta alumbrada constantemente durante una secuencia en curso

La luz roja asociada con el botón Reinicio

- Esta alumbrada constantemente en caso de un defecto general

7.7.1.6 Mantenimiento periódico

Cada semana:

Compruebe que los cabezales pulverizadores no están bloqueados.

Compruebe que la tela filtrante no está dañada.

Cada mes:

Comprobar la corriente de arranque y de funcionamiento de los motores, si no se encuentra dentro de los límites normales de funcionamiento proceder a una inspección mecánica.

Lubrificar los cojinetes del eje central

Comprobar y/o cambiar el aceite de los motoreductores:

 Motoreductor del rotor

 Motoreductor de movimiento de los cabezales de contralavado.

Cada 4 a 5 años:

Cambiar los casetes de filtración según el desgaste de la tela filtrante.

Cada 5 a 10 años:

Cambiar cojinetes deslizantes del eje central del rotor (El nivel de desgaste debe ser de 1 mm como máximo antes de la sustitución)

Cada 5 a 10 años:

Cambiar el cierre de entrada del rotor

Otros:

Cada vez que los ciclos de lavado son más frecuentes o continuos, limpiar la tela filtrante ácido clorhídrico 8% - Ver detalles del procedimiento de limpieza en la documentación técnica del constructor.



Utilice equipos de protección de seguridad conforme al uso de productos químicos corrosivos y a las normativas locales.

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL TOMO I - OPERACIÓN	Rev. 0A
		Fecha 2018-08-23
		Pagina. 187 de 266

Tipo de equipo	Modelo	Proveedor	Frecuencia	Tipo de mantenimiento
Tamiz rotativo	DYNADISC	EMO	Cada 100 horas	- Engrasar los rodamientos
Tamiz rotativo	DYNADISC	EMO	Diario	- Verificar la calidad del lavado - Verificar el estado de los filtros
Tamiz rotativo	DYNADISC	EMO	Trimestral	- Verificar el estado del eje central
Tamiz rotativo	DYNADISC	EMO	Semanal	- Verificar el accionamiento del motor
Tamiz rotativo	DYNADISC	EMO	Cada 5 años	- Cambiar el eje del motor si es necesario



Medidas durante la parada:

Aprovechando las paradas programadas, asegúrese de que la tela filtrante está completamente limpia. Es difícil limpiar una tela filtrante en la que se ha permitido que la suciedad se seque y se solidifique.

Vacíe de agua el filtro si el apagado requiere más de ocho horas.

En case de vaciado-drenaje:

1- Cierre la válvula de entrada.

2- Abra la válvula del fondo, deje que sigan funcionando el giro del rotor y el sistema de contralavado hasta que el nivel haya bajado al mínimo de la unidad pulverizadora. Pare el sistema de contralavado pero que la rotación siga hasta que el filtro esté vacío.

7.7.2 Desinfección UV

7.7.2.1 Generalidades

La desinfección del agua tratada se realiza mediante dos canales abiertos en paralelo. Cada canal está compuesto de 9 módulos de 8 lámparas UV de baja presión instalados en horizontal sobre un chasis sumergido en el agua del canal de hormigón.

En total, 144 lámparas de 250 W se instalan para obtener una potencia total de 36 kW, lo que corresponde a una dosis de UV de 19,5 mJ/cm² (44,2 mJ/cm²).

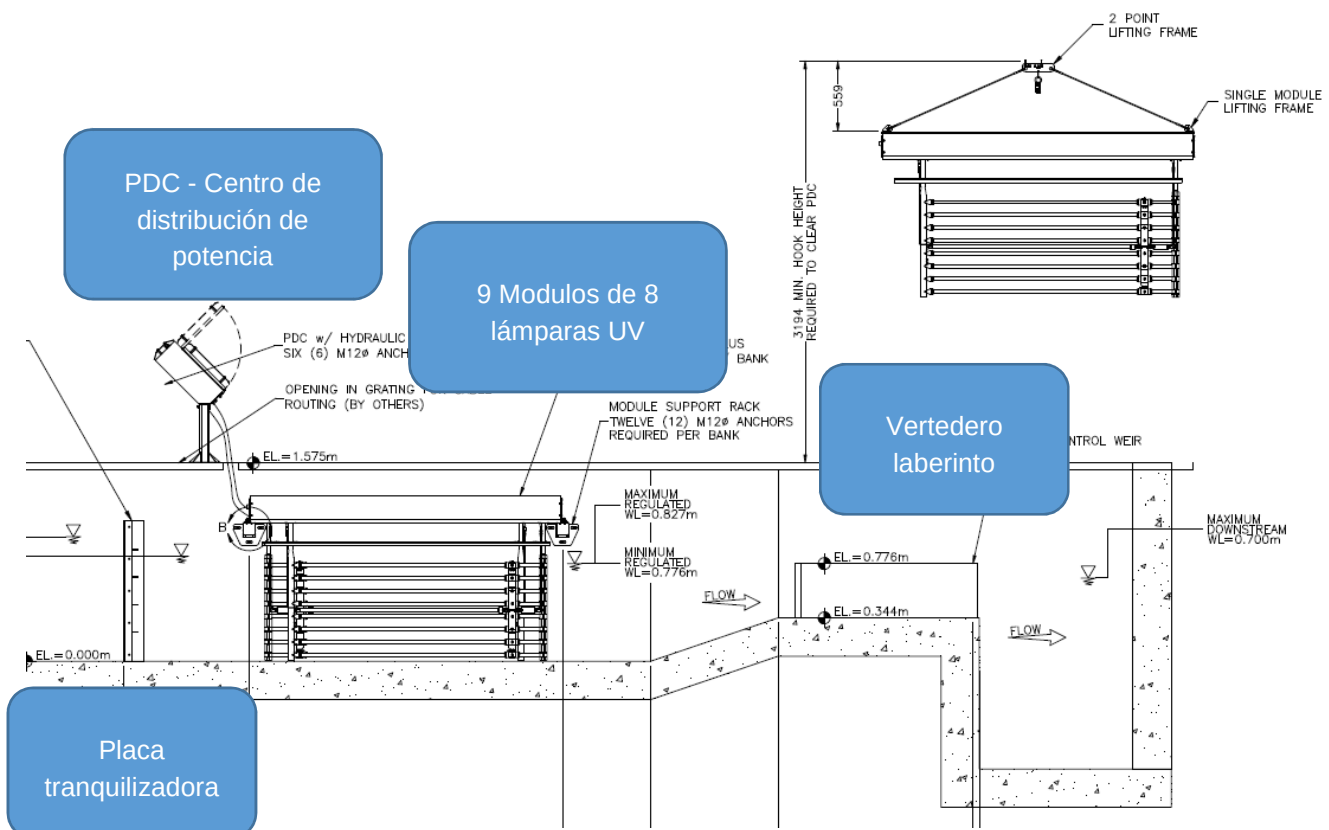
Para asegurar la fiabilidad del funcionamiento, un sensor de intensidad luminosa se instala en cada módulo (2 captadores en total). Este está ubicado en el módulo en mitad del banco UV.

Cada lámpara UV está incluida en su funda individual de lámpara para evitar que la humedad entre en la carcasa del módulo. Cada lámpara está preparada para permanecer siempre sumergida. Las fundas sucias se limpian por rascado automáticamente mediante un sistema hidráulico.

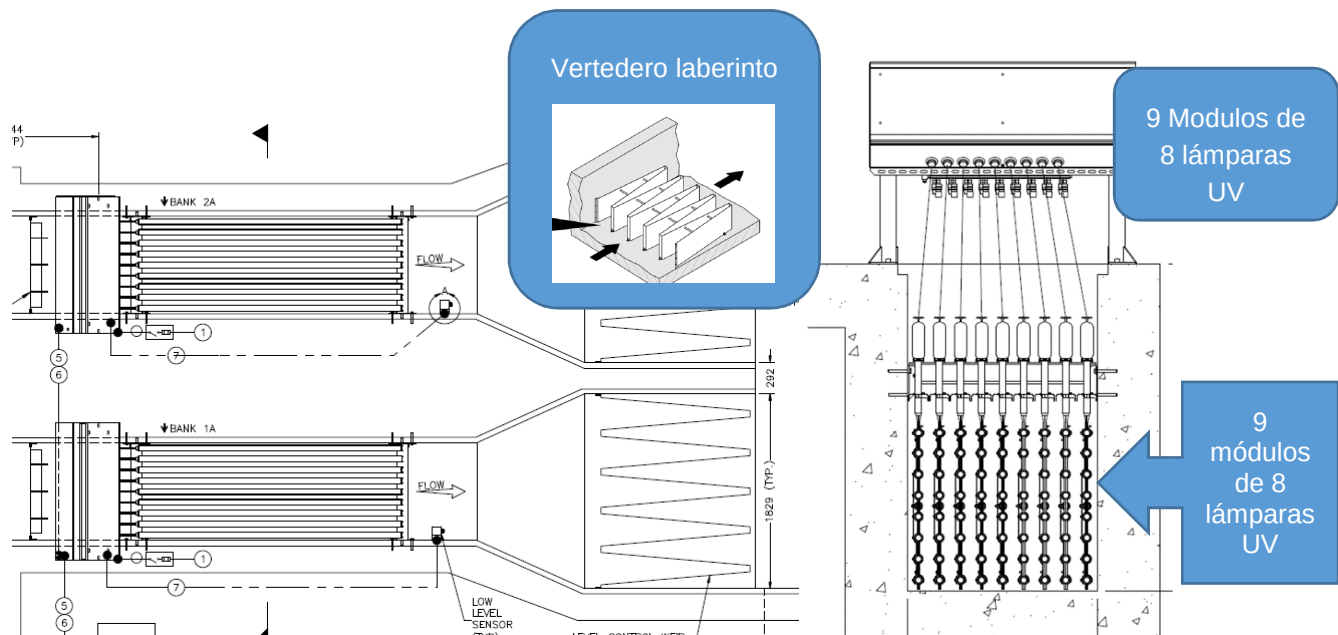
	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL	Rev. 0A
	TOMO I - OPERACIÓN	Fecha 2018-08-23
		Pagina. 188 de 266

En salida de los canales UV, un vertedero de tipo «laberinto» permite mantener una fina lámina de agua por encima de las lámparas UV.

En caso de necesidad, se prevé un by-pass del tratamiento terciario (by-pass del conjunto filtración + UV o by-pass de solamente los UV) gracias a válvulas de seccionamiento. En este caso, el agua tratada en salida de los clarificadores será enviada directamente al depósito de agua tratada.



	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Rev. 0A
	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL	Fecha 2018-08-23
	TOMO I - OPERACIÓN	Pagina. 189 de 266



Rendimientos de eliminación de contaminantes

	Unidad	Valor Diseño
DBO5	%	0
DQO	%	0
SS	%	0
NTK	%	0
N-NH4	%	0
P total	%	0
COLIS FECALES	%	99,96

Contaminación en el efluente tratado

	Unidad	Valor Calculo
DBO5	mg/L	33
DQO	mg/L	125
SS	mg/L	17
NTK	mg/L	10
N-NH4	mg/L	5
P total	mg/L	2
COLIS FECALES	CF/100 mL	1000

Tabla 19 - Valores de diseño de la desinfección UV

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL TOMO I - OPERACIÓN	Rev. 0A
		Fecha 2018-08-23
		Página. 190 de 266

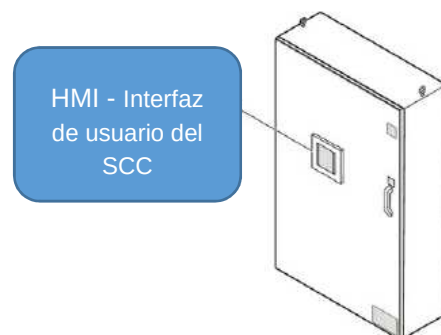
El sistema UV de marca Trojan diversos componentes:

- Centro de control del sistema (SCC)
- Centro de distribución de potencia (PDC)
- Módulo UV
- Sistema de limpieza ActiClean™ (ACS) y Centro del sistema hidráulico (HSC)
- Sensor de UV
- Sensor de nivel de agua
- Bastidor de soporte de módulos

Centro de control del sistema SCC:

El SCC supervisa y controla todas las funciones de UV, incluyendo la regulación de la dosis. La regulación de la dosis es un programa automático basado en el flujo que controla los niveles de desinfección. La interfaz de usuario es una pantalla de tipo HMI (Human Machine Interface).

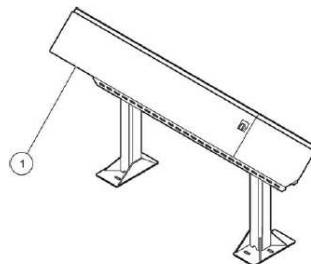
El SCC es localizado al interior del edificio de tratamiento tercero circa del armario AT3.



Centro de distribución de potencia (PDC):

El PDC proporciona potencia a cada banco UV de módulos. Cada módulo UV tiene un cable con un enchufe que se conecta a un receptáculo en el PDC.

Cada PDC es localizado encima del canal UV.



	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Rev. 0A
	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL	Fecha 2018-08-23
	TOMO I - OPERACIÓN	Pagina. 191 de 266

Módulos UV

Las lámparas UV se montan en los módulos instalados en los canales abiertos. Las lámparas UV están encastradas en las fundas de las lámparas, en posición horizontal y paralelas a la dirección del flujo. Los módulos múltiples están configurados en bancos UV y funcionan en paralelo. El cableado de los controladores de lámparas y la lámpara se encuentra dentro de la carcasa del módulo.

Cada carcasa del módulo UV contiene los controladores de lámparas electrónicos (uno por cada dos lámparas UV), los cuales proporcionan potencia a las lámparas UV, y una mesa de control del módulo (MCB). Cada módulo UV se conecta a un receptáculo del PDC. El cable de potencia y las líneas hidráulicas del módulo UV están ubicados en un extremo del recipiente del controlador de lámparas.

Debajo de la carcasa del módulo existe un bloqueo de luz que evita que la luz UV salga por la parte superior de las lámparas.

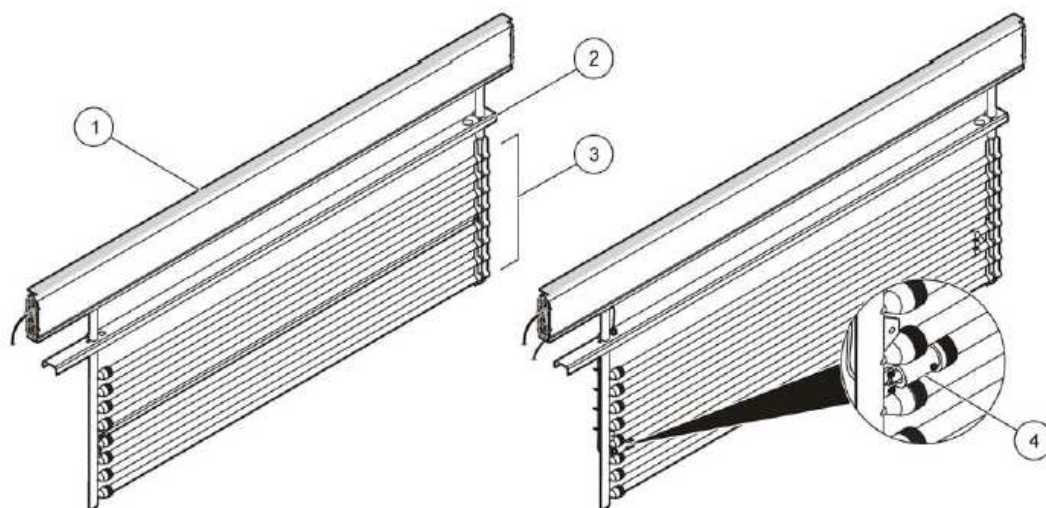


Figura 3 Módulo UV

1	Carcasa del controlador de lámparas	3	Pata del módulo
2	Bloqueo de luz	4	Sensor de UVI

Mesa de control del módulo (MCB)

Todo el control y la supervisión de las lámparas se lleva a cabo a través de la mesa de control de módulo (MCB). La MCB controla la activación y la desactivación de los controladores de lámparas y los ajustes variables de salida. El microcontrolador de la MCB procesa los datos de la CCB y transmite las señales apropiadas para el control de los controladores de lámparas.

Lámparas UV y fundas de lámparas

La lámpara UV germicida es una lámpara de UV de amalgama de alta intensidad a baja presión. Cada lámpara UV está incluida en su funda individual de lámpara para evitar que la humedad entre en la carcasa del módulo. Cada lámpara está preparada para permanecer siempre sumergida.

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL TOMO I - OPERACIÓN	Rev. 0A
		Fecha 2018-08-23
		Página. 192 de 266

Sensor de intensidad UV

El sensor UVI mide la UVI que se produce en cada banco de módulos UV. Se necesita un sensor de UVI por banco de módulos UV. Este está ubicado en el módulo en mitad del banco UV. El cable del sensor se conecta en un receptáculo, con la etiqueta UVI, en el PDC.

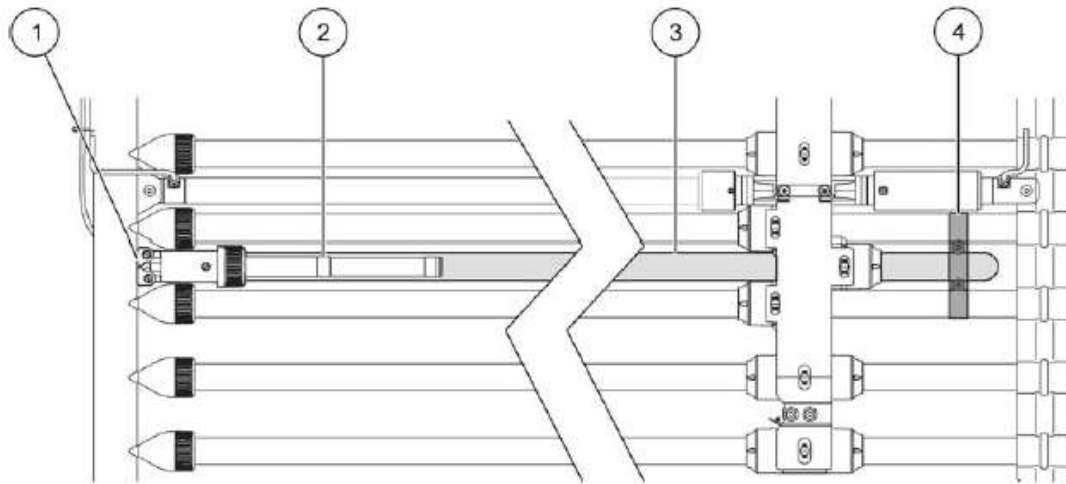


Figura 4 Funda del sensor de UV

1 Montaje del sensor	3 Funda del sensor de UV
2 Sensor de UV	4 Soporte de la funda de la lámpara

Centro del sistema hidráulico (HSC)

El HSC acciona el Sistema hidráulico de limpieza ActiClean™ (ACS). El HSC contiene la bomba, las válvulas y el equipo adicional requerido para el funcionamiento del sistema de limpieza. El sistema enlaza con las mangueras de extensión/retracción de los impulsores de escobillas del módulo a través de un colector situado en la parte inferior del PDC.

El sistema hidráulico mueve un pistón interno ubicado dentro del cilindro de cada módulo UV y extiende las escobillas por toda la superficie del módulo. Las escobillas del módulo de un banco UV se extienden de forma simultánea durante la operación de limpieza.

El HSC es localizado al interior del edificio de tratamiento tercero circa del armario AT3 y del Centro de control del sistema SCC.

Sistema de limpieza ActiClean™ (ACS)

En el ACS, un impulsor de escobillas sumergible situado en cada módulo UV dirige el ensamblaje del carro de escobillas a lo largo del módulo. Los cartuchos limpiadores rodean las fundas de las lámparas y están llenos de gel ActiClean™. El gel elimina las acumulaciones de cal. Las lámparas UV se limpian mientras están sumergidas y durante el funcionamiento.

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL TOMO I - OPERACIÓN	Rev. 0A
		Fecha 2018-08-23
		Pagina. 193 de 266

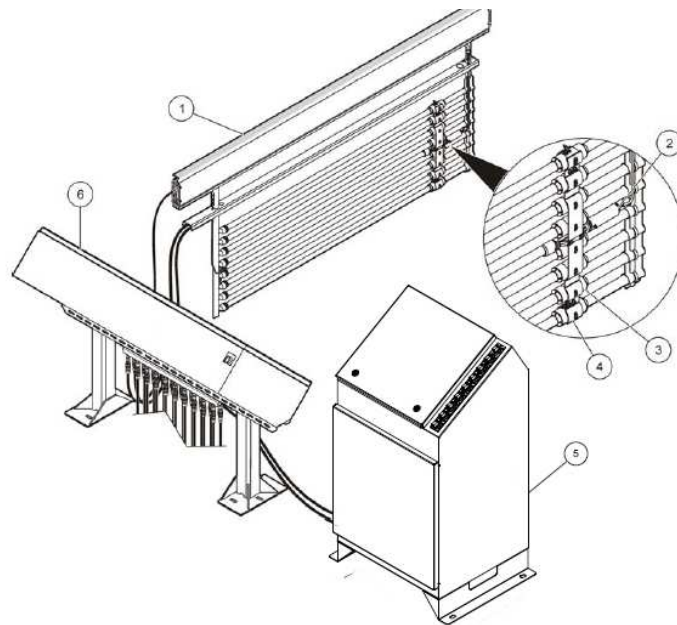


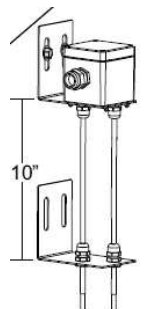
Figura 5 ACS

1	Módulo UV	4	Barra impulsora de las escobillas
2	Cilindro hidráulico	5	HSC
3	Limpiador	6	PDC

Sensor de nivel bajo de agua por electrodos

Un sensor de nivel bajo de agua por electrodos se ubica en cada canal entre el banco de UV más alejado en la dirección de salida del flujo y el controlador de nivel. Cuando el agua del canal deja de cubrir ambos rodamientos, se perderá la señal de nivel y el banco UV se apagará.

Si el agua está a un nivel bajo, se cortará el flujo de energía a las lámparas UV hasta que se alcance el nivel de agua adecuado. Al mismo tiempo, se mostrará una alarma en el SCC.



Sensor y controlador en línea de la transmisión UV

El instrumento Hach de transmisión UV mide y toma muestras del porcentaje de UV Transmittance (%T) en el efluente. Los resultados se comunican al SCC y se emplean para ajustar la dosis de UV en conjunción con las

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL TOMO I - OPERACIÓN	Rev. 0A
		Fecha 2018-08-23
		Página. 194 de 266

señales de flujo y el tiempo de uso de las lámparas UV para mantener la desinfección y minimizar el consumo de energía.

El Hach UVAS sensor cuenta con escobillas que limpian la ventana del sensor automáticamente para asegurar las lecturas correctas de UVT. El sensor de UVT en línea viene con un cable de comunicación para conectarse al controlador en línea de UVT. También se proporciona un cable alargador de 50 m (164 pies).

Hay una señal analógica A 4-20 mA de salida disponible para permitir el control remoto del SCC desde el SCADA.

7.7.2.2 Funcionamiento

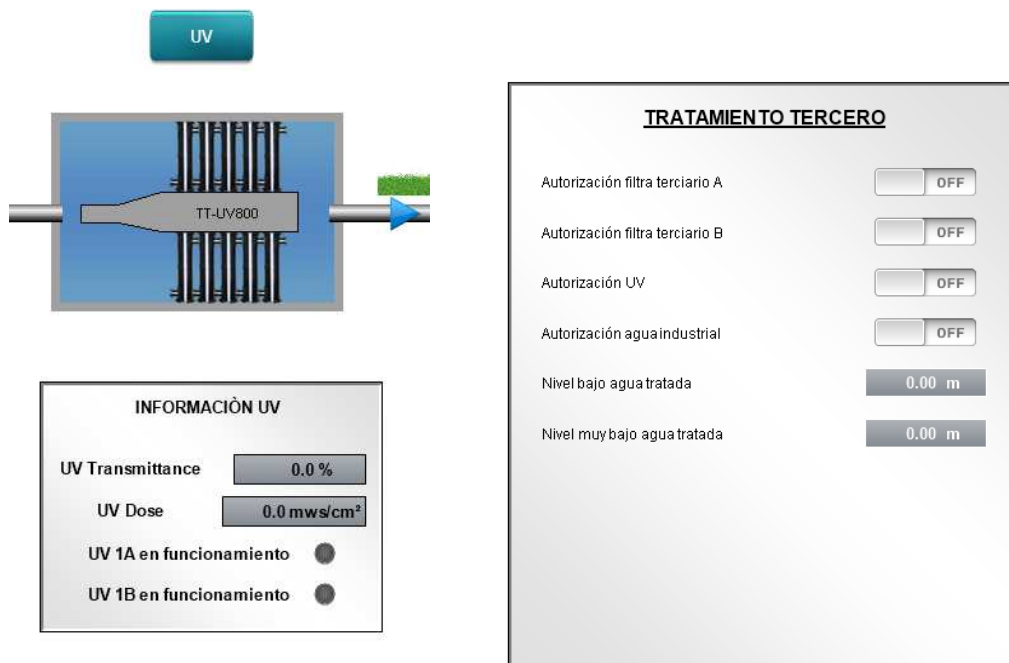
En funcionamiento normal, la válvula TT-V804 de bypass de los canales UV está cerrada y la válvula TT-V801 está abierta.

En modo automático (conmutador en posición AUTO sobre el SCADA y selector en posición REMOTO o AUTO sobre los paneles SCC y PDC de control local), el operador solo da la autorización de desinfección UV sobre el SCADA. Luego el automatismo dedicado al sistema de UV maneja el funcionamiento.

Parada por “paro de emergencia” de la zona.

Parada y alarma en caso de nivel bajo dentro del canal.

 **NOTA:** El cambio de los parámetros solo es posible a través del panel de control SCC – interfaz del usuario.



 	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL TOMO I - OPERACIÓN	Rev. 0A
		Fecha 2018-08-23
		Pagina. 195 de 266

Figura 49. Vistas SCADA del sistema de desinfection UV

La interfaz de usuario del controlador utiliza tecnología de pantalla táctil. No utilice puntas de lápiz o bolígrafo ni otros objetos puntiagudos para realizar selecciones en la pantalla. Utilice las puntas de los dedos, limpias y secas, o el extremo de la goma de un lápiz.

El funcionamiento del centro de control del sistema (SCC) puede omitirse por completo con los interruptores de selección de modo de banco UV en el PDC. Estos interruptores deben estar en la posición "Remote" para permitir el control de los bancos de UV a través de la interfaz de usuario del SCC.

Todas las pantallas de la interfaz muestran botones de navegación en la parte inferior de la pantalla.



Los ajustes del sistema pueden influir en las propiedades de desinfección del sistema. Estos ajustes solo deben modificarse por personal cualificado y bajo la supervisión del fabricante.

Extracto de Manual del usuario de operación y mantenimiento TROJANUV3000PLUS™ - Traducción de las instrucciones originales - Versión 10

Icono	Función	Descripción
	Generalidades del sistema	Un resumen operativo de todos los canales UV y bancos UV. Permite acceder a la pantalla de asignación de prioridad e introducir manualmente los valores de flujo y de UV.
	Pantalla de estado de alarma	Va a las alarmas activas actualmente y permite el acceso a la pantalla de historial de alarmas si hay alguna alarma activa.
	Pantalla de tendencia	Muestra los datos de tendencia para flujo, UVT y dosis
	Iniciar sesión/Cerrar sesión	Los botones para acceder y salir del sistema situados en la barra de navegación y que permiten controlar el nivel de seguridad del usuario.
	Pantalla Información	Muestra la información sobre el hardware y el software del sistema de control. También le permite acceder al cambio de hora del reloj y a otras funciones de mantenimiento de la interfaz del usuario.
	Pantallas de ajustes del sistema	Le permite acceso a los ajustes de configuración del sistema según le permita el nivel de seguridad actual. Los ajustes están organizados por página de acuerdo a su función.
	Pantalla de supervisión de escobillas	Le permite acceso al control del sistema de escobillas y limpieza

 GRANDS PROJETS	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Rev. 0A
	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL	Fecha 2018-08-23
	TOMO I - OPERACIÓN	Pagina. 196 de 266

Icono	Función	Descripción
	Pantallas de supervisión de bancos	Le permite acceso al control de los bancos de UV y muestra la información específica de un banco UV.
	Pantalla de supervisión del canal	Permite acceder al control de las puertas corredizas. Permite acceder al control y muestra la información de un canal específico.
	Ayuda	Muestra el texto de ayuda para la pantalla seleccionada actualmente.

Las pantallas de la interfaz usan códigos de color que le ayudan a identificar tipos de datos de un vistazo:

Color del texto/símbolo	Color del fondo	Definición
Negro	Gris	Texto estático o datos numéricos que no pueden ser modificados por un operario en el nivel actual de seguridad.
	Amarillo	Una función controlada manualmente.
	Blanco	Botón activo o un campo de entrada numérico que cambiará la pantalla que actualmente se muestra o bien permitirá introducir datos numéricos.
Cualquiera	Negro	Estado inoperativo para lámparas UV
	Blanco	Estado operativo para lámparas UV

7.7.2.3 Seguridad



Bajo ninguna circunstancia se deben ver las lámparas UV directamente sin protección adaptada.

Es necesario de parar y hacer una consignación de los armarios antes de intervenir en la instalación.

Está estrictamente prohibido intervenir en la instalación sin conocer los peligros (radiación, calor, peligros eléctricos, etc.)

Referirse a la documentación del proveedor antes de comenzar cualquier acción en la instalación.

Las alarmas activas actuales se muestran en la pantalla de estado de alarma. En ella aparecen las 100 alarmas más recientes que requieren atención. Cuando se corrige una condición de alarma, esta se elimina de la pantalla de estado de alarma.

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL TOMO I - OPERACIÓN	Rev. 0A
		Fecha 2018-08-23
		Pagina. 197 de 266

La pantalla de historial de alarma muestra el historial de alarmas archivadas. El búfer de alarmas muestra las últimas 100 alarmas. Cuando el búfer está lleno, la alarma más antigua se eliminará del archivo.

Todas las alarmas de los sistemas UV se muestran en la pantalla de estado de alarma cuando están activas. La mayoría de las alarmas estándar están divididas en tres categorías: críticas (Tabla 24), principales (Tabla 25) y menores (Tabla 26).

Extracto de Manual del usuario de operación y mantenimiento TROJANUV3000PLUS™ - Traducción de las instrucciones originales - Versión 10: Páginas 131 a 134.

Tabla 24 Condiciones de alarma crítica

Condición de alarma	Descripción
Dosis baja de UV	La dosis actualmente calculada de UV ha caído por debajo del límite de alarma en la pantalla de ajustes de dosis. El límite de alarma es el porcentaje de dosis diseñada que activa la alarma.
Máximo hidráulico excedido	El flujo medido actualmente del efluente por canal(es) abierto(s) excede el pico de flujo introducido en la pantalla de ajustes del canal. Advierte de una posible situación de inundación
Nivel de agua alto en canal X	El nivel de agua en el canal excede el nivel al que se monta el sensor discreto de nivel alto.
No hay suficientes canales aptos disponibles (alarma bloqueada)	No hay suficientes canales "aptos" disponibles en el equipo de UV para llevar a cabo la desinfección. El controlador intentará abrir todos los canales disponibles (si se controlan las puertas corredizas) y encender todos los bancos UV disponibles (todos los bancos UV sin fallos y los bancos UV con fallos múltiples de lámparas UV, controlador de lámparas o de comunicación del módulo) a plena potencia. Esta alarma debe restaurarse en la pantalla de supervisión del canal una vez corregida la causa que provocó la alarma.
Fallo de señal de UVT	La señal de entrada analógica para la UVT del controlador UVT y del sensor ha caído por debajo de 2 mA. Cuando esta alarma está presente, el controlador utilizará el último valor de UVT manual especificado.
Fallo del medidor de flujo	La señal de entrada analógica para el medidor de flujo ha caído por debajo de 2 mA. Cuando esta alarma está presente, el controlador utilizará el último valor de flujo manual especificado.
El canal XX no tiene suficientes bancos UV aptos	Un canal, cuando el controlador requiere su funcionamiento, no cuenta con suficientes bancos UV "aptos" para proporcionar la dosis necesaria requerida en ese canal.

 GRANDS PROJETS	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Rev. 0A
	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES	Fecha 2018-08-23
	SAN CRISTÓBAL TOMO I - OPERACIÓN	Página. 198 de 266

Tabla 24 Condiciones de alarma crítica (continuación)

Condición de alarma	Descripción
Apagado del Banco XX por nivel bajo de agua (sin retraso)	Un sensor de nivel de agua ha informado de una condición de bajo nivel de agua. Todos los bancos UV con una condición activa de nivel bajo de agua se apagarán automáticamente.
Fallo de entrada de la puerta corrediza (se puede configurar el retraso de las alarmas de puerta por canal)	Cuando las puertas corredizas automáticas están controladas por el SCC, las siguientes alarmas podrán darse si la puerta corrediza no responde según lo esperado de acuerdo con el tiempo configurado para el recorrido de la puerta:
	La puerta no se abre completamente: Una puerta corrediza no ha alcanzado el interruptor de límite de apertura antes de que expirara el tiempo dado por el temporizador de respuesta de la puerta. El portón de salida "Abrir señal" del controlador se apagará hasta que se restaure la alarma en la pantalla de control de la compuerta.
	La puerta no se cierra completamente: Una puerta corrediza no ha alcanzado el interruptor de límite de cierre antes de que expirara el tiempo dado por el temporizador de respuesta de la puerta. El portón de salida "Cerrar señal" del controlador se apagará hasta que se restaure la alarma en la pantalla de control de la compuerta.
	La puerta no se empieza a abrir: Una puerta corrediza no ha salido del interruptor de límite de cierre antes de que expirara el tiempo dado por el temporizador de respuesta de la puerta. El portón de salida "Abrir señal" del controlador se apagará hasta que se restaure la alarma en la pantalla de control de la compuerta.
	La puerta no se empieza a cerrar: Una puerta corrediza no ha salido del interruptor de límite de apertura antes de que expirara el tiempo dado por el temporizador de respuesta de la puerta. El portón de salida "Cerrar señal" del controlador se apagará hasta que se restaure la alarma en la pantalla de control de la compuerta.

Tabla 25 Condiciones de alarma principal

Condición de alarma	Descripción
Fallo de baja UVT (retraso configurable)	La lectura de la UVT ha descendido por debajo del punto fijado para la alarma de baja UVT configurado en la pantalla de ajustes de UVT.
UVT fuera del rango de validación bajo (60 segundos de retraso)	La lectura de la UVT ha descendido por debajo del rango validado para el modo de cálculo de dosis actual. Esta alarma sólo es válida para sistemas diseñados para cumplir con las directrices NWRI y provocará que todos los bancos UV operativos funcionen a máxima potencia.
Tasa de flujo fuera del rango de validación alto (60 segundos de retraso)	La lectura de flujo ha sobrepasado el rango validado para el modo de cálculo de dosis actual. Esta alarma sólo es válida para sistemas diseñados para cumplir con las directrices NWRI y provocará que todos los bancos UV operativos funcionen a máxima potencia.
Fallo de comunicación de módulos del banco XX	Una mesa del módulo de un módulo anexo al banco UV no se está comunicando con el CCB. Un icono de fallo de comunicación aparecerá sobre los módulos afectados en la pantalla de supervisión de bancos.
Fallo múltiple del controlador de lámparas del banco XX (bloqueada)	El número total de controladores de lámparas con fallos en el banco UV es igual o mayor que el valor del punto de referencia fijado para el fallo múltiple del controlador de lámparas en la pantalla de ajustes de banco. Cuando se produce esta alarma, el banco UV entrará en pausa y otro banco UV se iniciará para sustituir al que ha presentado el fallo. Esta alarma está bloqueada y sólo puede apagarse mediante el botón de restauración de la alarma que aparecerá en la pantalla de supervisión de bancos para el banco UV afectado. Un banco UV con un fallo múltiple del controlador de lámparas puede ser iniciado por el controlador cuando se produce una condición de "No hay suficientes canales aptos".

 GRANDS PROJETS	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Rev. 0A
	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES	Fecha 2018-08-23
	SAN CRISTÓBAL TOMO I - OPERACIÓN	Pagina. 199 de 266

Tabla 25 Condiciones de alarma principal (continuación)

Condición de alarma	Descripción
Fallo múltiple de lámparas UV del banco XX (bloqueada)	El número total de lámparas UV con fallos en el banco UV es igual o mayor que el valor del punto de referencia fijado para el fallo múltiple de lámpara UV en la pantalla de ajustes de banco. Cuando se produce esta alarma, el banco UV entrará en pausa y otro banco UV se iniciará para sustituir al que ha presentado el fallo. Esta alarma está bloqueada y sólo puede apagarse con un botón de restauración de la alarma que aparecerá en la pantalla de supervisión de bancos para el banco UV afectado. Un banco UV con un fallo múltiple de lámparas UV puede ser iniciado por el controlador cuando se produce una condición de "No hay suficientes canales aptos".
El banco XX no está en modo remoto (sin retraso)	El interruptor selector de modo de banco UV del PDC no está en la posición remoto ("remote") o el banco UV no está en modo automático en la interfaz del usuario. Esto evitará que el banco UV se utilice en la rutina automática del ritmo de dosificación.
Fallo de comunicación en el banco XX	El SCC no ha recibido una comunicación actualizada de la CCB indicada para el periodo de retraso de alarma principal configurado como punto de referencia. Esta alarma provocará que un banco UV sea considerado corrupto y que se solicite su inmediata desconexión.
Fallo de pérdida de potencia del banco XX (tiempo del ciclo de comunicación x3)	Todas (o un número definido por el usuario de) las lámparas UV del banco UV se han desconectado sin que el controlador lo haya solicitado. Esta alarma sólo aparecerá si el banco UV está en modo Remote Hand (remoto manual) o Remote Auto (remoto auto). Al banco UV que ha fallado se le indicará que entre inmediatamente en un periodo de calentamiento con las lámparas UV a máxima potencia. Si al final del periodo de calentamiento, no hay lámparas encendidas (o un número de ellas definido por el usuario), el banco UV se apagará y se iniciará otro banco UV en su lugar. Si se encendiera una lámpara durante el periodo de calentamiento, la alarma se eliminará. El botón de restauración de alarma de fallo múltiple de la lámpara UV también eliminará la alarma.
Fallo de comunicación XX del HSC	El SCC no ha recibido una actualización de comunicación del HSC indicado durante el periodo de retraso especificado.
El grupo de escobillas x del HSC XX no está en modo "Remote Auto" (remoto auto) (sin retraso)	El interruptor del selector del grupo de escobillas del HSC no está en la posición remoto ("remote"). Esto evitará que el grupo de escobillas se limpie automáticamente.
Cierre por alta presión del grupo de escobillas x del HSC XX (sin retraso)	Se activa una entrada por parte del interruptor de alta presión cuando la bomba hidráulica se encuentre en funcionamiento durante la función de limpieza. Cuando se produce esta alarma, la bomba hidráulica se desconecta y todas las funciones de limpieza quedan suspendidas para todos los grupos del HSC. Para eliminar esta alarma, todos los grupos de escobillas deben ponerse en la posición "Local Off" (local apagado) durante 10 segundos, y después volver a ponerse en funcionamiento.
Cierre por bajo nivel de líquido del grupo de escobillas x del HSC XX (sin retraso)	Una entrada del interruptor de nivel bajo en el depósito de líquido hidráulico cuando la bomba hidráulica está funcionando durante una función de limpieza. Cuando se produce esta alarma, la bomba hidráulica se desconecta y todas las funciones de limpieza quedan suspendidas para todos los grupos del HSC. Para eliminar esta alarma, todos los grupos de escobillas deben ponerse en la posición "Local Off" (local apagado) durante 10 segundos, y después volver a ponerse en funcionamiento.
Fallo de funcionamiento de la bomba del grupo de escobillas X del HSC XX	Se activa una entrada por parte del interruptor de sobrecarga de la bomba cuando la bomba hidráulica se encuentre en funcionamiento durante la función de limpieza. Cuando se produce esta alarma, la bomba hidráulica se desconecta y todas las funciones de limpieza quedan suspendidas para todos los grupos del HSC. Para eliminar esta alarma, todos los grupos de escobillas deben ponerse en la posición Local Off de forma simultánea durante 10 segundos, y después se debe pulsar el botón de restauración en la pantalla de supervisión de escobillas del interfaz del operador. Los modo del grupo de escobillas cambia y vuelve al estado de funcionamiento.
La puerta de entrada XX del canal no está en remoto auto (si es multicanal) (sin retraso)	El interruptor selector de modo de la puerta corrediza local no está en remoto auto

 GRANDS PROJETS	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Rev. 0A
	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES	Fecha 2018-08-23
	SAN CRISTÓBAL TOMO I - OPERACIÓN	Página. 200 de 266

Tabla 26 Condiciones de alarmas menores

Condición de alarma	Descripción
Fallo de flujo bajo (retraso configurable de la alarma)	La tasa de flujo medida en este momento ha descendido por debajo del límite de alarma configurado para el tiempo de retraso de alarma fijado. Si el número mínimo de bancos UV por canal está configurado en 0, todos los bancos UV entrarán en pausa cuando se produzca esta alarma.
UVT fuera del rango de validación alto (60 segundos de retraso)	La lectura de UVT ha sobrepasado el rango validado para el modo de cálculo de dosis actual. Esta alarma sólo es válida para sistemas diseñados para cumplir con las directivas NWRI, y provocará que se emplee el valor del rango máximo de validación de UVT para la distribución de dosis.
Tasa de flujo fuera del rango de validación bajo (60 segundos de retraso)	La lectura de flujo ha caído por debajo del rango validado para el modo de cálculo de dosis actual. Esta alarma sólo es válida para sistemas diseñados para cumplir con las directivas NWRI, y provocará que se emplee el valor del rango mínimo de validación de flujo para la distribución de dosis.
Batería baja (retraso de 10 segundos)	La batería no es capaz de hacer una copia de seguridad de la memoria en caso de fallo de potencia y debe ser reemplazada.
Fallo del controlador de lámparas del banco XX	Uno o más controladores de lámparas ha fallado en el banco UV afectado. La pantalla de supervisión de bancos mostrará gráficamente los controladores de lámparas que han fallado con un rectángulo rojo y el botón de restauración aparecerá en la pantalla. Seguirá informándose del fallo del controlador de lámparas hasta que se pulse el botón de restauración, y después mostrará su estado actual si ha sido reparado e informan del estado adecuado.
Fallo de lámparas UV del banco XX	Una o más lámparas UV han fallado en el banco UV afectado. La pantalla de supervisión de bancos mostrará gráficamente la lámpara o lámparas UV que han fallado con un círculo rojo y el botón de restauración aparecerá en la pantalla. Seguirá informándose del fallo del controlador de lámparas hasta que se pulse el botón de restauración, y después mostrará su estado actual si ha sido reparado e informan del estado adecuado.
Exceso de horas de las lámparas UV del banco XX (sin retraso)	Las horas de la lámpara UV en el banco UV especificado han superado el límite del punto de referencia configurado para la vida de la lámpara UV. El propósito de esta alarma es únicamente informativo e indica que las lámparas UV están funcionando a la intensidad UV más baja y que deben cambiarse.
Alarma de baja UVI en el banco XX	La lectura de la UVI actual para el banco UV notificado ha descendido por debajo del límite de alarma configurado. El límite de la alarma se introduce como el porcentaje del valor esperado de intensidad con las condiciones actuales de la UVT y salida de la lámpara UV.
Cortocircuito en la entrada del sensor de bancos UVI	Se ha detectado un cortocircuito en el sensor de intensidad de UV del banco UV identificado.

Tabla 27 Otras condiciones de alarma

Condición de alarma	Descripción
Fallo del PLC (sin retraso)	Se ha producido un fallo en el hardware del PLC.
Fallo de comunicación SCADA (20 segundos de retraso)	El controlador no ha recibido una comunicación actualizada del sistema SCADA en los últimos 20 segundos
Modo de hibernación (sin retraso)	Esta alarma está fijada para cuando la opción de modo de hibernación está habilitada en la pantalla de ajustes generales. Cuando esta alarma está presente, todos los otros mensajes de alarma quedan enmascarados y los partes de error del sistema SCADA pasarán al estado "bueno".
Potencia restaurada en el banco XX (sin retraso)	La CCB de un banco UV se está recuperando de un fallo de potencia. Esta alarma permanecerá activa durante 1 minuto pasando de un ciclo de potencia a una CCB.

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL TOMO I - OPERACIÓN	Rev. 0A
		Fecha 2018-08-23
		Página. 201 de 266

7.7.2.4 Mantenimiento periódico



Lea atentamente este el manual de operación y mantenimiento del suplidor TROJAN antes de utilizar este equipo.

Lea toda la documentación del usuario antes de llevar a cabo operaciones de inspección, reparaciones o tareas de mantenimiento en este equipo.

Las operaciones, reparaciones y tareas de mantenimiento del equipo se describen en el manual solo debe llevarlas a cabo personal competente. Si no entiende la información o las explicaciones de los procedimientos que contiene el manual, DETENGA cualquier operación que esté realizando y pida asistencia a el fabricante.

Comprobación con inspección visual diario *(Extracto de Manual del usuario de operación y mantenimiento TROJANUV3000PLUS™ - Traducción de las instrucciones originales - Versión 10)*

Componente del sistema	Actividad de inspección
SCC	Verifique la pantalla de estado de alarma para identificar nuevos fallos y registros de nuevas alarmas
SCC	Verifique la pantalla de historial de alarmas para obtener un resumen general de los fallos anteriores.
SCC	Verifique la pantalla o pantallas de supervisión en la interfaz del usuario para asegurarse de que todos los bancos UV están en modo REMOTE AUTO y que todos los módulos estén habilitados.
Sistema de limpieza ActiClean™	Verifique la pantalla o pantallas de control de escobillas en la interfaz del usuario para asegurarse de que todos los grupos de escobillas están en modo REMOTE AUTO y que están habilitados.
Sensor de nivel	Inspeccione visualmente el sensor de nivel de agua en busca de acumulaciones de residuos. Limpie como sea necesario.
Centro del sistema hidráulico	Inspeccione visualmente el colector y el HSC en busca de fugas de líquido hidráulico.

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Rev. 0A
	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL	Fecha 2018-08-23
	TOMO I - OPERACIÓN	Página. 202 de 266

Tabla de mantenimiento preventivo (Extracto de Manual del usuario de operación y mantenimiento TROJANUV3000PLUS™ - Traducción de las instrucciones originales - Versión 10)

Componente del sistema	Necesidad de mantenimiento	En el momento de la extracción	Diaria	Semanal	Mensual	Cada dos meses	Bianual	Anual	12.000 horas	Cada dos años
Sistema UV	Inspección visual (Tabla 20)		X							
	Limpie el canal UV alrededor del sistema UV. Realice esta operación cada seis meses si la calidad del agua es mala.							X		
Centro del sistema hidráulico	Inspeccione el HSC y los componentes del sistema hidráulico (Sección 10.4.2).				X					
	Inicie una secuencia de limpieza y compruebe que la presión del HSC se encuentra dentro del rango (180–200 psi) (Sección 10.4.3).				X					
	Verifique el nivel del líquido hidráulico (Sección 10.4.4).			X						
	Sustituya el filtro de aceite (Sección 10.4.3).							X		
	Inspeccione las mangueras hidráulicas para asegurarse de que no estén desgastadas. Sustituya las mangueras si presentan deformaciones, roturas, grietas o daños evidentes. Realice cuando recargue el gel ActiClean™ (Sección 10.4.5)	X						X		
	Sustituya el líquido hidráulico (Sección 10.4.3).									X
Sensor(es) de nivel	Inspeccione el sensor de nivel en busca de suciedad, algas o daños. Limpie los rodamientos del sensor como necesite con un cepillo de alambres. Sustitúyalo si está defectuoso. Si el agua es de mala calidad, hágalo una vez cada dos semanas.				X					

[illegible]

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Rev. 0A
	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL	Fecha 2018-08-23
	TOMO I - OPERACIÓN	Pagina. 204 de 266

Cuando se retira un módulo del canal UV para tareas de mantenimiento, lleve a cabo las acciones siguientes (*Extracto de Manual del usuario de operación y mantenimiento TROJANUV3000PLUS™ - Traducción de las instrucciones originales - Versión 10*):

Componente	Acción
Fundas de lámparas	Inspeccione para asegurarse de que la parte exterior de la funda de la lámpara no presenta suciedad ni daños. Si hay señales de suciedad, compruebe que las coronas de la escobilla están llenas de gel ActiClean™. Limpie manualmente las fundas según sea necesario.
	Asegúrese de que las tuercas de la funda de la lámpara están apretadas a mano para evitar fugas de humedad en la funda de la lámpara. Apretarlas demasiado puede dañar el sello y permitir que la humedad entre en la funda de la lámpara.
	Inspeccione visualmente las fundas de la lámpara en busca de humedad interna. Si encuentra más que unas pequeñas gotas, limpie y seque las fundas de lámpara y las lámparas UV afectadas.
Bastidor de soporte	Inspeccione los clips espaciadores de la bandeja de soporte del módulo en busca de clips rotos. Sustituya los clips según sea necesario.
Hidráulicas	Verifique que las mangueras hidráulicas no presenten grietas, fugas, etc. Sustitúyalas si fuera necesario.
Cable de alimentación del módulo	Compruebe que no haya clavijas dobladas. Si hay clavijas dobladas, retire inmediatamente el módulo del servicio y sustituya el cable de alimentación del módulo.
	Compruebe que las clavijas no presenten corrosión (aparece como una decoloración o pátina blanca en la superficie de la clavija). Se limpia manualmente con un cepillo de alambre flexible como latón o papel de lija de grado 90 o más fino. Asegúrese de retirar todos los residuos. Una vez que las clavijas están limpias, Trojan recomienda aplicar un compuesto anticorrosivo para evitar la corrosión en el futuro. Se ha comprobado que "Corrosion Zero" es compatible con todos los componentes del conector del cable de alimentación y está autorizado por Trojan para este propósito.

7.7.3 Depósito de agua tratada – agua industrial

7.7.3.1 Generalidades

El agua tratada esta almacenada en un tanque (92 m³) para su reutilización como agua industrial en usos dentro de la propia PTAR.

La red de agua industrial se alimenta con el agua tratada que sale del depósito de agua tratada.

Se proyecta una red de distribución de agua de servicios que dará servicio al edificio de tratamiento de lodos, al área de reactivos y al edificio de pretratamiento.

El agua industrial se utiliza para alimentar a las bocas de lavado así como a los equipos directamente.

Bocas de lavado:

- Pozo de bombeo
- Tornillo compactador
- Desarenado A/B
- Pozo de flotantes desgasificador

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Rev. 0A
	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL	Fecha 2018-08-23
	TOMO I - OPERACIÓN	Pagina. 205 de 266

- Pozo de flotantes clarificador
- Pozo de lodos
- Pozo de bombeo agua de retorno
- Local de filtro banda
- Local reactivos
- Conexión prevista para llenado de camión

Alimentación de los equipos:

- Tornillo compactador
- Aspersión sobre los flotantes del desgasificador y del clarificador
- Preparación de polímero
- Aspersión de la desodorización biológica
- Desarenadores A y B
- Lavado del filtro banda

Las necesidades de agua industrial son del orden de 60 m³/h.

Estimación de consumos diarios	Caudal unitario (m3/h)	Coef. Simultaneidad	Caudal (m3/h)
Tornillo compactador	2,5	1	2,5
Clasificador de arenas	5	2	10,0
Espesamiento deshidratación	10	2	20,0
Dilución polímeros	2	1	2,0
Almacenamiento de grasas	1,3	1	1,3
Carbofil	4,4	1	4,4
Equipamientos exteriores	1,1	1	1,1
Necesidades Totales			41,3
Caudal total adoptado			60

Se prevén 1+1 bombas de 60 m3/h para la distribución de agua industrial. El grupo de presión previsto se instalará adosado al depósito de agua tratada. El equipo está completamente automatizado y se compone por un cuadro de control, un calderín de presión y los equipos de seguridad necesarios (manóstató, válvulas de seguridad).

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL TOMO I - OPERACIÓN	Rev. 0A
		Fecha 2018-08-23
		Página. 206 de 266



7.7.3.2 Funcionamiento

No hay funcionamiento particular para las zonas de contacto.

En modo automático (conmutador en posición AUTO sobre el SCADA y selector en posición REMOTO o AUTO sobre el panel de control local), el operador solo da la autorización de funcionamiento del grupo de supresión sobre el SCADA. Luego el automatismo dedicado al sistema bombeo maneja el funcionamiento.

Regulación de las bombas de refuerzo en función de la presión dentro de la red de agua industrial (CL-PT-067) para mantener la presión dentro de la red.

- o Nivel 1: arranque de la 1a bomba
- o Nivel 2: arranque de la 2a bomba
- o Nivel 3: arranque de la 3a bomba
- o Nivel 4: parada de las bombas

Para equilibrar el tiempo de funcionamiento de las bombas CL-BO-025/026/027/028, la primera bomba que arranque será la primera bomba en pararse.

En caso de fallo sobre una bomba, puesta en marcha automática de la bomba de reserva y alarma en la supervisión.

Permutación cíclica de las bombas en cada arranque para equilibrar el tiempo de funcionamiento.

Parada por “Parada de emergencia” en la zona.

Parada del grupo de bombas en caso de nivel muy bajo (TT-LIT-800-LSLL) o boya de nivel muy bajo TT-LSL-811 dentro del depósito de agua tratada.

Parada de las bombas en caso de presión nula en la impulsión (CL-PT-067) mientras que las bombas siguen funcionando.

Parada de la deshidratación y del clasificador de arenas en caso de defecto del grupo de supresión.

 **NOTA:** El cambio de los parámetros solo es posible a través del panel de control SCC – interfaz del usuario.

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL	Rev. 0A
	TOMO I - OPERACIÓN	Fecha 2018-08-23
		Pagina. 207 de 266

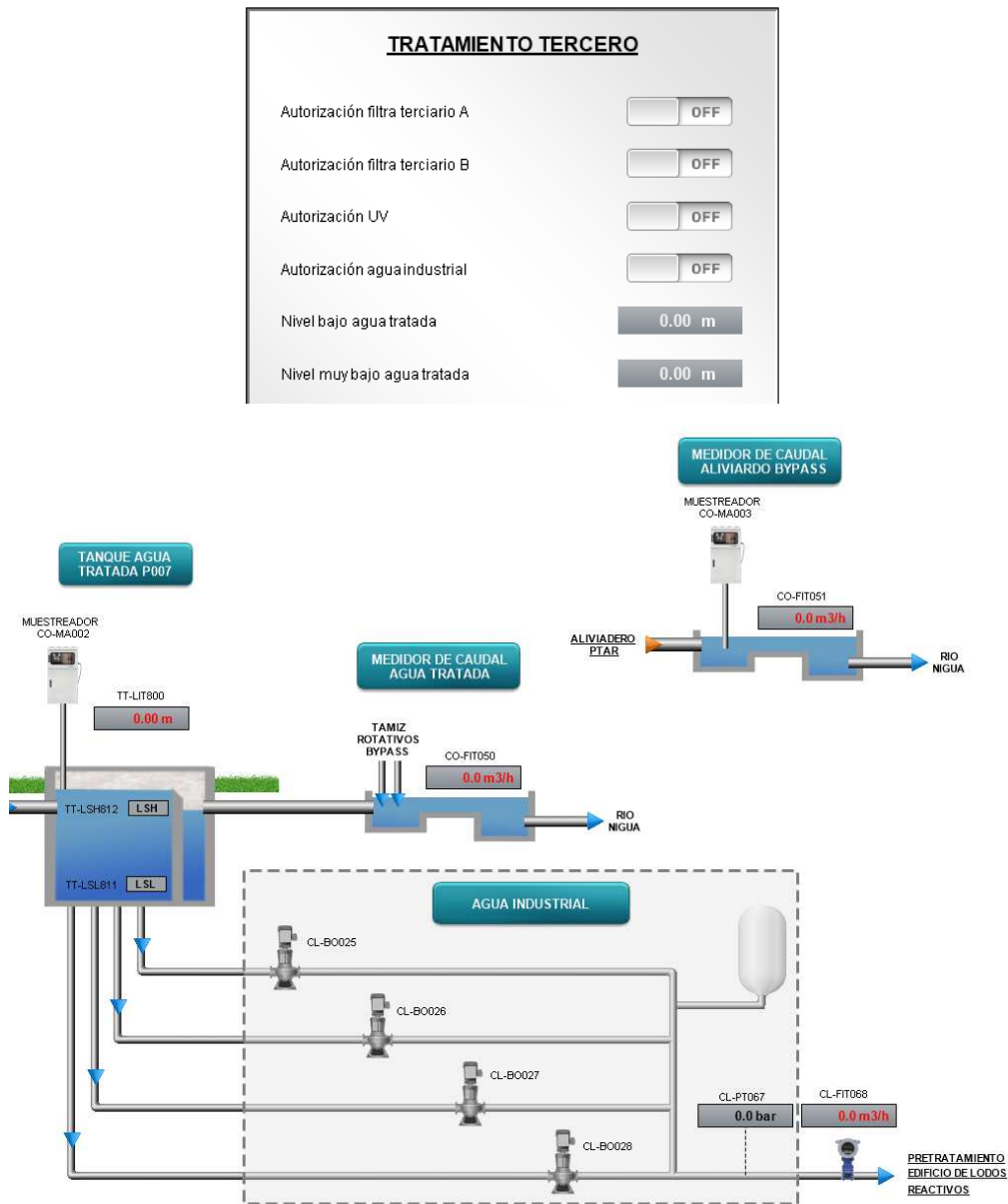


Figura 50. Vistas SCADA del tanque de agua tratada P007 y producción de agua industrial

La presión inicial del depósito de presión se debe ajustar por debajo de la presión de encendido configurada. El ajuste se puede realizar mediante una válvula situada bajo la cubierta de la parte superior del depósito.

Ejemplo: Presión inicial un 10% por debajo de la presión de encendido

Presión inicial del depósito de control $p = 0,9 \times pE$ con pE = Presión de encendido del sistema de aumento de presión

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL TOMO I - OPERACIÓN	Rev. 0A
		Fecha 2018-08-23
		Página. 208 de 266

En modo manual, la unidad de mando consta de un display iluminado, un piloto LED, las teclas de función y navegación, y un acceso a la interfaz de mantenimiento.

La indicación en la pantalla incluye información importante para el servicio del sistema de aumento de presión. Se pueden consultar datos y ajustar parámetros.

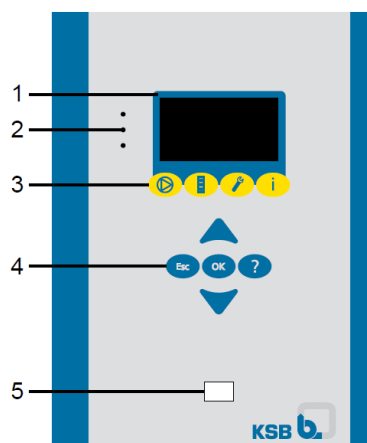


El funcionamiento continuo en modo manual desde el panel de control local es un modo de servicio de emergencia.

El funcionamiento continuo en modo manual puede causar un consumo de agua y energía indeseado.

El funcionamiento continuo del sistema de aumento de presión en modo manual puede provocar un sobrecalentamiento del líquido de bombeo o de la bomba.

1	Display	2	Piloto LED con funcionamiento en semáforo
3	Teclas de función	4	Teclas de navegación
5	Interfaz de mantenimiento		



LED	Descripción
	Rojo: uno o varios mensajes de alarma pendientes
	Amarillo: uno o varios mensajes de advertencia pendientes
	Verde: funcionamiento correcto

Tecla	Menú
	Servicio
	Diagnóstico
	Ajustes
	Información

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL TOMO I - OPERACIÓN	Rev. 0A
		Fecha 2018-08-23
		Página. 209 de 266

Tecla	Descripción
	Teclas con flecha: - Para desplazarse hacia arriba/hacia abajo en el menú de selección. - Para aumentar o reducir el valor mostrado cuando se están introduciendo valores numéricos. - Desplazarse hacia arriba o hacia abajo.
	Tecla Escape: - Interrumpir la entrada de datos sin guardar. - Saltar a un nivel de menú superior.
	Tecla OK: - Pulsar en pantalla de inicio: se abre el menú resumido. - Confirmar ajustes. - Confirmar una selección del menú. - Saltar a la cifra siguiente cuando se están introduciendo valores numéricos.
	Tecla de ayuda: Muestra un texto de ayuda para el punto de menú seleccionado.

7.7.3.3 Mantenimiento periódico

Cada semana:

Verificar el punto de funcionamiento del grupo de supresión (par caudal – presión) mediante el manómetro local y el caudalímetro en línea. Si no se encuentra dentro de la curva normal de funcionamiento o en caso de un sonido anormal proceder a una inspección mecánica de las bombas.

Limpiar las boyas de niveles.

Cada mes:

Limpiar las paredes del tanque de agua tratada P007. Ajustar la frecuencia de limpieza según las necesidades.

Comprobar la corriente de arranque y de funcionamiento de las bombas, si no se encuentra dentro de los límites normales de funcionamiento proceder a una inspección mecánica.

Cada año:

Vaciado de los tanques para la limpieza.

Otros:

El operador debe asegurar el mantenimiento y la calibración de la instrumentación, siguiendo las directivas de los suministradores respectivos.

Tipo de equipo	Modelo	Proveedor	Frecuencia	Tipo de mantenimiento
Sensor de nivel	S FDU 91	E&H	Mensual	- Limpieza del captor según necesidad
Boyas de nivel		E&H	Semanal	- Limpieza



Todas las operaciones de reparación y mantenimiento deben ser efectuadas por personal autorizado con el equipo detenido y bloqueado (Parada de emergencia y consignación en el panel/armario).

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Rev. 0A
	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL	Fecha 2018-08-23
	TOMO I - OPERACIÓN	Pagina. 210 de 266

Para otras instrucciones y detalles de mantenimiento periódico referirse a los manuales de los proveedores en el anexo 11.4

7.7.4 Medición de caudal y toma de muestras agua tratada & by-pass

7.7.4.1 Medición de caudal

Desde el depósito de agua tratada saldrá el agua tratada por un canal hasta la arqueta de salida. En este canal se ubicará un medidor de caudal.

En paralelo, el conjunto de los desvíos de la planta, by-pass general (aliviadero del obra de llegada y pozo de elevación P001), y by-pass de la cámara de distribución, se unifican en un canal “by pass” igualmente provisto de medidor de caudal ultrasónico.

De hecho, el caudal se mide antes de su vertido al medio receptor en un canal de tipo Venturi CO-CV-001/002 provisto de sensor ultrasónico CO-FIT-050 (aguas tratadas) – CO-FIT-051 (by-pass).

Caudal formula

$$Q= 0,01744 \times (Be/10) \times (H/10)^{1,5} + 0,00091 \times (H/10)^{2,5}$$

Con $Q=l/s$ y Be & H =mm

H max = 820 mm

Be = 480 mm

7.7.4.2 Toma de muestra

Muestreadores automáticos permiten realizar una toma de muestras de las aguas tratadas CO-MA002 (localizado sobre el tanque almacén de agua tratada – en el edificio de tratamiento tercero) y de las aguas de by-pass CO-MA003 (localizado sobre el canal medidor de caudal CO-CV002) para poder realizar la toma de muestras y los correspondientes análisis de la calidad de las aguas en el laboratorio.

Para recordatorio, un muestreador automático PR-MA001 es colocado después del tamizado fino para poder realizar la toma de muestras de las aguas brutas.

Objetivo:

Toma diaria de muestras de aguas tratadas sobre 24 horas.

Toma puntual de aguas de by-pass

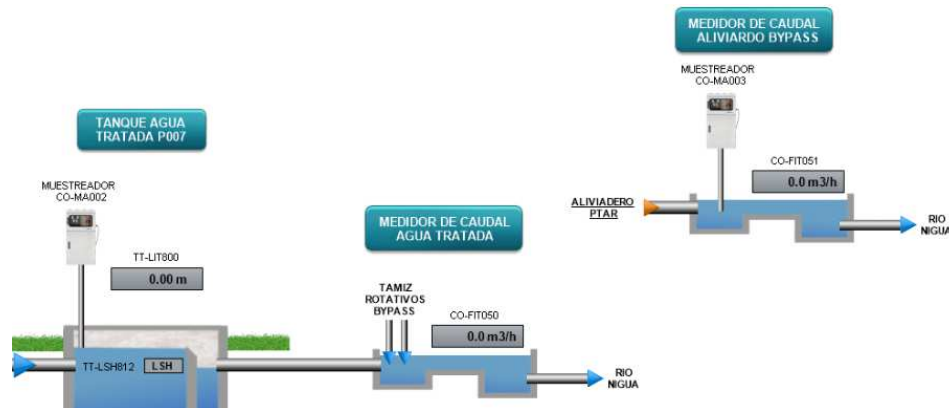
Funcionamiento:

Regulación de las muestras en función del caudal de agua tratada obtenido por el medidor de caudal CO-FIT-050 : señal por impulso hacia el muestreador.

Autorización de funcionamiento automático desde el SCADA.

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL TOMO I - OPERACIÓN	Rev. 0A
		Fecha 2018-08-23
		Página. 211 de 266

Para un funcionamiento manual se refiere a la documentación técnica del suplidor. Ver Anexo 11.4



Importante: el volumen mínimo de una muestra debe ser de 50 ml, el ajuste del tubo de medición se realizará en consecuencia. El número mínimo de muestras debe ser de 150 muestras por día, el operador tendrá que ajustar el peso impulso a la supervisión.

7.7.4.3 Mantenimiento

El operador debe asegurar la comprobación del estado y la limpieza de la instrumentación sobre una base semanal.

El operador debe asegurar el mantenimiento y la calibración de la instrumentación sobre una base mensual.

Para el muestreador :

El operador debe garantizar el funcionamiento correcto de la muestra y debe limpiarla después de tomar el muestras:

Limpieza de latas.

Limpieza del brazo de distribución.

Limpieza de la taza de medir y su manguera.

Proceso de limpieza periódica de la tubería de succión.

Tipo de equipo	Modelo	Proveedor	Frecuencia	Tipo de mantenimiento
Muestreador automático	ASP 2000 RPS20B	ENDRESS + HAUSER	Anual	- Filtro de aire - O-ring sellos - Vidrio dosificador - Diafragma para abrazadera de manguera

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Rev. 0A
	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL	Fecha 2018-08-23
	TOMO I - OPERACIÓN	Pagina. 212 de 266

Muestreador automático	ASP 2000 RPS20B	ENDRESS + HAUSER	Cada 2 años	- Bomba de membrana, conjunto de junta (Ver manual) - Gerente de aire
------------------------	-----------------	------------------	-------------	--

7.8 Línea de lodos

7.8.1 Generalidades

El tratamiento de lodos propuesto consiste en:

- Espesamiento mecánico mediante mesas de goteo
- Deshidratación en filtros de banda
- Almacenamiento antes de su tratamiento por compostaje o evacuación final

Se ha considerado el diseño de una solución consistente en un proceso combinado de espesamiento dinámico y deshidratación con un único acondicionamiento polimérico. Con ello se consiguen óptimos rendimientos con reducidas necesidades de espacio.

Posteriormente, los lodos serán sometidos a estabilización previa a su evacuación mediante compostaje, por lo que el alcance de este estudio no prevea adición de cal.

La alternativa de compostaje permite la obtención de un residuo valorizable comercialmente en agricultura.

El tratamiento de los lodos se realizará en un edificio destinado a ello. Se han previsto dos líneas de deshidratación capaces de tratar la producción total de lodos estimada para el año horizonte 2038.

Desde los pozos de recirculación, los lodos en exceso producidos durante el proceso de tratamiento biológico serán bombeados por las bombas centrífugas de extracción hasta la fosa de homogenización para luego alimentar el edificio de lodos donde están las 2 líneas de deshidratación previstas.

El diseño nominal de la planta de lodos se basa en un funcionamiento de 5 días por semana y 8 horas al día.

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL	Rev. 0A
	TOMO I - OPERACIÓN	Fecha 2018-08-23
		Pagina. 213 de 266

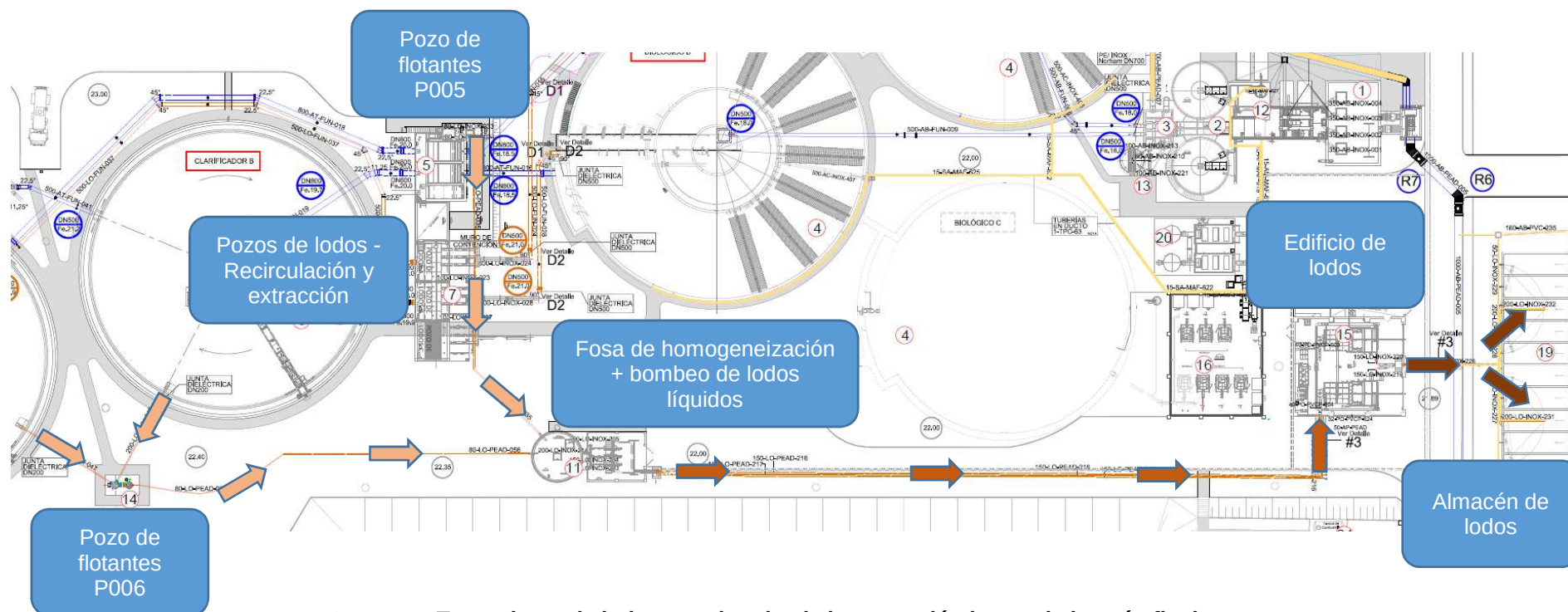


Figura 51. Tratamiento de lodos: camino desde la extracción hasta el almacén final

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Rev. 0A
	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL	Fecha 2018-08-23
	TOMO I - OPERACIÓN	Pagina. 214 de 266

7.8.2 Fosa tampón y de homogeneización

La fosa de homogeneización tiene por objetivo:

- asegurar un volumen tampón suficiente que permita una alimentación a caudal constante del tratamiento de lodos.
- asegurar una buena homogeneización de los lodos extraídos de los clarificadores así como de los flotantes recuperados en la superficie de los desgasificadores y de los clarificadores.

La fosa tiene un volumen de 120 m³ y está equipada de un agitador sumergido TL-AG-203 que garantiza una buena homogeneidad de la mezcla.



Figura 52. Fosa de homogeneización y tapadera de acceso al agitador TL-AG-203

La fosa está equipada con sensor US de nivel TL-LIT-228 y con boyas de emergencia TL-LSL-223 / TL-LSH-222 / TL-LSHH-232.

La mezcla lodos/flotantes es bombada por 2+1 bombas TL-BO-210/211/212 de rotor excéntrico de caudal unitario 80 m³/h hacia el local de tratamiento de lodos a través de 2 tuberías de impulsión independientes (hay una por cada línea de tratamiento de lodos).

Un caudalímetro electromagnético está instalada sobre las 2 impulsiones para poder medir el caudal de lodos enviado a cada línea. Estos dos caudalímetros están localizados en el edificio de lodos.

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Rev. 0A
	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL	Fecha 2018-08-23
	TOMO I - OPERACIÓN	Pagina. 215 de 266



Figura 53. Estación de bombeo de los lodos líquidos

7.8.3 Espesamiento y deshidratación de lodos

7.8.3.1 Acondicionamiento de lodos

Para alcanzar una sequedad mínima del 18 %, se prevé la implementación combinada de espesadores dinámicos y filtros banda. Los lodos en exceso purgados de la clarificación, son acondicionados y mezclados con un polímero (polielectrolito) previamente preparado en una planta de preparación de polielectrolito e inyectado antes del espesamiento dinámico por medio de bombas a rotor excéntrico.

El polímero se prepara (dilución) dentro de una central de preparación dentro del edificio de lodos a partir de polímero en polvo y de agua industrial. El polímero se inyecta en las tuberías de cada línea por medio de 2+1 bombas de rotor excéntrico (650-3400 l/h // caudal de diseño 1180 l/h con concentración de polímero de 3g/l). Un caudalímetro sobre cada inyección permite controlar la dosis de polímero inyectada en cada línea (inyección en acorde con el caudal de alimentación de lodos de cada línea). La cantidad de polímero inyectada es de alrededor 6 ± 1 kg/T MS.

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Rev. 0A
	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL	Fecha 2018-08-23
	TOMO I - OPERACIÓN	Pagina. 216 de 266

El polímero podrá inyectarse también para lubricación de la tubería hacia el almacén por medio de 1 bomba de rotor excéntrico (15-80 l/h para 16 bar) adicional.

	Unidades	Valor Diseño	Cálculo 2038	Cálculo 2028
Consumo de acondicionador	kg Mat. Activa / Ton MS	6,0		
Nº bombas dosificadoras		3,0		
Caudal bombas dosificadoras adoptado l/h para 2 bar			650-3400	650-3400
Consumo de polímero	kg/d		75,5	56,6

7.8.3.2 Espesamiento de lodos

Los lodos polimerizados se envían a mesa de goteo. Se han previsto 2 mesas de goteo (2 x 590 kgMS/h) que permiten obtener una sequedad del 5%.

Los goteos se recogen y envían por gravedad hacia al pozo de aguas de retorno.

La inyección de acondicionador se realiza arriba de un floculador dinámico previa a cada tabla de espesamiento para optimizar la mezcla del polímero con los lodos.

Dicho acondicionamiento permite el drenaje del lodo floculado en un medio filtrante consiguiendo un rápido espesamiento del lodo. Este sistema de espesamiento mediante tabla de escurrimiento permite alcanzar sequedades intermedias del orden del 4 al 6 %.

	Unidades	Valor Diseño	Cálculo 2038	Cálculo 2028
Peso de los lodos a espesar por día útil	kgMS/d		9433,9	7075,4
Caudal de lodos a espesar por día útil	m3/d		1179,2	884,4
Caudal de lodos a espesar por hora útil	m3/h		117,9	88,4
Tipo de instalación de espesado		Mesas de escurrimiento		
Procedencia de los lodos		Pozo de lodos de recirculación		
Nº de unidades a instalar			2,0	2,0
Nº de unidades en funcionamiento			2,0	2,0
Volumen horario por concentrador adoptado	m3/h	74,0		
Lodos de salida				
Concentración de salida prevista	5 +/- 1 %	5,0		
Caudal horario de salida	m3/h		23,3	17,5
Destino		Filtro banda en línea		
Caudal de reboses	m3/h		123	92,3
Destino		Bombeo de reboses y vaciados		

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Rev. 0A
	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL	Fecha 2018-08-23
	TOMO I - OPERACIÓN	Página. 217 de 266

7.8.3.3 Deshidratación de lodos

Desde la tabla de espesamiento el lodo escurre directamente sobre el filtro banda y se inicia el proceso de deshidratación.

El filtro banda consiste, básicamente, en una cinta transportadora sobre la que se coloca el lodo y en una cinta cobertora. El lodo se sitúa entre ambas cintas que son permeables y el conjunto pasa a través de una serie de rodillos colocados para conseguir la compresión del lodo.

El lodo se deposita al inicio de la cinta en una zona en la que la extracción de agua se hace por gravedad, simplemente dejando que escurra a través de la cinta. A medida que avanza este proceso la cinta cobertora se acerca cada vez más al lodo entrando en la zona de prensado. Por último se entra en una zona en la que la distribución de los rodillos es tal que se produce una gran compresión en los puntos de giro de la cinta.

La sequedad de la torta esperada del lodo secundario oscila entre el 16 y el 20 %. El rendimiento obtenido depende de muchas variables como son las características del lodo, tipo de acondicionamiento, configuración de los rodillos y velocidad de las cintas.

Los goteos se recogen y envían por gravedad al puesto de aguas de retorno.

Un lavado del filtro banda por agua industrial se prevé por conexión directa.

Posteriormente, dos bombas de evacuación de lodos deshidratados enviarán el lodo a contenedores o a una zona de almacenamiento para su posterior eliminación en vertedero o valorización en planta de compostaje.

A continuación se resumen los cálculos que definen el tratamiento de deshidratación de los lodos.

	Unidades	Valor Diseño	Cálculo 2038	Cálculo 2028
Tipo deshidratación :		Filtros banda		
Sequedad torta (% sequedad de los lodos deshidratados)	%	18 +/-2 %		
Flujo lodo deshidratado (Materia seca)	kgSS/d		9434	7075
Nº máquinas instaladas y funcionando		2,0		
Caudal máximo unitario a equipo de deshidratación	m3/h		2.8	2,1
Caudal total diario de lodos deshidratados	m3/d		22.4	16,8

7.8.4 Almacenamiento de los lodos deshidratados en contenedores

Los lodos deshidratados se envían a una zona de almacenamiento para su posterior tratamiento mediante compostaje o evacuación final a vertedero controlado.

7.8.5 Funcionamiento normal

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Rev. 0A
	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL	Fecha 2018-08-23
	TOMO I - OPERACIÓN	Pagina. 218 de 266

El operador indica a la supervisión en qué línea de tratamiento A/B/C, desea extraer lodos, con una selección en la supervisión con un volumen a extraer por fila. Visualización en supervisión del volumen extraído en curso. El operador tiene la posibilidad de iniciar un lavado de las mesas de goteo manualmente con un botón en armario eléctrico (Etapa 5). En caso de nivel alto mesas de goteo por gravedad o filtro de bandas durante la producción, parada de la alimentación de lodos y del polímero durante.

Etapa 1: Verificación preliminar:

1. El autómata realiza las verificaciones iniciales de un ciclo (En caso de pérdida de estas condiciones durante la producción parada inmediata = Parada producción sin lavado):
 - El sobrepresor de agua industrial no está en fallo, está en automático y no hay fallo de presión de agua.
 - La mesa de goteo está disponible TL-MG200 o TL-MG201.
 - El filtro de bandas está disponible TL-FB200 o TL-FB201.
 - La bomba de lodos deshidratados está disponible TL-BO213 o TL-BO214.

2. El autómata realiza las verificaciones iniciales de un ciclo (En caso de pérdida de estas condiciones durante la producción paso automático a la etapa 4 = Parada producción + lavado):
 - El agitador de la fosa de homogeneización está disponible TL-AG203.
 - La bomba de alimentación de lodos está disponible TL-BO210 o TL-BO211 o TL-BO212.
 - La bomba de inyección de polímero está disponible QU-BO600 o QU-BO601 o QU-BO602.
 - La bomba de polímero de lubricación está disponible QU-BO603.
 - El floculador dinámico está disponible TL-AG210 o TL-AG211.
 - El compresor está disponible TL-SO200.
 - No hay nivel muy alto en el puesto de todas las aguas
 - No hay nivel bajo en el depósito de aguas tratadas
 - No hay nivel muy bajo en el depósito de polímero
 - No hay nivel bajo en la fosa de homogeneización
 - Los niveles de gas H₂S, CH₄ y NH₃ no están en nivel alto.
 - El equipo de preparación del polímero no está en fallo y está en automático (QU-PO600).
 - El equipo de grupo de agua industrial no está en fallo y está en automático.
 - Botón supervisión y selección en armario eléctrico, que permite el inicio de la fila deseada A y/o B de deshidratación.

Etapa 2: Preparación de la producción:

- Espera del nivel alto fosa de homogeneización
- Arranque de la mesa de goteo por gravedad TL-MG200 o TL-MG201.
- Arranque del filtro de bandas TL-FB200 o TL-FB201.
- Arranque del floculador dinámico TL-AG210 o TL-AG211.
- Espera y lavado
- Si el nivel de polímero no está en nivel alto QU-LSH601, cuando la fosa de homogeneización está llena, se lanza una temporización adicional para producir suficiente polímero para la producción.

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Rev. 0A
	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL	Fecha 2018-08-23
	TOMO I - OPERACIÓN	Pagina. 219 de 266

Etapas 3: Producción:

- Después de una temporización, arranque de la bomba de inyección de polímero QU-BO600 o QU-BO601 o QU-BO602.
- Después de una temporización, arranque de la bomba de alimentación de lodos TL-BO210 o TL-BO211 o TL-BO212.
- Después de una temporización, arranque de la bomba de lodos deshidratados TL-BO213 o TL-BO214 y de la bomba de polímero de lubricación QU-BO603.

Durante la producción, el operario puede cambiar la frecuencia de los variadores:

- La frecuencia de las bombas de alimentación de lodos.
- La frecuencia de las bombas de inyección de polímero.
- La frecuencia de la bomba de lubricación de polímero.
- La frecuencia de las bombas de extracción de lodos deshidratados.

Después de cierto volumen pasado a extraer, o en caso de pérdida de las condiciones iniciales paso a la etapa 4.

Etapas 4: Fin de la producción:

- Parada de la bomba de extracción de lodos TL-BO018 o TL-BO017 o TL-BO007.
- Parada de la bomba de alimentación de lodos TL-BO210 o TL-BO211 o TL-BO212.
- Parada de la bomba de inyección de polímero QU-BO600 o QU-BO601 o QU-BO602.
- Parada del floculador dinámico TL-AG210 o TL-AG211.
- Después de una temporización, parada de la bomba de lodos deshidratados TL-BO213 o TL-BO214 y la bomba de polímero de lubricación QU-BO603, paso a la etapa 5.

Etapas 5: Lavado:

- Después de una temporización, parada de la mesa de goteo por gravedad TL-MG200 o TL-MG201.
- Después de una temporización, parada del filtro de bandas TL-FB200 o TL-FB201.

7.8.6 Mantenimiento periódico

Se ha previsto también un monorraíl con polipasto para el mantenimiento de los equipos de deshidratación.

Tipo de equipo	Modelo	Proveedor	Frecuencia	Tipo de mantenimiento
Carro para viga	PRV2	ADEI	Mensual	Examen visual: Condición externa. Compruebe que no haya polvo Engrase del carro, dientes de los rodillos motor y ruedas dentadas Cableado eléctrico

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA		Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO		Rev. 0A
	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES		Fecha 2018-08-23
	SAN CRISTÓBAL TOMO I - OPERACIÓN		Pagina. 220 de 266

Carro para viga	PRV2	ADEI	Bianual	Examen en profundidad : Buenas condiciones de funcionamiento generales Estado general de la instalación
Unidad combinada Mesa de goteo Filtro de bandas	- Omega 30 LD - Omega 1300	EMO	Diario	- Limpieza del equipo (Lavar el equipo una vez al día; nunca dejar lodo en el equipo) - Relleno de polímero (En caso de la central de preparación tipo: . Polvo. Vaciar el polvo en la tolva . Líquido. Limpiar bien la válvula y la tubería (con aire) . No humedecer el polímero . Descargar el polímero en el piso - Verificar la banda y su unión - Verificar el esperado saliente de los rociadores de lavado (Verificar que los rociadores no estén tapados de lo contrario, limpiarlos) - Verificar el estado de los filtros - Verificar el estado de los rascadores (Verificar que el rascador en salida de la torta este en contacto con la banda. Ver plano)
Unidad combinada Mesa de goteo Filtro de bandas	- Omega 30 LD - Omega 1300	EMO	Semanal	- Engrasar - Verificar los niveles de aceite en el motor reductor - Variación de la velocidad del motor reductor durante todo el ciclo
Unidad combinada Mesa de goteo Filtro de bandas	- Omega 30 LD - Omega 1300	EMO	Mensual	- Limpieza del acero inoxidable (Ver producto aconsejado por EMO) - Limpieza de banda (Ver producto aconsejado por EMO) - Limpieza de las piezas recubiertas de polímero (Ver producto aconsejado por EMO)
Unidad combinada Mesa de goteo Filtro de bandas	- Omega 30 LD - Omega 1300	EMO	Mantenimiento preventivo	- Cambio de banda (Las bandas están planeadas para 2000 horas conectar la nueva banda a la anterior) - Verificación eléctrica del conjunto (Particularmente seguridad, por lo mínimo un control anual) - Cambio o mantenimiento del motor reductor (Ver documento constructor del motor) - Cambio de aceite del motor reductor = 10000 horas o 2 años (Ver documentación constructor del motor)
Floculator	N/A	EMO	Anual	- Revisión de instalaciones eléctricas del equipo.
Floculator	N/A	EMO	Cada 2 años o 10000 horas de servicio	- Drenaje aceite del motor reductor
Central de preparación de polímero	N/A	EMO	Diario	- Llenado de polímero. No humedezca el polímero. Descargue el polímero en el suelo.
Central de preparación de polímero	N/A	EMO	Semanal	- Lavado Lave el equipo con un aparato de limpieza de alta presión - Revisar niveles de aceite del motor reductor

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA		Ref. SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO		Rev. 0A
	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL		Fecha 2018-08-23
	TOMO I - OPERACIÓN		Página. 221 de 266

Central de preparación de polímero	N/A	EMO	Anual	- Revisión de instalaciones eléctricas del equipo.
Central de preparación de polímero	N/A	EMO	Cada 2 años o 10000 horas de servicio	- Drenaje aceite del motor reductor
Bombas seepex	N/A	EMO	Semanal	- Junta del eje y Estator: Efectúe un control visual para comprobar que no hay derrames.
Bombas seepex	N/A	EMO	Trimestral o 3000 horas de servicio	- Máquina motriz.
Bombas seepex	N/A	EMO	Cada 10000 horas	- Articulaciones. Sustituya la grasa para articulaciones.

7.9 Tratamiento de olores de la PTAR

7.9.1 Generalidades

La desodorización del aire viciado extraído es necesaria para evitar la producción de olores molestos tanto en el recinto de la planta como en el vecindario.

El objetivo del tratamiento de los olores es el confinamiento y aislamiento del aire contaminado para suprimir su dispersión al exterior.

El sistema de desodorización biológica consiste en una aspiración localizada en las zonas de mayor producción de olores y su tratamiento mediante biofiltro y columna de carbón activo. El tipo de carbón empleado es de base bituminosa con impregnación de NaOH Calgon IVP regenerable. Las sustancias contaminantes causantes de los malos olores (H_2S + CH_3SH + $(CH_3)_2S$ + $(CH_3)_2S_2$) se adsorben a la superficie del relleno, saliendo de la torre aire limpio libre de estas sustancias.

Para la construcción de estos equipos solo se utilizan materiales anticorrosivos PP y acero inoxidable. Las conducciones del sistema de tratamiento de olores serán de PVC y/o PEHD.

La desodorización y conducciones se proyectarán con capacidad suficiente para tratar el volumen total extraído.

7.9.2 Ventilación

Los flujos de ventilación se determinan a partir de la cantidad de contaminantes emitidos en las diferentes etapas de tratamiento, del Valor Medio de Exposición (VME) y del Valor Límite de Exposición (VLE) establecidos por el INRS.

Se desodoriza el conjunto de las zonas generadoras de olores:

- Debaste de gruesos,
- Pozo de bombeo,
- Contenedor de finos,

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Rev. 0A
	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL	Fecha 2018-08-23
	TOMO I - OPERACIÓN	Página. 222 de 266

- Canal de distribución a pretratamiento (tamiz),
- Canal de distribución a desengrasado,
- Desengrasado A / B,
- Edificio de lodos,
- Mesa de goteo A / B,
- Filtro de banda A / B,
- Fosa de hidrólisis de grasas.

En función de cada puesto, se prevén tasas de renovación de aire de 8 a 10 volúmenes por hora. Las bocas de succión de aire se sitúan lo más cerca posible de las emisiones de olores, como por ejemplo encima de los contenedores de almacenamiento de las materias desbastadas o tamizadas.

Las tasas de renovación que se han tenido en cuenta se indican a continuación:

Lugares a desodorizar	BASE (m3 o m2)	Tasa de renovación	Caudal de ventilación (m3/h)
Debaste de gruesos	15	10	150 m3/h
Pozo de bombeo	780	10	7800 m3/h
Contenedor de finos	5	10	50 m3/h
Canal de distribucion a tamizado	10	10	100 m3/h
Canal de distribucion a desengrasado	50	10	500 m3/h
Desengrasado A	50	8	400 m3/h
Desengrasado B	50	8	400 m3/h
Edificio de lodos	850	8	6800 m3/h
Mesa de goteo A	9	10	90 m3/h
Filtro de banda A	10	10	100 m3/h
Mesa de goteo B	9	10	90 m3/h
Filtro de banda B	10	10	100 m3/h
Fosa de hidrolisis de grasas P012	15	10	150 m3/h
		TOTAL	16730 m3/h
Capacidad total de desodorización adoptada		17 000,0	m3/h

El aire viciado se extrae con un caudal de 17 000 Nm3/h por medio de 1+1 ventiladores y es tratado por la unidad de desodorización. Los ventiladores se instalan en un local insonorizado (local de soplantes).

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Rev. 0A
	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL	Fecha 2018-08-23
	TOMO I - OPERACIÓN	Pagina. 223 de 266

7.9.3 Desodorización

La desodorización se compone de 2 filas en paralelo constituida cada una de 2 etapas sucesivas:

- Un tratamiento biológico, dimensionado para una velocidad de paso de 600 m/h y de un tiempo de paso de alrededor 7 s.
- Un tratamiento de refinado sobre carbón activo dimensionado para una velocidad de paso de 0.2 m/s y de un tiempo de contacto de alrededor 3 s.

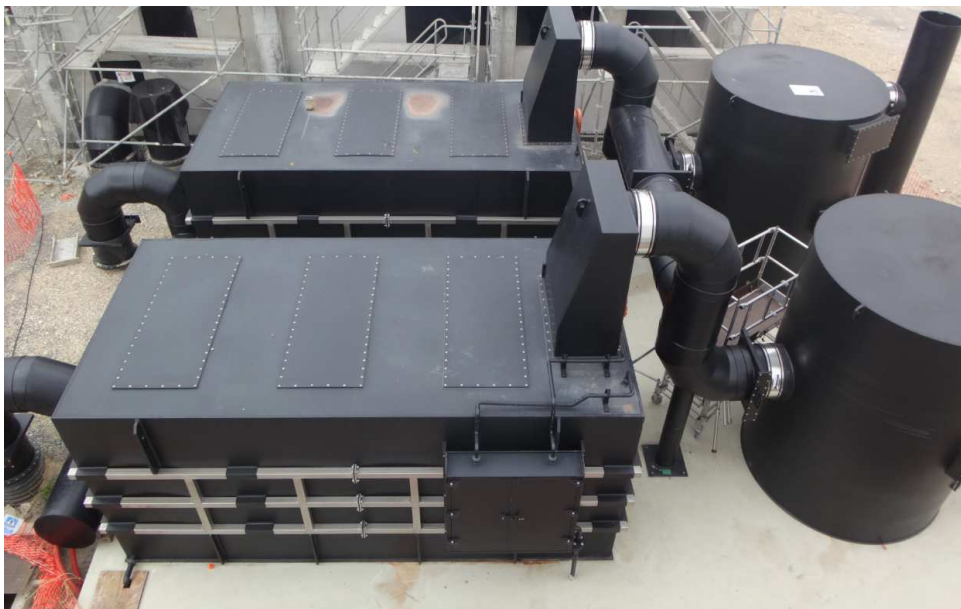
Se prevé una cuba de preparación de nutrimentos (mezclados con agua) que se inyectan de forma discontinua en los biofiltros mediante una bomba dosificadora de 10l/h. se ha previsto también una aspersion continua de agua industrial para mantener una humedad constante en el medio depurador.

Los equipos electromecánicos de desodorización (1 + 1 ventiladores) se instalarán en el local de soplantes, cerca del edificio de pretratamientos para minimizar su impacto acústico.

A continuación se proporcionan los datos de diseño del sistema de desodorización biológica autótrofa:

	Unidades	Valor Diseño	Cálculo 2038
Caudal de aire a tratar	m ³ /h		17.000
Biofiltro			
Velocidad de paso por el filtro	m/h	600	
Superficie total	m ²		28.3
Tiempo de contacto	s		7.1
Carbón activo			
Velocidad de paso de gas por el filtro	m/h	0.2	
Tiempo de contacto	s	3	

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Rev. 0A
	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL	Fecha 2018-08-23
	TOMO I - OPERACIÓN	Pagina. 224 de 266



	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Rev. 0A
	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL	Fecha 2018-08-23
	TOMO I - OPERACIÓN	Pagina. 225 de 266



7.9.3.1 Funcionamiento normal

- Funcionamiento de los ventiladores en continuo. Sólo funciona un ventilador.
- Permutación de los ventiladores cíclica en cada arranque o por fallo. Si un ventilador funciona más de un tiempo configurable en supervisión, el ventilador permuta.
- Funcionamiento de las electroválvulas de agua industrial en modo cadencia/duración configurable en supervisión.
- La válvula DS-V447 está normalmente abierta y la válvula DS-V472 está normalmente cerrada. En caso de detección de uno de los niveles altos de gas, cierre de la válvula DS-V447 y apertura de la válvula DS-V472.

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA		Ref. SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL TOMO I - OPERACIÓN		Rev. 0A
			Fecha 2018-08-23
			Página. 226 de 266

7.9.3.2 Mantenimiento periódico

Lista de equipos y tipos de mantenimiento	Diario	Semanal	Mensual	Semestral	Anual	Otro	Tiempo de ejecución
Ventilador							
Rodamientos de lubricación y rodamiento				x			
Reemplazo de grasa en cojinetes y cojinetes					x		8 800 H
Comprobando la tensión del cinturón			x				
Dusting el motor			x				
Limpiar la voluta				x			
Suministro de agua de biofiltro (paquete general)							
Limpieza de filtro de agua industrial			x				
Verificación del suministro de agua del gabinete (visualización del flujo de drenaje)	x						
Válvula de solenoide de celda eléctrica de repuesto					x		
Verificación del riego de agua de flujo (controlador de flujo)			x				
Biofiltro mineral							
Comprobación de riego de toberas de homogeneidad				x			
PH check water outlet drenaje de biofiltro		x					
Reemplazo de boquillas de riego						7 años	
Limpieza del separator de gotas						2 años	
Control de altura de mármol y complementación si es necesario						2 años	
Reemplazo de medios filtrantes (puzolana y mármol) si es necesario						7 años	
Reemplazo de malla de medios y tamiz (con reemplazo de medios)						7 años	
Drenaje de limpieza de sifón (descarga de alcantarillado)				x			
Caja de carbón activado							
Verificación de la presencia de agua en una tina			x				
Reemplazo de la carga de carbón						2 a 3 años	

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL TOMO I - OPERACIÓN	Rev. 0A
		Fecha 2018-08-23
		Pagina. 227 de 266

7.10 Elementos auxiliares

7.10.1 Pozo de aguas de retorno P008

7.10.1.1 Generalidades

Localizado en el pretratamiento, el pozo de aguas de retorno se recupera todas las aguas sucias provenientes de todo el tratamiento: aguas de drenaje, aguas sucias de la deshidratación, aguas sucias de la filtración terciaria, rebosadero del hidrolisis de grasas.

Las bombas PR-B0-200/201 elevan las aguas en el canal abajo de los desarenadores/desengrasadores.

El pozo de bombeo P008 está equipado con instrumentación eléctrica para la detección del nivel de agua residual consistente en un controlador de nivel PR-LIT-226 que transmite la señal al PLC y al SCADA. Dicho sensor es tipo US e se complementa con boyas de emergencia PR-LSL201/PR-LSH200/PR-LSHH239.



Figura 54. Línea de impulsión del pozo de aguas de retorno P008

7.10.1.2 Funcionamiento normal

En modo automático (conmutador en posición AUTO sobre el SCADA y selector local sobre el armario AT1-Bis en posición AUTO):

La regulación de las bombas del pozo de aguas de retorno P008, PR-B0-200/201 (1 normal + 1 reserva) se hacen mediante el sensor de nivel PR-LIT-226:

- Detección Nivel alto (PR-LIT-226-LSH): arranque de la bomba
- Detección Nivel bajo (PR-LIT-226-LSL): parada de la bomba
- Detección Nivel muy alto (PR-LIT-226-LSHH): parada de la deshidratación de lodos

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL TOMO I - OPERACIÓN	Rev. 0A
		Fecha 2018-08-23
		Pagina. 228 de 266

- Una permutación cíclica automática de las 2 bombas a cada arranque o fallo reduce el número medio de arranques por hora.

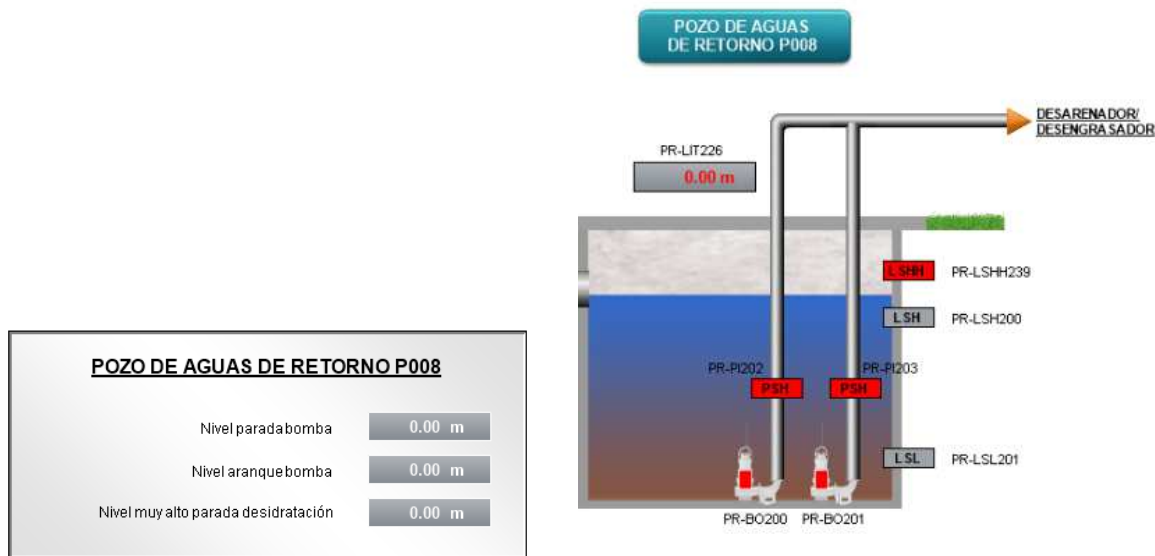


Figura 55. Vistas y parámetros del pozo de aguas de retorno P008

7.10.1.3 Seguridad

Parada por “Parada de emergencia” en la zona.

Parada de las bombas si nivel bajo dentro pozo P008 (Boya de nivel bajo PR-LSL-201).

En caso de fallo al arrancar una de las bombas: arranque de la 2ª bomba de reserva.

Parada de bomba cuando se detecta la presión PR-PI-202/203.

7.10.1.4 Funcionamiento especial

En caso de fallo de la sonda de nivel ultrasónico PR-LIT-226 en el pozo de aguas de retorno P008, arranque de la bomba por medio de las boyas de nivel:

- PR-LSH-200: arranque de bomba.
- PR-LSL-201: parada de la bomba.

Si PR-LSHH-239: alarma y paro del mayor productor de aguas sucias (deshidratación de lodos).

En casos excepcionales (mantenimiento, durante la puesta en marcha) es posible operar localmente los equipos **en modo FORZADO** desde el armario AT1-Bis localizada en la zona pretratamiento. El operador puede iniciar y parar los equipos.

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL TOMO I - OPERACIÓN	Rev. 0A
		Fecha 2018-08-23
		Página. 229 de 266



Cuando este funcionamiento es utilizado, el operario debe supervisar estrechamente el nivel del pozo de flotantes P005 para evitar el funcionamiento de las bombas a seco y también el caudal y la presión.



Figura 56. Botones sobre el armario AT1-Bis para operación manual del pozo de aguas de retorno P008

7.10.1.5 Mantenimiento periódico

Cada semana:

Verificar el punto de funcionamiento de cada bomba (par caudal – presión) mediante el manómetro local y el caudalímetro en línea. Si no se encuentra dentro de la curva normal de funcionamiento o en caso de un sonido anormal proceder a una inspección mecánica de las bombas.

Limpiar las boyas de niveles.

Cada mes:

Limpiar las paredes del pozo P008. Ajustar la frecuencia de limpieza según las necesidades para evitar el endurecimiento de la superficie de las aguas de retorno.

Comprobar la corriente de arranque y de funcionamiento de las bombas, si no se encuentra dentro de los límites normales de funcionamiento proceder a una inspección mecánica.

Cada 3 meses:

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL TOMO I - OPERACIÓN	Rev. 0A
		Fecha 2018-08-23
		Página. 230 de 266

Comprobar el estado de las bombas y del sistema de izaje.

Izar y proceder a la limpieza e inspección de las bombas, los cables y la cadena. Reemplazar eventualmente las piezas dañadas.

Cada año:

Vaciado del pozo para la limpieza.

Otros:

El operador debe asegurar el mantenimiento y la calibración de la instrumentación, siguiendo las directivas de los suministradores respectivos.

Tipo de equipo	Modelo	Proveedor	Frecuencia	Tipo de mantenimiento
Sensor de nivel	S FDU 91	E&H	Mensual	- Limpieza del captor según necesidad
Boyas de nivel		E&H	Semanal	- Limpieza
Bombas pozo P008	Amarex KRT 150-315/156UEG-S	KSB	Tras 4000 horas de servicio	- Medición de la resistencia de aislamiento - Comprobación de los cables de conexión - Comprobación visual de la cadena de izaje
Bombas pozo P008	Amarex KRT 150-315/156UEG-S	KSB	Tras 10000 horas de servicio	- Comprobación de los sensores - Cambio de líquido lubricante
Bombas pozo P008	Amarex KRT 150-315/156UEG-S	KSB	Cada 5 años	- Repaso general



Todas las operaciones de reparación y mantenimiento deben ser efectuadas por personal autorizado con el equipo detenido y bloqueado (Parada de emergencia y consignación en el panel/armario).

Para otras instrucciones y detalles de mantenimiento periódico referirse a los manuales de los proveedores en el anexo 11.4

7.10.2 Gestión de las aguas pluviales



IMPORTANTE:

Ver capítulo 7.2.6.2 para la gestión de las aguas pluviales en caso de una crecida del Río Nigua.

En cuanto a aguas pluviales dentro de la PTAR se pueden diferenciar las siguientes zonas:

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Rev. 0A
	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL	Fecha 2018-08-23
	TOMO I - OPERACIÓN	Pagina. 231 de 266

- Terrenos generales
- Zonas de circulación generales
- Zonas de circulación especiales y edificios

Desde los terrenos generales las aguas pluviales serán recogidas por un canal y serán dirigidas hacia un separador de grasas y sedimentación antes de su vertido al río Nigua.

Las aguas de las zonas de circulación serán dirigidas por gravedad a esta misma obra, así como las aguas provenientes de las zonas de edificios.

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL	Rev. 0A
	TOMO I - OPERACIÓN	Fecha 2018-08-23
		Pagina. 232 de 266

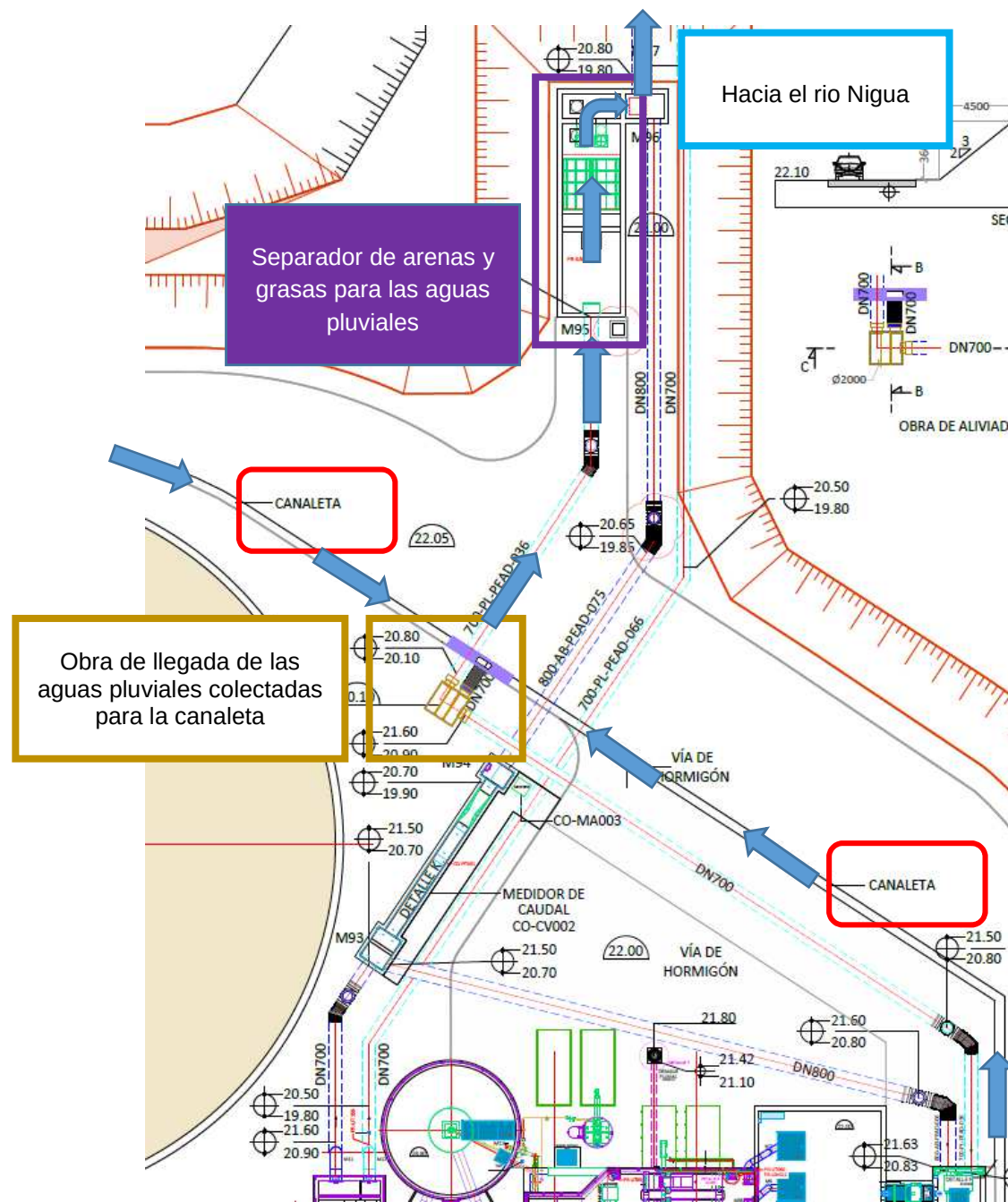


Figura 57. Sistema de evacuación de las aguas pluviales

El separador de arenas y grasas/hidrocarburo de marca Saint Dizier tiene una primera cámara decantadora de lodos y arenas y una segunda cámara deparadora de hidrocarburos con lamelas, ambas diseñadas para tratar y procesar un caudal nominal especificado en 555 l/s.

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Rev. 0A
	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL	Fecha 2018-08-23
	TOMO I - OPERACIÓN	Pagina. 233 de 266

En la unidad decantadora de lodos y arena se llevarán a cabo los procesos de decantación y sedimentación de los sólidos (fangos, lodos, arenas...) en suspensión presentes en el agua a tratar y en la unidad separadora de hidrocarburos se llevará a cabo la separación de los líquidos ligeros (aceites, hidrocarburos...) del agua mediante procesos de coalescencia.

La extracción de los lodos se efectuará a través del acceso de inspección dispuesto a tal efecto y que se encuentra en la primera cámara del compacto.

Para facilitar el mantenimiento, dos sondas están instaladas: una de nivel de hidrocarburos PR-AIT-058 y una de nivel de lodos PR-AIT-057 que indican la necesidad de un vaciado.

La sonda de nivel de hidrocarburos está colocada a la altura de la base de la capa de hidrocarburos correspondiente al volumen máximo aceptable.

La sonda de nivel de lodos está colocada 2 cm bajo del nivel máximo de lodo.

Una unidad de alarma NivOil está localizada en la zona de pretratamiento circa del armario AT1-Bis.

Esta unidad hace la detección de los niveles en el separador y emite una señal de alarma óptica y sonora cuando el nivel de éstos alcance el máximo permitido dentro del equipo, avisando así al personal de mantenimiento que tiene que proceder a su retirada e incluso limpieza del equipo si procede.

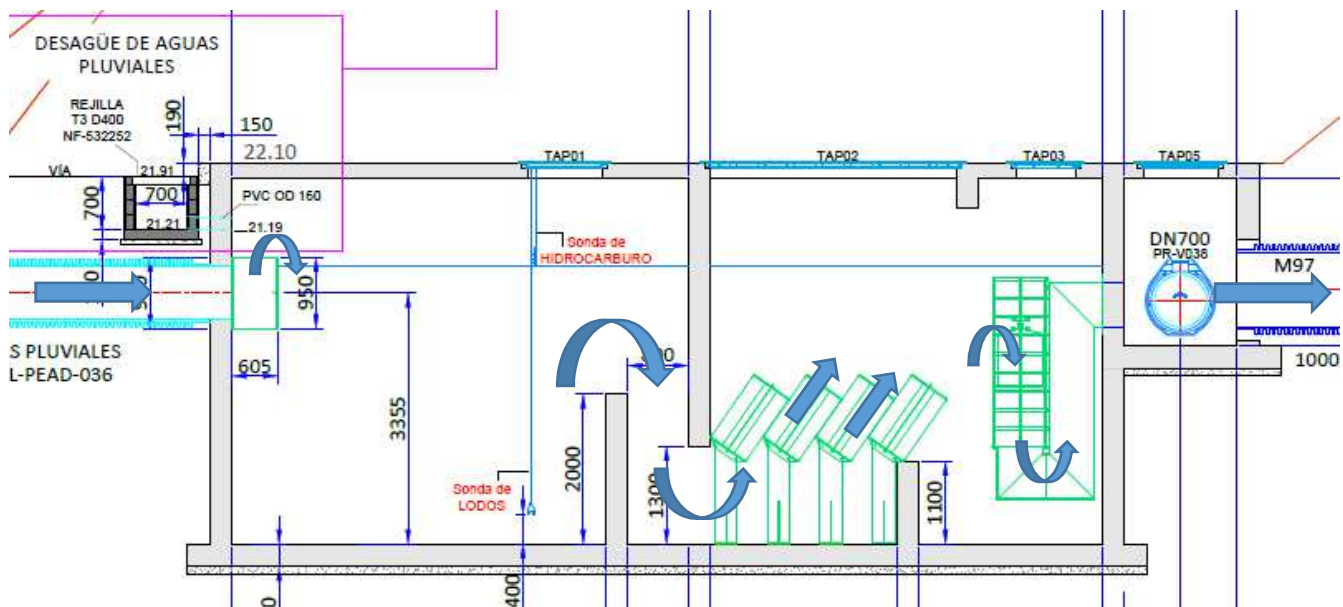


Figura 58. Sección del separador de arenas y grasas/hidrocarburo para las aguas pluviales

La unidad de alarma NivOil y sus sondas (nivel de hidrocarburos y nivel de lodo) no requieren ningún mantenimiento en servicio normal. Tras producirse una alarma, las sondas deben ser limpiadas mientras se vacía el separador.

Para limpiar las sondas, utilizar un pañuelo húmedo con un líquido suave de limpieza del hogar.

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Rev. 0A
	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL	Fecha 2018-08-23
	TOMO I - OPERACIÓN	Pagina. 234 de 266

7.10.3 Red de agua potable

El agua potable de la PTAR viene de un almacén conectado (2 tanques de 10 m³) a la red de agua potable existente.

Una bomba de sobrepresión permite de asegurar una presión suficiente para distribuir agua potable al edificio de control y a las duchas de seguridad lava-ojos localizadas en el edificio de químicos.

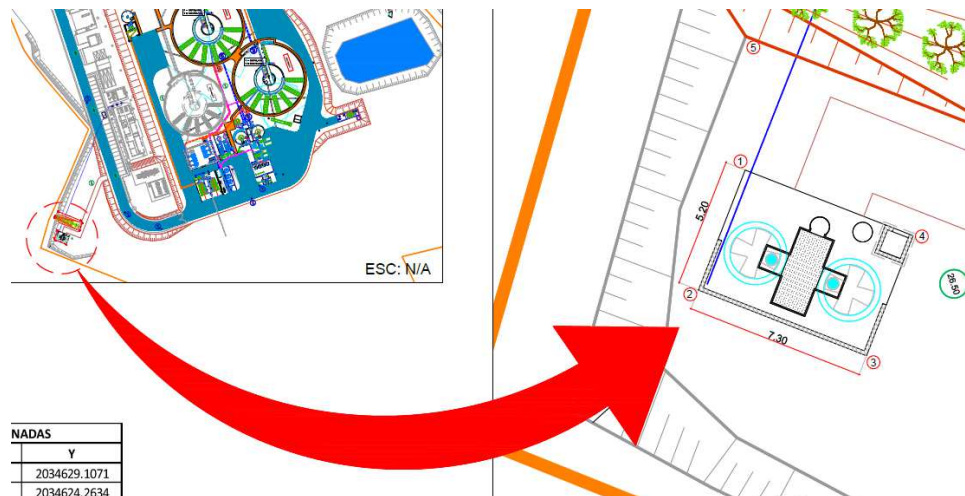


Figura 59. Ubicación del almacén de agua potable

7.10.4 Laboratorio

El laboratorio está equipado con todo el material para la realización de los análisis necesarios para el control de la instalación, a saber:

- un lavabo (con salida de agua fría y caliente)
- una ventilación adaptada al tipo de productos utilizados
- tomas de corriente por encima de la loza
- un armario cerrado con llave para almacenar los reactivos (productos peligrosos)
- un refrigerador
- una campana de extracción
- una balanza de precisión
- un espectrofotómetro

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Rev. 0A
	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL	Fecha 2018-08-23
	TOMO I - OPERACIÓN	Pagina. 235 de 266

un equipamiento de análisis rápidos para DQO, SS, NH₄, NO₃, PO₄, etc.

un equipamiento completo para el análisis de la DBO₅

los equipamientos para el análisis de sólidos, autoclave de 105 °C, horno mufla de 550 °C,

un conductímetro portátil,

un conductímetro de laboratorio,

un pH metro – termómetro portátil,

un pH metro – termómetro de laboratorio

dos oxímetros portátiles,

un oxímetro de laboratorio,

un redoxímetro portátil,

un redoxímetro de laboratorio,

artículos de vidrio, tubos de ensayo,

un lava-ojos

7.10.5 Taller

El taller permite almacenar los elementos de seguridad, las piezas de recambio, y realizar las operaciones de mantenimiento.

El taller está equipado, entre otros, con:

- rail(es) y aparejo(s) de mantenimiento, con un rail fijo en el taller
- dispositivo de elevación móvil (grúa mural, polipasto, etc.),
- equipamientos que permiten realizar el mantenimiento normal con mobiliario de almacenamiento.
- un banco de trabajo,
- material de seguridad (arneses, transmisores eléctricos),
- los equipos de seguridad eventuales previstos para casos de fallo en los equipos instalados,
- escaleras de diversas alturas,
- lanzas de limpieza de agua a presión, con carretes móviles
- mobiliario de almacenamiento del material de seguridad y de las piezas sueltas
- 1 instalación de suministro de agua, fregadero, y baños
- cantidad suficiente de tomas de corrientes, incluida una toma de potencia.

7.10.6 Climatización

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Rev. 0A
	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL	Fecha 2018-08-23
	TOMO I - OPERACIÓN	Pagina. 236 de 266

Las oficinas localizadas en el edificio de control, laboratorio y administración, así como el comedor y la oficina del taller dispondrán de climatización.

7.10.7 Agua anti-incendio

Para la lucha contra incendios, el aporte de agua necesario está asegurado desde el clarificador B.

Ver capítulo 6.4

7.10.8 Anti-intrusión

La instalación será protegida con una puerta de acceso y una valla metálica.

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Rev. 0A
	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL	Fecha 2018-08-23
	TOMO I - OPERACIÓN	Pagina. 237 de 266

Capitulo 8 Análisis de disfuncionamiento



IMPORTANTE:

Para análisis de disfuncionamiento particular a cada equipo (diagnóstico y instrucciones referirse los manuales de los suplidores)

Consultar el anexo 11.3. para encontrar las paginas mencionadas anteriormente

8.1 Fichas guías de operación

Favor de referirse a las fichas guías de operación en anexo 11.1.

Estas fichas están extractos y traducidos del documento francés siguiente:

Fiches d'exploitation

(Autor : MAGE42 // Conseil Général de la Loire 2006)

8.2 Disfuncionamiento de la PTAR: origines, guías de operación y soluciones

Favor de referirse a los documentos en anexo 11.3 .

Estas fichas están extractos y traducidos del documento francés siguiente:

- Document technique FNDAE N°33 Dysfonctionnements biologiques des stations d'épuration

(Autor : J. P. Canler, Gis BioStep // Ministère de l'Agriculture et de la Pêche - Cemagref Editions 2004)

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Rev. 0A
	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL	Fecha 2018-08-23
	TOMO I - OPERACIÓN	Pagina. 238 de 266

Capítulo 9 Análisis en laboratorio y autocontrol

9.1 Generalidades

Los análisis en laboratorio permiten obtener informaciones sobre el funcionamiento de la PTAR. Esas informaciones son necesarias para controlar el proceso de tratamiento y para evaluar el rendimiento del tratamiento según las condiciones de funcionamiento. Esas informaciones permiten también verificar que la planta de tratamiento alcance sus objetivos de calidad de agua tratada.

Los análisis serán realizados in situ en el momento del muestreo (pH, T°C) y para los otros análisis en dos tipos de laboratorio:

1. laboratorio in situ para análisis por micro-método. Este laboratorio puede medir:
 - pH y T°C
 - Caudales
 - DQO, Demande Químico en Oxígeno
 - N-NH₄, Amoníaco
 - N-NO₃, Nitrato
 - SS, Sólidos en Suspensión
 - SSV, Sólidos en Suspensión Volátiles
 - Fósforo total
 - DBO/DBO₅, Demanda Biológica en Oxígeno sobre 5 días.
 - DO, Demanda de Oxígeno
 - OD, Oxígeno Disuelto
 - Coliformes fecales
 - Edad de lodo
 - índice volumétrico de lodos (IVL)
 - Ratio F/M (Food/Mass)
 - Caudal de Purga
 - Sequedad de los lodos deshidratados
2. laboratorio autorizado por las autoridades competentes. El laboratorio se utilizará para medir:
 - Control exterior del laboratorio móvil 2 veces al año

Las muestras y los análisis deben realizarse en conformidad con los Métodos Estándares de análisis de la calidad del agua y de las aguas residuales.

9.2 Muestreo

9.2.1 Tipo de muestras

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Rev. 0A
	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL	Fecha 2018-08-23
	TOMO I - OPERACIÓN	Pagina. 239 de 266

Las técnicas de muestreo adecuadas son esenciales para obtener resultados en laboratorio que sean representativos de las condiciones reales en las que se efectúa el proceso de tratamiento de las aguas residuales. En general, hay dos tipos de muestreo: puntuales y compuestos. Una muestra puntual es una muestra única tomada en un momento no predeterminado y en condiciones de flujo no predeterminado. La muestra no es necesariamente representativa de las condiciones en otros momentos del día. Aunque las muestras puntuales pueden permitir evaluar el rendimiento del tratamiento del volumen de agua actual y al momento del día en curso, **las dichas muestras no deberían utilizarse para tomar decisiones o para juzgar del rendimiento del tratamiento.**

En general se recomienda la toma de muestras compuestas. Una muestra compuesta es una mezcla de muestras individuales tomadas en momentos determinados. En el caso de una muestra compuesta simple, los volúmenes de muestras individuales son constantes. En caso de muestras compuestas más precisas, los volúmenes de muestras individuales se definen proporcionalmente a los caudales que fluyen al momento de la toma de muestras. Una vez que las muestras individuales se mezclan entre sí, la muestra compuesta representa mucho mejor las condiciones promedias del período de muestreo que cualquier muestra individual.

Muestra Puntual: recoger tres muestras de igual volumen (1 litro) con la probeta de muestra la misma hora y el mismo lugar y almacenar en un tarro de 1 litro. Anotar el caudal en la entrada de la PTAR y en la salida de la PTAR al momento de la muestra. A continuación, mezclar las tres muestras en un tarro de 3 litros para obtener una muestra compuesta única a enviar inmediatamente al laboratorio seleccionado para el análisis o a conservar en nevera si el análisis no puede ser hecho dentro de un plazo de 4 horas.

Muestra compuesta: para construir muestras compuestas más representativas, dos muestreadores automáticos móviles y autónomos comprados se colocarán en la entrada y en la salida de la PTAR, en los Puntos de muestra 1 y 2. Cuando la muestra sea realizada sobre una duración de 24 horas, se anotará los caudales medios en la entrada y la salida de la estación todas las horas. El almacenaje de las muestras será refrigerado y controlado con un termostato interno en el muestreador.

Un muestreador adicional es previsto también para muestra las aguas del by-pass de la PTAR hacia el Río.

Almacenar las muestras de manera adecuada y analizarlas en cortos plazos para asegurar resultados correctos. Las muestras deben ser analizadas en el mismo día que fueron tomadas.

En caso de no disponibilidad del laboratorio, las muestras para los análisis de DQO, nitrógeno total Kjeldahl, amoníaco y nitratos pueden conservarse añadiendo una solución de ácido sulfúrico y almacenándolas durante un máximo de 7 días antes de los análisis.

Las muestras para los análisis de DBO se pueden almacenar a 4 grados Celsius durante un periodo máximo de 48 horas antes del análisis.

Las muestras para los análisis de pH y de oxígeno disuelto (O.D.) deben ser analizadas inmediatamente, con el medidor portátil multi-parámetros.

Las instrucciones precisas de análisis por micro métodos están incluidas en el **Anexo 5 – Ver Capítulo 11.5.**

La frecuencia de toma de muestras se define en la tabla 4 del programa de muestras de autocontrol. Sin embargo, las muestras y los análisis deben realizarse con mayor frecuencia cada vez que se realice un cambio operacional de funcionamiento, como el paro de una laguna, por ejemplo.

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL TOMO I - OPERACIÓN	Rev. 0A
		Fecha 2018-08-23
		Pagina. 240 de 266

9.2.2 Localización de los puntos de muestras

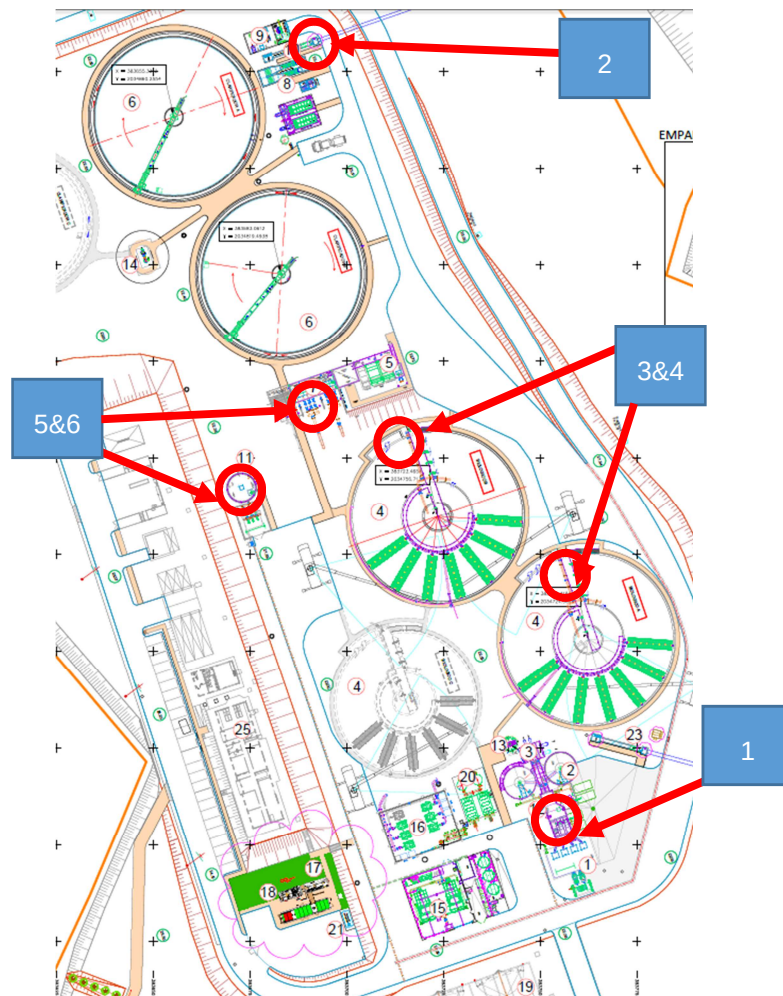
La localización de los puntos de muestras es importante. Las muestras compuestas se deben de tomar en cada etapa del tratamiento de cada línea de tratamiento, es decir, cinco puntos de toma de muestras.

PUNTO DE MUESTRA 1: Llegada de las aguas residuales a la planta – Muestreador automático PR-MA001: después del pozo de bombeo P001 y del tamizo fino). Las muestras no deben contener cantidades significativas de depósitos, espuma o restos flotantes.

PUNTO DE MUESTRA 2: Efluente final – agua tratada – Muestreador automático PR-MA003: en la obra de salida de la PTAR que recoge las aguas tratadas de las dos líneas de tratamiento. La muestra se tomará en la arqueta rectangular apegada al canal medidor de caudal (aguas arriba del canal). Las muestras no deben contener cantidades significativas de depósitos, espuma o restos flotantes.

PUNTO DE MUESTRA 3 y 4: Tanques de aeración: a nivel de la pasarela de cada tanque de aeración. Recoger las muestras en lugares donde las aguas residuales estén bien mezcladas.

PUNTO DE MUESTRA 5 y 6: Pozo de lodos y fosa de homogeneización: Recoger las muestras en lugares donde las aguas residuales estén bien mezcladas.



	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Rev. 0A
	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES	Fecha 2018-08-23
	SAN CRISTÓBAL TOMO I - OPERACIÓN	Pagina. 241 de 266

9.3 Análisis

La tabla siguiente presenta la frecuencia de toma de muestras y el tipo de análisis a realizar para cada uno de los puntos de toma. Este Programa de Manejo y Adecuación Ambiental (PMAA) está en cumplimiento con la Declaración de Impacto Ambiental aprobada por el Permiso Ambiental para la Construcción y Operación N° 2686-15 mediante la Resolución N° 051-15 del 20 de mayo de 2015 del Comité Técnico de Evaluación del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

Frecuencias	3 veces al día (6:30, 12:30,	Cada día	Cada semana	Cada mes	Cada 6 meses
Canal de entrada (después del tamizada fino) – Punto 1 & Canal de salida de la PTAR – Punto 2					
pH, T°C	-	Instantánea	-	-	-
Caudal diario	-	Instantánea	-	-	-
Caudal instantáneo	Instantánea	-	-	-	-
DQO	-	-	Compuesta	-	Compuesta
N-NH4	-	-	Compuesta	-	Compuesta
Nitrato (N-N03)	-	-	Compuesta	-	Compuesta
Coliformes Fecales	-	-	Compuesta	-	Compuesta
SST	-	-	Compuesta	-	Compuesta
Fosforo Total	-	-	Compuesta	-	Compuesta
DBO5	-	-	Compuesta	-	Compuesta
Tanques de aeración – Puntos 3 y 4					
OD	-	Instantánea	-	-	-
SST	-	-	Puntual	-	-
SSV	-	-	Puntual	-	-
N-NH4 & Nitrato (N-N03)	-	-	Puntual	-	-
Edad de lodo	-	-	Puntual	-	-
índice volumétrico de lodos	-	-	Puntual	-	-
Ratio F/M	-	-	Puntual	-	-
Pozo de lodos y fosa de homogeneización – Puntos 5 y 6					
SST	-	-	Puntual	-	-
SSV	-	-	Puntual	-	-
Cauda de purga	-	-	Puntual	-	-

Tabla 20 - Programa de análisis de autocontrol

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Rev. 0A
	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL	Fecha 2018-08-23
	TOMO I - OPERACIÓN	Pagina. 242 de 266

Leyenda	
Instantánea	Medición con el medidor portátil multi-parámetros
Puntual	Muestra puntual – Ensayo hecho con el laboratorio in situ
Compuesta	Muestra compuesta – Ensayo hecho con el laboratorio in situ
Compuesta	Muestra compuesta – Ensayo hecho con el laboratorio externo autorizado

Según la ubicación del punto de muestra y de los parámetros a medir la muestra será puntual o compuesta y los ensayos biológicos serán hechos con el laboratorio in situ o con el laboratorio externo autorizado.

Los análisis de pH, T°C, Oxígeno Disuelto serán realizados in situ.

En cuanto a los análisis de los lodos, sólo se llevarán a cabo durante las operaciones de deshidratación de lodos (mínimo una vez cada 10 operaciones de deshidratación). Los parámetros a analizar en cada lote de lodo deshidratado se definirán según el destino final de los lodos y según la normativa dominicana (sequedad de los lodos, metales pesados, potencia agronómica de los lodos).

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Rev. 0A
	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES	Fecha 2018-08-23
	SAN CRISTÓBAL TOMO I - OPERACIÓN	Pagina. 243 de 266

Capítulo 10 Balance provisional de explotación

BALANCE DE EXPLOTACIÓN PTAR SAN CRISTOBAL			
CARGAS ANUALES	Unidad	2028	2038
Volumen anual de agua tratada	m ³ /año	7 237 512	9 650 016
DBO ₅	T/año	1 815	2 420
DQO	T/año	3 630	4 840
SS	T/año	2 166	2 887
NTK	T/año	346	462
N-NH ₄	T/año	260	346
P total	T/año	115	154
PRODUCTOS QUÍMICOS Y REACTIVOS			
Tratamiento de las grasas			
Urea líquida (40% de N)	m ³ /año	16	21
Acido fosfórico (75% en P)	m ³ /año	1,4	2
Cal			
Línea de agua			
Solución comercial Sulfato Alúmina (60%)	m ³ /año	517	689
Línea de lodos			
Polímero para espesar y deshidratar	T/año	14	18
EVACUACIÓN DE RESIDUOS			
Desbaste grueso			
Producción de residuos	T MS/año	8	10
Volumen después de compactación, m ³ /año	m ³ /año	11	15
Desbaste fino			
Peso anual, TMS/año	T MS/año	30	40
Volumen después de compactación, m ³ /año	m ³ /año	20	26
Arenas tratadas			
Volumen total de arena a evacuar	m ³ /año	2 021	2 695
PRODUCCIÓN DE LODOS			
Lodos frescos			
Lodos brutos	T MS/año	1 845	2 460
Sequedad	%	0,8	0,8
Volumen	m ³ /año	230 584	307 445

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Rev. 0A
	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL	Fecha 2018-08-23
	TOMO I - OPERACIÓN	Pagina. 244 de 266

Lodos espesados

Sequedad	3 - 4%	5	5
Volumen	m ³ /año	36 792	49 056

Lodos deshidratados

Sequedad	%	18%	18%
Volumen	m ³ fangos/año	6 796	9 062

ENERGÍA

Bombeo de entrada y pretratamientos	kwh/año	312 953	389 495
Deshidratación y desodorización	kwh/año	149 424	179 333
Tratamiento biológico	kwh/año	1 632 128	2 440 315
Clarificación	kwh/año	247 567	355 344
Transferencia de lodos	kwh/año	69 268	81 232
Edificio de explotación	kwh/año	61 320	61 320
Edificio de explotación	kwh/año	98 112	98 112
Total Energía	Mwh/año	2 571	3 605

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Rev. 0A
	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL	Fecha 2018-08-23
	TOMO I - OPERACIÓN	Pagina. 245 de 266

Capítulo 11 Anexos

11.1 Anexo 1: Este anexo presenta las fichas guías de operación creadas para la “Mission d’Assistance à la Gestion de l’Eau de la Loire” -(MAGE 42) en 2006

Ficha de Operación n°1:

ALGUNOS PARÁMETROS CARACTERÍSTICOS DE LOS LODOS ACTIVADOS

El Caudal (Q):

Es un volumen por unidad de tiempo ($\text{m}^3 / \text{día} - \text{m}^3 / \text{h} - \text{l} / \text{s}$).

☛ Caudal máximo: caudal horario máximo recibido por la estación.

☛ Caudal promedio 24 h: caudal promedio por hora recibido por la estación ($Q \text{ día} / 24$)

La Concentración (C):

Es una masa por unidad de volumen ($\text{mg} / \text{l} - \text{g} / \text{l} = \text{kg} / \text{m}^3$).

Este parámetro proporciona información sobre la calidad del efluente.

El flujo (o carga) (F):

Es el producto del caudal (Q) por la concentración (C) (kg / d)

$F = C \times Q$ (mantener unidades idénticas: $\text{kg} / \text{d} = \text{kg} / \text{m}^3 \times \text{m}^3 / \text{día}$).

Este es un parámetro importante que proporciona información sobre la cantidad de contaminación.

Ejemplo: una concentración de sólidos suspendidos de $300 \text{ mg} / \text{l}$ y un caudal de $100 \text{ m}^3 / \text{día}$ dará como resultado un flujo de material en suspensión de:

$$(C = 300 \text{ mg} / \text{l} = 300 \text{ g} / \text{m}^3 = 0.3 \text{ kg} / \text{m}^3)$$

$$F = C \times Q = 0.3 \times 100 = 30 \text{ kg} / \text{día}.$$

La carga hidráulica de la estación:

Esta es la relación entre el caudal recibido y la capacidad hidráulica nominal de la estación. Se expresa en % de la capacidad nominal.

Ejemplo: una estación con una capacidad nominal de $1000 \text{ m}^3 / \text{día}$ recibe un caudal de $200 \text{ m}^3 / \text{día}$.

$$\text{La carga hidráulica: } \frac{200}{1000} = 20 \%$$

La carga orgánica de la estación:

Es la relación entre la contaminación recibida y la capacidad nominal de la estación, expresada en % del flujo nominal en DBO5.

Ejemplo: una estación con una capacidad nominal de $1000 \text{ kg de DBO5} / \text{d}$ recibe una carga de contaminación de $300 \text{ kg} / \text{día}$ (DBO5)

$$\text{La carga orgánica: } 300 / 1000 = 30 \%$$

El rendimiento de purificación de la estación:

Esta es la relación de la contaminación eliminada en la estación sobre la contaminación recibida. Define el rendimiento de la estación.

Ejemplo: una estación recibe una carga de material en suspensión de 200 kg / día (DBO5). Vierte a una carga de 10 kg / día.

El rendimiento de purificación será: $\frac{200 - 10}{200} = 0,95 = 95 \%$

La carga masiva: Cm:

Esta es la relación entre la carga DBO5 recibida y la cantidad de lodo presente en el tanque de aireación.

$$Cm = \frac{\text{alimento}}{\text{lodo}} = \frac{\text{kg DBO5 recibido}}{\text{kg MVS (tanque de aireación)}}$$

Esta caracteriza el equilibrio biológico del tratamiento.

Ejemplo: una estación equipada con un tanque de aireación de 5 150 m³ con una concentración de lodo activado de 4.3 g/l y una tasa de MVS (materias orgánicas = materias activas de los lodos) del 75%, recibe una carga contaminante de 1000 kg DBO5 / día:

$$\text{cantidad de lodos} = \text{volumen del tanque} \times \text{concentración en MVS} = 5\,150 \times 4.3 \times 0.75 = \text{alrededor de } 16\,610 \text{ kg MVS}$$

$$Cm = \frac{1000}{16610} = 0,06 \text{ kg DBO5 / kg MVS / día}$$

La carga de volumetría: Cv:

Esta es la relación de la carga DBO5 recibida en el volumen del tanque de aireación.

$$Cv = \frac{\text{kg DBO5 recibido}}{\text{m}^3 \text{ (tanque de aireación)}}$$

- Permite estimar la capacidad de la cuenca de aireación

Ejemplo: Una estación equipada con un tanque de aireación de 5 150 m³ recibe una carga contaminante de 1000 kg DBO5 / día.

$$Cv = \frac{1000}{5150} = 0.195 \text{ kg DBO5 / m}^3 \cdot \text{día}$$

Las bajas cargas de masa y volumen indican una relación de alimentos / lodo favorable para una alta eliminación de la contaminación por carbono y nitrógeno.

Se distinguen cinco clases de lodos activados:

	Cv	Cm
Ventilación prolongada	< 0,36	< 0,1
Carga baja	0,36 a 0,7	0,1 a 0,2
Carga media	0,7 a 1,7	0,2 a 0,5
Carga alta	1,7 a 3	0,5 a 1
Carga muy alta	> 3	> 1

El tiempo de residencia: Ts:

Este es el tiempo de residencia hidráulica del agua en un tanque, corresponde a la relación entre el volumen del tanque (V) y el caudal del efluente entrante (Q).

$$Ts = \frac{V \text{ (m}^3\text{)}}{Q \text{ (m}^3\text{/h)}}$$

Distinguiremos el tiempo de residencia para el caudal promedio de 24 h y para el del caudal máximo.

Ejemplo: una estación equipada con un tanque de aireación de 5 150 m³, recibe un caudal promedio de 24 h (Q₂₄) de 160 m³ / h y un caudal máximo (Q_p) de 250 m³ / h.

El tiempo de residencia en la cuenca de aireación será:

- En la Q₂₄: Ts promedio = $\frac{5150}{160} = 32,2$ horas
- en el Q_p = Ts pico = $\frac{5150}{250} = 20,6$ horas

Un tiempo de residencia elevado en el tanque de aireación permitirá una alta eliminación de la contaminación por carbono y nitrógeno.

Edad del lodo: A:

La edad del lodo representa el tiempo de residencia del lodo en el tanque de aireación: esto es más importante que el tiempo de residencia del agua a tratar debido a la recirculación de lodos decantados.

Corresponde a la relación de la cantidad de lodo presente, en kg MS., en el tanque de aireación (S) entre la cantidad de lodo en exceso (E) que debe evacuarse por día, en kg MS / día.

$$A = \frac{S}{E} = \frac{VBA \times \{MS\} BA}{QE \times \{MS\} E}$$

VBA: Volumen del tanque de aireación (m³)

{MS} BA: Concentración de lodo activado en kg / m³ en MS (materiales secos)

QE: Flujo diario (m³ / día) de extracción de lodo

$\{MS\} E$: Concentración de lodo en exceso en $kg / m^3 MS$

Ejemplo: una estación está equipada con un tanque de aireación de $5\,150\,m^3$

Concentración de lodo activado: $3g / l$

Concentración de lodo en exceso: $6g / l$

Tasa de extracción: $100\,m^3 / día$

$$\text{Edad del Lodo} = \frac{VBA \times \{MS\} BA}{QE \times \{MS\} E} = \frac{5\,015 \times 3}{100 \times 6} = 25,8 \text{ día}$$

Una edad elevada de lodo indica un lodo bien desarrollado, que es propicio para una buena eliminación de la contaminación.

Velocidad ascendente: VA:

También llamado carga hidráulica, se traduce en la velocidad de elevación del agua en el clarificador que se opone a la velocidad de sedimentación de las partículas de lodo (VD) - VA debe ser mucho menor que VD. Corresponde a la relación del caudal del efluente recibido (Q) entre la superficie horizontal del clarificador S (superficie del espejo del cuerpo de agua, sin incluir el faldón de alimentación).

$$VA (m / h) = \frac{Q (m^3 / h)}{S (m^2)}$$

Distinguiremos la velocidad ascendente para el caudal promedio de 24 h y para el del caudal máximo.

Ejemplo: una estación equipada con un clarificador de volumen de $4.200\,m^3$ y superficie $S = 962\,m^2$, recibe un caudal promedio de 24 h (Q_{24}) de $160\,m^3 / h$ y un caudal máximo (Q_p) de $250\,m^3 / h$.

La velocidad ascendente en el clarificador será:

- En la Q_{24} : $VA \text{ promedio} = \frac{160}{962} = 0,17\,m / h$

- En el Q_p : $VA \text{ tip} = \frac{250}{962} = 0,26\,M / h$

En la práctica, dimensionaremos los trabajos de clarificación para una velocidad ascendente máxima de $0,6\,m / h$.

Producción de lodo: (P):

En el caso de los efluentes domésticos y para las estaciones con aireación prolongada, se conservará la producción de lodo igual al 80% de la carga de DBO5 eliminada (Le).

$$P = 0.8 \times Le$$

$$P = \text{Producción diaria de lodo (kg MS)}$$

$$Le = \text{Masa diaria de DBO5 eliminada (kg DBO5 / día)}$$

Ejemplo: una estación recibe 1000 kg de DBO5 / día y tiene un rendimiento de tratamiento del 95% en este parámetro.

$$\text{Masa de DBO5 eliminada / día: } Le = 1000 \times 0.95 = 950 \text{ kg DBO5 / día}$$

$$\text{Producción de lodo: } P = 0.8 \times Le = 0.8 \times 950 = 760 \text{ kg MS.}$$

En la práctica, la producción de lodo se calculará sobre la cantidad de DBO5 recibida (1000 kg / día en el ejemplo).

Ficha de operación n°2:
CUADERNO DE OPERACIÓN
SEGUIMIENTO REGULAR DE INSTALACIONES

LECTURA DE CONTADORES Y OBSERVACIONES

La medición de los caudales:

Para las estaciones equipadas con caudalímetros de medición diaria, se necesita señalar los caudales diarios en la columna «volumen». El volumen total del mes se calcula en función de la diferencia entre los índices del último y el primer día del mes.

Para las estaciones equipadas con una estación de elevación, el volumen es estimado por la lectura semanal de las mediciones horarias y el caudal de las bombas. Es necesario realizar una calibración periódica de las bombas.

Lectura de contadores horarios:

El número de horas inscritas en los contadores (de estaciones de bombeo, turbinas de aeración, pozos de recirculación, etc.) debe ser registrada una vez por semana. Este registro permite detectar la presencia de alguna anomalía en los equipos electromecánicos de la estación.

Lectura de contadores eléctricos del proveedor:

Esta lectura se realizará una vez por semana para monitorear el consumo eléctrico de la estación. Un aumento o caída del consumo puede traducirse en un desgaste o mal funcionamiento de los aparatos electromecánicos.

El clima:

Indicar las condiciones climáticas predominantes de los últimos 5 días según el sol, la humedad, la ocurrencia de lluvias, heladas, nevadas, el calor, frío. El clima es una indicación importante sobre todo si la red es unitaria.

Aliviadero de tormenta:

Si este se encuentra en el lugar de la estación, debe estar equipado de un detector de desbordamiento para conocer la frecuencia con que ocurren los mismos. Se solicita un reporte semanal de en la columna «Desbordamiento». El objetivo es saber si las aguas residuales no tratadas se desbordan o no, especialmente en tiempos de sequía.

La transparencia:

Se verifica con un disco de Secchi y permite apreciar la claridad los efluentes tratados.

Para realizar durante cada evento de paso.

Sumergimos un disco de Secchi en el clarificador y apuntamos la profundidad (h) a la que el disco deja de ser visible.

Disco de Secchi: disco blanco de 30 cm de diámetro fijado en su centro con una soga pesada de un largo de 1.80m y graduada de 10cm en 10cm.

Los desechos del pretratamiento:

El volumen de desechos del pretratamiento debe ser estimado por: el conteo de los cubos de desechos evacuados, los sacos de basura evacuados (tamiz rotativo), etc. Debe indicarse su destino.

Observaciones:

Deben ser mencionados en este apartado, todos los acontecimientos inhabituales que pudieran producirse en la estación: estación interrumpida por una tormenta, equipo averiado (fecha de la avería y fecha de la reparación y puesta en servicio), aportes fuertes de agua para la limpieza de las tuberías, aparición de espumas, pérdidas de lodos, etc.

Todas las modificaciones en las configuraciones de los aparatos electromecánicos deben ser anotadas (aireación, recirculación, etc.) con la fecha y el contenido de sus modificaciones.

La llegada de las aguas brutas no clasificadas como efluente doméstico debe ser indicado. Estas pueden ser de combustible, de aguas industriales, aceites usados, disolventes, estiércol, etc.

Ficha de Operación n°3:

ELEVACIÓN DE EFLUENTES

Papel:

Asegurar el transporte de efluentes a un nivel superior.

Tipos:

Por bombas

Por el tornillo Archimedes

Automatismo:

De acuerdo con las tasas del caudal recibido por la sonda de nivel
(interruptores de nivel - contador de horarios en el equipo y rebosadero).

Seguimiento:

Inspección visual diaria de la cubierta del cárcamo de bombeo y del flujo de la bomba (obstrucción ...).
Lectura del contador de horarios
Control regular del caudal de la bomba (al menos 2 veces / año).

Mantenimiento:

Limpieza una vez por semana de la superficie y las paredes del cárcamo (desnatado - chorro de lavado)
Limpieza de los interruptores de nivel una vez a la semana (restos de grasa).
Vaciado regular de depósitos (al menos dos veces al año).

Materiales utilizados:

"Skimmer"

Manguera con alta presión.

Tiempo necesario para el mantenimiento:

5 a 10 minutos / semana.

Ficha de operación n°4 : REDES DE SANEAMIENTO

Obligación de monitorear redes:

Disponer del plano de las redes.
Redactar una regulación de saneamiento.
Establecer la tasa de conexión.
Establecer una autovigilancia para los aliviaderos de tormenta.

Detectar y localizar anomalías

En redes nuevas

Realizar una circulación de aguas.
Poner la red bajo presión de agua o aire.
Cámaras de paso: pruebas previas a la recepción de las obras.

En redes en servicio

Durante cualquier investigación, es esencial recopilar todas las observaciones de campo en un cuaderno / manual.

1. Verificación de las conexiones:

- Detectar las conexiones de aguas pluviales y malas conexiones (informar a los suscriptores).
- Operar el suministro de agua residual de un suscriptor y verificar el flujo; posiblemente usar un tinte (fluoresceína o rodamina B).
- Pruebas de humo: ventilador, obturador, humo. Esta prueba no es efectiva cuando hay cajas de conexiones mixtas (aguas residuales y aguas pluviales).
- Visita a la red durante el tiempo de lluvia.

2. Controles de infiltración de agua: capa freática alta en tiempo seco.

- Realizar un estudio de diagnóstico de la red de alcantarillado.

Después:

- Registrar los tiempos de funcionamiento diarios de las bombas de elevación
- Visita nocturna de la red (entre la 1 AM y las 5 AM): identificar áreas críticas y rastrear la red para ubicar con mayor precisión las zonas de infiltración
- Utilizar un obturador.

Monitoreo y mantenimiento:

Actualizar los planos de las redes: dar seguimiento a los trabajos de extensión.

Comprobar el estado de los registros: estanqueidad de la conexión, estado del hormigón.

Estación de bombeo:

Vigilancia:

- Leer los medidores de las bombas y calcular los tiempos de operación.
- Medir el caudal de las bombas (una vez cada 2 años) y la intensidad (1 al año).
- Verificar el funcionamiento correcto de los contadores (semanalmente).
- Verificar la sedimentación del tanque y el estado de la rueda de la bomba (mensualmente).

Mantenimiento:

- **Semanal:**

- Verificar la reja de desbaste.
- Verificar la automatización (conmutación de las bombas).

- **Regular:**

- Limpiar los interruptores de nivel
- Limpiar las paredes y equipos
- Vaciar el tanque
- Maniobrar las válvulas para evitar el atoramiento.

- **Anual:**

- Limpieza y vaciado de bombas

Aliviadero de tormenta:

- Verificar durante el tiempo seco y durante las horas pico que la totalidad de los efluentes es admitida para el tratamiento.
- Limpiar el aliviadero después de una lluvia.

Conductos:

- Realizar una limpieza preventiva y periódica de un determinado porcentaje de lineal de red (se definirá en un programa plurianual) ya sea con una máquina desatascadora hidráulica (limpieza en contra pendiente y luego bombeando hacia atrás) o con un tanque móvil (camión cisterna).

Ficha de operación n°6: DESBASTE (PRETRATAMIENTO)

Función:

Retener los desechos de gran tamaño.

Tipos:

De limpieza automática o manual.

Automatismo:

(Desbaste automático): una o más operaciones cortas / hora (requiere un reloj de 1h posiblemente acoplado al reloj de 24h).

Mal funcionamiento:

Un defecto de mantenimiento o una falla prolongada (equipo automático) provoca la carga de los colectores:

- riesgo de obstrucción de la red
- retención de depósitos de fermentación que podrían causar interrupciones en el funcionamiento de la estación
- riesgos de olores (H₂S)

Seguimiento:

Inspección visual diaria de los equipos electromecánicos

Inspección diaria de la cantidad de desechos retenidos.

Mantenimiento:

- Limpieza diaria de la reja manual (la frecuencia puede reducirse dependiendo de la cantidad de desechos retenidos).
- Almacenaje en el contenedor de basura o en el contenedor apropiado después del drenaje preliminar.
- El drenaje también se puede llevar a cabo antes del almacenamiento en una cesta o mediante la operación en ciclos cortos en el caso de equipos automáticos con una rejilla derecha.

Equipamientos utilizados:

Rastrillo o rascador.

Tiempo necesario para el mantenimiento:

1 a 2 minutos por manipulación.

Destino de los desechos:

Almacenamiento en vertedero (autorizado hasta 2002)

Incineración después de la compactación.

Prohibida su evacuación en agricultura.

Ficha de Operación n°7:

DESARENADO Y DESENGRASADO (PRETRATAMIENTO)

Papel:

Retener materiales pesados, arena y grasa.

Meta: **Evitar:**

Congestión de las tuberías
El desgaste de las bombas
Depósitos los tanques.

Tipos:

Longitudinal
Tangencial
Acoplado con un desengrasador [campana de extracción (bomba de aire) - bomba de arena]

Automatismos:

Para un sistema acoplado con un desengrasante:

Lavado: 1 o más operaciones diarias de 30 s a 1 mn según necesidades (reloj 24 H + temporizador)

Extracción: de 1 a 2 veces por semana en la situación habitual (control manual) (ver mantenimiento).

Seguimiento:

Longitudinal: control de la cantidad de arena atrapada

Sistemas automatizados (tangenciales o acoplados con un desengrasador): inspección diaria de equipos electromecánicos.

Mantenimiento:

Extracción de arena de 1 a 2 veces por semana y almacenamiento en un área de drenaje.

Para los sistemas de extracción por bomba de aire, la extracción se llevará a cabo en 3 etapas.

1. Entrada de aire, válvula de extracción cerrada durante 30 segundos a 1 minuto para separación, arenas - materia orgánica.
2. Parada de aire de 3 a 5 minutos para la redecantación de arenas.
3. Entrada de aire, válvula de extracción abierta para la excavación de arena.

Maquinaria usada: Excavadora

Tiempo requerido para el mantenimiento: 15 a 30 mm por semana

Destino de las arenas:

Almacenamiento en vertedero (autorizado hasta 2002)

Usar en terraplenes (prestar atención a los riesgos de lixiviación de materia orgánica hacia los ríos).

Ficha de Operación n°8:

DESENGRASADO (PRETRATAMIENTO)

Papel:

Separado de agua, aceites y grasas (animales y vegetales).

Meta: **Evitar:**

Ensuciado de las obras.
La formación de carrozas y espuma.
Las perturbaciones de la aireación.
Salidas con agua tratada.

Tipos:

Atrapamiento por partición sifoidal. Trabajo estático.
Aire y raspado.

Automatismos:

Ventilación: varias operaciones diarias (reloj 24 H)
Raspado: hasta 2 a 3 operaciones / H (reloj de 24 H - retraso de tiempo)

Seguimiento:

Para estructuras mecanizadas: control de equipos (burbujeo - raspado).
Verificación del llenado de grasa (obstrucción).

Mantenimiento:

Escariado diario de estructuras no mecanizadas y almacenamiento en el foso (la frecuencia puede adaptarse de acuerdo con el tamaño de la espuma).
Vaciado regular del tanque de almacenamiento de las escorias (no espere la sobrecarga de este: riesgos de olores, devoluciones de agua de inmersión cargada de grasas).
Para las estructuras estáticas, cuyas formas de pendiente son insuficientes, será necesaria la resuspensión de 1 a 2 veces por semana de depósitos orgánicos.

Materiales utilizados:

Skimmer - Raclette - Cisterna para drenar la grasa.

Tiempo requerido para el mantenimiento: unos minutos por operación.

Para convertirse en grasas:

Valor agrícola tolerado en proporción razonable al lodo (5 a 10% máximo) Incineración.
Tratamiento biológico específico.

Ficha de operación°11: **LODOS ACTIVADOS (TRATAMIENTO BIOLÓGICO)**

Mantenimiento semanal:

- Hacer un recorrido alrededor de la estructura para detectar cualquier anomalía (olor, color, flujo, salida de lodos)
- Verificar el aliviadero de tormenta.
- Vaciar la cesta de desbaste desde la estación de elevación.
- Limpiar el pretratamiento y eliminar los desechos.
- Limpiar las paredes de los tanques.
- Limpiar la canaleta de vertido y evacuar los flotantes del clifford.
- Limpiar el canal de medición.
- Control del funcionamiento de motores, luces y contadores del armario de control.
- Realizar pruebas NH₄ y NO₃ en el efluente tratado.
- Completar el libro de registro (medidor por horas, medidor eléctrico, disco de Secchi, volúmenes de lodo extraído, volumen de desechos extraídos, prueba de sedimentación, ...)

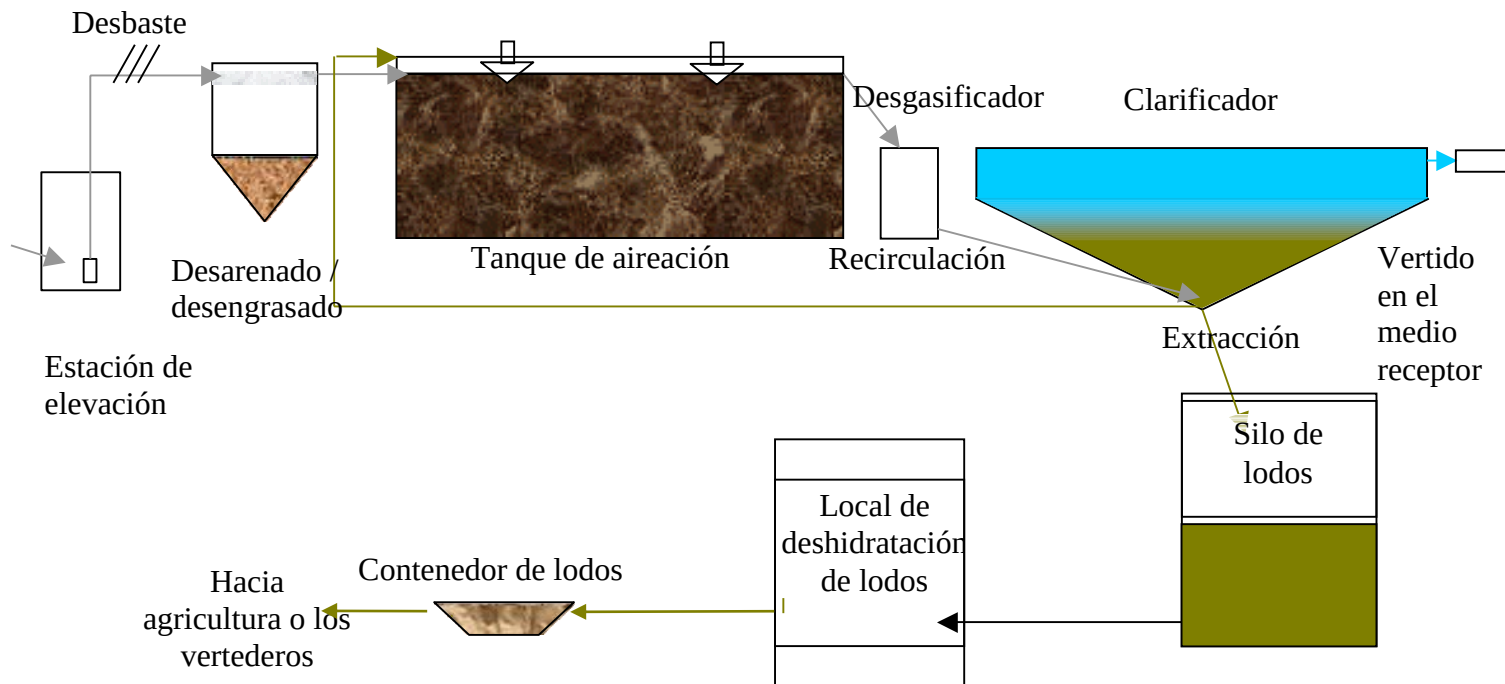
Mantenimiento regular:

- Limpiar los flotadores, los cables eléctricos y las cadenas de la estación de elevación.
- Mantenimiento del entorno.

Mantenimiento anual:

- Limpiar y vaciar los dispositivos electromecánicos (bombas, turbinas).
- Verificación de la instalación eléctrica por un profesional certificado.

LODOS ACTIVADOS VISTA EN CORTE / ESQUEMA DE PRINCIPIO



Principio: Depuración por cultivos libres: la contaminación se degrada por microorganismos aeróbicos. Un aporte externo de oxígeno permite el desarrollo de estos microorganismos. La depuración tiene lugar en diferentes tanques:

Tanque de aireación: una estructura para la puesta en contacto entre contaminación, microorganismos y oxígeno. La contaminación orgánica se degrada en materia mineral.

El suministro de oxígeno se realiza mediante turbinas o soplantes de aire.

El desgasificador: estructura para evacuar el aire de la tubería de conexión entre el tanque de aireación y el clarificador.

El clarificador: estructura que permite la separación de lodo (flóculos formados en el tanque de aireación) y del agua por decantación.

Puesto de recirculación: estructura para mantener una carga constante de lodos en el tanque de aireación.

La extracción: extracción de los lodos del clarificador al silo de lodos para mantener una carga de lodo constante en el tanque de aireación.

El silo de lodos: estructura que permite el almacenamiento de lodo antes del esparcimiento del lodo líquido o antes del tratamiento por deshidratación.

Instrucciones de operación:

La recirculación de lodos desde el clarificador hacia el tanque de aireación permite mantener una masa bacteriana constante en el tanque de aireación (no dejar el lodo más de 2 horas en el clarificador).

El retorno del sobrenadante desde el silo de lodo a la cabeza de la estación no debe exceder las 48 horas. Más allá de esto, el sobrenadante se vuelve séptico y promueve las bacterias filamentosas.

Rendimiento esperado:

Nivel esperado: DBO < 25 mg/l – DCO < 90 mg/l – MES < 25 mg/l – NTK < 10 mg/l – NGL > 80 % rdt – Pt = 20 % rdt.

Nivel reglamentario: D4 (DBO < 25 mg/l – DCO < 125 mg/l).- MES < 35 mg/l

Ficha de operación n° 12: **AIREACIÓN DE LOS LODOS - (TRATAMIENTO BIOLÓGICO)**

Función:

Proporcionar suficiente oxígeno para las bacterias.
Asegurar una mezcla homogénea del tanque.

Objetivo:

Mantener una buena actividad de las bacterias para garantizar la eliminación correcta de la contaminación por carbono y nitrógeno.
Evitar la formación de depósitos

Tipos de aireadores:

Turbina

Aérovis ou brosse

Insuflación de aire

Automatismo:

Funcionamiento simultáneo de los aireadores en ciclos largos con paradas máximas de 1h 30 min a 2h (horas pico del proveedor eléctrico) y operaciones mínimas de 15 min / turbina o 30 min / escobilla.

Según:

1. programación 24 h - semana y fin de semana – paradas de 15 minutos recomendados,
2. o una dependencia respecto al Rédox con respaldo de emergencia por programación de 24 horas (ver hoja de datos técnicos específicos).

Mal funcionamiento:

La degradación significativa de la calidad de la emisión puede ser causada por:

- Falta de aireación (presencia significativa de amoníaco (NH_4), agua turbia, acumulación de lodos) debido a:
 - una sobrecarga contaminante
 - una concentración de lodos muy elevada.
- Exceso de aireación (presencia de nitratos (NO_3), emisión de flóculos de lodo (desnitrificación).

Seguimiento:**Lectura de los contadores**

Una o varias veces por semana, control de emisiones de amoníaco y nitrato en agua depurada mediante pruebas simples y comparador colorimétrico en diferentes días de la semana y alternando mañana y tarde.

Este control se realizará en una muestra promedio de 24 h para estaciones de automonitoreo.

Siempre que se observen flóculos de lodos en el clarificador o formaciones anormales de espuma, la prueba de nitrato se llevará a cabo en la salida del tanque de 30 a 60 min después de que se hayan detenido los aireadores.

Los ajustes deberán ser adaptados de acuerdo con los resultados obtenidos.

Tiempos necesarios:

Amoníaco: 2 minutos

Nitrato: 1 minuto.

Ficha de operación n° 13: **DECANTACIÓN DE LODOS (TRATAMIENTO BIOLÓGICO)**

Función:

Separar las fases de agua y lodos.

Objetivo:

Separar las fases de agua y lodos.

Asegurar la menor liberación posible de materia suspendida.

Tipos de decantadores:

Estático

Raspadores

Aspiradores

Mal funcionamiento:

La decantación de lodos puede verse significativamente perturbada por:

- Sobrecarga hidráulica (velocidad máxima ascensional: 0,6 m.h)
- una falla de recirculación (consulte las instrucciones de operación para el almacenamiento de lodos en la estructura (hinchamiento de lodos)
- una deficiencia de aireación que favorece la acumulación del lodo (bacterias filamentosas)
- Exceso de aireación que favorece la formación de flóculos de lodo (desnitrificación).

El clarificador no es un concentrador de lodos: no se permite el almacenamiento en esta estructura.

Seguimiento:

1 a 2 veces por semana: prueba de decantación en tubo de ensayo

Verificación diaria de la claridad y el nivel de lodos en el clarificador (preferiblemente a última hora de la mañana o temprano en la tarde).

Los ajustes de extracción deberán adaptarse en función de los resultados de decantación obtenidos.

Mantenimiento:

Decantador estático: cepillar las paredes de la estructura hasta el fondo de la estructura (recirculación continua para la recuperación de lodos) una vez a la semana.

Cepillado una vez por semana de los canales, sifón (depósitos fangosos -algas ...)

Vaciado regular del pozo de almacenamiento de las espumas.

Equipo para el mantenimiento:

Escoba lo suficientemente larga.
Cubo para el vaciado de la espuma.

Tiempos necesarios:

Cepillar las paredes de un decantador estático: de 15 a 30 minutos por semana.

Equipo para monitoreo:

1 a 2 tubos de ensayo de un litro (plásticos)
1 cronómetro
1 disco blanco para medir la turbidez o disco de Secchi ($\varnothing$ 30 cm – mango de 1.50 a 2 m graduado por 10 cm).

Tiempos necesarios:

Decantación en tubo de ensayo: 30 minutos
Medición de la claridad y el nivel de los lodos: 30 segundos.

Ficha de operación n° 14:
PRUEBA DE TURBIDEZ (Disco de Secchi)
BÚSQUEDA DEL NIVEL DE LODOS - (TRATAMIENTO BIOLÓGICO)

Principio:

La prueba de turbidez permite apreciar la transparencia de un agua tratada midiendo la profundidad a la cual desaparece un disco blanco sumergido en el clarificador.

La transparencia será todavía más alta cuando el contenido de materia suspendida sea más bajo.

Materiales necesarios:

El material utilizado, llamado disco de Secchi, se compone de un disco blanco de unos 30 cm de diámetro, montado en un mango de 1.5 a 2 m, graduado cada 10 cm.

Búsqueda del nivel de lodos:

Después de determinar la turbidez del agua, es útil buscar la presencia de un velo de lodo en el clarificador con el fin de evaluar la capacidad del lodo para decantarse en la estructura (inmersión del disco y subir por golpe seco para permitir una subida de los lodos).

Un nivel de lodo cerca de la superficie puede ser indicio:

- de una alteración hidráulica del clarificador
- de una falla de recirculación

lo que permitirá en consecuencia adaptar los ajustes de reciclaje de los lodos.

Atención: un aumento consecuente en la recirculación con un nivel de lodo cerca de la superficie (10 a 30 cm) puede conducir a la liberación prematura de lodo. En estas condiciones extremas, es preferible detener la aireación para aliviar el clarificador antes de cambiar la configuración de recirculación

Interpretación de la prueba: En

general:

- una claridad superior a 60 cm indicará una buena calidad de agua depurada (sólidos en suspensión por debajo de 20 mg / l)
- Una claridad inferior a 30 cm indicará una calidad promedio o deficiente de la emisión.

Pero una claridad de 60 cm con un velo de barro a 2 m de superficie, no tendrá el mismo significado que una situación de claridad idéntica con un nivel de lodo a 60 -70 cm de la superficie del agua.

Ficha de operación n° 15: RECIRCULACIÓN DE LODOS (TRATAMIENTO DE LODOS)

Función:

Eliminar los lodos decantados en el clarificador.

Objetivo:

Asegurar la recirculación de los lodos.

Tipos:

Tubos de succión.

Tubo telescópico.

Recuperación directa en el clarificador o el tanque biológico.

Automatismo:

Ciclos cortos (10 a 15 minutos máx.) Por dosificador cíclico o reloj de tiempo. Dependiendo del caudal del tubo telescópico por el interruptor de nivel.

Por control de caudal (medidor de caudal o sonda de nivel) para caudales con altas fluctuaciones (aguas pluviales ...).

Mal funcionamiento:

La recirculación insuficiente causará el almacenamiento de lodo en el clarificador y promoverá la acumulación de los lodos, de las emisiones de lodo.

Seguimiento:

Asegurar un flujo constante de recirculación igual a:

- 150 % de caudal máximo en agua bruta
- 200 % de caudal promedio diurno (8 h a 22 h) en agua bruta

Adaptar en consecuencia la configuración del tubo telescópico.

Adaptar los automatismos.

Lectura de contadores horarios.

Inspección visual diaria del pozo de recirculación (fibras, obstrucción del tubo telescópico ...) y el caudal de las bombas.

Control regular del caudal de las bombas (al menos dos veces al año).

Mantenimiento:

Evacuación de las fibras superficie del poste y del tubo telescópico (mantenimiento diario si es necesario).

Limpieza una vez por semana de los interruptores de nivel.

Limpieza del tubo telescópico abriendo al máximo la válvula del fondo del pozo (mínimo una vez a la semana).

Tiempos necesarios de mantenimiento:

5 à 10 min por semana.

Prohibir todo paro prolongado de la recirculación.

Ficha de operación n°16:
EXTRACCIÓN DE LODOS
(TRATAMIENTO BIOLÓGICO)

Función:

Evacuar el exceso de lodo de la línea de agua hacia la línea de lodos.

Objetivo:

Mantener una concentración constante de lodos activados.

Automatismo:

Varias operaciones diarias de 1 a 5 mm como máximo según la necesidad, distribuidas regularmente (reloj de 24 horas + dosificador cíclico o reloj horario).

Mal funcionamiento:

Una insuficiencia en la extracción de los lodos favorecerá una sobrecarga de lodos en el tanque de aireación y una falta de aireación, esto requerirá un aumento en el funcionamiento de los aireadores, lo que resulta en un consumo excesivo de energía eléctrica.

Seguimiento:

Control de 1 a 2 veces por semana de la decantación de los lodos en tubos de ensayo.

- Ajustar los tiempos de extracción según el resultado obtenido.

Lectura de los contadores horarios.

Control regular del caudal de la bomba (al menos dos veces al año).

Ficha de Operación n°32:

IMPLEMENTACIÓN DE LAS PRUEBAS DE NITRÓGENO

Prueba NH₄:

NH₄ = Amoníaco

Origen: comida no utilizada, orina, excrementos.

Es un indicador relevante de la contaminación del agua. Además, los NH₄ son tóxicos para los peces, deben eliminarse al máximo antes de devolver el agua al entorno natural.

Propósito de una planta de tratamiento:

Eliminarlos al máximo. La única operación que puede eliminar estos NH₄ será una aireación suficiente. El ajuste del tiempo de operación de la aireación (turbina, booster) es primordial. En caso de que tenga que aumentar o disminuir los tiempos de aireación, asegúrese de anotarlo en el libro de registro. Sin embargo, los aireadores no deben manejarse sin cese; Hay principalmente dos ajustes semestrales: el tiempo de los meses de verano (que corresponde a un aumento de la temperatura y, a veces, a un aumento de la población por la llegada de turistas, esto requiere un aumento de la aireación) y el tiempo de los meses de invierno (temperaturas más bajas y menos personas, esto permite una disminución de la aireación). Esta configuración se puede configurar con la ayuda del técnico de MAGE.

Determinación de NH₄ en el agua tratada: consultar el procedimiento entregado con la prueba.

Prueba NO₃:

NO₃ = Nitratos

Origen: Los nitratos son principalmente conocidos como fertilizantes utilizados por los agricultores. El uso a menudo excesivo, implica en algunas regiones una grave contaminación de los ríos, comprometiendo el uso del agua de estos ríos para fines de potabilización.

En lo que respecta a las plantas de depuración, los nitratos tienen un origen completamente diferente: provienen de la transformación de NH₄ en presencia de oxígeno.

Simplificando, uno puede escribir: $\text{NH}_4 + \text{O}_2 \Rightarrow \text{NO}_3$ es la **Nitrificación**.
El tanque de aireación, durante los períodos de oxigenación, genera esta transformación.

Propósito de una planta de tratamiento: en el párrafo anterior se observa que es necesario disminuir el nivel de NH₄ en la descarga (por lo tanto, fabricar NO₃). En una estación de lodos activados por aireación prolongada, también es fácil eliminar estos nitratos, que acabamos de crear. Esto asegura una mayor depuración de nuestro efluente.

Al simplificar, uno puede escribir: $\text{NO}_3 \Rightarrow \text{N} + \text{O}_2$ es la **Desnitrificación**.

Es decir, que durante la parada de la turbina, puede tener lugar la operación de desnitrificación: las bacterias que necesitan oxígeno rompen las moléculas de NO₃, recuperan el O₂ para sus necesidades respiratorias y la N (gas nitrógeno) escapar a la atmósfera. Este fenómeno puede tener lugar solo en ausencia de oxígeno.

Esta es la razón por la cual, en estaciones equipadas de programaciones diarias, hay tiempos de inactividad de 2 horas (máximo) para permitir este fenómeno.

Esta reflexión nos lleva a hablar sobre la **recirculación**. De hecho, en el clarificador secundario, hay lodos privados de cualquier oxigenación. Si su estancia alcanza o excede las 2 horas, sin ser recirculada, se produce la desnitrificación (fenómeno que debe tener lugar en el depósito de aireación y no en el clarificador). Esta se materializa mediante subidas de gas acompañados de paquetes de lodo. Este fenómeno se acelera por un aumento repentino de la temperatura exterior. Estos paquetes son perjudiciales para la apariencia del decantador y causan cierta pérdida de lodo (que debe evitarse). Los períodos de recirculación (cada 2 horas como máximo) deben programarse, respetando las frecuencias sin exageración (no caer en el exceso opuesto: es inútil, deteriora la bomba de recirculación y consume electricidad).

Determinación de NO₃ en el agua tratada: consulte el procedimiento entregado con la prueba.

Interpretación de resultados: Calidad del agua purificada

	Muy buena	Buena	Baja calidad	Mala Calidad
N-NH ₄ (mg/l)	<5	<10	>10	>40
N-NO ₃ (mg/l)	<5	<10	>10	>40

Observaciones: Para obtener los resultados expresados en Nitrógeno (N), la correspondencia se realiza dividiendo el resultado encontrado por los siguientes factores:

$$\text{NH}_4 / 1,3 = \text{N-NH}_4$$

$$\text{NO}_3 / 4,4 = \text{N-NO}_3$$

Es absolutamente esencial realizar estas pruebas con gran cuidado y rigor.
Deben cumplirse estrictamente los procedimientos operativos.

Las pruebas se llevarán a cabo una vez a la semana, aproximadamente a la misma hora y en el agua recién extraída. Los resultados deben anotarse en el folleto operativo.

Ficha de Operación n°33:
¿CÓMO MEDIR EL CAUDAL DE LA BOMBA?

Por llenado:

⇒ Para caudales inferiores a 50 m³ / h, se puede realizar una evaluación llenando una descarga de la bomba de basura de tipo receptáculo.

Ejemplo: un llenado de un contenedor de 75 l en 10 segundos dará un flujo de bomba de:

$$\frac{75 \text{ l}}{10 \text{ seg.}} \times 3600 \text{ seg. (1 h)} = 27\,000 \text{ l/h} = 27 \text{ m}^3/\text{h}.$$

⇒ Para llenado de una obra

$$\text{Caudal de una bomba (m}^3/\text{h)} = \frac{\text{Volumen de llenado (m}^3\text{)} \times 3600 \text{ (1H)}}{\text{Tiempo de llenado (segundos)}}$$

$$\text{Volumen de llenado} = \text{Superficie de trabajo (m}^2\text{)} \times \text{Altura de llenado (m)}$$

Ejemplo: para una estructura de 5 m de diámetro, un relleno de 10 cm en 3 minutos y 25 segundos (205 segundos) dará:

$$\text{Superficie de Trabajo} = \frac{\pi D^2}{4} = \frac{3.14 \times (5)^2}{4} = 19.6 \text{ m}^2$$

$$\text{El volumen de llenado} = 19.6 \times 0.1 = 1.96 \text{ m}^3$$

$$\text{Entonces, el flujo de la bomba será: } \frac{1.96 \times 3600}{205} = 34.4 \text{ m}^3 / \text{h} \sim 35 \text{ m}^3 / \text{h}$$

Nota: la precisión de la medición será limitada para trabajos de gran superficie.

Al bajar el nivel del agua en la estación:

⇒ Si la fuente de alimentación de la estación se puede detener

$$\text{Caudal de una bomba (m}^3/\text{h)} = \frac{\text{Volumen de bombeado (m}^3\text{)} \times 3600 \text{ (h)}}{\text{Tiempo de bombeo (segundos)}}$$

$$\text{Volumen bombeado} = \text{Superficie de trabajo (m}^2\text{)} \times \text{Altura de vaciado (m)}$$

Ejemplo: para una columna de 2m de diámetro, una bajada de 20 cm en 45 segundos dará:

$$\text{Superficie de Trabajo} = \frac{\pi D^2}{4} = \frac{3.14 \times (2)^2}{4} = 3.14 \text{ m}^2$$

$$\text{El volumen de bombeado} = 3.14 \times 0.2 = 0.63 \text{ m}^2$$

$$\text{Entonces, el caudal de la bomba será: } \frac{0.63}{45} \times 3600 = 50.4 \text{ m}^3 / \text{h} \sim 50 \text{ m}^3 / \text{h}$$

NOTAS:

- Para una buena representación de las medidas, tome alturas de vaciado importantes (mínimo 20 cm) y ubicadas en la zona ad funcionamiento de los interruptores de nivel.
- Realice las mediciones después de unos segundos de funcionamiento de la bomba para tener en cuenta la inercia del inicio.
- Evite las mediciones en áreas de aguas revueltas (cascada ...)
- Muévase lo más cerca posible del área de medición (error de paralaje).

⇒ Si no se puede detener la fuente abastecimiento de la estación:

$$\text{Caudal de una bomba (m}^3/\text{h)} = \text{Caudal de llenado promedio (m}^3/\text{h)} + \text{Caudal de vaciado (m}^3/\text{h)}$$

1^{ra} fase : medición de llenado 1
 2^{da} fase : medición del vaciado
 3^{ra} fase : medición de llenado 2

$$\text{Caudal de llenado promedio} = \frac{\text{Caudal de llenado 1} + \text{Caudal de llenado 2}}{2}$$

Ejemplo: para una estación con un diámetro de 2 m, medir:

1^{ra} fase : llenado : 10 cm en 1 mit. 53 s (113 segundos)
 2^{da} fase : vaciado : 20 cm en 1 mit. 10 s (70 segundos)
 3^{ra} fase : llenado : 10 cm en 1 mit. 21 s (84 segundos)

Se obtiene:

$$\text{a) Caudal de llenado (m}^3/\text{h)} = \frac{\text{Volumen de llenado (m}^3) \times 3600 \text{ (h)}}{\text{Tiempo de llenado (segundos)}}$$

$$\text{con volumen de llenado} = \frac{\pi D^2}{4} \times 0.1 = \frac{3.14}{4} \times (2)^2 \times 0.1 = 0.314 \text{ m}^2$$

$$\text{Caudal de llenado 1} = \frac{0.314}{113} \times 3600 = 10 \text{ m}^3 / \text{h}$$

$$\text{Caudal de llenado 2} = \frac{0.314}{84} \times 3600 = 13.45 \text{ m}^3 / \text{h} \sim 13.5 \text{ m}^3 / \text{h}$$

$$\text{Cauda de llenado promedio será} = (10 + 13.5) / 2 = 11.8 \text{ m}^3 / \text{h}$$

$$b) \text{ Caudal de Vaciado (m}^3/\text{h)} = \frac{\text{Volumen de vaciado (m}^3) \times 3600 \text{ (h)}}{\text{Tiempo de vaciado (segundos)}}$$

$$\text{Con volumen de vaciado} = \text{Superficie de trabajo (m}^2) \times \text{Altura de vaciado (m)}$$

$$\text{Entonces volumen de vaciado} = \frac{\pi D^2}{4} \times 0.2 = \frac{3.14}{4} \times (2)^2 \times 0.2 = 0.628 \text{ m}^2$$

$$\text{Caudal de vaciado} = \frac{0.628}{70} \times 3600 = 32.3 \text{ m}^3 / \text{h}$$

Entonces,

$$\begin{aligned} c) \text{ Caudal de una bomba} &= \text{Caudal de llenado} + \text{Caudal de vaciado} \\ &= 11.8 \text{ m}^3 / \text{h} + 32.3 \text{ m}^3 / \text{h} \\ &= 44 \text{ m}^3 / \text{h} \end{aligned}$$

NOTAS:

- Realizar mediciones de llenado y vaciado continuos
- La precisión de la medición será muy incierta para caudales de llenado muy fluctuantes.

Ficha de Operación n°34:

HIGIENE Y SEGURIDAD

Cualquier obra de saneamiento (red y planta de tratamiento de aguas residuales) puede ser peligrosa si no se respetan ciertas precauciones, a menudo elementales.

Los riesgos:

- Infecciones
- Productos peligrosos
- Peligros mecánicos
- Riesgos eléctricos
- Ahogamiento
- Gas

Infección:

Los efluentes son ricos en patógenos muy peligrosos (tifus, hepatitis, tétanos, meningitis, poliomielitis, parasitosis, leptospirosis ...).

Cómo protegerse:

- Tener una higiene regular de los locales,
 - Evite el contacto directo con las agua (especialmente agua cruda y lodo),
 - Use el EPP apropiado: guantes, monos, etc...
 - Cuidar la limpieza de las manos y la ropa después de la intervención (riesgo de propagación de la infección),
 - Lavarse las manos con jabón antibacterial.
 - Enjuagar y lavar la ropa sucia por separado.
- (No fumar ni comer sin lavarse las manos con un bactericida).
- Proporcionar un pequeño botiquín de primeros auxilios para cuidados menores (abrasiones, cortes, quemaduras ...)
 - Vacunarse y pensar en los refuerzos de vacunas: (tétanos, tifoidea, hepatitis, leptospirosis)

Productos peligrosos:

Algunas unidades de tratamiento incorporan productos peligrosos en sus procesos (cloruro férrico, ácido sulfúrico, polímero, etc.). Además, los reactivos utilizados en las pruebas analíticas suelen ser muy agresivos.

Cómo protegerse:

- Si es posible trabajar cerca de un punto de agua potable.
- Leer las etiquetas de información y seguir las instrucciones de uso y almacenamiento.
- Usar el EPP necesario.

Riesgos mecánicos:

- Almacenar las herramientas correctamente.
 - Cerrar los registros después de cada intervención.
 - Proporcionar cubiertas protectoras alrededor del equipo en movimiento (pantalla curva, tamiz, puente raspador ...)
 - Mantener los puentes y barandas en buenas condiciones (tener cuidado con la corrosión).
- Cuando se trabaja en equipos electromecánicos:
 - Aislar eléctricamente el equipo (apertura del interruptor de fusibles)
 - Atención a los automatismos.
 - Prever soluciones para mejorar la seguridad
 - Rejilla en el canal de conteo, zócalo, barandilla
 - Instalar paradas de emergencia tipo "botón" cerca de equipos electromecánicos.
(no utilizarlos para detener un dispositivo para una intervención de rutinaria).

Riesgos eléctricos:

Como regla general, los motores utilizados en el tratamiento de aguas residuales (EB, PTAR, etc.) se suministran con 400 V (trifásicos). Por lo tanto, aumentan los riesgos de electrocución mortal.

Cómo protegerse:

- Asegurar el buen estado de todos los elementos eléctricos (cables, conductor, caja de conexiones...)
- Verificar la ausencia de humedad en el armario de control
- Verificar la efectividad del electrodo de tierra.

Cualquier intervención en el armario eléctrico debe ser llevada a cabo por personal autorizado: se debe evitar todo retoque.

Para mayor seguridad, es imperativo que el equipo eléctrico (gabinete y motores) sea revisado por un organismo aprobado (APAVE, SOCOTEC, etc.) una vez al año.

Ahogamiento:

Las obras utilizadas en el tratamiento del agua a menudo son profundas y rara vez están equipadas con escaleras para salir.

Cómo protegerse:

- Evitar caminar sobre paredes de piscinas sin puentes peatonales,
- Durante las heladas, prever serrín, sal o arena para evitar resbalones,
- Señales de peligro,
- Sujeciones, chaleco salvavidas.

Gas:

Los gases de las aguas residuales pueden provocar incendios, explosiones o asfixia del personal expuesto a ellos.

Cómo protegerse:

- Antes de intervenir en una red de alcantarillado (incluida una estación de bombeo), piense en ventilar bien de antemano,
- Antes de descender, usar un detector de gas si es posible.

En cualquier caso, está prohibido bajar solo a una red o una EB: es imprescindible que un compañero permanezca al aire libre, equipado con una cuerda de seguridad.

Peligro H²S: Es un gas presente en cantidad más o menos importante en las redes de alcantarillado. Estrechamente relacionado con el peligro de aguas residuales, puede ser mortal:

- Su peculiaridad es que a una alta concentración se vuelve inodoro (paraliza el nervio olfativo) y mortal,
- Los riesgos de H₂S se incrementan en presencia de redes de alcantarillado a largo plazo o de bajo flujo:

+ Tiempo de residencia = + Peligro = Riesgo de H²S

Ficha de Operación n°35:

EQUIPOS ELECTROMECAÑICOS

Noción de base:

Voltaje (o fuerza electromotriz o DDP).

El voltaje es necesario para que la corriente eléctrica pueda circular en un circuito cerrado.

Su unidad = el voltio (V)

Su símbolo = U - FEM o DDP

Los voltajes más frecuentes encontradas en los trabajos de purificación son:

- 24 V: Voltaje generalmente presente en los gabinetes de control: hablamos de voltaje / o circuito de control remoto.

- 220 V / 240 V: Voltaje de referencia para el suministro de equipos y monofásico (tensión doméstica actual).

Muchos circuitos de control remoto aún funcionan con 220 V (alto riesgo eléctrico).

- 380 V / 400 V: Voltaje de referencia para el suministro de equipos en trifásico: uno habla de voltaje o circuito de potencia.

La gran mayoría de los motores funcionan con 380 V.

Intensidad:

Intensidad o flujo es la cantidad de electricidad que fluye a través de un conductor por 1 segundo.

Su unidad = Amperio (A)

Su símbolo = I

En una planta de tratamiento, las intensidades encontradas varían de unos pocos miliamperios (1/1000 amperes) a varias decenas, o incluso cientos de amperios.

- Intensidad de caudalímetro = 4 a 20 mA

- Intensidad de una bomba de elevación

- Ejemplo de una bomba que suministra 50 M3 / h a 5 m de HMT

$I \sim 3 \text{ A}$

- Intensidad de una bomba de aire:

- Ejemplo de una estación de 10,000 EH

$I \sim 60 \text{ A}$

Potencia:

La potencia es la cantidad de energía consumida por unidad de tiempo.

Su unidad = WATT (W)

Su símbolo = P

Las unidades encontradas más frecuentes son:

- Kilovatio (KW) = 1000 W
- Caballos de Fuerza (CV) = 736 W

Como para la intensidad, las potencias presentes en una estación pueden variar desde unos pocos vatios, hasta varias decenas, incluso cientos de kilovatios.

- Potencia de una bombilla = 60 W
- Potencia de una bomba de elevación
 - Bomba de 50 m³ / h a 5 m de HMT
 - P = 1.7 KW
- Poder de una bomba de aire
 - Ejemplo de una estación 10,000 EH
 - P = 30 KW

Tipo de motores instalados en una planta de tratamiento de agua

- Motor de la bomba.
- Motor de turbina de aireación.
- Motor del aireador de grasa.
- Motor del puente del clarificador.
- Motor del tamiz rotativo.

Como regla general, estos motores son de tipo trifásico asíncrono.

Todos ellos se caracterizan por una hoja de datos fijada directamente al bloque del motor.

Cuidado y Mantenimiento

El cuidado y mantenimiento regular pueden prolongar la vida útil del equipo y reducir el riesgo de averías.

Motores trifásicos:

Mantener limpios los canales de circulación de aire.

Monitorear los cojinetes.

- En caso de ruido anormal, reemplazar los rodamientos.
- Engrasar los rodamientos (en los motores equipados con lubricador).
- Verificar regularmente el aislamiento de los devanados / puesta a tierra.

Motores (Turbina, puente rascador, tamiz rotativo ...)

- Verificar regularmente el nivel de lubricante (una vez al año)
 - En caso de una fuga importante, prever el reemplazo de las juntas de estanqueidad.
- Realizar un drenaje de acuerdo a las instrucciones del proveedor.

Bombas:

- Comprobar regularmente el estado del aceite en la cámara de aceite (al menos una vez al año).
 - En caso de aceite sucio, cambiar los sellos mecánicos.
- Comprobar regularmente el estado de las piezas de la parte hidráulica (rodete + voluta), al menos una vez al año.
- Verificar el aislamiento de las bombas, al menos una vez al año.
- Al vaciar el tanque de aceite, cumplir con las instrucciones del fabricante.

Armario eléctrico:

- Verificar anualmente el estado de los cables, su ajuste, su marca ...
- Revisar regularmente la humedad en el gabinete.
- Realizar una inspección anual llevada a cabo por una organización aprobada (en particular en virtud de un contrato para todas las instalaciones públicas).

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Rev. 0A
	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES	Fecha 2018-08-23
	SAN CRISTÓBAL TOMO I - OPERACIÓN	Pagina. 246 de 266

11.2 Anexo 2: Este anexo se refiere al mantenimiento periódico de cada equipo:

Tipo de equipo	Modelo	Proveedor	Frecuencia	Tipo de mantenimiento
Carro para viga	PRV2	ADEI	Mensual	Examen visual : Condición externa. Compruebe que no haya polvo Engrase del carro, dientes de los rodillos motor y ruedas dentadas Cableado eléctrico
Carro para viga	PRV2	ADEI	Bianual	Examen en profundidad : Buenas condiciones de funcionamiento generales Estado general de la instalación
Polipasto	Polipasto	ADEI	Mensual	Comprobar el estado general y la lubricación de la cadena Compruebe el estado de activador del interruptor de fin de carrera (almohadilla de goma integrada o resorte o disco aparte situado en la parte superior del gancho de carga). Compruebe el funcionamiento de los interruptores de fin de carrera mecánicos superior e inferior haciendo subir y bajar el gancho. Compruebe el funcionamiento del limitador de par de fricción. Utilice la herramienta ChainQ o consulte las instrucciones del capítulo de Ajuste del limitador del par de fricción.
Polipasto	Polipasto	ADEI	Trimestral	Comprobar si la pieza de suspensión presenta muescas, rayones, deformaciones o desgaste
Polipasto	Polipasto	ADEI	Anual	Medir el desgaste de la cadena (si el polipasto está en uso continuo, comprobar el desgaste de la cadena con mayor frecuencia) Comprobar el estado de la almohadilla de goma en el extremo inactivo de la cadena (dentro de la bolsa de la cadena) Comprobar el estado y la legibilidad de los adhesivos de advertencia, etc. Comprobar el estado de los amortiguadores y los topes de amortiguadores Compruebe el funcionamiento del limitador de par de fricción. Utilice la herramienta ChainQ o consulte las instrucciones del capítulo de Ajuste del limitador del par de fricción. Comprobar el estado y el funcionamiento del interruptor principal. Comprobar el estado del cableado y las conexiones Si el polipasto está equipado con un carro, compruebe la seguridad de las sujeciones del cuadro eléctrico del carro Comprobar el estado y el funcionamiento de los contactores Compruebe el estado de los fusibles. Consulte las instrucciones en el Anexo Sustitución del fusible de la tensión de control. Compruebe el funcionamiento de los motores. Comprobar el funcionamiento y el desgaste del freno Compruebe el estado del piñón de cadena. Con los polipastos de dos ramales, compruebe también el piñón de retorno. Compruebe el estado de la guía de cadena. Compruebe la fijación y el estado del contenedor de cadena. Compruebe el engrase del cojinete del piñón de retorno. Compruebe la sujeción de las unidades de la maquinaria de traslación. Compruebe el estado de todas las ruedas del carro. Compruebe que las ruedas estén correctamente alineadas. Compruebe el ancho de la brida Compruebe el estado de las juntas empernadas y de las estructuras que soporten cargas. Compruebe el estado y el montaje de los componentes de sujeción.

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA		Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO		Rev. 0A
	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL		Fecha 2018-08-23
	TOMO I - OPERACIÓN		Pagina. 247 de 266

Gancho	N/A	ADEI	Tras 50 horas de funcionamiento	Cambiar el aceite limpiar los tapones magnéticos situados en la plancha del fondo. Quitar esta plancha de fono y averiguar que esta limpia la alcachofa
Gancho	N/A	ADEI	Cada 12 horas de servicio	Llenar los engrasadores con una grasa adhesiva de muy buena calidad
Gancho	N/A	ADEI	Cada 200 horas	Comprobar el estado del aceite y cambiarlo
Gancho	N/A	ADEI	Cada 2000 horas	Comprobar el estado de los topes de acoplamiento
Sensor temperatura aire tubería	Omnigrad M TR10	E&H	Mensual	Limpieza del captor según necesidad
Sensor temperatura aire ambiente	Omnigrad T TST434	E&H	Mensual	Limpieza del captor según necesidad
Sensor nivel bi-lamina	LIQUIPHANT FTL51C	E&H	Mensual	Limpieza del captor según necesidad
Sensor O2	Oxymax COS61D-11P7/0	E&H	Mensual	Limpieza del captor según necesidad
Sensor REDOX	Orbipac CPF82D-7PA11	E&H	Mensual	Limpieza del captor según necesidad
Sensor nivel de lodos	Turbimax CUS71D-10Q9/0	E&H	Mensual	Limpieza del captor según necesidad
Unidad combinada Mesa de goteo Filtro de bandas	- Omega 30 LD - Omega 1300	EMO	Diario	- Limpieza del equipo (Lavar el equipo una vez al día; nunca dejar lodo en el equipo) - Relleno de polímero (En caso de la central de preparación tipo: . Polvo. Vaciar el polvo en la tolva . Líquido. Limpiar bien la válvula y la tubería (con aire) . No humedecer el polímero . Descargar el polímero en el piso - Verificar la banda y su unión - Verificar el esperado saliente de los rociadores de lavado (Verificar que los rociadores no estén tapados de lo contrario, limpiarlos) - Verificar el estado de los filtros - Verificar el estado de los rascadores (Verificar que el rascador en salida de la torta este en contacto con la banda. Ver plano)
Unidad combinada Mesa de goteo Filtro de bandas	- Omega 30 LD - Omega 1300	EMO	Semanal	- Engrasar - Verificar los niveles de aceite en el motor reductor - Variación de la velocidad del motor reductor durante todo el ciclo
Unidad combinada Mesa de goteo Filtro de bandas	- Omega 30 LD - Omega 1300	EMO	Mensual	- Limpieza del acero inoxidable (Ver producto aconsejado por EMO) - Limpieza de banda (Ver producto aconsejado por EMO) - Limpieza de las piezas recubiertas de polímero (Ver producto aconsejado por EMO)
Unidad combinada Mesa de goteo Filtro de bandas	- Omega 30 LD - Omega 1300	EMO	Mantenimiento preventivo	- Cambio de banda (Las bandas están planeadas para 2000 horas conectar la nueva banda a la anterior) - Verificación eléctrica del conjunto (Particularmente seguridad, por lo mínimo un control anual) - Cambio o mantenimiento del motor reductor (Ver documento constructor del motor) - Cambio de aceite del motor reductor = 10000 horas o 2 años (Ver documentación constructor del motor)

 GRANDS PROJETS	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Rev. 0A
	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES	Fecha 2018-08-23
	SAN CRISTÓBAL TOMO I - OPERACIÓN	Pagina. 248 de 266

Reja de cribado grueso	DCV-R	EMO	Mensual	- Limpieza (Cables, carretes, sujetadores de cables y rodillos de cable flojo, placas de raspado, rastrillo, eyectores) - Verificaciones (Apertura y descenso del rastrillo, detección de cable flojo, cierre y ascenso del rastrillo, horizontalidad del rastrillo, limitador de esfuerzo) - Engrasado (engrasado rodamiento, nivel de aceite central hidráulica, nivel de aceite moto reductor)
Reja de cribado grueso	DCV-R	EMO	Anual o 1000 horas	- Verificaciones (Cojinetes de deslizamiento, Cadencia - duración (ciclo)) - Engrasado (Cambio de aceite de la central hidráulica, Reemplazo del filtro de extracción)
Reja de cribado grueso	DCV-R	EMO	Cada 2 años o 10000 horas de servicio	- Reemplazo y ajuste de cables - Reemplazo de los cojinetes de los carros y los anillos del rastrillo
Reja de cribado grueso	DCV-R	EMO	Cada 5 años o 5000 horas	- Cambio de aceite del moto-reductor
Reja de desbaste	RS-26 ROTOSCREEN	EMO	Mensual	- Las barras de la reja se desplazan libremente y sin ruido - El panel eléctrico opera correctamente en cuanto a los tiempos de operación y al nivel e los residuos (Posición al fin del ciclo) - Las cadenas están tensas (Si es necesario se puede recortar la cadena) - La cadena esta lubricada - Todos los sellos y tensores están apretados (Apretarlos si es necesario) - Todos los capotados de protección estén en su lugar - Después de la operación de la reja, verificar que no se haya quedado ningún residuo que podría bloquear el sistema - Lubricación (Las cadenas y pistón neumático se deben de lubricar con grasa o con un espray de cadena. - Todas las chumaceras están llenas con la cantidad necesaria de grasa y se suministran empaquetadas
Reja de desbaste	RS-26 ROTOSCREEN	EMO	Anual	- Verificación de refacciones y cambiarlas si es necesario (Las cadenas y ruedas dentadas, las chumaceras, la superficie lisa de los tensores de cadena, las correderas entre las barras, las barras, el motor reductor y acoplamiento adecuado - Control de la intensidad consumida (1 a 2 veces por año) así como el aislamiento (sin energía) - Cambio del aceite del motorreductor - Usar la marca SHELL TIVELA WB o un equivalente
Tornillo compactador	SCP190	EMO	Diario	- Lavado de la maquina (Limpieza con limpiador de alta presión) - Controlar el nivel de aceite del motor reductor (Consultar las instrucciones del fabricante)
Tornillo compactador	SCP190	EMO	Semanal	- Lubricación - Comprobación de los niveles de aceite de motor reductores (Consultar las instrucciones del fabricante) - Comprobación del estado del revestimiento del fondo de la artesa (Dependiendo del espesor de las piezas de polietileno de alta densidad PEHD)
Tornillo compactador	SCP190	EMO	Mensual	- Limpieza del acero inoxidable (Consultar las instrucciones del fabricante) - Comprobación de los niveles de aceite de motor reductores (Consultar las instrucciones del fabricante)
Tornillo compactador	SCP190	EMO	Cada 2 años o 10000 horas de servicio	- Drenar motor reductor
Clasificador de arena	SWA 14	EMO	Diario	- Limpieza de maquina (Agua con alta presión) - Cheque de lavado. Compruebe si hay agua de lavado.

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA		Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO		Rev. 0A
	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL		Fecha 2018-08-23
	TOMO I - OPERACIÓN		Pagina. 249 de 266

Clasificador de arena	SWA 14	EMO	Semanal	- Verificación de las boquillas y el ciclo de lavado
Clasificador de arena	SWA 14	EMO	Mensual	- Limpieza del Acero Inoxidable. - Limpieza tolva cónica y canal de desbordamiento.
Clasificador de arena	SWA 14	EMO	Bianual o cada 2500 horas de servicio	- Controles de nivel de aceite de los motoredutores : agitador y extractor
Clasificador de arena	SWA 14	EMO	Anual	- Verificaciones eléctricas generales - Drenar el lavador de arena de su arena por el tornillo. Y rehacer la cama de arena con arena limpia. Lavar con agua y controlar el agitador inferior y el pie del tornillo – ver manual constructor - Comprobación de la estanqueidad de las válvulas eléctricas de lavado y limpieza
Clasificador de arena	SWA 14	EMO	Cada 2 años o 10000 horas de servicio	- Drenaje aceite de los motoredutores - Limpiar el reductor y grasar los rodamientos - ver manual constructor
Tamiz rotativo	DYNADISC	EMO	Cada 100 horas	- Engrasar los rodamientos
Tamiz rotativo	DYNADISC	EMO	Diario	- Verificar la calidad del lavado - Verificar el estado de los filtros
Tamiz rotativo	DYNADISC	EMO	Trimestral	- Verificar el estado del eje central
Tamiz rotativo	DYNADISC	EMO	Semanal	- verificar el accionamiento del motor
Tamiz rotativo	DYNADISC	EMO	Cada 5 años	- Cambiar el eje del motor si es necesario
Floculator	N/A	EMO	Diario	- Lavado de la máquina. Limpieza con limpiador de alta presión. - Controlar el nivel de aceite del motor reductor
Floculator	N/A	EMO	Anual	- Revisión de instalaciones eléctricas del equipo.
Floculator	N/A	EMO	Cada 2 años o 10000 horas de servicio	- Drenaje aceite del motor reductor
Central de preparación de polímero	N/A	EMO	Diario	- Llenado de polímero. No humedezca el polímero. Descargue el polímero en el suelo.
Central de preparación de polímero	N/A	EMO	Semanal	- Lavado Lave el equipo con un aparato de limpieza de alta presión - Revisar niveles de aceite del motor reductor
Central de preparación de polímero	N/A	EMO	Anual	- Revisión de instalaciones eléctricas del equipo.
Central de preparación de polímero	N/A	EMO	Cada 2 años o 10000 horas de servicio	- Drenaje aceite del motor reductor
Bombas seepex	N/A	EMO	Semanal	- Junta del eje y Estator: Efectúe un control visual para comprobar que no hay derrames.
Bombas seepex	N/A	EMO	Trimestral o 3000 horas de servicio	- Máquina motriz.
Bombas seepex	N/A	EMO	Cada 10000 horas	- Articuciones. Sustituya la grasa para articula-ciones.
Muestreador automático	ASP 2000 RPS20B	ENDRESS + HAUSER	Anual	- Filtro de aire - O-ring sellos - Vidrio dosificador - Diafragma para abrazadera de manguera
Muestreador automático	ASP 2000 RPS20B	ENDRESS + HAUSER	Cada 2 años	- Bomba de membrana, conjunto de junta (Ver manual) - Gerente de aire

 GRANDS PROJETS	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	REPÚBLICA DOMINICANA	Rev. 0A
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Fecha 2018-08-23
	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL TOMO I - OPERACIÓN	Pagina. 250 de 266

Parilla de aire	Aquatube 70	Europelec	Anual	- Comprobar la tornillería - Comprobar el buen estado de las juntas y las bridas - Control visual de los difusores - Cepillar la superficie de los difusores - Quitar los hilos o materiales filamentosos - Realizar de nuevo la prueba de burbujeo
Parilla de aire	Aquatube 70	Europelec	Mantenimiento preventivo	- Una aumentación de la pérdida de carga de aproximadamente 25 mbar debe ser la alerta a partir de la cual se deberá diagnosticar la causa y se tomarán medidas rápidas para corregir.
Bombas de arena	HM	EVA	Mensual	- Comprobar fijación de la tapa del ventilador del motor - Comprobar fijación rejilla para proteger el acoplamiento
Bombas de arena	HM	EVA	Trimestral	- Comprobación del estado del impulsor
Bombas de arena	HM	EVA	Anual	- Comprobación del estado de la guarnición
Aeroflot	Aeroflot	Fornes	Bianual o cada 5000 horas de servicio	- Inspección visual y limpieza de la turbina - Comprobar la entrada del cable electrico - Comprobación del nivel de aceite. Si el aceite se vuelve oscuro, proceda a un cambio completo - Comprobación de humedad del motor.
Aeroflot	Aeroflot	Fornes	Cada año	- Cambiar el aceite (Si se utilizan aceites sintéticos los plazos se duplican)
Desgasificador	N/A	Fornes	semanal	Control visual de la lubricación y de la tensión de la cadena. Si es necesario, lubricar.
Puente rotativo	Motor	Fornes	6 meses	- Control visual - Engrase - Verificación del nivel de lubricante - Verificación de los sonidos de funcionamiento - Reemplazo del dispositivo de engrase automático
Puente rotativo	Motor	Fornes	2 años o 10 000 horas de trabajo	- Vaciado del lubricante usado por aspiración - Llenado con lubricante - Limpieza del tornillo del orificio de ventilación - Reemplazo de las anillas de estanqueidad si necesario
Puente rotativo	Motor	Fornes	4 años o 20 000 horas de trabajo	- Engrase de los cojinetes en el reductor
Desgasificador	N/A	Fornes	semanal	Control visual de la lubricación y de la tensión de la cadena. Si es necesario, lubricar.
Puente rotativo	Motor	Fornes	6 meses	- Control visual - Engrase - Verificación del nivel de lubricante - Verificación de los sonidos de funcionamiento - Reemplazo del dispositivo de engrase automático
Puente rotativo	Motor	Fornes	2 años o 10 000 horas de trabajo	- Vaciado del lubricante usado por aspiración - Llenado con lubricante - Limpieza del tornillo del orificio de ventilación - Reemplazo de las anillas de estanqueidad si necesario
Puente rotativo	Motor	Fornes	4 años o 20 000 horas de trabajo	- Engrase de los cojinetes en el reductor
Puente rascador	N/A	Fornes	3 meses	Engrasar la corona, y los cojinetes

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA		Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO		Rev. 0A
	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES		Fecha 2018-08-23
	SAN CRISTÓBAL TOMO I - OPERACIÓN		Pagina. 251 de 266

Puente rascador	N/A	Fornes	250 horas de trabajo	Limpieza con aire comprimido y control de los componentes del colector eléctrico
Puente rascador	N/A	Fornes	Anual	Engrase de rodamiento del colector eléctrico
Puente rascador	N/A	Fornes	6 meses	- Control visual - Engrase - Verificación del nivel de lubricante - Verificación de los sonidos de funcionamiento - Reemplazo del dispositivo de engrase automático
Puente rascador	N/A	Fornes	2 años o 10 000 horas de trabajo	- Vaciado del lubricante usado por aspiración - Llenado con lubricante - Limpieza del tornillo del orificio de ventilación - Reemplazo de las anillas de estanqueidad si necesario
Puente rascador	N/A	Fornes	4 años o 20 000 horas de trabajo	- Engrase de los cojinetes en el reductor
Bombas dosificadora Amoniaco/acido fosfórico	DDA7.5-10	Grundfos	Diario	- Compruebe si la abertura de drenaje presenta fugas de líquido (fig. 41, pos. 11) y si está obstruida o sucia. Si es así, siga las instrucciones descritas en la sección - Compruebe si el cabezal dosificador o las válvulas presentan fugas de líquido. Si es necesario, apriete los tornillos del cabezal dosificador a 4 N·m empleando una llave dinamométrica. Si es necesario, apriete las tuercas de las válvulas y las tapas, o lleve a cabo una inspección (consulte la sección - Compruebe si la pantalla de la bomba muestra algún requisito de mantenimiento. Si es así, siga las instrucciones descritas en la sección
Bombas dosificadora Amoniaco/acido fosfórico	DDA7.5-10	Grundfos	Semanal	- Limpie todas las superficies de la bomba empleando un paño seco y limpio.
Bombas dosificadora Amoniaco/acido fosfórico	DDA7.5-10	Grundfos	Trimestral	- Compruebe los tornillos del cabezal dosificador. Si es necesario, apriete los tornillos del cabezal dosificador a 4 N·m empleando una llave dinamométrica. Sustituya inmediatamente los tornillos dañados.
Bombas dosificadora Sulfato alúmina	DME 375-10	Grundfos	Diario	- Compruebe si la abertura de drenaje presenta fugas de líquido (fig. 1) y si está obstruida o sucia. Si es así, siga las instrucciones descritas en la sección - Compruebe si el cabezal dosificador o las válvulas presentan fugas de líquido. Si la bomba ha funcionado con los tornillos de la cabeza dosificadora mal apretados o dañados, desconéctela inmediatamente del suministro eléctrico. Siga las instrucciones descritas en la sección - Si es necesario, apriete las tuercas de las válvulas y las tapas, o lleve a cabo una inspección (consulte la sección
Bombas dosificadora Sulfato alúmina	DME 375-10	Grundfos	Semanal	- Limpie todas las superficies de la bomba empleando un paño seco y limpio.
Bombas dosificadora Sulfato alúmina	DME 375-10	Grundfos	Trimestral	- Compruebe los tornillos del cabezal dosificador. Si es necesario, apriete los tornillos del cabezal dosificador a 5,5 N·m (+0,5/0 N·m) empleando una llave dinamométrica. Sustituya inmediatamente los tornillos dañados.
Bombas dosificadora Sulfato alúmina	DME 375-10	Grundfos	Cada 2 años o 8000 horas de servicio	- Sustituya la membrana y las válvulas

 GRANDS PROJETS	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA		Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO		Rev. 0A
	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL		Fecha 2018-08-23
	TOMO I - OPERACIÓN		Pagina. 252 de 266

Soplantes	SF 4.43	Ingersoll Rand	Semanal	- Compruebe el nivel de aceite - Compruebe que el cartucho del filtro de aire no este obstruido
Soplantes	SF 4.43	Ingersoll Rand	Cada 2 semanas de uso o 200 horas	- Vacie y cambie el aceite de la bomba después de (Consulte la sección 5.7)
Soplantes	SF 4.43	Ingersoll Rand	Cada 6 semanas o cada 1000 horas	- Compruebe el estado y la tensión de las correas de transmisión (Consulte la sección 5.5) - Compruebe que no estén bloqueadas las ranuras de ventilación de la carcasa acústica (Visual) - Compruebe la válvula de seguridad (Consulte la sección 5.9)
Soplantes	SF 4.43	Ingersoll Rand	Bianual	- Si la temperatura de descarga es > 120°C, deberá vaciar y cambiar el aceite de la soplante (Consulte la sección 5.7)
Soplantes	SF 4.43	Ingersoll Rand	Anual o 8000 horas	- Lubrique el tensor de la correa de transmisión (S/O) - Compruebe el desgaste de las poleas motrices (Visual) - Vacie y cambie el aceite de la soplante (Consulte la sección 5.7)
Soplantes	SF 4.43	Ingersoll Rand	Anual	- Cambie los cartuchos de filtro (Consulte la sección 5.8) - Examine la válvula de retención (Consulte la sección 5.10) - Cambie las correas de transmisión (Consulte la sección 5.5) - Examine el aislamiento acústico (Consulte la sección 5.11)
Agitador Amamix	Amamix	KSB	Anual o 8000 horas	- Medición de la resistencia de aislamiento - Comprobación de los cables eléctricos - Comprobación visual del grillete/cuerda
Agitador Amamix	Amamix	KSB	Cada 3 años o Tras 16000 horas de servicio	- Comprobación visual del grillete/cuerda - Comprobación de los sensores - Cambio del líquido lubricante
Agitador Amamix	Amamix	KSB	Cada 5 años	- Repaso general
Agitador Amaprop	Amaprop V37-2200/34 URG	KSB	Anual o 8000 horas	- Medición de la resistencia de aislamiento - Comprobación de los cables eléctricos - Comprobación visual del grillete/cuerda
Agitador Amaprop	Amaprop V37-2200/34 URG	KSB	Cada 3 años o Tras 16000 horas de servicio	- Comprobación visual del grillete/cuerda - Comprobación de los sensores - Cambio del líquido lubricante
Agitador Amaprop	Amaprop V37-2200/34 URG	KSB	Cada 5 años	- Repaso general
Bombas Amarex KRT	Amarex KRT	KSB	Tras 4000 horas de servicio	- Medición de la resistencia de aislamiento - Comprobación de los cables de conexión - Comprobación visual de la cadena de izaje
Bombas Amarex KRT	Amarex KRT	KSB	Tras 10000 horas de servicio	- Comprobación de los sensores - Cambio de liquido lubricante
Bombas Amarex KRT	Amarex KRT	KSB	Cada 5 años	- Repaso general
Bombas Amarex NF	Amarex NF	KSB	Anual o 4000 horas	- Medición de la resistencia de aislamiento - Comprobación de los cables de conexión - Comprobación visual de la cadena de izaje - Comprobación de los sensores - Cambio de liquido lubricante - Control de estado de los cojinetes
Bombas Amarex NF	Amarex NF	KSB	Cada 5 años	- Repaso general

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA		Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO		Rev. 0A
	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES		Fecha 2018-08-23
	SAN CRISTÓBAL TOMO I - OPERACIÓN		Pagina. 253 de 266

Agitador Vertical Hydromix 1400	Hydromix 1400	MIXEL	Tras 100 horas	CONJUNTO DE MOTOR - Verificar la temperatura del motor en funcionamiento al cabo de 30 minutos (Temperatura según la documentación del motor) - Verificar reniflard y nivel de aceite del reductor (Cada 6 meses) - Verificar la temperatura del reductor en funcionamiento al cabo de 30 minutos (Temperatura según la documentación del reductor) - Verificar estabilidad del conjunto de cuba / motor y apriete - Verificar velocidad de rotación - Verificar medición de ruido (Indicar el valor) ESTANQUEIDAD - Junta (Verificación del engrasado, apriete) AGITACION - Apriete de tornillos, eje, hélice, fijación y agitador
Agitador Vertical Hydromix 1400	Hydromix 1400	MIXEL	Mensual	ESTANQUEIDAD Revisión de la botella (Verificar calidad del líquido (naturaleza, limpieza), nivel del líquido / flujo de gas, contra presión / nominal y alarma, temperatura de la botella) En caso de pantalla térmica / circulación (Verificar temperatura de refrigeración, flujo de agua de refrigeración) AGITACION - Calidad de agitación (Circulación, cortice, nivel, control) - Estabilidad y desviación del eje de agitación (en vacío y en carga)
Agitador Vertical Hydromix 1400	Hydromix 1400	MIXEL	Anual	CONJUNTO DE MOTOR - Verificar rodamientos del motor (Engrasado y control de vibraciones) (Sustitución según la documentación del motor) - Verificar temperatura del motor en funcionamiento al cabo de 30 minutos (Temperatura según la documentación del motor) - Verificar los rodamientos de casquillo (Engrasado) (Sustitución según la documentación del reductor) - Verificar la temperatura del reductor en funcionamiento al cabo de 30 minutos (Temperatura según la documentación del reductor) - Verificar la estabilidad del conjunto de cuba / motor APRIETE - Desempolvado y limpieza ESTANQUEIDAD Revisión de la botella (Verificar calidad del líquido) - Junta (Verificar engrasado, apriete) - Revisión de junta de labio AGITACION - Apriete de tornillos, eje, hélice, fijación y agitador CUERPO DEL COJINETE Verificar control de la fijación - Verificar control geométrico, perpendicularidad y coaxialidad - Verificar juego vertical (Traslación de eje para JET) - Verificar estado de las arandelas de desgaste y PDR

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA		Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO		Rev. 0A
	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES		Fecha 2018-08-23
	SAN CRISTÓBAL TOMO I - OPERACIÓN		Pagina. 254 de 266

Agitador Vertical Hydromix 1400	Hydromix 1400	MIXEL	Cada 2 años	CONJUNTO DE MOTOR - Medicion de ruido (Verificar, indicar el valor) - Transmision poleas / correas - tension de las correas ESTANQUEIDAD - Junta (Pieza de desgaste, juntas, muelles, caras) - Caja d e GM (Rodamiento, sustitucion en caso de incidente) CUERPO DEL COJINETE - Estado de las arandelas de desgaste y PDR REDUCTOR : - cambiar el aceite mineral (si sintetico - cada 4 años) - limpiar y cambiar si necesario el tornillo de ventilación
Agitador Vertical Hydromix 1401	Hydromix 1400	MIXEL	Cada 4 años	- Lubricación de los cojinetes en la caja de engranajes (reductor)
Agitador Vertical Hydromix 1402	Hydromix 1400	MIXEL	Cada 10 años	Comprobacion general : - Limpiar todas la piezas del reductor y del motor - Comprobar que las mismas no presentan daños - Cambiar todas las piezas dañadas - Cambiar los rodamientos - Cambiar los anti-retornos - Cambiar todas las juntas, retenes para ejes y anillos Nilos -Cambiar las piezas de plástico o de elastómero del acoplamiento del motor
Desodorizacion (Ventilador)	M16B-1J-0800-R0	NEU	Mantenimineto preventivo	- Comprobar el nivel de vibracion, ruido anormal, temperatura de los soportes de pies, temperatura del motor, posible fugas en las conexiones.
Desodorizacion (Ventilador)	M16B-1J-0800-R0	NEU	Mantenimiento tras unas horas de funcionamiento	- Comprobar el apriete de la tornilleria - Comprobar la tension de las correas y la alineacion de las poleas (Consultar anexo VI del manual) - Comprobar el estado del elemento elastico del acoplamiento (Consultar anexo V del manual)
Desodorizacion (Ventilador)	M16B-1J-0800-R0	NEU	Diario	- El ventilador debe estar limpio en todo momento (interior y exterior)
Desodorizacion (Ventilador)	M16B-1J-0800-R0	NEU	Mensual	- Limpie periodicamente las partes internas y externas de la envolvente, el cono de succion, el registro de inspeccion y el drenaje - Compruebe el correcto estado de las juntas flexibles en el interior y el exterior (Compruebe que no hay ninguna acumulacion de polvo o cuerpor extraños) - Proceda a aprietar sistematicamente toda la tornilleria - Comprobar que el revestimiento no esta dañado (Retire las posibles manchas de oxido) - Compruebe que las guardas de proteccion de todas las partes giratorias o en movimiento esten siempre en su lugar y bien fijas - Compruebe que los cables de alimentacion de los equipos esten en buen estado - Limpieza del local (el local se debe mantener limpio y suficientemente ventilado)
Reactor Carbofill	N/A	RWL	Semanal	- Limpieza de la tubería de rebose (para evitar la acumulación de lodos en la tubería de evacuación) - Limpiar regularmente la parte superior del reactor (almenas alrededor del embudo, la hélice y anti-vórtice).

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	REPÚBLICA DOMINICANA	Rev. 0A
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Fecha 2018-08-23
	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL TOMO I - OPERACIÓN	Pagina. 255 de 266

Reactor Carbofill	Motoreductor SEW RF87 DRN160M4/TF/C/DH	RWL	Bianual o cada 3000 horas de servicio	- Comprobar el aceite y el nivel de aceite - comprobar el ruido de funcionamiento por si el rodamiento presentara danos - Control visual de las juntas por si presentara fugas
Reactor Carbofill	Motoreductor SEW RF87 DRN160M4/TF/C/DH	RWL	Cada 3 años	cambiar el aceite mineral sustituir el reten(no montarlo de nuevo sobre la misma huella)
Reactor Carbofill	Motoreductor SEW RF87 DRN160M4/TF/C/DH	RWL	Cada 5 años	- Cambiar el aceite sintetico - sustituir la grasa para rodamientos (recomendacion) - Sustituir el reten (no montarlo de nuevo sobre la misma huella)
Reactor Carbofill	Motoreductor SEW RF87 DRN160M4/TF/C/DH	RWL	N/A	- Retocar o aplicar nuevamente la pintura anticorrosiva
Reactor Carbofill	N/A	RWL	Mantenimiento preventivo	- En caso de presencia de cuerpos extraños no tratables (arena, guijarros, aglomeración de filamentos inertes, etc.), el reactor debe ser vaciado, limpiado, y un tamiz deberá ser instalado arriba para proteger el equipo de bombeo del reactor. Vaciar el reactor bajo el embudo al menos una vez al año para la limpieza y la comprobación de soldaduras y apretar los bulones. Si es posible, vaciar el reactor completamente.
Bombas de tolva abierta	BTVE 17-24E	SEEPEX	Cada 10000 horas de servicio	- Articulaciones (Sustituya la grasa para articulaciones)
Bombas de tolva abierta	BTVE 17-24E	SEEPEX	Semanal	- Estator (Efectue un control visual para comprobar que no hay derrames) - Junta del eje (Efectue un control visual para comprobar que no hay derrames)
Bombas de tolva abierta	BTVE 17-24E	SEEPEX	Trimestrial o 3000 horas de servicio	- Observe la documentacion del fabricante
Bombas BN 2-6L	BN 2-6L	SEEPEX	Cada 10000 horas de servicio	- Articulaciones (Sustituya la grasa para articulaciones)
Bombas BN 2-6L	BN 2-6L	SEEPEX	Semanal	- Estator (Efectue un control visual para comprobar que no hay derrames) - Junta del eje (Efectue un control visual para comprobar que no hay derrames)
Bombas BN 2-6L	BN 2-6L	SEEPEX	Trimestrial o 3000 horas de servicio	- Observe la documentacion del fabricante
Reactor UV	Trojan UV 3000 PLUS	Trojan	Cada 2 meses	- Centro del sistema hidráulico (Inspeccionar las mangueras hidraulicas para asegurarse de que no esten desgastadas. Sustituya las mangueras si presentan deformaciones, roturas, grietas o daños evidentes) (Realice cuando se recargue el ActiClean) - Modulo UV (Inspeccione y, si es necesario, retire los residuos del modulo. Utilice una arandela de baja presion) (Si el agua es de mala calidad, hagalo una vez cada 2 meses) - Sustituya el sello de la cubierta del extremo - Elimine la suciedad del modulo y llene las coronas de las escobillas con gel ActiClean
Reactor UV	Trojan UV 3000 PLUS	Trojan	Diario	- Sistema UV (Inspeccion visual)
Reactor UV	Trojan UV 3000 PLUS	Trojan	Semanal	- Verifique el nivel del liquido hidraulico

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Rev. 0A
	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES	Fecha 2018-08-23
	SAN CRISTÓBAL TOMO I - OPERACIÓN	Pagina. 256 de 266

Reactor UV	Trojan UV 3000 PLUS	Trojan	Mensual	- Centro del sistema hidraulico (Inspeccione el HSC y los componentes del sistema hidraulico) (Ver seccion 10.4.2 del manual de usuario) - Centro del sistema hidraulico (Inicie una secuencia de limpieza y compruebe que la presion del HSC se encuentra dentro del rango 180-200 psi) (Ver seccion 10.4.3 del manual de usuario) - Sensores de nivel (Inspeccione el sensor de nivel en busca de suciedad, algas o daños. Limpie los rodamientos del sensor como necesite con un cepillo de alambres. Sustituyalo si esta defectuoso. Si el agua es de mala calidad, hagalo una vez cada 2 semanas) - Control del nivel del agua (Inspeccione en busca de residuos segun sea necesario. Si el agua es de mala calidad, hagalo una vez cada 2 semanas)
Reactor UV	Trojan UV 3000 PLUS	Trojan	Cada 2 meses	- Modulo UV (Inspeccione y, si es necesario, retire los residuos del modulo. Utilice una arandela de baja presion. Si el agua es de mala calidad, hagalo una vez cada 2 meses) - Modulo UV (Verifique la estanqueidad del dispositivo antitraccion del cable de alimentacion del modulo)
Reactor UV	Trojan UV 3000 PLUS	Trojan	Bianual	- Sistema de limpieza ActiClean (Elimine la suciedad del modulo y llene las coronas de las escobillas con el gel ActiClean) (Ver seccion 10.5.1 del manual de usuario) - Sistema de limpieza ActiClean (Aplique grasa al cilindro de la escobilla al mismo tiempo que rellena con el gel ActiClean) (Ver seccion 10.5.3.2 del manual de usuario)
Reactor UV	Trojan UV 3000 PLUS	Trojan	Anual	- Sistema UV (Limpie el canal UV alrededor del sistema UV. Realice esta operación cada seis meses si la calidad del agua es mala) - Centro del sistema hidraulico (Sustituya el filtro de aceite) (Ver seccion 10.4.3 del manual de usuario) - Centro del sistema hidraulico (Inspeccione las mangueras hidraulicas para asegurarse de que no esten desgastadas. sustituya las mangueras si presentan deformaciones, roturas, grietas o daños evidentes. Realice cuando se recarge cno el gel ActiClean) (Ver seccion 10.4.5 del manual de usuario) - Control del nivel del agua (Inspeccione la lechada o el sellado y repare o sustituya si existen grietas o daños)
Reactor UV	Trojan UV 3000 PLUS	Trojan	12000 horas	- Modulo UV (Retire el modulo. Sustituya los sellos de las juntas toricas de las lamparas UV y de las lamparas) (Ver seccion 10.3.6.2 del manual de usuario) - Sistema de limpieza ActiClean (Enjuague y limpie todo el sistema de limpieza y sustituya el gel ActiClean; hagalo al mismo tiempo que sustituye las lamparas UV en EOLL; o cada 18 meses) (Ver seccion 10.5.1 del manual de usuario) (Realice esta operacion anualmente si la calidad del agua es mala)
Reactor UV	Trojan UV 3000 PLUS	Trojan	Cada 2 años	- Cenrto del sistema hidraulico (Sustituya el liquido hidraulico) (Ver seccion 10.4.3 del manual de usuario) - Sistema de limpieza ActiClean (Sustituya los sellos de las escobillas) (Ver seccion 10.5.2.1 del manual de usuario)+B122B119:G126C114:G126D118:G126

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Rev. 0A
	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL	Fecha 2018-08-23
	TOMO I - OPERACIÓN	Pagina. 257 de 266

11.3 Anexo 3: Este anexo se refiere al análisis de disfuncionamiento de cada etapa de tratamiento:

Estas fichas están extractos y traducidos del documento francés siguiente:

- Document technique FNDAE N°33 Dysfonctionnements biologiques des stations d'épuration
(Autor : J. P. Canler, Gis BioStep // Ministère de l'Agriculture et de la Pêche - Cemagref Editions 2004)

En la mayoría de la documentación de los proveedores en 11.4, encontraran también los disfuncionamiento posible de cada equipo

Les boues activées



RAPPEL DES PRINCIPES

L'épuration biologique des eaux résiduaires par le procédé des boues activées est principalement basée sur l'activité métabolique de cultures bactériennes maintenues en suspension en état aérobie dans le bassin d'aération alimenté par l'eau à épurer.

L'efficacité et la fiabilité de l'épuration restent étroitement dépendantes du bon déroulement de la phase de décantation, celle-ci constituant, en effet, le dernier maillon de la chaîne de traitement avant rejet au milieu naturel. La séparation boue-eau traitée par sédimentation est assurée par le décanteur secondaire ou clarificateur placé à l'aval du bassin d'aération (cf. figure 1).

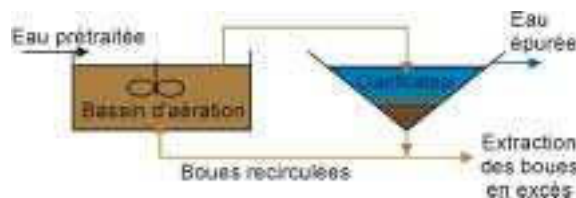


Figure 1 – Schéma général du procédé de traitement des eaux résiduaires par boues activées

Toute défaillance dans l'exploitation des ouvrages augmente les risques de dysfonctionnements et, par conséquent, diminue les potentialités de la station. Les exemples dans ce domaine sont nombreux, mais il convient simplement de rappeler que pour la conduite d'une station d'épuration, un personnel bien informé assurant un suivi régulier reste le meilleur garant de la qualité du traitement.

RAPPEL SUR LA BIOLOGIE DES BOUES ACTIVÉES

La boue activée est constituée de l'ensemble « floc-eau interstitielle ». Le floc désigne un agglomérat composé de particules (ou débris) diverses (végétales, animales, minérales) et de colonies bactériennes.

Le liquide interstitiel* représente dans la plupart des stations la qualité des eaux de sortie. C'est donc un indicateur du niveau de traitement. Ainsi, plus la charge massique est élevée, moins le niveau de traitement sera élevé et plus l'eau interstitielle contiendra de bactéries dispersées.

La microfaune* est composée d'animaux microscopiques nommés protozoaires et métazoaires (cf. figure 2). Ces organismes participent à l'élimination des bactéries libres qui constituent leurs proies et à la cohésion du floc par leurs déjections. Leur observation au microscope, donne des indications sur la qualité du traitement et peut révéler rapidement d'éventuelles anomalies de fonctionnement. Pour de plus amples informations sur ce point particulier, on peut se procurer le manuel « Aide au diagnostic des stations d'épuration par l'observation microscopique des boues activées », Cemagref Éditions, 1999.

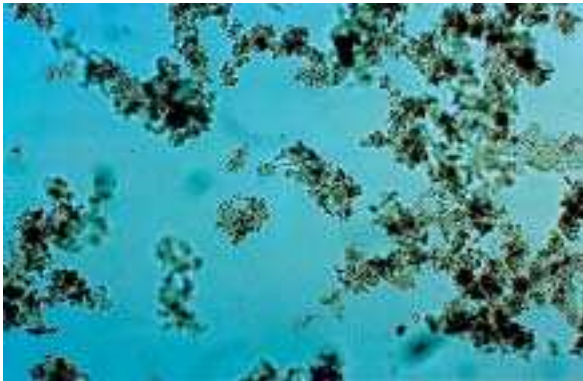
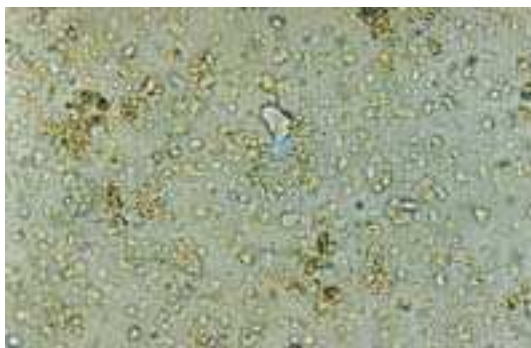


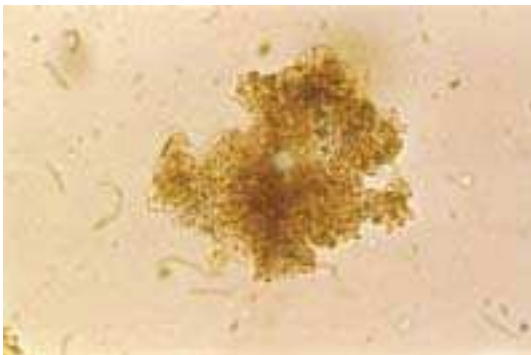
Figure 2 – Observation microscopique : floc, micro-faune et liquide interstitiel

Les bactéries peuvent se développer selon trois types de croissance :



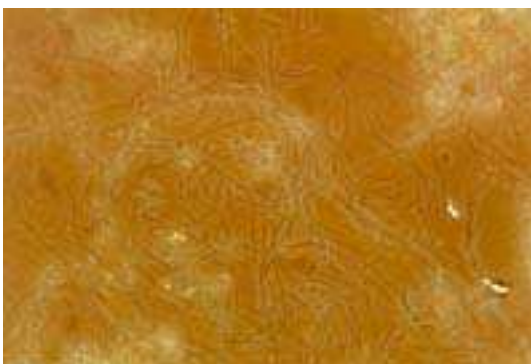
Croissance dispersée

Dispersée : les bactéries sont libres les unes par rapport aux autres dans le liquide interstitiel. Cette situation s'observe lors du démarrage de la station, en condition de forte charge massique. Les nouvelles cellules peuvent se disperser ou bien rester groupées au sein d'une colonie structurée par un mucilage exopolysaccharidique.



Croissance floculée

Floculée : les bactéries sont regroupées en amas, très souvent autour d'un support organique ou minéral (le floc). La cohésion de l'ensemble est assurée par la production d'exopolysaccharides (EPS). Ce type de croissance est recherché dans le traitement de l'eau usée.



Croissance filamenteuse

Filamenteuse : lors de la multiplication cellulaire, la séparation des cellules mère et fille n'a pas lieu en totalité, les cellules mère et fille restent en contact voire partagent une paroi cellulaire. Ce type de croissance, que l'on observe également chez les champignons conduit à la formation de filaments pouvant atteindre 500 μm de long. Les conditions du milieu sont un facteur déterminant.

LES PROBLÈMES BIOLOGIQUES

Les problèmes avec bactéries filamenteuses

Les principaux dysfonctionnements dus aux bactéries* filamenteuses sur station se manifestent sous deux formes :

- le foisonnement : mauvaise décantation de la boue suite à une augmentation du volume occupé par celle-ci,
- le moussage : formation d'une couche épaisse de mousse en surface des ouvrages.

Les causes sont bien souvent d'origines multiples (conception, exploitation, composition de l'effluent...) et le choix des solutions nécessite une analyse globale : conception, fonctionnement et exploitation de la station.



LE FOISONNEMENT

Le foisonnement (bulking en anglais) est caractérisé par un indice de boue* supérieur ou égal à 200 mLg⁻¹. Au-delà de 150 mLg⁻¹, des difficultés de décantation apparaissent (cf. fiche technique 2 « Outils de suivi et de diagnostic – Indice de boue »).

On rappelle qu'une boue décantant correctement a un indice de boue de l'ordre de 100 mLg⁻¹.

Un développement filamenteux important limite fortement les capacités hydrauliques du clarificateur et peut entraîner des départs de boue dans le milieu naturel (cf. fiche technique 2 « Outils de suivi et de diagnostic – Utilisation de la vitesse ascensionnelle : approche de la vitesse limite d'un clarificateur »).

Dans la station, le foisonnement est souvent associé à :

- une détérioration de la qualité du rejet en cas de perte de boue épisodique ou chronique ;

- un floc légèrement floconneux avec un volume décanté* important lors du test de décantation, qui rend impératif la dilution des échantillons de boue (figure 3).

L'indice de boue est alors supérieur à 200 mLg⁻¹. Lors de l'observation microscopique, on observe une densité importante de microorganismes filamenteux (cf. figure 4).



Figure 3 – Tests de décantation en éprouvettes : effet de la dilution (dilutions successives au demi)

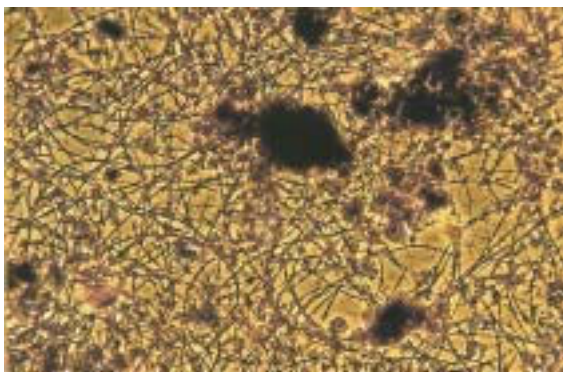


Figure 4 – Bactéries filamenteuses – 500 X

L'indice de boue moyen observé sur le parc français des stations d'épuration, en aération prolongée est de 150 mL.g^{-1} hors stations soumises à des crises aiguës de foisonnement.

LES MOUSSES BIOLOGIQUES

Les mousses forment des amas de flottants très stables de couleur marron clair à foncé et de structure visqueuse. Leur densité tend à s'accroître progressivement au cours du temps. Ces mousses sont peu déstructurées par une agitation de surface et reforment rapidement un tapis uniforme en absence d'agitation. Les bulles de gaz favorisent la flottation. Ces flottants (cf. figure 5) constituent un milieu favorable au développement privilégié de certaines bactéries* filamenteuses responsables de moussage (cf. figure 6).

Dans ces mousses, l'analyse microscopique révèle très souvent la présence importante de bactéries* filamenteuses associées à des floccs ou libres dans l'eau interstitielle. En règle générale, la densité de ces microorganismes spécifiques est plus élevée dans les échantillons de mousse que dans ceux prélevés directement dans les boues.



Figure 5 – Tests en éprouvettes – présence de flottants



Figure 6 – Mousse biologique en surface de bassin d'aération

Dans certains cas extrêmes, on a calculé que les mousses peuvent représenter jusqu'à 1/3 de la biomasse* totale, avec des concentrations en matières sèches* pouvant atteindre 100 g.L^{-1} , voire des hauteurs dépassant un mètre. Les paramètres de fonctionnement (charge massique*) et d'exploitation de la station sont alors fortement dégradés par cette situation (diminution du transfert d'oxygène).

Les problèmes sans bactéries filamenteuses en excès

LES MOUSSES DE DÉMARRAGE

Ces mousses blanchâtres et légères se développent rapidement dès la mise en service de la station d'épuration (figure 7). Elles disparaissent lorsque la boue activée* arrive à maturité (début de floculation*, amorce d'un traitement carboné et charge massique inférieure à $1,5 \text{ kg DBO}_5 \cdot \text{kg}^{-1} \text{ MVS} \cdot \text{j}^{-1}$). L'efficacité limitée (DCO^* et DBO_5^* de sortie élevée, tensio-actifs*) du traitement accompagne ce phénomène transitoire.

Ces mousses blanchâtres sont associées à :

- un effluent de sortie turbide (croissance bactérienne dispersée*);
- une boue de couleur claire et faiblement concentrée dans le bassin d'aération;
- une décantation en éprouvette difficile (interface eau-boue floue, particules en suspension non décantables);
- une microfaune* représentée par des bactéries* libres et des protozoaires principalement de type Flagellés*.



Figure 7 – Mousse blanche de démarrage en surface de bassin d'aération.

Hors mise en route de l'installation, ce problème peut également survenir lors d'un incident

majeur : arrivée d'un toxique ayant provoqué la destruction d'une part importante de la biomasse.

En règle générale, la situation se normalise rapidement (une à deux semaines) à l'exception des cas les plus graves (toxicité aiguë) où les difficultés peuvent perdurer.

Bien souvent, pour des charges massiques élevées (de l'ordre de $1,5 \text{ kg de DBO}_5 \cdot \text{kg MVS}^{-1} \cdot \text{j}^{-1}$) dues à une période transitoire, il faut favoriser l'amorce du mécanisme de floculation (agglomérat de bactéries*) soit par :

- une limitation de la charge à traiter (by-pass transitoire) pour diminuer la charge massique et faciliter la floculation;
- l'apport de biomasse extérieure de bonne qualité ($\text{IB} < 150 \text{ mLg}^{-1} \text{ de MES}^*$);
- l'ajout de coagulant* – floculant (floculation des particules).

AUTRES MOUSSES

Ces mousses, similaires à celles de démarrage, sont souvent liées à l'utilisation massive de détergents (figure 8) même biodégradables* (apports industriels), à l'apport important de matières organiques* colloïdales (sang, ...) ou à l'arrivée d'hydrocarbures.



Figure 8 – Mousse blanche de détergents* en surface de bassin d'aération

Cette situation se différencie de celles engendrant les mousses de démarrage par :

- un effluent de sortie le plus souvent de bonne qualité (sauf si l'apport est important et engendre une toxicité);

➤ un test de décantation en éprouvette des boues activées satisfaisant (séparation nette entre la boue et l'eau);

➤ l'observation au microscope de bactéries* libres en faible nombre et de protozoaires en quantité importante (et avec une diversité élevée).

S'il s'agit d'apports ponctuels, le phénomène peut être limité dans le temps. S'il perdure, il peut provoquer à terme l'apparition de mous-ses biologiques stables.

Les solutions passent par l'identification du problème, puis la suppression des apports (de type industriel bien souvent) ou l'ajout d'anti-mousse (cf. chap. 2 « Recommandations pour la conception et l'exploitation – Réseau et relèvement »).

LES MATIÈRES FLOTTANTES (INSTABLES)¹

Ces flottants instables se caractérisent par la présence de particules de boues non asso-ciées à des bactéries* filamenteuses. Un simple arrosage (ou averse de pluie) suffit à les rabattre.

La couleur est un bon critère de détermination de leur origine qui peut être variée(cf. tabl 1).

Couleur des flottants	Blanchâtre	Marron clair	Marron foncé ou noir
Origine	Dégraissage insuffisant Boulettes de graisse (cf. page 24)	Dégazage insuffisant ou dénitrification incomplète	Boues fermentées suite à l'anaérobiose

Tableau 1 – Couleur des flottants

Il est impératif d'évacuer ces flottants instables pour éviter de passer à une forme stable (cf. chap. 2 « Recommandations pour la conception et l'exploitation – Clarificateur et recirculation »).

Dénitrification

Ce type de flottants est de couleur claire. C'est une structure instable facilement désagrégée par l'agitation ou par temps de pluie en raison de la présence de micro-bulles d'azote gazeux produites par le processus de dénitrification au

sein des flocs. Une observation microscopique ne révèle pas d'anomalie particulière (peu de bactéries* filamenteuses).

Ces flottants se forment principalement sur le clarificateur (figure 9). Ils peuvent aussi être constatés lors d'un test en éprouvette d'une durée supérieure à 30 minutes (figure 10). Ils sont liés à une dénitrification insuffisante en amont du clarificateur.



Figure 9 – Flottants de dénitrification en surface du clarificateur



Figure 10 – Test en éprouvette – Remontée de boue

Ce problème peut survenir sur des stations conçues pour traiter uniquement la pollution carbonée (moyenne ou forte charge massique) et où la nitrification s'installe quand même de manière spontanée et non maîtrisable par

¹hors matières flottantes telles que bois, plastiques, débris divers.

l'exploitant. Les raisons de cette installation peuvent être une souscharge organique entraînant une « suraération » rendant ainsi l'oxygène disponible pour la nitrification. Le phénomène est aggravé par une température élevée permettant une croissance rapide des bactéries* nitrifiantes.

Pour éviter une dénitrification dans le clarificateur (voire dans le dégazeur), les solutions passent par une meilleure maîtrise des plages d'aération et d'anoxie, ainsi que des conditions de brassage. Lors de périodes transitoires où l'apport en nitrates augmente, une recirculation plus importante peut permettre de limiter le phénomène en réduisant le temps de séjour des boues dans le clarificateur (cf. fiche 2 « Outils de suivi et de diagnostic – Évaluation du temps de séjour de la boue dans un clarificateur »)

 Dégazage insuffisant (phénomène d'aéroflottation)

Toute dénivellation supérieure à 0,5 m entre le bassin d'aération et le décanteur secondaire impose l'installation d'un dégazeur (cf. chap. 2 « Recommandations pour la conception et l'exploitation – Dégazeur »).

Dans le cas particulier de l'aération fines bulles à haute profondeur d'immersion des diffuseurs (supérieure à 7 m), une sur-saturation de l'azote atmosphérique se produit dans le bassin d'aération. Lors de l'arrivée de la boue dans le clarificateur (profondeur maximale de l'ordre de 3 m), cet azote dégaze et produit un phénomène similaire à la dénitrification biologique. La solution à ce problème nécessite impérativement un bon dégazeur (cf. fiche 6 « Points essentiels d'exploitation »).

Par ailleurs, pour les petites installations, c'est souvent l'entraînement important de gaz au niveau de la chute d'eau qui est source de remontée de boue au niveau du décanteur secondaire.

➤ Fermentation des boues

Ce type de flottants est caractérisé par une couleur noirâtre associée à des odeurs désagréables et à un bullage. Leur aptitude à flotter s'explique par la présence de gaz (méthane) généré par des réactions anaérobies* de

dégradation de la matière organique (cf. figure 11). Lors de l'observation microscopique, une microfaune spécifique des conditions d'anaérobiose, de type Flagellés* (diplomanadidæ et/ ou hexamitidæ) est identifiée (cf. figure 12). Ces flottants peuvent apparaître en surface du clarificateur ou dans des zones peu agitées des bassins en amont de cet ouvrage.

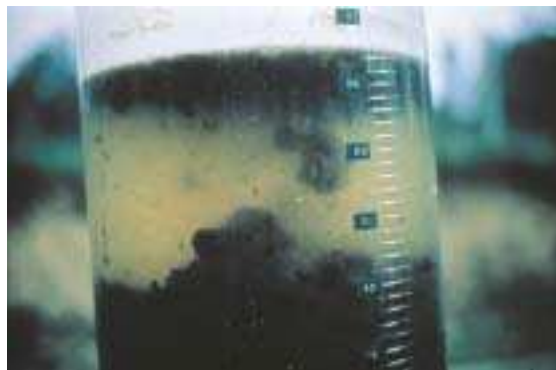


Figure 11 – Décantation en éprouvette – Remontée de boue

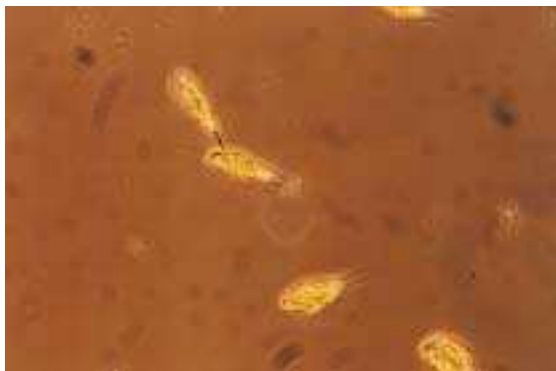


Figure 12 – Flagellés

Les principales causes d'apparition sont :

- un défaut de raclage du radier (mauvaise adaptation de la racle au radier ou racle décrochée);
- les zones mortes, sous la goulotte interne du clarificateur ou sur les montants du pont racleur, sur le puits central du clarificateur ou sur le puits de recirculation;
- une agitation insuffisante dans certaines zones du bassin (puissance mise en œuvre insuffisante);
- une sous-aération importante.

La mise en fermentation complète des boues est exceptionnelle et ne se rencontre qu'en cas d'arrêt prolongé de l'aérateur (en cas de panne, par exemple). Les fermentations sont généralement localisées, ce qui ne provoque pas d'altération profonde de la qualité du traitement mais peut favoriser, sur le long terme, le développement de bactéries* filamenteuses (lors du redémarrage de la station d'épuration). Il est conseillé d'éliminer la boue après un arrêt prolongé de fonctionnement de la station (après arrêt des aérateurs ou du pont racleur).

NIVEAU ANORMAL DU LIT DE BOUE

Cette expansion se caractérise par un voile de boue élevé dans le clarificateur et peut s'accompagner de pertes de boue ponctuelles lors d'à-coups de charge hydraulique. (cf. figures 13 et 14). L'indice de boue ne révèle pas forcément des valeurs incorrectes mais nécessite de fortes dilutions lors du test en éprouvette. L'observation microscopique montre un floc* bien formé. La qualité de traitement, hors épisode de perte de boue, est satisfaisante.

Les causes sont une combinaison de différents facteurs :

- une concentration en boue trop forte dans le bassin d'aération ;
- un dysfonctionnement du poste de recirculation (panne ou dimensionnement trop faible) ;
- un indice de boue élevé et/ ou une surcharge hydraulique.
- un problème de raclage dans le clarificateur.

Quand la situation perdure, le temps de séjour de la boue dans le clarificateur augmente et devient la cause du développement de bactéries* filamenteuses.

Les solutions passent par une meilleure maîtrise du taux de boue (concentration de MES* la plus faible possible compatible avec la charge à traiter et les objectifs de rejets et par un écrêtement des pointes hydrauliques (cf. fiche technique 2 « Outils de suivi et de diagnostic – Évaluation du temps de séjour de la boue dans le clarificateur »).



Figure 13– Goulotte de sortie commune à deux files avec perte de boue à gauche



Figure 14– Voile de boue haut dans le clarificateur

DÉFLOCCULATION ET FLOC LÉGER

➤ La défloculation est caractérisée par une déstructuration du floc et se manifeste par une augmentation de la turbidité* de l'effluent de sortie (figure 15). Lors de l'observation microscopique, on observe une microfaune peu nombreuse ou peu diversifiée, voire absente (problème de toxiques).

Les origines sont donc :

- l'apport de toxiques rejetés par certaines industries;
- la présence de fortes concentrations de sel dans le réseau (intrusion d'eau de mer) ; qui modifie rapidement la pression osmotique dans les bactéries* entraînant une destruction des cellules par plasmolyse;

- des conditions de charges massiques extrêmes (très forte – un à-coup – ou très faible) ;
- une nitrification excessive avec chute du pH.



Figure 16 – Test en éprouvettes après 30 mn – eau interstitielle chargée

Les solutions passent par :

- une suppression de l'apport de cœstoxiques ou leur apport de manière plus étalée (cf. chap. 2 «Recommandations pour la conception et l'exploitation – Les rejets non domestiques dans les réseaux d'assainissement»). La toxicité d'un produit est toujours fonction de sa concentration ;
- une meilleure protection du réseau;
- l'étalement de la charge à traiter dans le cas d'à-coups de charge notamment pour les effluents industriels (cf. chap. 2 «Recommandations pour la conception et l'exploitation – Bassin tampon »);
- la neutralisation des effluents.

Le floc léger présente les mêmes caractéristiques que lors d'une défloculation mais l'observation microscopique révèle une population normale de Protozoaires (en termes de diversité et de quantité, (cf. figure 16).

Ces floes légers sont dus à l'absence de particules lestantes et souvent associés à des taux de MVS* élevés. Ce cas est souvent rencontré avec des effluents industriels peu concentrés en matières en suspension (industries agroalimentaires et pharmaceutiques particulièrement) ou sur des stations urbaines équipées d'un décanteur primaire ou de prétraitements physico-chimiques. Les solutions passent d'office par le lestage du floc, par l'ajout de réactifs physico-chimiques, ou par la modification des

conditions d'alimentation (by-pass partiel du primaire sous réserve que la capacité d'aération le permette).



Figure 16 – Sortie station – rejet « chargé » suite à des pertes de MES du clarificateur

Observations de la filière de traitement et de la boue

17

L'identification d'un problème biologique nécessite une analyse de la filière de traitement (configuration et paramètres de fonctionnement) couplée à une analyse de la structure de la boue (observations visuelles et microscopiques).

La démarche proposée ci-dessous correspond à une observation détaillée de l'ensemble de la filière de traitement. Les différents points à approfondir sont listés dans la fiche technique 1 « Identification du problème ». Les points pouvant favoriser un dysfonctionnement biologique devront être améliorés, avant la mise en place d'une technique dite curative.

Suite à l'observation des différents postes, il convient de lister les éventuels événements survenus sur l'installation sur une période de une à deux fois l'âge de boue précédant l'analyse détaillée de l'installation. Les principaux points à identifier sont de trois types :

- les apports ponctuels et exceptionnels d'effluents à traiter (matières de vidange*, curage de réseaux,...);

- les incidents mécaniques (aération, recirculation,...);
- les problèmes d'exploitation.

L'odeur et la couleur de la boue permettent d'évaluer l'état d'aération. Une légère odeur de terre (humus) est indicatrice d'une bonne aération. Une odeur d'égout révèle un manque d'oxygène, une forte odeur d' H_2S (œuf pourri) ou de mercaptans (choux) indique un problème de fermentation de la boue. En général, une couleur brune à marron clair est indicatrice d'une bonne aération. En revanche, certains types d'effluents comme ceux de porcheries, tanneries ou fromageries (...) engendrent des odeurs et des couleurs particulières qui doivent être prises en compte pour l'appréciation du niveau d'aération.

Les effluents de sortie limpides, indiquent un bon degré de traitement. Une turbidité élevée est liée à la présence importante de bactéries* dispersées révélant un traitement limité (sous-aération, charge massique* élevée, ...). Dans certains cas, une coloration de l'effluent traité peut être observée. Elle est induite par la nature des effluents (industriels) ou par la présence d'algues (souscharge importante de l'installation ou en traitement tertiaire).

En exploitation, le maintien du voile de boue du clarificateur au niveau le plus bas (à une distance minimale de 1,5 m de la surface) est l'objectif permanent. Son observation à une position proche de la surface est révélateur de dysfonctionnement aussi bien biologique qu'hydraulique (cf. fiche 2 « Outils de suivi et de diagnostic – Indice de boue »).

Observation microscopique

L'étude microscopique d'une boue activée est indispensable pour faciliter la compréhension du fonctionnement d'une station d'épuration. Une observation régulière permet d'apprécier l'évolution des phénomènes biologiques dans le temps. Un lien peut alors être établi entre la dynamique des populations de microorganismes des boues et les conditions d'alimentation (qualité et quantité), de fonctionnement et de gestion de l'installation.

L'observation microscopique permet l'analyse des différentes composantes de la boue : liquide interstitiel, compartiment bactérien (caractéristiques du floc et du type de croissante) et microfaune (cf. figure 17). Par exemple, la présence importante de Spirilles est indicatrice d'une fermentation, à rapprocher de l'apport d'eau septique (réseaux, zone anaérobie, matières de vidange ou filière boue) ou de la présence de dépôts en fond d'ouvrage.

L'identification précise des bactéries filamenteuses (cf. annexes) est primordiale dans la mesure où les actions à engager pour maîtriser cette croissance doivent être adaptées aux types de filaments présents. Plusieurs types de filaments peuvent être présents au sein d'un même échantillon de boue, ce qui peut compliquer le choix de solutions.



Figure 17 – Microthrix Parvicella – 500 X

On dénombre dans les boues activées une vingtaine de types de filaments susceptibles de se développer. Tous ces filaments ne sont pas responsables de moussage, mais malheureusement la plupart sont en mesure de provoquer des difficultés de décantation (foisonnement des boues) qui limitent les potentialités hydrauliques des stations d'épuration.

L'identification précise des bactéries filamenteuses représente donc une étape essentielle dans la caractérisation du phénomène. Des clés de détermination basées sur l'observation de critères morphologiques ont été mises au point notamment par Eikelboom (1983) et Jenkins (1986) et reprises par le Cemagref. Elles sont rassemblées dans les fiches 3 « Démarche de l'observation microscopique des filaments ».

et 4 « Relations filaments et fonctionnement général de l'installation » et dans les annexes.

L'identification précise des filaments demande une maîtrise des critères de détermination, connaissance qui s'acquiert facilement par une pratique régulière. En exploitation courante, l'observation microscopique pratiquée régulièrement ne prend que quelques minutes. Un microscope performant, équipé en contraste de phase sur tous les objectifs est absolument nécessaire. Un objectif à fort grossissement ($> 1\,000\times$) facilite grandement l'identification des filaments fins pour lesquels la segmentation cellulaire est difficilement observable.

INDICE DE BOUE

L'indice de boue est utilisé pour apprécier l'aptitude d'une boue à la décantation (cf. fiche technique 2 « Outils de suivi et de diagnostic » Indice de boue). Une dérive croissante doit alerter l'exploitant sur un développement de bactéries* filamenteuses².

IB $< 100\text{ mLg}^{-1}$ de MES	Condition idéale : les boues sédimentent facilement et sont le plus souvent bien minéralisées (MVS $< 65\%$)
$100 < \text{IB} < 150\text{ mLg}^{-1}$ de MES	Condition acceptable pour des installations fonctionnant dans le domaine de la faible charge – aération prolongée.
IB $> 150\text{ mLg}^{-1}$ de MES	Difficultés possibles de décantation liées au développement de bactéries* filamenteuses

Tableau 2 – Valeurs seuil de l'indice de boue

L'indice de boue est un outil indispensable pour l'exploitant. Il sert à :

- suivre l'évolution de la qualité des boues à titre préventif ou après la mise en œuvre de solutions curatives ;
- gérer la concentration de boue sur les petites stations dans la mesure où l'indice reste stable dans le temps ;
- caractériser les boues en vue de leur déshydratation. En effet, la déshydratation est généralement facilitée par des indices de boue faibles et les doses de réactifs plus faibles ;

 vérifier les limites hydrauliques du clarificateur.

MES DANS LE BASSIN D'AÉRATION

Les concentrations en matières en suspension (MES) doivent être adaptées à la charge polluante reçue afin de respecter la charge massique de fonctionnement (cf. fiche technique 2 « Outils de suivi et de diagnostic – Charge massique »).

La concentration doit systématiquement être maintenue inférieure à 4 g.L^{-1} pour des effluents urbains.

En effet, des valeurs plus élevées peuvent occasionner :

- des situations de limite hydraulique du clarificateur et un engorgement de celui-ci ;
- des risques de sousaération ;
- une carence nutritionnelle (charge massique faible) ;
- des dépôts ;
- des surconsommations électriques

Attention : seul le paramètre MES est fiable. Les matières sèches (MS) qui intègrent les sels dissous ne doivent pas être utilisées à moins d'effectuer une correction en fonction de leur concentration.

² pour une eau résiduaire urbaine, une différence journalière de l'IB supérieure à 40 ne peut s'expliquer que par des erreurs de méthode.



FICHES TECHNIQUES

Fiche technique 1 – Identification du problème p. 66

Fiche technique 2 – Outils de suivi et de diagnostic p. 69

Charge massique p. 69

Indice de boue p. 71

Utilisation de la vitesse ascensionnelle – approche de la vitesse critique p. 73

Évaluation du temps de séjour de la boue dans un clarificateur p. 75

Fiche technique 3 – Observation microscopique p. 78

Échantillonnage p. 78

Microscope p. 78

Préparation de l'échantillon p. 79

Colorations p. 79

Estimation du nombre de filaments p. 79

Fiche technique 4 – Relation filaments et fonctionnement
général de la station p. 81

Fiche technique 5 – Techniques de lutte p. 84

La chloration p. 84

La zone de contact p. 87

Les sels métalliques, les produits minéraux et les polymères p. 89

Les anti-mousses p. 90

Fiche technique 6 – Points essentiels d'exploitation p. 91

Le réseau p. 91

Le bassin tampon p. 91

Le dégraisseur p. 91

Le décanteur primaire p. 92

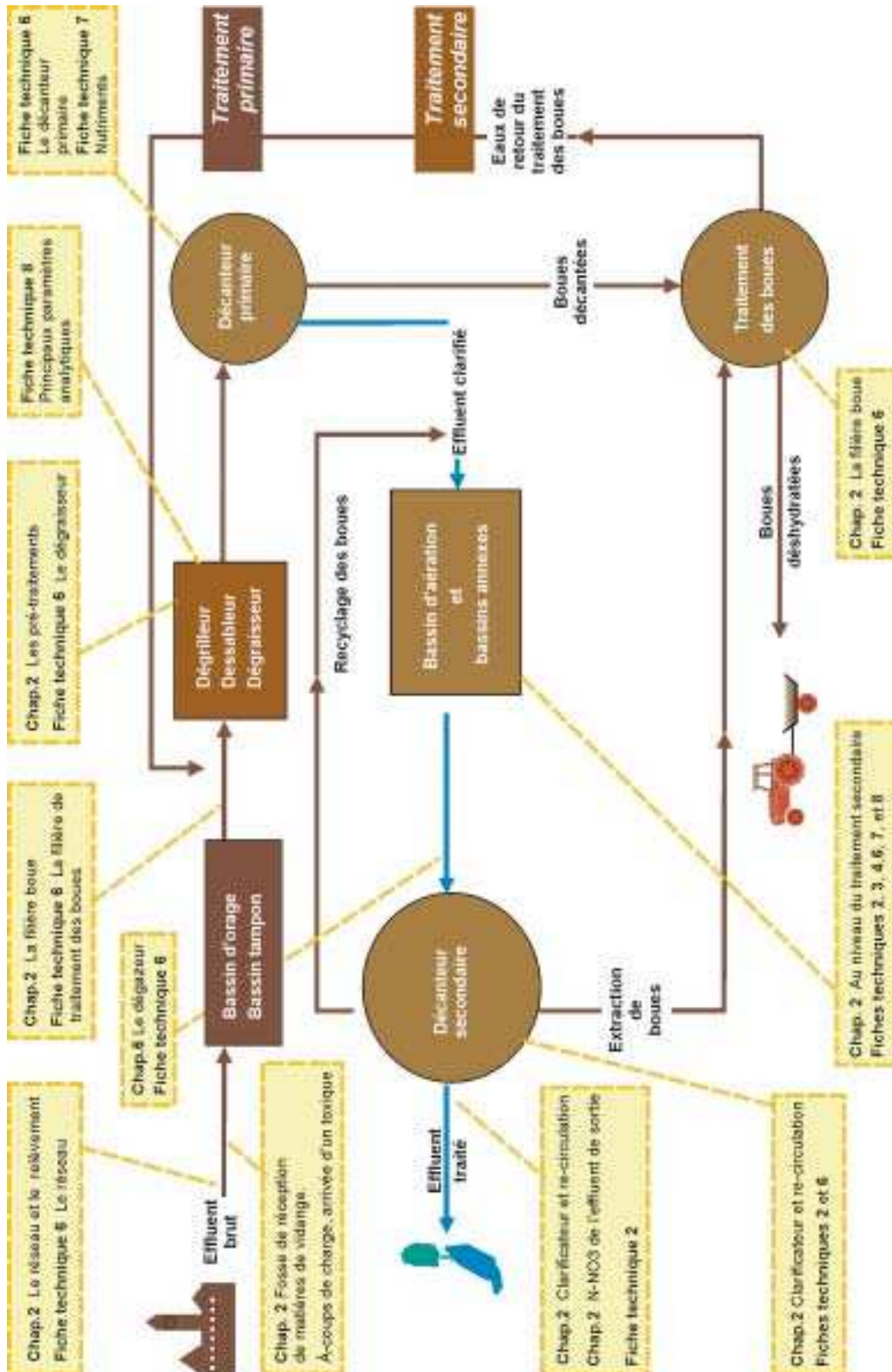
Les réacteurs biologiques p. 92

Fiche technique 7 – Nutriments p. 94

Fiche technique 8 – Principaux paramètres analytiques p. 96

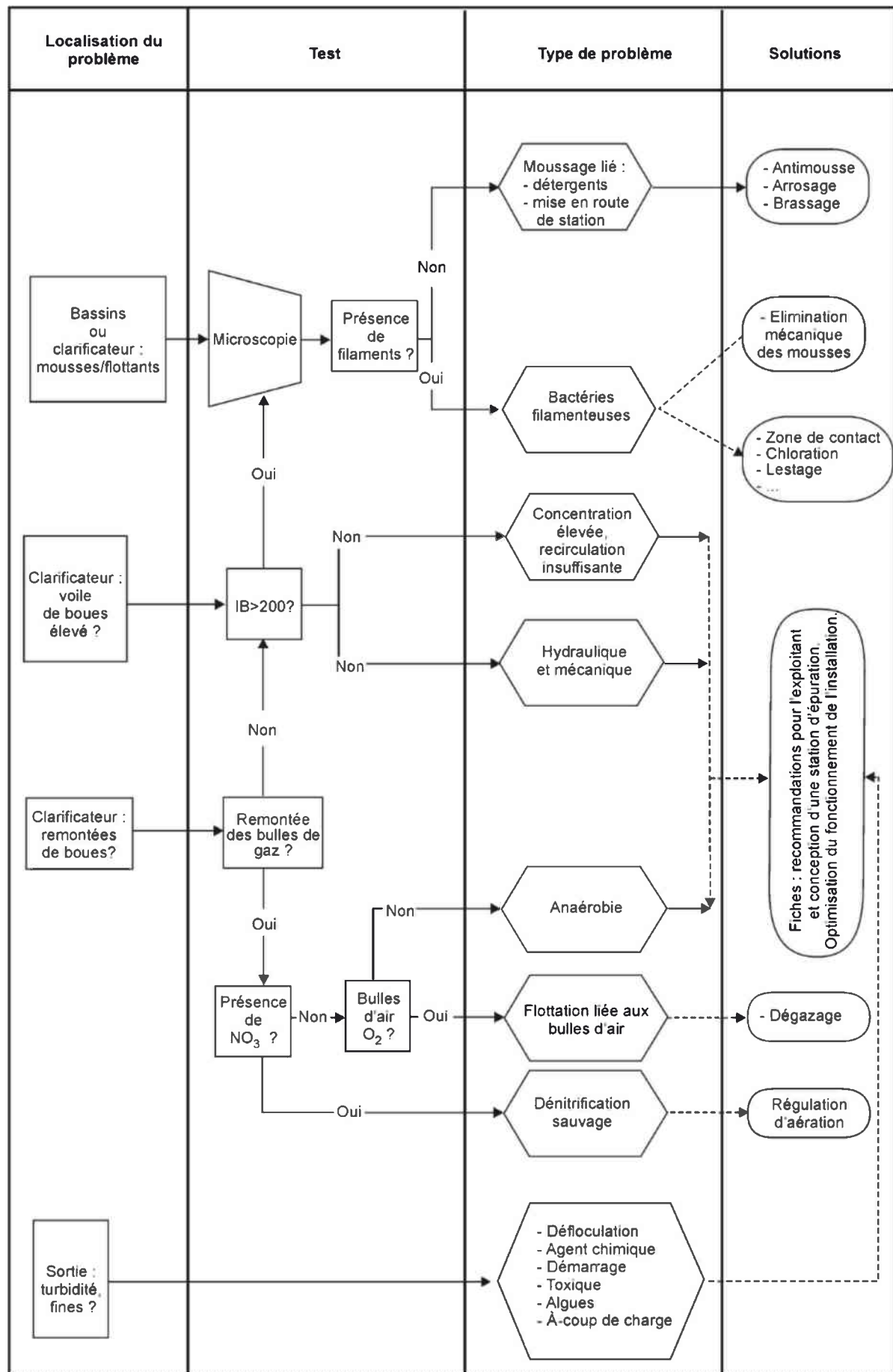
FICHE TECHNIQUE I – IDENTIFICATION DU PROBLÈME

Cette première fiche technique se veut un outil pragmatique d'aide au diagnostic du dysfonctionnement constaté sur la station. Elle est composée d'un schéma synoptique, guide de lecture des différentes parties du document, d'un tableau de synthèse listant les points à étudier et proposant un premier niveau d'interprétation et d'un logico-gramme qui présente la démarche à suivre.



ÉLÉMENTS POUR UN PREMIER DIAGNOSTIC

Lieu d'observation	Points à étudier	Interprétation
Entrée de la station	Couleur et odeur des effluents	Anaérobiose (septicité, concentration en sulfures)
	Concentration des eaux à traiter	Effluents industriels (déséquilibres $\text{DBO}_5/\text{N/P}$, DCO/DBO_5 , $\text{DCO}/\text{DBO}_5/\text{MES}$)
Apports extérieurs	Traitement retenu Type de produits	Proportion du flux à traiter par rapport à la charge (% de la charge)
Retours de la filière boue	Type de filière	Temps de séjour des eaux (Eh, pH), sulfures
Prétraitements	Présence ou non de flottants	Âge et type de flottants (présence d'une cloison siphonide ?)
	Efficacité du dégraisseur	Turbulences
	Gestion des sables, fréquence d'extraction	Temps de séjour
Traitement primaire	Traitement retenu	Temps de séjour de l'eau et de la boue
	Réactifs physico-chimiques	Concentration en nutriments, ($\text{DBO}_5/\text{N/P}$), pH
	Gestion des flottants	Devenir des flottants
Bassin d'aération et ouvrages annexes (anaérobiose, anoxie)	Flottants	Circulation hydraulique, jupe à l'aérateur de surface
	Aération	Champs de bulle, gerbe, répartition journalière des cycles, durée ($\text{kg O}_2/\text{kg DBO}_5$ à traiter) Type d'asservissement (valeurs seuils O_2)
	Agitation et configuration	Éventuelles zones mortes (Watt.m^3)
	Charge massique	Carence nutritionnelle Déséquilibres nutritionnels
Dégazeur	Dénivelé entre bassin d'aération et clarificateur	Chute d'eau, prise d'air
	Flottants	Type d'évacuation, âge des flottants
Clarificateur	Vitesse ascensionnelle de fonctionnement	Origine des pertes de boue (indice de boue, concentration en boue, débit de pointe horaire des eaux à traiter)
	Hauteur du voile de boue	Taux de recirculation (indice de boue)
	Conception de l'ouvrage	Vitesse au niveau du <i>clifford</i> , hauteur de l'ouvrage, immersion du <i>clifford</i> , situation de la goulotte, diamètre de l'ouvrage raclé ou sucé
	Quantité de flottants	Devenir des flottants après évacuation
Eaux de sortie	Qualité des eaux de sortie, couleur	Rendement d'élimination du C, N, P (résultats analytiques)
	Pertes de boues	Vitesse ascensionnelle de fonctionnement, dénitrification endogène



FICHE TECHNIQUE 2 – OUTILS DE SUIVI ET DE DIAGNOSTIC



Objectif : cette fiche technique détaille quatre notions fondamentales en aération prolongée : la charge massique, l'estimation et l'interprétation de l'indice de boue, le calcul et l'utilisation de la vitesse ascensionnelle dans le clarificateur et l'évaluation du temps de séjour de la boue dans le clarificateur.

CHARGE MASSIQUE

Un réacteur à boue activée est caractérisé par le paramètre charge massique (C_m) qui fixe les performances de l'installation, les productions de boue et le niveau de stabilisation de la boue.

La charge volumique (C_v)¹ qui correspond à la quantité de nourriture (DBO_5 ou de DCO) reçue par jour et par m^3 de bassin est une conséquence du paramètre C_m et correspond à une notion de temps de séjour dans les ouvrages.

La **charge massique** est couramment décrite comme étant le rapport entre la nourriture et la masse de micro-organismes disponibles pour la consommer (ratio $F/M = \text{Food}/\text{Micro-organisms}$) pour une période donnée (24 heures). La charge massique (C_m) représente donc la quantité de DBO_5 ou de DCO à traiter rapportée au kilo de MVS et par jour.

$$C_m = \frac{DBO_5 \text{ (kg.j}^{-1}\text{)}}{MVS \text{ (kg)}}$$

On considère que les MVS sont représentatives de la biomasse active présente dans le système. Ce postulat est approximatif car les MVS mesurées sont en partie des bactéries, et en partie de la matière organique non vivante (proportion faible). En dehors du dimensionnement, ce paramètre doit être vérifié en exploitation et réajusté si nécessaire en adaptant la concentration en biomasse à la charge polluante entrante.

La masse totale des boues activées qu'il faut prendre en compte dans le calcul est celle du système, c'est-à-dire bassins biologiques et clarificateurs. Comme logiquement la masse de boues dans le clarificateur doit être nulle ou quasiment (voile de boue bas), la biomasse du clarificateur est très souvent négligée. Le calcul est alors fait uniquement sur le contenu du bassin d'aération (ou des bassins biologiques lorsqu'il y a plusieurs ouvrages comme par exemple une succession bassin anaérobie, anoxie, voire zone de contact). Cette approximation n'est plus vraie lorsque la décantation est altérée, et que des boues s'accumulent dans le(s) clarificateur(s). Il convient alors de prendre en compte cette biomasse, puisqu'elle recevra sa part de nourriture dans la période des 24 heures. Pour estimer la masse de MVS contenue dans le clarificateur, voir fiche technique 2 « Outils de suivi et de diagnostic, p. 74 ».

À noter que la charge massique doit être représentative du réacteur biologique concerné. C'est ainsi que la charge massique d'un bassin alimenté par une eau décantée (cas d'une station avec décantation primaire) doit être calculée avec la charge polluante apportée par l'eau décantée et non l'eau brute.

La concentration en matière active (MVS) est fixée au départ dans le réacteur biologique compte tenu des limites du clarificateur.

Les paramètres C_v ¹, C_m et concentration en MVS sont liés par la relation suivante :

$$\frac{C_v}{C_m} = [MVS] \text{ (kg.m}^{-3}\text{) ou g.L}^{-1}$$

Toujours en partant de l'hypothèse d'un clarificateur vide de boues, la concentration en MVS obtenue, correspond à celle qui doit être maintenue.

La charge massique est naturellement liée à l'âge des boues² puisque la masse totale de boues présente dans le système conditionne leur âge. Ainsi à une faible charge massique est associé un âge de boues élevé (12-18 jours), et inversement, une forte charge est associée à un âge de boues très faible (2-4 jours) (cf. tableau 1).

¹ $C_v = \frac{DBO_5 \text{ (kg.j}^{-1}\text{)}}{V(m^3)}$; ² Âge de la boue = $\frac{1}{C_m \times P_{sb}}$ [P_{sb} = Production spécifique de la boue]

Type de procédé	Âge de boues (j)	Rendement en DBO_5 (%)	Production de boues (kg MES/kg DBO_5)	% MVS
Aération prolongée	>15	>95	0,7 à 0,8	65
Faible charge		90-95	0,8 à 1	70
Moyenne charge	2 à 5	80-90	1 à 2	75-80
Forte charge	1	70-80		>80%

Tableau 1 – Valeurs communément admises pour les charges massiques traditionnelles

La charge massique appliquée (l'âge des boues) a également une incidence sur la production de boues.

En forte charge, la disponibilité en substrat est grande, les bactéries se développent sous forme libre ou de petits floccs. La synthèse de biomasse est importante : la production de boues est élevée et la phase auto-oxydation (ou respiration endogène) est limitée : le rapport MVS/MES est fort. Les rendements épuratoires sont faibles.

Par opposition, en faible charge, la taille des floccs devient importante car la majorité de la synthèse cellulaire est dédiée à la production d'exopolymères. La production de boues est donc faible (auto-oxydation plus poussée), le rapport MVS/MES est faible. Les rendements épuratoires sont élevés (figure 1).

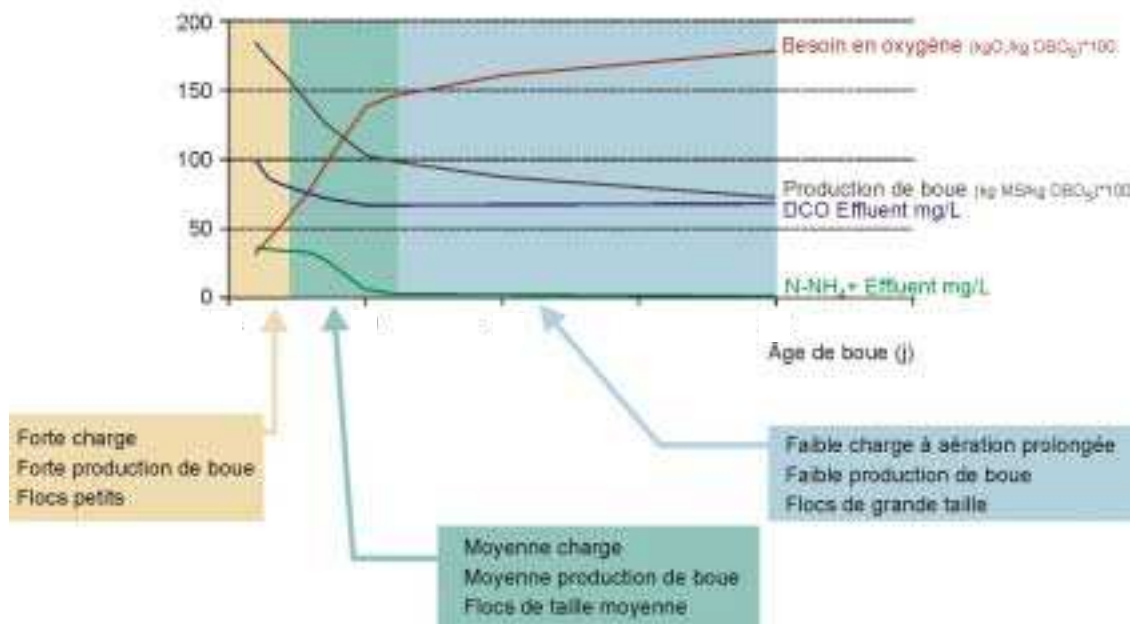


Figure 1 – Effets de l'âge de boue sur le fonctionnement d'une station

INDICE DE BOUE (IB)

OBJECTIF

➤ Apprécier l'aptitude de la boue à la décantation, suivre l'évolution de son aptitude à décanter lors d'un traitement spécifique (chloration...) et prévenir d'éventuelles pertes de boues liées au dépassement des capacités hydrauliques du clarificateur. (cf. p. 74)

DÉFINITION

➤ L'indice de boue représente le volume occupé par un gramme de boue après trente minutes de décantation statique dans une éprouvette d'un litre à paroi transparente graduée. Noté IB, exprimé en mL.g^{-1} de MES, il est défini par la formule suivante :

$$\text{IB} = \text{VD}_{30} / \text{MES}$$

avec : VD_{30} = volume de boue décanté en trente minutes (en mL.L^{-1}). MES = concentration des matières en suspension dans l'éprouvette (en g.L^{-1})².

L'indice de boue est valide à condition que le volume décanté soit compris entre 100 mL et 300 mL. Dans le cas contraire une dilution est nécessaire. Dans ce cas, le calcul de l'indice de boue est le suivant :

$$\text{IB} = \text{VD}_{30} / [\text{MES}] \text{ dans l'éprouvette après dilution ou}$$

$$\text{IB} = \text{VD}_{30} / [\text{MES}] \text{ du bassin d'aération} \times 1/\text{facteur de dilution}$$

Le test lui-même, de mise en œuvre facile, est obligatoirement réalisé sur le terrain. Le calcul de l'indice exige la mesure de la concentration en MES qui doit être effectuée au laboratoire. Cet échantillon peut être prélevé soit dans l'éprouvette après la mesure du VD_{30} (attention à bien agiter avant le prélèvement pour la mesure des MES) ou dans le bassin d'aération en tenant compte pour le calcul de l'IB de la dilution effectuée (dans ce cas, une attention particulière doit être apportée à la dilution). Dans le cas où le volume décanté sans dilution est inférieur à 100 mL, il n'est pas nécessaire de concentrer la boue.

DESCRIPTION DU TEST DE DÉCANTATION

- ❶ Prélever un échantillon de boue homogène et représentatif du bassin d'aération (de préférence en sortie du bassin, l'aérateur étant en fonctionnement depuis ¼ d'heure) et un échantillon d'eau clarifiée (éviter les flottants) pour les éventuelles dilutions.
- ❷ Remplir une éprouvette avec un litre de boue remise en suspension.
- ❸ Agiter vigoureusement l'éprouvette de bas en haut sans perdre du mélange (obturer avec la paume de la main protégée par du parafilm ou un gant).
- ❹ Poser l'éprouvette sur un plan horizontal stable non soumis à des vibrations, à l'ombre pour éviter l'augmentation de la température et déclencher la minuterie.
- ❺ Après 30 minutes, noter le niveau du voile de boue (interface boue-eau) dans l'éprouvette. Cette valeur notée VD_{30} doit impérativement être comprise entre 100 et 300 mL. Dans le cas contraire, vider l'éprouvette, la rincer et introduire 500 mL de boue et 500 mL d'eau clarifiée ce qui correspond à une dilution au $1/2$ et suivre la procédure à partir du point 3.

Les étapes 3 à 5 doivent être refaites avec des dilutions plus importantes ($1/4$ de boue, $1/5, \dots$) jusqu'à obtenir les conditions de validité du test (entre 100 et 300 mL de volume décanté après 30 minutes).

RÉSULTATS

➤ L'indice de boue est exprimé en multiple de 10 pour tenir compte des incertitudes inhérentes à la procédure. Les indices faibles ($< 100 \text{ mL.g}^{-1}$) correspondent à des boues qui sédimentent facilement. En revanche, les boues décantant difficilement ont des indices élevés ($> 200 \text{ mL.g}^{-1}$), caractéristiques d'un développement excessif de bactéries filamenteuses ou foisonnement (*bulking* en anglais).

RÈGLES DE MISE EN ŒUVRE

Il est démontré depuis longtemps que la vitesse de décantation est influencée par le diamètre de l'éprouvette, la concentration et la décantabilité de la boue (CTGREF, 1979).

Pour que l'indice de boue soit un critère significatif d'appréciation de la décantabilité (ou qualité de la boue), il convient de limiter l'incidence des deux autres facteurs de variation (diamètre de l'éprouvette et concentration de la boue).

Les éprouvettes d'un litre disponibles dans le commerce ont une ouverture de l'ordre de 8 à 8,5 cm. Cette valeur « standard » permet de s'affranchir des interférences liées aux variations de diamètre.

Il est indispensable de procéder à des dilutions pour limiter l'influence de la concentration excessive des boues. En effet, le volume décanté dépend de la concentration dans l'éprouvette. Il faut que le volume décanté soit proportionnel à la concentration pour que l'indice soit stable et donc significatif de la décantabilité des boues. Cette condition est obtenue si VD_{30} est inférieur à 300 mL comme le montre le graphique ci-dessous.

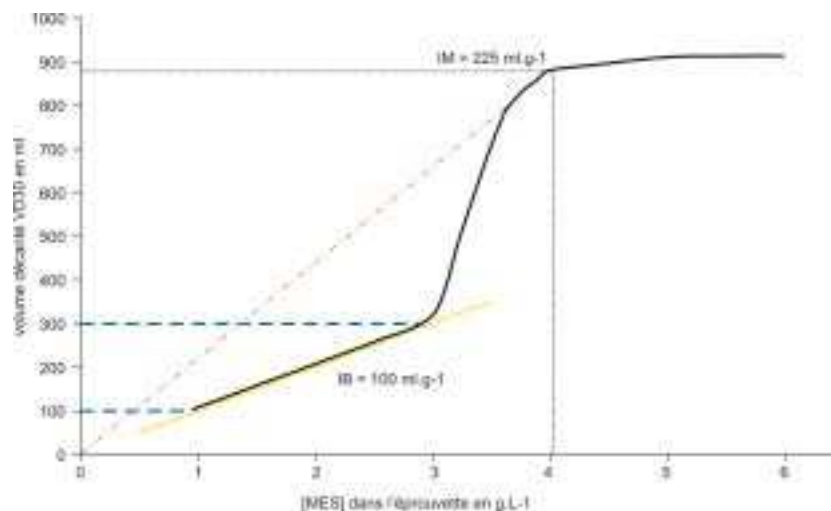


Figure 2 – Variation du volume décanté (VD_{30}) en fonction de la concentration en MES dans l'éprouvette

Dans cet exemple et pour une boue donnée, on obtient une relation linéaire entre le volume décanté et la concentration à condition que ce volume décanté soit inférieur à 300 mL. Dans l'exemple, l'IB est de 100 mL/g d'où sa bonne aptitude à la décantation.

Au-delà d'un volume décanté supérieur à 300 mL, la relation VD_{30} en fonction de la concentration de la boue n'est plus linéaire. Il faut alors effectuer une dilution pour se retrouver dans la gamme de linéarité et donc pouvoir calculer un indice de boue.

Dans les cas où la concentration dans le réacteur biologique est faible et lorsque la boue décante bien, la dilution pour la mesure de l'indice de boue n'est pas nécessaire ($VD_{30} < 300$), ce dernier est équivalent à l'indice de Mohlman (test de décantation similaire au test de l'IB mais sans aucune dilution).

En revanche, à une concentration de 4 g.L⁻¹, le volume décanté est de l'ordre de 900, soit un indice de Mohlman de 225, non représentatif de l'IB (IB = 100). Il faut diluer les boues pour calculer l'IB.

UTILISATION

L'IB ($VD < 300$ mL) est utilisé pour mesurer l'aptitude de la boue à la décantation. Il a des applications dans quatre domaines :

- suivi de l'efficacité d'un traitement spécifique du foisonnement ;
- évaluation des performances des décanteurs secondaires ;
- gestion du taux de boue dans les périodes où l'indice de boue est stable ;
- et deshydratabilité des boues.

L'indice de Mohlman (IM) est utilisé uniquement pour la filière traitement des boues, en particulier pour les notions d'épaississement.

FRÉQUENCE DES MESURES

Dans le cas des systèmes boue activée en aération prolongée, la mesure de l'IB doit être réalisée au moins deux fois par semaine.

En cas de crise lorsque des techniques curatives sont mises en place, un suivi journalier est nécessaire pour apprécier le degré d'efficacité de la solution retenue.

VARIABILITÉ DE L'INDICE

En règle générale pour une eau résiduaire urbaine, la variation de l'indice de boue sur une journée n'excède pas 40 mL.g⁻¹. Dans le cas où la variation observée est supérieure à 40, vérifier les points suivants :

- méthodologie ;
- arrivée massive et brutale d'effluent industriel ;
- dénitrification dans l'éprouvette.

UTILISATION DE LA VITESSE ASCENSIONNELLE — APPROCHE DE LA VITESSE LIMITE

Schématiquement, le phénomène de décantation consiste à créer dans le clarificateur des conditions de vitesse telles que le flux d'eau épurée ascendant ne perturbe pas la descente des particules que l'on souhaite concentrer en fond d'ouvrage pour ensuite les soulever (recirculation, extraction des boues en excès, cf. figure 3).

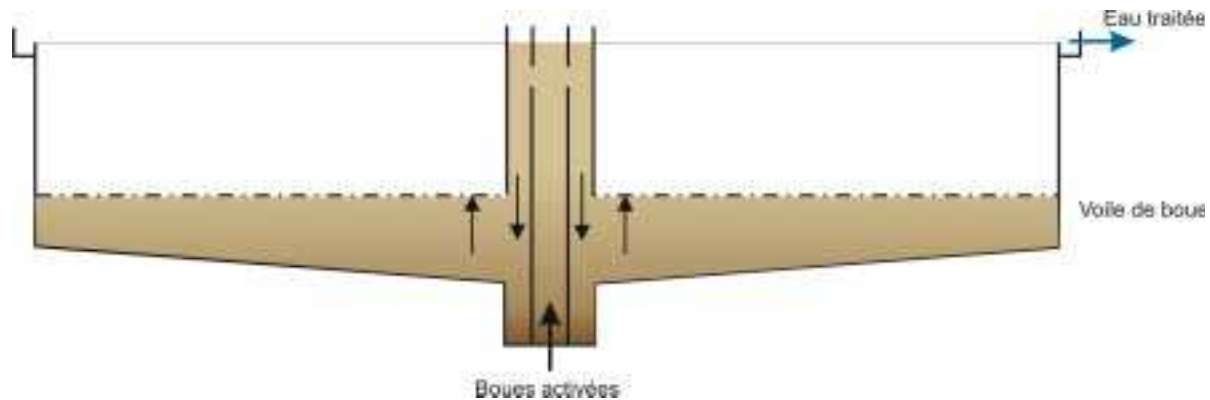


Figure 3 — Principe de fonctionnement d'un clarificateur

Au-delà de la limite hydraulique du clarificateur, on observe un engorgement et à terme, un débordement du lit de boue (d'où les pertes de boue). Cette limite hydraulique s'exprime par la vitesse ascensionnelle (V_a en m³.m².h⁻¹ ou charge hydraulique superficielle) :

$$V_a = Q / S$$

Q : débit maximal horaire observé à l'entrée de la filière biologique (en m³.h⁻¹) ;

S : surface utile (surface au miroir) du clarificateur (en m²).

Cette relation est très utile lors du dimensionnement du clarificateur : elle permet de déterminer le débit maximal horaire que pourra supporter l'installation en fonction de la surface du clarificateur.

Par ailleurs, pour une boue activée, la vitesse ascensionnelle est fonction de la concentration en boue (MES en g.L⁻¹) et de l'indice de boue (en mL.g⁻¹). On définit ainsi le paramètre V_c (volume corrigé en mL.L⁻¹) :

$$V_c = IB \times MES$$

La représentation graphique ci-dessous permet de déterminer la vitesse maximale admissible dans l'ouvrage en fonction des MES et de l'indice de boue.

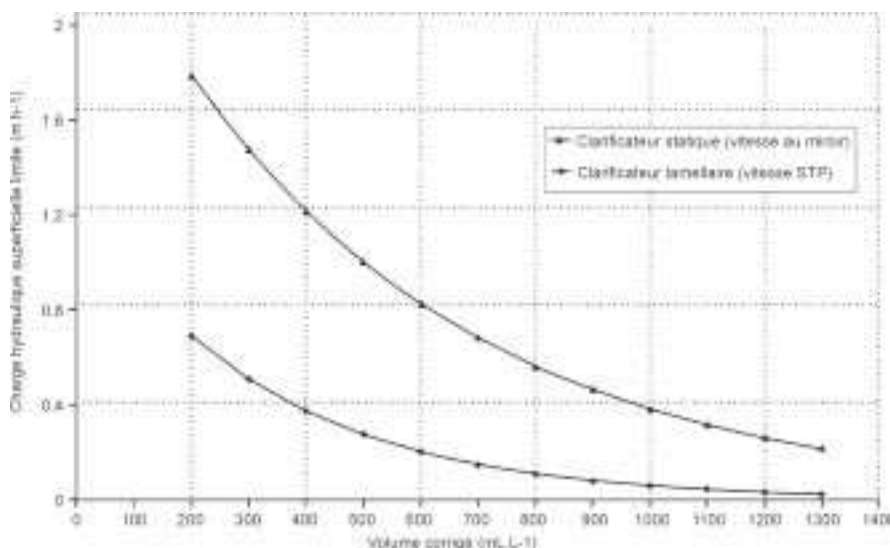


Figure 4 – Charge hydraulique superficielle limite en fonction du volume corrigé (clarificateur à flux vertical) et lamellaire d'après CTGREF, 1979. La courbe est applicable aux décanteurs à flux vertical (cylindriques ou cylindro-coniques) ayant un ratio rayon/profondeur proche de 5.

Les performances hydrauliques diminuent avec l'accroissement du ratio rayon/profondeur : on estime la perte de la charge hydraulique à au moins 20 % sur les décanteurs à flux horizontal (circulaire ou rectangulaire).

À titre d'exemple, prenons le cas d'une station d'épuration de 10 000 Eh, dont le clarificateur a été dimensionné sur la base d'une vitesse ascensionnelle de 0,6 m.h⁻¹ pour un débit de pointe de 190 m³.h⁻¹, cet ouvrage a donc une surface de l'ordre de 315 m².

IB (mL.g ⁻¹)	MES (g.L ⁻¹)	Vc (mL.L ⁻¹)	Va (m ³ .m ² .h ⁻¹)	Débit admissible dans la station (m ³ .h ⁻¹)
150	3	450	1,1	346
152	5	750	0,60	189
100	5	500	1	315
200	5	1 000	0,4	126
100	10	1 000	0,4	126

Tableau 2 – Exemple de variation des débits admissibles sur une station

Dans les différents cas du tableau 2, la vitesse ascensionnelle limite indiquée est lue sur le graphe de la figure 4. L'admission de débits supérieurs à cette valeur limite rend les pertes de boue inévitables.

On constate dans cet exemple que le doublement des MES ou de l'indice de boue nécessite de diviser par environ 2,5 le débit admis sur la station pour maintenir un bon fonctionnement du décanteur secondaire. La limitation volontaire du débit d'entrée est alors la solution extrême pour éviter les pertes de boues dans le milieu récepteur.

La maîtrise de l'indice de boue et le maintien à un niveau raisonnable de la teneur en boue du bassin d'aération constituent donc deux éléments essentiels du bon fonctionnement des stations d'épuration.

ÉVALUATION DU TEMPS DE SÉJOUR DE LA BOUE DANS UN CLARIFICATEUR

Cette fiche permet d'évaluer le temps de séjour de la boue, dans le clarificateur en fonctionnement. Il convient de vérifier que le calcul donne un temps de séjour inférieur à la valeur limite précisée dans le tableau 3.

Le temps de séjour de la boue dans un clarificateur correspond au temps disponible pour la sédimentation et l'épaississement. Au-delà d'un certain temps de séjour, le gain en épaississement est très faible et les conditions qui s'y développent peuvent occasionner des perturbations dans le clarificateur (dénitrification) ou dans la station (foisonnement).

Le temps de séjour de la boue à ne pas dépasser pour éviter une fermentation est fonction de la charge massique (taux de MVS) et du traitement recherché.

Les ordres de grandeur sont les suivants :

Charge massique Kg de DBO ₅ .kg de MVS ⁻¹ .j ⁻¹	Type de traitement associé au carbone	Temps de séjour à ne pas dépasser (en minutes).
< à 0,1	Avec nitrification et dénitrification	100 – 140*
De 0,1 à 0,25		90
De 0,25 à 0,8	Sans traitement de l'azote	De 30 à 80
> à 0,8		< à 30

* 140 minutes dans le cas d'une dénitrification poussée

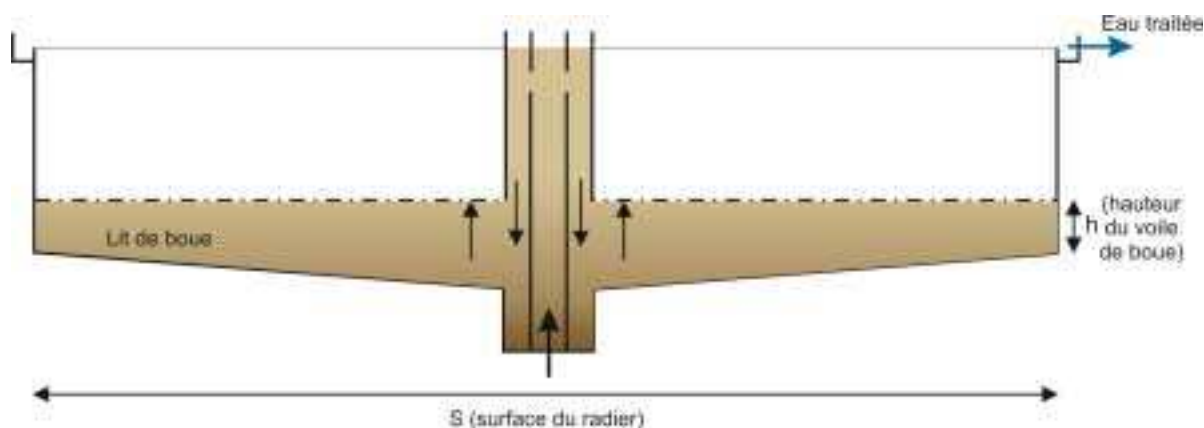
Tableau 3 – Temps de séjour de la boue dans un clarificateur à ne pas dépasser

Remarque : d'une façon générale, un temps de séjour de la boue dans le clarificateur inférieur à deux heures est souhaitable afin d'éviter tout risque de développement de bactéries filamenteuses . À noter que le temps de séjour de la boue varie en fonction du débit d'entrée et de recirculation.

➤ Démarche pour calculer le temps de séjour de la boue dans le clarificateur

Le temps de séjour de la boue dans le clarificateur peut être calculé ainsi :

temps de séjour de la boue = masse de boue dans le clarificateur/quantité horaire de boue recirculée



➤ Estimation de la masse de boue dans le clarificateur :

La masse moyenne de boue stockée dans le clarificateur est égale :

Masse de boue = Volume de boue x Concentration moyenne dans le lit de boue.

Volume de boue dans le clarificateur = hauteur du voile de boue (h) x surface du radier (S)

Concentration moyenne dans le lit de boue : Clb.

La hauteur moyenne du voile de boue dans l'ouvrage au cours de la journée peut être considérée comme le niveau du voile à l'équilibre (équilibre hydraulique et bilan matière).

Cette hauteur peut être estimée :

- à l'aide d'un détecteur de voile de boue, ou
- à l'aide d'un pompage avec descente progressive du tuyau d'aspiration.

La concentration moyenne dans le lit de boue (Clb) est obtenue d'une façon approchée par la formule suivante :

$$\text{Concentration moyenne de la boue (Clb)} = (2 \times \text{Cba} + \text{Cbr}) / 3$$

Cba : concentration en MES des boues du bassin d'aération

Cbr : concentration en MES des boues recirculées. (valeur mesurée ou calculée). Cette valeur peut être estimée à partir du taux de recirculation (Tr). À l'équilibre, le taux de recirculation (Tr) détermine le facteur d'épaississement de la boue (Fep) :

$$F_{\text{ép}} = \text{Cbr} / \text{Cba} = 1 + (1 / \text{Tr})$$

En fonction de l'indice de boue observé, il existe une valeur Cbr théorique limite qui ne peut être dépassée. Ainsi,

$$\text{si IB} < 200 \text{ mL.g}^{-1} \quad \text{Cbr limite à retenir} = 1000 / \text{IB}$$

$$\text{si IB} > 200 \text{ mL.g}^{-1} \quad \text{Cbr limite à retenir} = 1200 / \text{IB}$$

Exemple

Pour un taux de recirculation, Tr = 100 % soit 1,

$$F_{\text{ép}} = 1 + 1/1 = 2$$

$$\text{soit Cbr} = 2 \times \text{Cba}$$

➤ Estimation de la quantité horaire de boue recirculée : ce paramètre est fonction du débit de recirculation et de la concentration en MES des boues recirculées.

$$\text{Quantité horaire de boue recirculée} = \text{débit recirculé} \times \text{Cbr}$$

➤ Application

Débit de pointe : 188 m ³ .h ⁻¹	Volume journalier : 2260 m ³ .j ⁻¹
Surface du clarificateur : 314 m ²	IB : 120 mL.g ⁻¹ de MES
Concentration en MES des boues dans le bassin d'aération (Cba) : 4.2 g.L ⁻¹	Taux de recirculation (Tr) : 120 % soit 1,2
Hauteur du voile de boue (h) : 0.40 m	

➤ Rappel de la formule

$$\text{Temps de séjour de la boue} = \text{Masse de boue} / \text{Quantité horaire de boue re-circulée}$$

➤ Estimation de la masse de boue :

$$\text{Masse de boue} = \text{Volume de boue} \times \text{Concentration moyenne dans le lit de boue}$$

Volume de boue : surface du clarificateur/hauteur du voile boue (314 x 0.4) m³

$$\text{Concentration moyenne de la boue dans le lit de boue (Clb)} : \text{Clb} = (2 \times \text{Cba} + \text{Cbr}) / 3$$

Avec $F_{\text{ép}} = \text{Cbr} / \text{Cba}$ et $F_{\text{ép}} = 1 + (1 / \text{Tr})$ soit $F_{\text{ép}} = 1 + (1 / 1.2) = 1,8$

Ainsi $C_{br} = F_{ép} \times C_{ba}$ soit $C_{br} = 1,8 \times 4,2 = 7,7 \text{ g.L}^{-1}$

Vérification de la valeur calculée par rapport à la valeur limite (pour $IB=120 \text{ mg.L}^{-1}$) :

$C_{br \text{ limite}} = 1000/IB$

$C_{br \text{ limite}} = 1000/120 = 8,3 \text{ g.L}^{-1}$

La concentration limite des boues recirculées étant supérieure à la concentration des boues re-circulées (calculée), cette valeur peut être retenue.

Pour finir, $Clb = (2 \times 4,2 + 7,7) / 3 = 5,4 \text{ g.L}^{-1}$

Calcul du temps de séjour de la boue dans le clarificateur :

Temps de séjour de la boue = $(314 \text{ m}^2 \times 0,4 \text{ m} \times 5,4 \text{ g.L}^{-1}) / (94 \text{ m}^3.\text{h}^{-1} \times 1,2 \times 7,7 \text{ g.L}^{-1})$
= 0,8 heure

FICHE TECHNIQUE 3 – OBSERVATION MICROSCOPIQUE



Cette fiche détaille les méthodes pour identifier les bactéries filamenteuses dans les boues activées.

ÉCHANTILLONNAGE

Prélever les **échantillons de boue activée**, dans le bassin d'aération à un endroit où le brassage est efficace et en évitant les flottants qui peuvent être présents à la surface. Prélever un **échantillon de mousse** (ayant un aspect frais) soit à une extrémité du bassin d'aération, soit à la surface du clarificateur en évitant de prendre de l'eau.

Dans le cas où il existe plusieurs files en parallèle indépendantes (pas de recirculation croisée), il est intéressant de prélever des échantillons dans chacune des files : des conditions d'aération, d'agitation et d'alimentation et donc des populations dominantes peuvent être différentes.

Lors d'un épisode de crise (foisonnement, moussage, traitement curatif,...), les échantillons doivent être prélevés tous les jours. En période normale, un examen hebdomadaire peut suffire. On retiendra une fréquence de l'ordre du 1/3 de l'âge de la boue.

L'examen des échantillons doit se faire le plus rapidement possible. L'échantillon est stocké dans un flacon en plastique, rempli à moitié de boue et peut être conservé au réfrigérateur. Il est important de laisser suffisamment d'air dans le flacon pour éviter tout risque de dégradation anaérobie. L'échantillon n'est pas altéré par un transport de quelques heures à température ambiante.

Selon la charge massique de la station, un échantillon peut être conservé au réfrigérateur entre trois (cas des boues de forte charge) et dix jours (aération prolongée), sans modification notable du maillon filamenteux. En revanche, pour l'observation des protozoaires, l'état de fraîcheur est indispensable.

MICROSCOPE

Un microscope à contraste de phase équipé d'objectifs 10X et 100X permet un grossissement de l'ordre de 100 à 1000X. Ces conditions sont satisfaisantes pour l'observation microscopique des échantillons. Il permet d'observer les points suivants :

- taille et forme des floccs ;
- structure des floccs ;
- Protozoaires ;
- particules organiques et inorganiques ;
- bactéries libres dans le milieu [(Zooglea) formation de tétrades] ;
- abondance des bactéries filamenteuses ;
- morphologie des filaments.

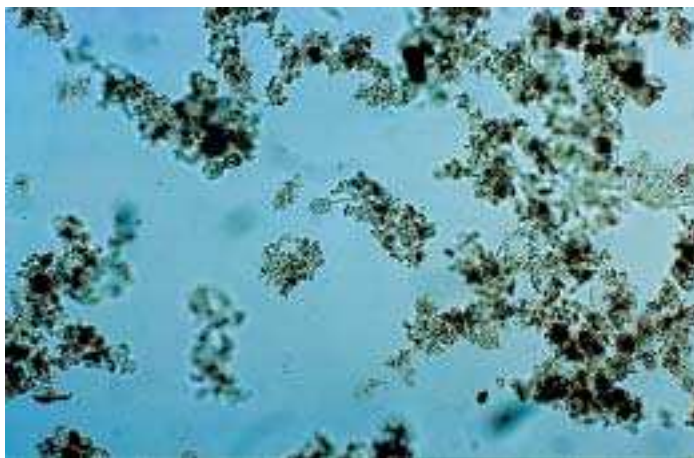


Figure 1 –
Observation au microscope objectif 10 X

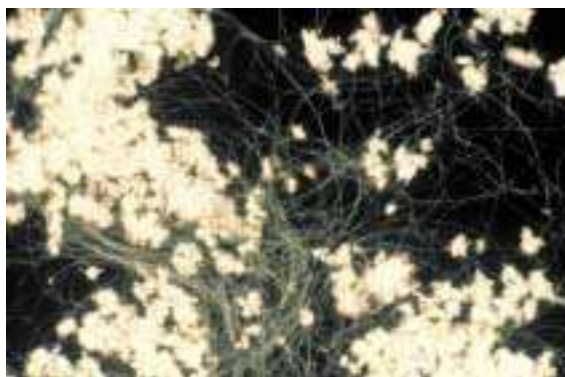


Figure 2 – Observation au microscope fond noir objectif 10 X

L'observation microscopique est effectuée en lumière directe et en contraste de phase. Une première étape à l'objectif 10 X permet une observation générale des boues. Une seconde étape à l'objectif 100 X permet une observation plus détaillée.

Remarque : en sélectionnant l'anneau de phase de l'objectif 100 avec l'objectif $\times 10$ ou $\times 20$, on obtient une illumination en fond noir très pratique pour observer les bactéries libres et les petits flagellés à déplacement rapide.

PRÉPARATION DE L'ÉCHANTILLON

Visualisation à l'état frais – Sur une lame d'observation (25 mm $\times$ 75 mm) propre et sèche (nettoyée au détergent puis à l'alcool en cas de la réutilisation de la lame), déposer une goutte d'échantillon bien agité. Recouvrir la préparation d'une lamelle (22 mm $\times$ 22 mm) et presser doucement pour chasser les éventuelles bulles d'air piégées entre la lame et la lamelle. Enlever l'excès de liquide sur les bords avec du papier absorbant. Identifier l'échantillon sur le bord de la lame.

Préparation pour une coloration – Sur une lame d'observation (25 mm $\times$ 75 mm) propre et sèche, déposer une goutte d'échantillon bien agité. L'étaler à l'aide d'une lamelle ou d'une pipette, sur la moitié de la surface de la lame. Laisser sécher l'échantillon à température ambiante. Il est préférable de ne pas sécher à la flamme, la chaleur risquant d'endommager les cellules bactériennes et modifier leurs critères morphologiques. Identifier sur le bord de la lame, l'échantillon et le type de coloration qui sera réalisée.

COLORATIONS

Les colorations réalisées en routine sont les colorations Gram et Neisser (*cf.* annexe n° 1). Elles permettent une caractérisation de la membrane bactérienne, critère clé de l'identification et de détecter la présence de granules de réserve.

Des colorations plus spécifiques peuvent être réalisées comme :

- la coloration à l'encre de Chine pour visualiser les exo-polymères ;
- la coloration au noir de Souchan des PHAs (poly β -hydroxyalkanoates), composés de stockage cellulaire ;
- la coloration au cristal violet pour visualiser la présence d'une gaine ;
- la coloration de Neisser met en évidence les réserves de polyphosphates.

ESTIMATION DU NOMBRE DE FILAMENTS

Il est possible de réaliser une estimation quantitative de l'abondance de filaments présents dans l'échantillon observé. Plusieurs techniques ont été développées, nous en présentons deux, relatives au nombre de filaments émergeant du floc.

❶ Longueur des filaments : l'observation microscopique de 50 µL de boues (soit une goutte) est réalisée avec un objectif 100 X. L'échantillon est étalé entre lame et lamelle et l'observation se fait sur la totalité des champs correspondants. Le microscope est équipé d'un oculaire gradué et l'on compte sur chaque champ le nombre d'intersections entre l'échelle de graduation et un filament. On peut ainsi exprimer une longueur de filament par µL.

Cette technique peut être utilisée en ne comptant qu'un nombre limité de champs (par exemple, ceux situés sur une médiane), dans ce cas, le calcul doit être ramené au nombre total de champs.

❷ Estimation subjective de l'abondance des filaments : Jenkins (1986) a déterminé une grille d'indices permettant de caractériser l'abondance des filaments présents par floc. L'observation se fait avec un objectif 100 X et on observe un indice moyen pour la totalité de l'échantillon, après examen de plusieurs champs.

Indice	Estimation	Explication
0	Absence	Pas de filament observé
1	Peu de filaments	Filaments présents occasionnellement dans certains floes
2	Quelques filaments	Filaments présents fréquemment dans certains floes
3	Fréquent	Filaments présents dans tous les floes à faible densité (1 à 5 par floc)
4	Très fréquent	Filaments présents dans tous les floes à moyenne densité (5 à 20 par floc)
5	Abondant	Filaments présents dans tous les floes à forte densité (> 20 par floc)
6	En excès	Filaments présents dans tous les floes (plus de filaments que de floes)

Remarque : il faut noter, toutefois, que ces techniques sont très consommatrices de temps. Une bonne corrélation existe entre la longueur totale de filaments et l'indice de boue. Dans le cadre de l'exploitation en routine, le calcul régulier de l'indice de boue peut être suffisant.

FICHE TECHNIQUE 4 – RELATION FILAMENTS ET FONCTIONNEMENT GÉNÉRAL DE LA STATION



Cette fiche présente les relations communément admises entre la présence d'un certain type de bactéries filamenteuses et les caractéristiques de fonctionnement de la station (en particulier la charge massique) et les caractéristiques de l'effluent.

TABLEAU 1 – CONDITIONS DE FAIBLE CHARGE OU AÉRATION PROLONGÉE

Filaments dominants	Type de station	Origine supposée du problème	Facteurs de développement ou aggravants	Type d'effluent	Solutions techniques envisageables
<i>Microthrix parvicella</i>	Aération prolongée ou faible charge massique	Carence nutritionnelle peu marquée	Carence en O ₂ – Temps d'anoxie trop long, septicité (soufre, AGV), flottants, dépôts, retour septique	Principalement ERU et/ou ERI	Zone de contact
Type 0041			Carence en nutriments (C), effluents dilués.		
Type 0092			Faible carence en nutriments (N ou P) et en O ₂ et flottants non repris (septicité)		
Type 0581			Carence en nutriments (N) et en O ₂		
Type 0675			Carence légère en nutriments et en O ₂		
Type 021 N	Aération prolongée ou faible charge massique	Forte carence nutritionnelle (industrie)	– Déséquilibre en nutriments (N) – Carence en O ₂ , à-coups de charge, soufre	Principalement ERI et/ou ERU	Zone de contact + complémentation en nutriments
Type 0961			Carence en nutriments (le plus souvent P, voir N)		
<i>Nocardioformes</i>	Aération prolongée ou faible charge massique	Âge de boue élevé, flottants persistants, et riche en acides gras	Flottants sur les ouvrages		
Algues pigmentées		Sous-charge de l'installation			

ERU : eau résiduaire urbaine ERI : eau résiduaire industrielle

TABLEAU 2 – CONDITIONS DE MOYENNE À FORTE CHARGE MASSIQUE

Filaments dominants	Type de station	Origine supposée du problème	Facteurs de développement ou aggravants	Type d'effluent	Solutions techniques envisageables
<i>Sphaerotilus natans</i>	Moyenne à forte charge massique (ERU) ou charge massique indifférenciée (ERI)	Substrat riche en hydrate de carbone Déséquilibres nutritionnels Carences nutritionnelles Variations de charge	Carence en O_2 et substrat facilement assimilable	ERU ERI	Complémentation en nutriments
Type 021 N			Déséquilibre en nutriments (N) – Carence en O_2 , à-coups de charge, soufre		
Type 0961			Carences en nutriments (le plus souvent en P voir N) : ERI agro-alimentaire	Industries agro-alimentaires	
Type 1701			Carence en O_2 et en nutriments, Déséquilibre, substrat facilement assimilable	ERU	Suroxydation des boues.
Type 1851			Déséquilibre en nutriments, carence en O_2	Industries agro-alimentaires/papeteries	Extension de la station
Type 1863					
Type <i>Nostocoida</i>				ERU + industries agro-alimentaire (substrat facilement assimilable)	Mise en place d'un premier étage à forte charge Mise en place d'une zone de contact

TABEAU 3 – SANS CONDITION DE CHARGE SPÉCIFIQUE

Filaments dominants	Type de station	Origine supposée du problème	Facteurs de développement ou aggravants	Type d'effluent	Solutions techniques envisageables
Type 021 N	Charge massique indifférenciée	Composés soufrés réduits dans l'effluent	Carence en nutriments (N) et en O ₂ (septicité) et à-coups de charge	ERU avec des longs temps de séjour dans le réseau ou des retours septiques de la filière boue. ERI	Oxydation des composés soufrés en amont du traitement. Sur-aération des boues.
<i>Thiothrix sp</i>			Soufre réduit, carence en nutriments (N) et en O ₂ , à-coups de charge		
<i>Beggiatoa sp</i>			Soufre réduit : anaérobiose (dépôts)		
Nocardioformes	Sans domaine précis de charge massique		Carence en nutriments (laiterie) et flottants persistants Âge de boue élevé	ERU et/ou ERI	Dénomination de l'âge de boue Extraction des mousses
Type 0914		Soufre réduit	Septicité		
Type 1851		Faible charge organique	Déséquilibre en nutriments et en O ₂	ERI : agro-alimentaires, papeteries et autres. ERU	Zone de contact
Saprospires : spirilles		Effluents septiques	Sous aération		Augmentation de l'oxygène
Type <i>Nostocoida</i>		Faible charge organique	Carence en nutriments (N) et en O ₂	ERI : facilement assimilable ERU : Nosto. II	Zone de contact
<i>Haliscomenobacter hydrossis</i>			Carence en O ₂ et substrat facilement assimilable	Eau résiduaire de papeterie et/ ERU	Augmentation de l'aération.
Type 803		Forte septicité et faible charge organique	Nombreux problèmes de réglages	ERU	Zone de contact
Champignons		pH variable effluents chimiques		ERI	

Remarques

- Si plusieurs germes cohabitent, il convient d'en tenir compte dans les solutions techniques préconisées.
- Les conditions d'exploitation déficientes constituent dans tous les cas un facteur aggravant.

FICHE TECHNIQUE 5 – TECHNIQUES DE LUTTE



Cette fiche apporte des éléments pour la mise en œuvre de la chloration d'une boue activée, les principes de dimensionnement d'une zone de contact et les principales caractéristiques de mise en œuvre des produits lésants et anti-mousses.

LA CHLORATION

PRINCIPE

L'objectif de la chloration est l'élimination ou l'affaiblissement de la population des bactéries filamenteuses sans trop altérer les bactéries floculées assurant le traitement de l'eau. Les bactéries filamenteuses émergeant du floc, présentent une surface de contact avec le liquide interstitiel importante. Elles sont *a priori* plus facilement atteintes par l'action oxydante du chlore.

Il faut veiller à extraire un maximum de boue possible (compatible avec le maintien des capacités de traitement) avant de démarrer la chloration afin de limiter la dose de chlore utilisée. La chloration doit être pratiquée en continu sur une période minimale de huit à dix jours. Par conséquent, il faut prévoir un approvisionnement suffisant pour assurer un traitement continu.

LES TAUX DE TRAITEMENT (G DE CHLORE PAR KG MVS ET PAR J)

Deux paramètres permettent de dimensionner une chloration : le taux de chlore (en g de chlore.kg⁻¹ MVS.j⁻¹) et la concentration en chlore au point d'injection (en mg.L⁻¹).

Dans l'état actuel des connaissances, **un taux initial de 4 g de chlore. kg⁻¹ MVS.j⁻¹** (en hiver) est recommandé, dans la mesure où l'on n'observe pas trop d'altération de la nitrification. Ce taux est à maintenir au moins trois jours consécutifs avant, le cas échéant, de l'augmenter. Selon l'intensité du foisonnement, on peut démarrer la chloration à un taux plus faible.

En pratique, les **concentrations moyennes en chlore au point d'injection sont de l'ordre de 4 à 20 mg Cl₂.L⁻¹**. La concentration maximale au point d'injection ne doit pas excéder 35 mg.L⁻¹ (rapport de la masse totale de Cl₂ injectée par jour sur le débit total passé au point d'injection) ; il est impératif de multiplier les points d'injection si les doses à injecter ne permettent pas de respecter cette valeur limite.

À noter que le taux de passage théorique, d'une particule de boue au point d'injection devra être supérieur à 2,5 fois par jour. Le **taux de passage** se calcule à partir de la masse totale de MES passant dans la journée au point d'injection divisée par la masse totale de MES du système.

Remarque : pour estimer l'efficacité du traitement, il est nécessaire de connaître la concentration en ammoniac au point de chloration. En présence de chlore, l'ammoniac se transforme en monochloramines ; ce composé a un pouvoir oxydant plus faible que le chlore mais un temps de persistance plus long. Ainsi, pour un rapport massique Cl₂/N-NH₄ ≤ 5, tout le chlore disponible est transformé en chloramine.

À noter, que le nitrate réagit également avec le chlore avec un rapport massique de 5,1 mg Cl₂/mg N-NO₃. Les nitrites sont souvent en faible concentration, sauf dans le cas de certaines installations industrielles utilisant l'acide nitrique comme solution de lavage.

L'efficacité du traitement au chlore est également fonction du type de filament majoritaire.

LE POINT DE CHLORATION

C'est un élément important dans la mise en place du traitement. En effet, le chlore en tant qu'oxydant puissant, est rapidement dégradé par la matière organique. On recommande d'appliquer ce traitement dans la conduite de recirculation en amont d'un coude afin de traiter la totalité des boues après consommation de la matière organique. Trois arguments justifient ce choix :

- traitement de toutes les boues,
- point d'injection éloigné de l'arrivée de l'eau brute,
- bonne diffusion du chlore dans tout le volume grâce à la turbulence engendrée par le pompage.

Les autres points de chloration possibles sont soit directement dans le bassin d'aération, soit sur une conduite pompant dans le bassin d'aération et rejetant dans ce même bassin (recirculation des « nitrates »). Toutefois, ces deux points ne permettent pas une bonne maîtrise du taux de traitement.

La pompe de recirculation doit être mise en marche en continu (24h/24), le débit de chlore doit être de préférence asservi à la pompe (dans tous les cas, arrêt impératif de la pompe de chlore en cas d'arrêt de la pompe de recirculation).

SUIVI DE L'EFFICACITÉ DU TRAITEMENT

Les modifications de réglage (effectuées avec un pas de temps égal ou supérieur à deux jours) seront basées impérativement sur l'observation des effets enregistrés afin d'éviter tout surdosage qui aurait pour conséquence une dégradation sensible de l'activité biologique. L'observation microscopique (plage blanche pour des filaments à gaine, fragments courts pour les autres), l'indice de boue, la qualité de l'eau épurée (défloculation) et la quantité de mousse présente sont les meilleurs indicateurs de l'efficacité de la chloration. Le suivi des protozoaires est également un indicateur de l'impact du traitement.

Pour un traitement efficace, il convient de prolonger la chloration jusqu'à obtenir un indice de boue satisfaisant de l'ordre de 100 mg.L⁻¹.

Dans le cas des stations nitrifiantes, il est recommandé d'ajuster la dose de chlore pour préserver au moins partiellement la nitrification (mesures ponctuelles de l'ammoniaque en sortie de station).

En cas de défloculation importante (concentration en MES dans l'eau de sortie) il convient de multiplier les points d'injection pour une même quantité de chlore injectée. Ceci s'observe auprès quelques jours de traitement et traduit la rupture de fragments de filaments. L'apparition d'une couleur blanchâtre de la boue voire de la mousse peut également accompagner la défloculation..

Remarque : les premiers jours, la chloration peut s'accompagner d'un accroissement du volume des mousses.

CAS DES MOUSSES BIOLOGIQUES

Cette technique peut également être utilisée pour traiter les flottants d'origine biologique par aspersion d'eau de Javel pure (pulvérisateur – Prendre toutes dispositions sécuritaires pour le manipulateur). Il convient d'en estimer la masse. En cas de surface à traiter excessive, les mousses seront réintroduites dans la liqueur, par tout moyen adapté, pour qu'elles puissent être traitées en même temps que les boues, au niveau de la recirculation.

MODALITÉS PRATIQUES

Le chlore est particulièrement agressif pour les muqueuses : le port de lunettes, de gants voire de masque est nécessaire pour toute manipulation.

La chloration est en général réalisée au moyen d'eau de Javel du commerce, 48° chlorométriques soit environ 152 g de Cl₂ libre par litre (1° chlorométrique = 3,17 g.L⁻¹ de chlore actif).

La diminution du titre de l'eau de Javel dans les conditions optimales de stockage est de 1° par semaine durant les trois premiers mois. Le titre se stabilise autour de 30° et atteint une valeur de 25° au bout d'un an. Cette diminution est d'autant plus forte que le produit est stocké à la lumière et à la chaleur. Il convient donc de titrer l'eau de Javel avant chaque utilisation.

Rappel : les doses généralement utilisées sont de 4 à 6 g de Cl₂.kg⁻¹ MVS.j⁻¹.

Les doses maximales sont de l'ordre de 15 g de Cl₂.kg⁻¹ MVS.j⁻¹.

Les concentrations en chlore au point d'injection sont inférieures à 35 mg de Cl₂.L⁻¹ de boue.

Application – Exemple de dimensionnement d'une chloration par injection au point de recirculation

Volume du bassin d'aération, V_{BA} : 680 m³ ;

Volume du clarificateur occupé par des boues V_{DB} : 100 m³ ;

Concentration en MES dans le bassin d'aération C_{BA} : 3,5 g.L⁻¹ et $C_{Brecircul} = 5$ g/L;

Teneur en MES en recirculation $C_R = 5$ g.L⁻¹

Estimation de la concentration en MVS : $MVS = 0,8$ MES

Débit de recirculation Q_R : 60 m³.h⁻¹ ;

Chlore en solution commerciale à 48° chlorométrique soit (1° Cl = 3,17 g de chlore actif.L⁻¹) : 152 g de chlore actif par litre ;

Dose à appliquer (1^{er} temps) : 4 g de Cl₂.kg⁻¹ de MVS.j⁻¹ ;

Il s'agit de définir le débit de la pompe à chlore Q_{Cl} (L.h⁻¹).

Estimation de la masse totale en MES :

Masse en MES = $V_{BA} \times C_B + V_{DB} \times ((C_R + 2C_{BA})/3)$;

Soit $680 \times 3,5 + 100 \times 4 = 2\,780$ kg de MES

Masse totale en MVS = $2\,780 \times 0,8$

Soit 2 224 kg de MVS

Masse de Cl₂ injectée par jour :

Masse de Cl₂ = masse en MVS x dose de chlore

Soit $2\,224 \times 4 = 8\,896$ g Cl₂.j⁻¹

Volume à utiliser par jour (solution à 152g.L⁻¹) :

Soit 59 L.j⁻¹ ou 2.4 L.h⁻¹

Dimensionnement

Concentration au point d'injection (g de Cl₂.m⁻³ recirculé) :

$C = \text{Masse de Cl}_2 \text{ injectée par jour} / \text{Débit journalier de la recirculation}$

Soit $C = 8\,896 / 60 \times 24$; **$C = 6,2$ g Cl₂.m⁻³ (ou mg.L⁻¹)**

Taux de traitement au point d'injection (g de Cl₂.kg⁻¹ MVS.j⁻¹) :

$T = \text{Masse de Cl}_2 \text{ injectée par jour} / \text{Flux massique au point d'injection}$

Soit $T = 8\,896 / 60 \times 24 \times 5 \times 0,8$;

$T = 1.54$ g de Cl₂.kg⁻¹ MVS.j⁻¹

Fréquence de passage d'une même particule au point d'injection (j⁻¹) :

$F = \text{Flux massique au point d'injection} / \text{Masse totale de MVS}$

Soit $F = 60 \times 24 \times 5 \times 0,8 / 2\,224$;

$F = 2.6$ j⁻¹

LA ZONE DE CONTACT

La zone de contact est un ouvrage situé à l'amont du bassin d'aération. Comme son nom l'indique, son principe repose sur la mise en contact d'une partie de l'eau usée avec la boue activée. Cet ouvrage a un impact sur la dynamique des populations bactériennes, les bactéries filamenteuses ayant en général une vitesse de capture du substrat plus faible que les bactéries floculées. Ce type de traitement est particulièrement indiqué dans les cas où la présence des bactéries filamenteuses est liée à une charge massique trop faible dans le bassin d'aération. Son avantage est d'avoir un coût de fonctionnement très faible (hors investissement). Cette technique atteint des résultats notables après un délai de l'ordre de deux fois l'âge de boues.

L'efficacité de la zone de contact nécessite l'application de certaines recommandations concernant les points suivants : les arrivées des effluents et des boues doivent être rassemblées en un même point afin d'optimiser le mélange et le temps de contact. Dans le cas d'une alimentation syncopée (poire de niveau par exemple), les arrivées boues-effluents seront synchronisées. L'ouvrage doit impérativement être brassé pour, d'une part, favoriser un contact rapide de l'effluent et de la boue et, d'autre part, éviter l'accumulation de dépôts en fond de bassin. Ce brassage peut entraîner une augmentation des flottants. Leur extraction fréquente et leur évacuation hors de la station paraît souhaitable.

Pour obtenir les résultats escomptés, une exploitation attentive est indispensable et demande un suivi tout particulier du maintien des concentrations en MES dans la zone de contact afin de respecter les paramètres de dimensionnement. La stabilité de la concentration de boue permet de limiter la fréquence des réglages.

Le dimensionnement d'une zone de contact dépend des caractéristiques qualitatives et quantitatives des effluents d'entrée. Cet ouvrage fonctionne à une charge appliquée de l'ordre de 100 mg de DCO.g⁻¹ de MES et un temps de contact de l'effluent avec la boue de dix minutes.

DIMENSIONNEMENT DE LA ZONE DE CONTACT

Ces calculs sont effectués sur les pointes de pollutions, de temps sec, mais il est intéressant de les réaliser également à partir des valeurs moyennes afin de connaître les fluctuations des paramètres de fonctionnement de l'ouvrage pendant la journée. Ces valeurs devront être ajustées en fonction de l'évolution des données de base.

Calcul du débit des boues à recirculer (Q_b en m³.h⁻¹) :

$$Q_B = (DCO_{fa} \times Q_e) / (C \times C_r)$$

Q_e = débit d'eau résiduaire pendant les heures les plus chargées (en m³.h⁻¹)

DCO_{fa} = concentration en DCO soluble facilement assimilable (mg.L⁻¹)

C = charge massique appliquée dans la zone (C=100 mg DCO.g⁻¹ MES)

C_r = Concentration moyenne des boues alimentant la zone de contact (concentration des boues de recirculation en mg.L⁻¹)

Calcul du volume de la zone de contact (V en m³) :

$$V = [T (Q_e + Q_b)] / 60$$

Q_e : débit d'eau résiduaire pendant les heures les plus chargées (en m³.h⁻¹)

Q_b : débit des boues recirculées dans la zone de contact (en m³.h⁻¹)

T : temps de contact eaux usées/boues (de l'ordre de 10 min)

Application

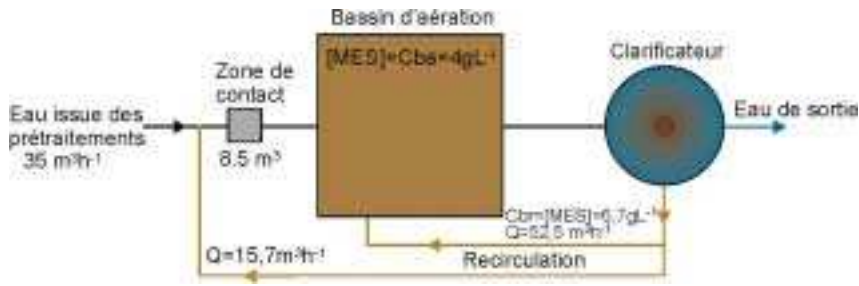


Figure 1 –Schéma de la zone de contact

Débit journalier (Q_e) : $300 \text{ m}^3 \cdot \text{j}^{-1}$

Débit moyen horaire (Q_e moyen) : $12.5 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$

Débit pointe horaire (Q_e pointe) : $35 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$

Concentration en DCO de l'effluent brut (DCO) : $700 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$

DCO facilement assimilable de l'effluent brut (heures les plus chargées) (DCOfa) : $300 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$

Concentration en MES dans le bassin d'aération (C_{ba}) : $4 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$

Concentration en MES au niveau de la recirculation (avec un taux de recirculation de 150%) (C_{br}) : $6.7 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$

Charge appliquée dans la zone de contact (C) : $100 \text{ mg DCO} \cdot \text{g}^{-1} \text{ MES}$

Temps de contact en pointe (T) : 10 minutes

Débit des boues à la recirculation :

$$Q_b = (\text{DCOfa} \times Q_e) / (C \times C_r)$$

$$Q_b = (300 \times 35) / (100 \times 6.7)$$

Soit $15,7 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ (en moyenne $5.6 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$) ; le débit de recirculation dans la zone de contact sera de $16 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$

Volume de la zone de contact :

$$V = T \times (Q_e + Q_b) / 60$$

$$V = (10 \times (35 + 15.7)) / 60$$

Soit $8,45 \text{ m}^3$; le volume de la zone de contact sera donc de $8,45 \text{ m}^3$ dimensionné sur le débit de pointe.

Remarque : en fonctionnement, le débit des boues à recirculation sera adapté au taux de charge entrant sur la station d'épuration.

LES SELS MÉTALLIQUES, LES PRODUITS MINÉRAUX ET LES POLYMÈRES

Les produits utilisés sont le plus souvent :

- des sels métalliques qui facilitent l'agglomération des floccs sans être toxiques pour les microorganismes aux doses normalement préconisées ;
- des produits minéraux qui vont s'adsorber sur le flocc et augmenter la vitesse de sédimentation ;
- des polymères qui permettent la floculation (adhésion) des particules entre elles.

LES SELS MÉTALLIQUES

Parmi ces produits, on utilise de préférence les sels de fer pour des raisons économiques. Ils participent également à l'élimination partielle du phosphore présent dans les eaux à traiter, mais ce n'est pas ici l'effet recherché.

Les sels métalliques permettent d'agglomérer les fines particules et de réduire leurs pertes (agglomérants). Leur efficacité n'est pas garantie et il est souhaitable de réaliser des essais préalables. Les doses injectées sont assez variables d'un essai à l'autre : en général de 4 à 10 g de fer ou d'aluminium par m³ d'eau traitée. Il faut mentionner que les conditionnements se présentant sous forme liquide sont plus faciles à mettre en œuvre.

Traitement chimique	Dose*	Point d'injection	Commentaires
FeCl ₃	4 à 10 g de métal.m ⁻³ d'eau traitée	Différents points d'injection envisageables : bassin d'aération, avant le déga-zeur, poste de recirculation (mélange rapide).	Surveiller le pH du système (consommation du TAC préjudiciable à la nitrification)
Clairtan (chlorosulfate de fer)			
Polychlorosulfate d'aluminium			
Aluminate de sodium			
Polychlorure d'aluminium			
Chlorosulfate d'aluminium			

* : dose choc (60 g de métal.m⁻³ d'eau traitée) puis une dose d'entretien (6 g de métal.m⁻³)

NB : les sels métalliques n'auront qu'un faible effet lestant ; ne pas se tromper d'objectif.

L'utilisation des sels d'aluminium est recommandée dans le cas d'eau douce.

LES PRODUITS MINÉRAUX

Ces produits ont un effet de lestage immédiat sur les boues et leur efficacité est obtenue après quelques heures d'application d'une dose choc (de l'ordre d'un gramme de produit/g de MES) suivi d'une dose d'entretien.

Cette période de lestage permet de mettre en œuvre par exemple des techniques chimiques de lutte sur le filament lui-même, ou d'attendre une amélioration de la situation après 1 à 2 âges de boue après modifications des consignes d'exploitation.

Des essais préalables (test de décantation) sont indispensables pour mesurer l'effet des produits sur la boue et les doses à appliquer (ces tests sont en général appliqués par les fournisseurs).

Les principaux produits sont :

Produit	Doses préconisées	Commentaires
Apatite Argile Bauxite	—	} Augmentation de la turbidité de sortie
Bentonite	0,7 à 1,2 g.g ⁻¹ de MVS	} Gonflement pouvant perturber l'effet lestant
Carbonate de calcium Chaux Cendres* Talc	0,75g.g ⁻¹ de MES 0,3 à 1,2 g.g ⁻¹ de MES	} Modification du pH. Risque de colmatage sur les diffuseurs fines bulles.

* En accord avec la réglementation en vigueur sur la valorisation des boues

LES ANTI-MOUSSES

L'utilisation d'anti-mousses permet d'introduire les flottants ou mousses dans la boue pour qu'ils puissent bénéficier du traitement appliqué aux boues, par des techniques chimiques telles que la chloration.

L'injection d'anti-mousses peut être accompagnée ou non d'un traitement par coagulant. Les doses de traitement sont de 0,8 à 6 g par m³ d'eau traitée pour l'anti-mousse et de 5 à 8 g de fer par m³ d'eau traitée pour le coagulant (voir § précédent). Lorsque l'anti-mousse est bien choisi ou bien adapté, l'effet du traitement est instantané, mais la remise en suspension des filaments provoque parfois leur remontée en surface du clarificateur. Dans environ un cas sur deux, la situation a été rétablie par l'ajout de coagulant. Très logiquement, les mousses se reforment rapidement (quelques heures) après l'arrêt du traitement.

Grâce à la rapidité de leur effet, les anti-mousses, de préférence associés à un coagulant, permettent de contrôler des cas de moussages critiques. Cette utilisation doit être limitée dans le temps. Les anti-mousses à base de silicone altèrent la qualité des membranes des diffuseurs d'air.

Le point d'injection est le plus souvent localisé à l'endroit où le moussage est le plus important.

Dose	Durée	Point d'injection
0,8 à 6 g.m ³ d'eau traitée (associée à l'ajout de 4 à 10 g de fer.m ³ d'eau traitée)	Quelques heures à deux jours	Dans le poste de recirculation ou au niveau de la turbine

FICHE TECHNIQUE 6 – POINTS ESSENTIELS D'EXPLOITATION

► Cette fiche récapitule les points sensibles et les recommandations principales (de conception et d'exploitation) à appliquer pour l'ensemble des étapes de traitement de l'eau usée.

LE RÉSEAU

Conception		Exploitation		
Ne pas dépasser la valeur limite de 1 à 2 mg.L ⁻¹ en H ₂ S dissous et en EH de 50 à 100 mV, à l'entrée de la station				
Assurer la ré-oxygénation dans les postes de relèvement (par chute d'eau essentiellement, tenir compte de l'éventuel stripping d'H ₂ S générant odeurs et corrosion). À noter le respect des consignes de sécurité concernant la teneur en H ₂ S.				
Limiter les temps de séjour dans les postes de relevage en optimisant le nombre de démarrages des pompes. Cependant, il convient de veiller à ne pas dépasser un certain nombre de démarrages dans l'heure, nombre qui sera fonction de la puissance de la pompe :				
Puissance de la pompe en kW	< 4	4 à 11	12 à 30	> 30
Nombre maxi de démarrages/heure	15	12	10	6
Temps mini entre deux démarrages en mn	4	5	6	10
Éviter les dépôts et les flottants dans le réseau et les postes de relevage				

LE BASSIN TAMPON

Conception	Exploitation
Limiter les temps de séjour à 24 h	
Prévoir la possibilité de vidange complète de l'ouvrage, ce qui implique : – une fosse de pompage ou un fond conique ; – un type d'aérateur capable de fonctionner à bas niveau (type hydro-éjecteur sur flotteur- diffuseur moyennes ou grosses bulles...) ; – un système de brassage	Vérification de l'absence de dépôt

LE DÉGRAISSEUR

Conception	Exploitation
Aéré Dimensionnement correct de l'aéroflot et de la grille (diamètre des bulles) $P_i = 30 \text{ W.m}^{-3}$ (valeur idéale) $P_i = 50 \text{ W.m}^{-3}$ (valeur maximum) Zone calme au-delà de la jupe Aéré et statique Bon raclage de surface, bonne reprise des flottants. Extraction efficace des dépôts (sables) en fond d'ouvrage.	Vérification du bullage correct Élimination des flottants Extraction journalière (si opération manuelle) des sables et dépôts de fond d'ouvrage Vidanger l'ouvrage en cas de non utilisation

LE DÉCANTEUR PRIMAIRE

Conception	Exploitation
Limitation du temps de séjour de la boue et de l'eau	
Limitier le temps de séjour des boues primaires et de l'eau (< 2 h) Système de piégeage efficace des flottants	Maintenir des faibles niveaux de boue Vérifier la bonne reprise des boues Élimination systématique des flottants

LES RÉACTEURS BIOLOGIQUES

Conception	Exploitation
Pour tous les bassins Prévoir systématiquement le passage d'un bassin à un autre par sur-verse libre. Sinon, prévoir la possibilité de retirer périodiquement une partie au moins des cloisons siphonides (objectif : ne jamais laisser s'accumuler des flottants, permettre donc leur élimination « naturelle »).	Mesurer l'indice de boue hebdomadairement
Pour un bassin d'anoxie Temps de passage (débit d'eau brute + débit de recirculation) entre 1 h et 2 heures.	Vérifier l'absence de dépôts
Pour un bassin d'anaérobie Temps de passage (débit d'eau brute + débit de recirculation) entre 2 h et 4 heures.	Vérifier l'absence de dépôts
Pour un bassin d'aération Profiter des dispositions type chenal pour organiser l'évacuation des mousses (barrière flottante) Raclage manuel (type boudin flottant) si besoin, pour extraire les mousses. Limitier la chute d'eau vers le clarificateur	Réglage adéquat de l'aération en fonction de la charge et du mode hydraulique (mélange piston — mélange intégral). Ne jamais programmer un temps d'arrêt de l'aération supérieur à deux heures. Vérifier la concentration d'oxygène dans le bassin, surtout dans le cas de flux piston. (voir fiche « capteurs » pour plus de précisions sur le nombre et la localisation des capteurs oxygène). Moduler la concentration de MES⁵. 4 g.L⁻¹ (pour maintenir la charge massique, voir chap. 3 et fiche technique 2).

LE DÉGAZEUR

Conception	Exploitation
Ouvrage obligatoire dès que la chute d'eau entre le bassin d'aération et le clarificateur est supérieure à 0,5 m	
Prévoir une sur-verse avec évacuation directe vers le traitement des boues De préférence ne pas couvrir l'ouvrage Mise en place d'une rampe d'arrosage pour chloration éventuelle des mousses ou rabattage à l'eau Dimensionnement : $1\text{ m}^2/1000\text{ eh}$ et $2,5\text{ m}^2/5000\text{ Eh}$ et en général une vitesse ascensionnelle inférieure à $2,5\text{ cm.s}^{-1}$ Limiter les entraînements de gaz vers l'ouvrage par une chute d'eau modérée	Élimination des flottants dans la filère boue.

LE CLARIFICATEUR

Conception	Exploitation
Ne pas accumuler de boues, ne pas laisser des flottants	
Vérifier que les seuils de la vitesse ascensionnelle et du temps de séjour des boues ne sont pas dépassés (cf. fiche technique 2). Vérifier que la vitesse de passage dans le <i>clifford</i> est inférieure à $2,5\text{ cm.s}^{-1}$	Ne pas arrêter la recirculation pour concentrer les boues avant leur extraction vers l'épaississeur ou un arrêt maximal de deux heures Vérifier la bonne reprise des boues sur toute la longueur du pont. Vérifier la non formation de dépôt sur les herses. Évacuer ou plomber les flottants par aspersion

LA FILIÈRE DE TRAITEMENT DES BOUES

Conception	Exploitation
Éviter les retours en tête de station d'épuration	
Épaississeur* : temps de séjour des boues comme de l'eau inférieur à deux jours Silo de stockage** : supprimer si possible ces retours qui sont forcément septiques Le système de déshydratation doit être largement dimensionné. Son fonctionnement doit être le plus continu possible.	Vidange complète avant les week-ends prolongés Alimentation contrôlée pour éviter les à-coups hydrauliques. Diminution du temps de séjour des surnageants : alimentation régulière en eau épurée par exemple

*Pour une information complète on pourra se référer à l'article du GIS- Biostep « L'épaississement des boues : les règles de bonne gestion. TSM, n° 4, 2002, p. 27-37 » [Publications:02/0171]

**L'utilisation de lit de séchage est tout à fait propice au traitement de cet effluent. Il peut être dans ce cas retourné en tête.

FICHE TECHNIQUE 7 – NUTRIMENTS



Cette fiche détaille les caractéristiques des différentes formes de l'azote (N) et du phosphore (P) que l'on retrouve dans une eau usée urbaine.

Le traitement biologique est basé sur une activité bactérienne aérobie (et/ou anaérobie facultative) qui assure une assimilation de la matière organique des eaux usées et sa transformation en biomasse microbienne.

Les formes assimilables de l'azote et du phosphore sont l'azote ammoniacal (N-NH_4^+) et les orthophosphates (P-PO_4^{3-}).

Pour le traitement de 100 mg de DBO_5 , on estime un besoin de 5 mg en N-NH_4^+ et de 1 mg en P-PO_4^{3-} . Ce ratio s'écrit généralement de la façon suivante : C/N/P de 100/5/1 et sous-entend les formes assimilables suivantes :

$$\text{DBO}_5 / \text{N-NH}_4^+ / \text{P-PO}_4^{3-} = 100/5/1$$

En moyenne, la composition de la biomasse produite, exprimée en MES est de 6 % d'azote et de 1 % de phosphore ou, exprimée en MVS, de 8 à 9 % d'azote et de 1,5 à 2 % de phosphore.

Exemple : ainsi, sur la base d'une production de boue de 0,8 kg de MES par kg de DBO_5 éliminée, les besoins réels pour traiter 100 g de DBO_5 sont :

4,8 g de N-NH_4^+ ($100 \times 0,8 \times 6\%$) et 0,8 g de P-PO_4^{3-} ($100 \times 0,8 \times 1\%$) soit un ratio de 100/4,8/0,8.

Le ratio $\text{DBO}_5 / \text{N-NH}_4^+ / \text{P-PO}_4^{3-}$ de 100/5/1 intègre une valeur sécuritaire.

Les concentrations des eaux d'entrée de stations d'épuration sont habituellement les suivantes :

Paramètres	Valeurs moyennes en mg.L^{-1}
DCO	700 - 750
DBO_5	300
Ratio DCO/ DBO_5	2,4
NK	70
N-NH_4^+	45 - 50
PT	15
P-PO_4^{3-}	10

Les valeurs habituelles donnent un ratio de 100/15/3 ($300/45/10$), on estime que les nutriments sont largement excédentaires dans le cas d'effluents domestiques classiques. En revanche, le ratio d'équilibre nutritionnel devra être systématiquement vérifié dans le cas d'effluents industriels ou mixtes (souvent déficit en nutriments).

Dans le cas où un complément en nutriments doit être réalisé afin de rééquilibrer l'effluent à traiter, les produits listés dans le tableau suivant peuvent être utilisés. Ils seront apportés soit directement dans le réacteur biologique, soit directement dans les eaux brutes déséquilibrées (souvent dans un bassin tampon).

Paramètre	Forme assimilable	Produit commercial	Formule	Formes disponibles	Pourcentage de forme assimilable	Autres caractéristiques
Azote	Azote ammoniacal	Sulfate d'ammonium	$(\text{NH}_4)_2 \text{SO}_4$	Poudre	20 à 21 % de N (attention : 23 à 24 % de S)	Légèrement acide (pH de l'ordre de 6)
	Azote ammoniacal	Ammoniaque (alcali)	NH_4OH (pureté 30 % en volume)	Liquide	0,22 kg de N/litre d'alcali	Produit basique dangereux
	Azote ammoniacal	Ammonitrates	NH_4NO_3	Solide (granulés)	33,5% d'azote total avec 16,7% d'azote nitrique et 16,8% d'azote ammoniacal	—
	Nécessite une ammonification	Urée (azote organique)	$(\text{NH}_2)_2\text{CO}$	Solide	460 g d'Azote/kg de produit	—
Produit combiné en N et P	Azote ammoniacal orthophosphate	Phosphate diammonique	$(\text{NH}_4)_2 \text{HPO}_4$	Poudre	21 % de N et 23.3 % de P	Peu recommandé car trop de P par rapport au N
Phosphore	Phosphate	Acide ortho-phosphorique	H_3PO_4	Liquide	3 formes 45 % H_3PO_4 61 % H_3PO_4 75 % H_3PO_4	Produit acide dangereux
	Phosphate	Phosphate disodique	Na_2HPO_4	Cristallisé	21% en P	Produit basique peu dangereux
	Phosphate	Phosphate trisodique	Na_3PO_4	Cristallisé	19% en P	Produit basique peu dangereux
	Phosphate	Superphosphate	—	Poudre (engrais)	—	—

Autre élément : source de carbone

Dans certains cas, c'est la source de carbone qui peut faire défaut à une étape particulière du traitement. Il s'agit le plus souvent de déficit en carbone pour assurer une bonne dénitrification, lorsque la quantité d'azote à traiter est particulièrement élevée, ou que la limite du rejet est particulièrement basse.

Le méthanol est préférable à l'éthanol : il est moins onéreux et occasionne une production de boues plus faible (moins de colmatage également).

FICHE TECHNIQUE 8 – PRINCIPAUX PARAMÈTRES ANALYTIQUES

► Cette fiche rassemble les définitions et valeurs usuelles des principaux paramètres qui régissent le traitement de l'eau usée par voie biologique.

Paramètres	Signification	Valeurs usuelles d'une eau usée domestique normalement concentrée	Seuil de détection	Méthode AFNOR
Potentiel d'hydrogène (pH)	Caractérise le degré d'acidité ou de basicité d'un milieu. pH < à 7 : milieu acide pH > à 7 : milieu basique	7,5 à 8,5 (Unité pH)		AFNOR NF T 90-008
Conductivité (Ω)	Indique l'aptitude d'une eau à conduire le courant électrique. Celle-ci dépend de la teneur en sels dissous dans l'eau. Si les sels dissous augmentent, la conductivité augmente.	1100 μS/cm (Micro-siemens/cm)		AFNOR NF EN 27888
Demande chimique en oxygène (DCO)	Caractérise la quantité de matière organique biodégradable ou non, mesurée par dosage chimique. Attention à la valeur en présence de chlorures	700 – 750 mg d'O ₂ .L ⁻¹	30 (O ₂)	AFNOR NF T 90-101
Demande biochimique en oxygène en 5 jours (DBO ₅)	Caractérise la quantité de matière organique biodégradable en 5 jours. Attention à la valeur en cas de carence N ou P ou pH anormal	300 mg d'O ₂ .L ⁻¹	3	AFNOR NF EN 1899-1
Matières en suspension (MES)	Caractérise les matières en suspension constituées de matière organique et de matière minérale.	250 mg de MES.L ⁻¹	2	AFNOR NF EN 872
Matières Volatiles en Suspension (MVS)	Correspond à la fraction organique des matières en suspension.	225 mg de MVS.L ⁻¹		AFNOR NF T 90-105
Azote Kjeldahl (N-NK)	Caractérise l'azote qui comprend l'azote organique et l'azote ammoniacal	75 mg de N-NK.L ⁻¹		AFNOR NF T
Azote ammoniacal (N-NH ₄ ⁺)	Constitue une étape du cycle de l'azote (minéralisation de la matière organique). Il est issu de l'ammonification de l'azote organique présent dans les eaux usées. Il correspond à la forme assimilable pour l'activité bactérienne nécessaire au traitement biologique.	50 – 55 mg de N-NH ₄ ⁺ .L ⁻¹	0,02 (N)	NF T 90-015-2 (2000)
Nitrites (N-NO ₂ ⁻)	Produit de la 1 ^{ère} étape de nitrification du cycle de l'azote. C'est une forme peu stable et leur présence en quantité significative est un indicateur de blocage de l'activité biologique.	0 mg de N-NO ₂ ⁻ .L ⁻¹	0,005 (N)	AFNOR EN 26777
Nitrates (N-NO ₃ ⁻)	Produit final de la nitrification.	0 mg de N-NO ₃ ⁻ .L ⁻¹		AFNOR NF T

Paramètres	Signification	Valeurs usuelles d'une eau usée domestique normalement concentrée	Seuil de détection	Méthode AFNOR
Phosphore total (PT)	Représente le phosphore dans toutes ses formes : particulaire, dissous, organique et minéral.	15 – 20 mg de PT.L ⁻¹		AFNOR NF T
Ortho-phosphates (P-PO ₄ ⁻)	Représente la forme minérale dominante du phosphore soluble dans l'eau. Il s'agit de la forme assimilable pour l'activité bactérienne.	10 – 15 mg de P-PO ₄ ²⁻ .L ⁻¹	0,01 (P)	NF EN 1189 (1997)
Oxygène dissous (O ₂)	Donne une information sur la quantité d'O ₂ dissous dans le milieu. La solubilité de l'O ₂ est fonction de la température et de la pression. Si la température augmente, la solubilité de l'O ₂ diminue tandis que la pression augmente.	–	0,2 (O ₂)	AFNOR NF T
Alcalinité (TAC titre alcalimétrique complet)	Correspond à la mesure des bicarbonates (HCO ₃ ⁻), des carbonates (CO ₃ ²⁻) et des hydroxydes (OH ⁻). Elle permet d'apprécier la teneur en carbone minéral pour répondre aux besoins de la nitrification.	0 à 30 °F	0,4 mmol.L ⁻¹	AFNOR NF EN ISO 9963-1 (1996)

AUTRES RELATIONS

Ratios	Valeurs classiques pour des eaux usées domestiques	Signification
DCO/DBO ₅	De l'ordre de 2,5	Informe sur la mixité de l'effluent (part domestique/industriel) et donne des indications sur sa traitabilité (biodégradation).
C/N/P DBO ₅ /N-NH ₄ ⁺ / P-PO ₄ ⁻	100/> à 30/> à 2.5	Informe sur l'équilibre nutritionnel de l'effluent pour permettre une activité biologique correcte. Ratio classique 100/5/1
% de DCO dissoute	De l'ordre de 30 % de la DCO totale	Informe sur la mixité de l'effluent et du choix de la filière de traitement, surtout pour le physico-chimique.
MES/DBO ₅	De l'ordre de 0,8 à 1,2	Informe sur la production de boue, fraction « naturelle » apportée par les MES déjà présentes dans l'eau brute.
MVS/MES	De l'ordre de 90 %	Informe sur la mixité de l'effluent et de son caractère organique.
N-NH ₄ ⁺ /N-N _K	De 60 à 70 %	Représente le pourcentage d'ammonification moyen et informe sur le temps de séjour dans le réseau.

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Rev. 0A
	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL	Fecha 2018-08-23
	TOMO I - OPERACIÓN	Página. 258 de 266

11.4 Anexo 4: Lista de equipos con manuales propios de los proveedores

A continuación la lista de los equipos necesitando mantenimiento específico según el manual de mantenimiento y uso del proveedor.

En el TOMO IV de este manual se encuentran los manuales de operación de mantenimiento de los equipos listados, organizados por proveedor.

	Equipo	Ubicación	Proveedor
1.	Pretratamiento		
1.1	Bomba sumergible		
	PR-BO001	P001	KSB
	PR-BO002		
	PR-BO003		
	PR-BO004		
	PR-BO200	P008	
	PR-BO201		
	TG-BO206	P012	
	TG-BO207		
1.2	Agitador		
	TG-AG200	Carbofil	RWL
	TG-AG202	P012	Mixel
1.3	Caudalimetro		
	PR-FIT-010	P001	Endress Hauser
	PR-FIT-012		
	PR-FIT-016		
	PR-FIT-022		
	TG-FIT-237		
1.4	Tamiz		
	PR-TA005	Cámara de Llegada	EMO
	PR-TA001	Pasarela	
	PR-TA002		
1.5	Tornillo Compactador		
	PR-TR001	Pasarela	EMO
1.6	Puente rascador		
	PR-PR001	Desarenador A	FORNES
	PR-PR002	Desarenador B	

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	REPÚBLICA DOMINICANA	Rev. 0A
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Fecha 2018-08-23
	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES	Pagina. 259 de 266
	SAN CRISTÓBAL	
	TOMO I - OPERACIÓN	

1.7	Boyas de niveles		
	PR-LSHH009/PR-LSH008/PR-LSM007/PR-LSL006	P001	Endress Hausser
	PR-LSHH239/PR-LSH200/PR-LSL201	P008	
	TG-LSH214 / TG-LSL215	P012	
	PR-LSH011	Pasarela	
	PR-LSH199	Camara de reparto	
1.8	Sonda de nivel		
	TG-LIT220	Carbofil	Endress Hausser
	PR-LIT020	P001	
	PR-LIT056	Pasarela	
	PR-LIT060		
	PR-LIT226	P008	
	PR-LIT005	Camara de llegada	
	PR-LIT199	Camara de reparto	
1.9	Equipo de izaje		
	PR-PL002	P001	ADEI
	PR-PL001	P001	ADEI
1.10	Compuerta mural		
	PR-V003	Camara de llegada	APEF
	PR-V109	Camara de llegada	APEF
	PR-V110	Camara de llegada	APEF
	PR-V005	Camara de llegada	APEF
	PR-V009	Camara de llegada	APEF
	PR-V026	Camara de reparto	APEF
	PR-V027	Camara de reparto	APEF
	PR-V004	Camara de reparto	APEF
	PR-V025	Camara de reparto	APEF
1.11	Bomba de arena		
	PR-BO208	Desarenador A	EVA
	PR-BO209	Desarenador B	EVA
1.12	Clasificador de anera		
	PR-CL200	Pretratamiento	EMO
1.13	Turbina de aire		
	PR-AE001	Desarenador A	FORNES
	PR-AE002	Desarenador B	FORNES
1.14	Muestrador automatico		
	PR-MA001	Pasarela	Endress Hausser

 GRANDS PROJETS	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Rev. 0A
	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES	Fecha 2018-08-23
	SAN CRISTÓBAL TOMO I - OPERACIÓN	Pagina. 260 de 266

	CO-MA003	Medidor de caudal	
2.	Recirculacion de lodo / Reactores biologicos		
2.1	Bomba sumergible		
	TL-BO010	P005	KSB
	TL-BO011		
	TL-BO018	P002	
	TL-BO019		
	TL-BO020		
	TL-BO022		
	TL-BO015	P003	
	TL-BO005		
	TL-BO006		
	TL-BO023		
	TL-BO015	P006	
	TL-BO016		
	TL-BO210	Local de homogeneización	EMO
	TL-BO211		
	TL-BO212		
2.2	Agitador		
	BI-AG001	Biologico A	KSB
	BI-AG002		
	BI-AG003		
	BI-AG004		
	BI-AG005		
	BI-AG016		
	BI-AG006	Biologico B	
	BI-AG007		
	BI-AG008		
	BI-AG009		
	BI-AG010		
	BI-AG017		
	TI-AG203	Fosa homogeneización	
2.3	Captor de oxígeno y transmisor		
	BI-AIT-015 /ASL/ASH	Biologico A	Endress Hausser
	BI-AIT-019/ASL/ASH	Biologico B	
2,4	Captor de Redox		
	BI-AIT-057	Biológico A	Endress Hausser

 	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA		Ref. SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO		Rev. 0A
	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL		Fecha 2018-08-23
	TOMO I - OPERACIÓN		Pagina. 261 de 266

	BI-AIT-058	Biologico B	
2.5	Sonda de nivel		
	TL-LIT037	P005	Endress Hausser
	TL-LIT228	Fosa homogeneización	
	RE-LIT036	P002	
	RE-LIT063	P003	
	TL-LIT037	P006	
2.6	Boyas de niveles		
	TL-LSHH018/TL-LSH039/TL-LSL038	P005	Endress Hausser
	TL-LSH222/ TL-LSL223/TL-L	Fosa homogeneización	
	RE-LSL034/RE-LSH035	P002	
	RE-LSL061/RE-LSH062	P003	
	TL-LSHH052/TL-LSH049/TL-LSL048	P006	
2.7	Caudalimetro		
	RE-FIT-024	P002	Endress Hausser
	RE-FIT-025	P003	
2.8	Captor de presion		
	TL-PI033	P005	BAUMER
	TL-PI040		
	RE-PI027	P002	
	RE-PI028		
	RE-PI013		
	TL-PI054		
	RE-PI029	P003	
	RE-PI030		
	RE-PI014		
	TL-PI044		
	TL-PI045	P006	
	TL-PSH-233	Local homogeneización	
	TL-PSH-234		
	TL-PSH-235		
2.9	Equipo de izaje		
	TL-PL005	Local homogeneización	ADEI
	RE-PL004	P002/P003	
	TL-GM021	Fosa homogeneización	
	TL-GM022	P005	
2.10	Puente rascador		
	DE-PR004	Descasificador A	FORNES

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Rev. 0A
	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL	Fecha 2018-08-23
	TOMO I - OPERACIÓN	Pagina. 262 de 266

	DE-PR005	Descasificador B	
2.11	Compuerta Mural		
	DE-V104	Desgasificador A	APEF
	DE-V105	Desgasificador B	
	DE-V119	Desgasificador B	
2.12	Parillas de aireación		
	PA400	Biológico A	Europelec
	PA401	Biológico B	
3.	Clarificadores y agua tratada		
3.1	Puente succionador		
	CL-PS001	Clarificador A	FORNES
	CL-PS002	Clarificador B	
3.2	Tamiz rotativo		
	TT-TA800	Tratamiento terciario	EMO
	TT-TA801		
3.3	Captor de lodos		
	CL-AIT-041	Clarificador A	Endress Hausser
	CL-AIT-042	Clarificador B	
3.4	Caudalimetro		
	CO-FIT050	Medidor de caudal	Endress Hausser
	CL-FIT068	Agua industrial	
3.5	Grupo de bomba de presion		
	CL-BO025	Tanque agua tratada	KSB
	CL-BO026		
	CL-BO027		
	CL-BO028		
	CL-PT068		
3.6	Reactor UV		
	TT-AIT-805	Canal UV	Trojan
	TT-AIT-806		
	TT-LSL809		
	TT-LSL810		
	TT-UV800		
3.7	Sonda de nivel		
	TT-LIT800	P007	Endress Hausser
3.8	Boya de nivel		
	TT-LSH812 / TT-LSL811	P007	Endress Hausser
3.9	Muestrador automatico		
	CO-MA002	P007	Endress Hausser

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	REPÚBLICA DOMINICANA	Rev. 0A
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Fecha 2018-08-23
	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES	Pagina. 263 de 266
	SAN CRISTÓBAL	
	TOMO I - OPERACIÓN	

4.	Linea de lodo		
4.1	Filtro en banda + mesa de goteo		
	TL-FB200	Local lodo linea A	EMO
	TL-FB201	Local lodo linea B	
	TI-MG200	Local lodo linea A	
	TI-MG201	Local lodo linea B	
	TL-AG210	Local lodo linea A	
	TL-AG211	Local lodo linea B	
4.2	Central de polimero		
	QU-P0600	Local de lodo	EMO
	QU-BO600		
	QU-BO601		
	QU-BO602		
	QU-BO603		
	QU-BO604		
	QU-FI602		
	QU-FI603		
	QU-FI604		
	QU-LSH601		
	QU-LSL601		
	QU-LSLL601		
	QU-FIT640		
	QU-FIT641		
4.3	Equipo de izaje		
	TL-GM800	Local de lodo	ADEI
4.4	Bomba de exteccion de lodo		
	TL-BO213	Local de lodo	EMO
	TL-BO214		
5.	Local Quimico		
5.1	Preparacion de reactivos Urea		
	QU-LIT632	Local quimico	Grundfos
	QU-PI632		
	QU-PI633		
	QU-BO605		
	QU-LSH605		
	QU-FIT642		
5.2	Preparacion de reactivos Acido fosforico		
	QU-LIT634	Local quimico	Grundfos
	QU-PI634		

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA		Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO		Rev. 0A
	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL		Fecha 2018-08-23
	TOMO I - OPERACIÓN		Pagina. 264 de 266

	QU-PI635		
	QU-LSH606		
	QU-FIT643		
	QU-BO606		
6.	Local soplantes		
6.1	Soplantes		
	SO-SO400	Local de soplantes	HIBON
	SO-SO401		
	SO-SO402		
	SO-SO403		
	SO-SO404		
	SO-SO405		
	SO-SO406		
6.2	Ventilacion		
	SO-VE408	Local de soplantes	ECIB
	SO-VE409		
	SO-VE410		
6.3	Captor de temperatura		
	SO-TT416	Local de soplantes	Endress Hausser
	SO-TT407		
	SO-TT413		
6.4	Captor de presion		
	SO-PT414	Local de soplantes	Endress Hausser
	SO-PT408		
6.5	Desodorizacion		
	DS-VE400	Local de soplantes	SBPI
	DS-VE401		

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Rev. 0A
	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL	Fecha 2018-08-23
	TOMO I - OPERACIÓN	Pagina. 265 de 266

11.5 Anexo 5: Instrucciones análisis laboratorio micro método

USEPA¹ Reactor Digestion Method²

Method 8000

3 to 150 mg/L COD (LR)

TNTplus™ 821/822

20 to 1500 mg/L COD (HR)

Scope and application: For water, wastewater; digestion is required.

¹ COD ranges 3–150 mg/L and 20–1500 mg/L COD are USEPA approved (5220 D) for wastewater analyses, Federal Register, April 21, 1980, 45(78), 26811-26812

² Jirka, A.M.; Carter, M.J., Analytical Chemistry, 1975, 47(8), 1397



Test preparation

Instrument-specific information

Table 1 shows all of the instruments that have the program for this test. The table also shows the adapter and light shield requirements for the applicable instruments that can use TNTplus vials.

To use the table, select an instrument, then read across to find the applicable information for this test.

Table 1 Instrument-specific information for TNTplus vials

Instrument	Adapters	Light shield
DR 6000, DR 5000	—	—
DR 3900	—	LZV849
DR 3800, DR 2800	—	LZV646
DR 1900	9609900 or 9609800 (A)	—

Before starting

DR 3900, DR 3800, DR 2800: Install the light shield in Cell Compartment #2 before this test is started.

Review the safety information and the expiration date on the package.

The recommended temperature for samples and reagents is 15–25 °C (59–77 °F).

The recommended temperature for reagent storage is 15–25 °C (59–77 °F).

The reagent that is used in this test is corrosive and toxic. Use protection for eyes and skin and be prepared to flush any spills with running water.

Spilled reagent will affect test accuracy and is hazardous to skin and other materials. Be prepared to wash spills with running water.

The reagents that are used in this test contain mercury. Collect the reacted samples for proper disposal.

Run one blank with each set of samples. Refer to [Blanks for colorimetric determination](#) on page 3. Run all tests (the samples and the blank) with the same lot of vials. The lot number is on the container label.

Keep unused (light sensitive) vials in a closed box.

Use the DRB reactor with 13-mm wells for the digestion. If the reactor has 16-mm wells, insert adapter sleeves into the wells.

DR 1900: Go to All Programs>LCK or TNTplus Methods>Options to select the TNTplus number for the test. Other instruments automatically select the method from the barcode on the vial.

Review the Safety Data Sheets (MSDS/SDS) for the chemicals that are used. Use the recommended personal protective equipment.

Dispose of reacted solutions according to local, state and federal regulations. Refer to the Safety Data Sheets for disposal information for unused reagents. Refer to the environmental, health and safety staff for your facility and/or local regulatory agencies for further disposal information.

Items to collect

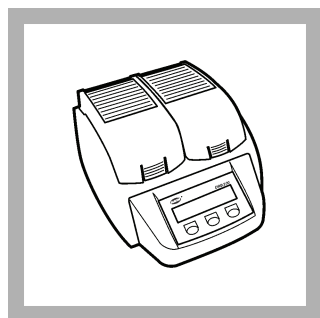
Description	Quantity
COD TNTplus™ Reagent Set, LR or HR	1
DRB200 reactor with 13-mm wells	1
Blender, 2-speed	1
Pipet, adjustable volume, 1.0–5.0 mL	1
Pipet tips, for 1.0–5.0 mL pipet	1
Test tube rack	1

Refer to [Consumables and replacement items](#) on page 5 for order information.

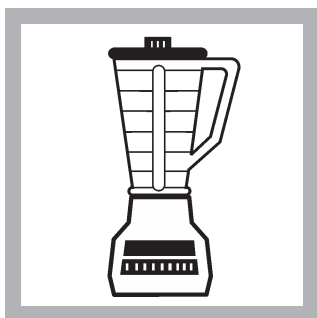
Sample collection and storage

- Collect samples in clean glass bottles. Use plastic bottles only if they are known to be free of organic contamination.
- Test biologically active samples as soon as possible.
- Homogenize samples that contain solids to get a representative sample.
- To preserve samples for later analysis, adjust the sample pH to less than 2 with concentrated sulfuric acid (approximately 2 mL per liter). No acid addition is necessary if the sample is tested immediately.
- Keep the preserved samples at 2–6 °C (36–43 °F) for a maximum of 28 days.
- Correct the test result for the dilution caused by the volume additions.

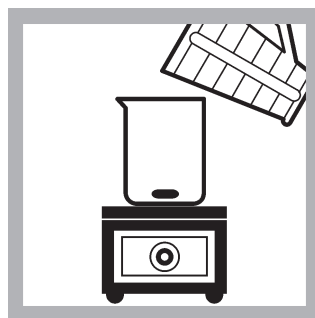
Test procedure



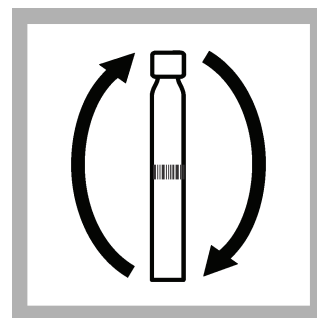
1. Set the DRB200 reactor power to on. Set the temperature to 150 °C.



2. Measure 100 mL of sample in a blender. Blend for 30 seconds or until homogenized. If the sample does not have suspended solids, ignore this step.



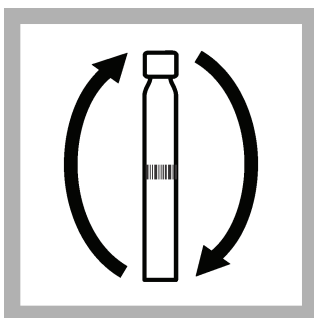
3. Pour the homogenized sample into a 250-mL beaker and stir slowly with a magnetic stir plate. If the sample does not have suspended solids, ignore this step.



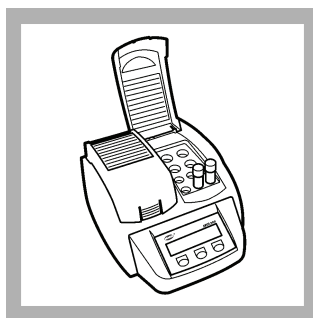
4. Invert a test vial several times to mix.



5. Use a pipet to add 2.0 mL of sample to the test vial.



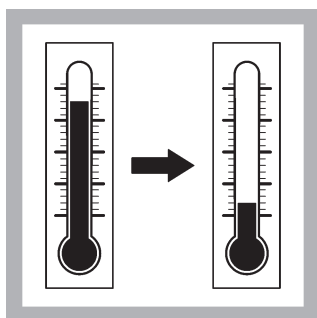
6. Hold the vial by the cap, over a sink. Invert gently several times to mix. **The vial gets very hot during mixing.**



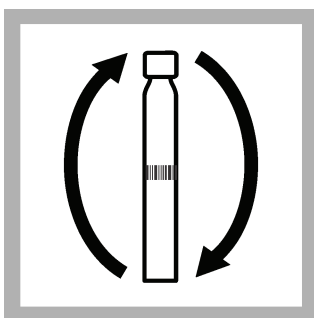
7. Insert the vial in the preheated DRB200 reactor. Close the lid.



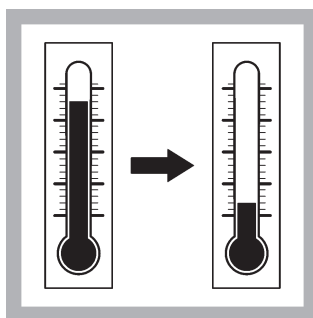
8. Keep the vial in the reactor for 2 hours.



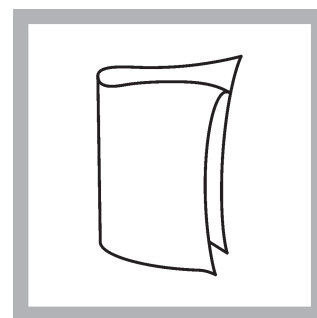
9. When the timer expires, set the reactor power to off. Let the temperature decrease for about 20 minutes to 120 °C or less.



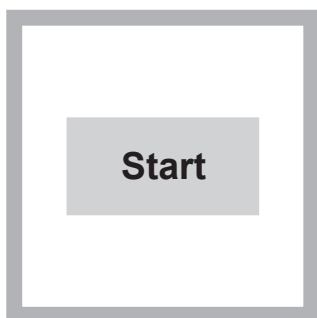
10. Hold the vial by the cap and invert gently several times while the vial is still hot.



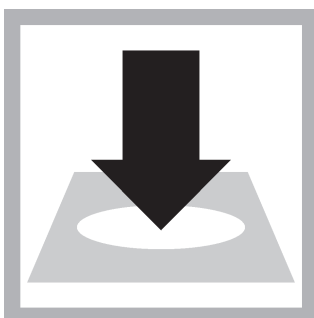
11. Put the vial in a test tube rack. Let the temperature of the vial decrease to room temperature.



12. Clean the vial.



13. DR 1900 only: Select program 821 (LR) or 822 (HR). Refer to [Before starting](#) on page 1.



14. Insert the vial into the cell holder. DR 1900 only: Push **READ**. Results show in mg/L COD.

Blanks for colorimetric determination

Replace the sample with deionized water in the test procedure to determine the reagent blank value. Subtract the reagent blank value from the sample results automatically with the reagent blank adjust option. Use the blank again for other measurements with the same lot of vials. For storage, keep the blanks in a dark location. Monitor the decomposition of the blanks by periodically measuring its concentration. Measure the reagent blank value when a new lot of reagent is used.

To subtract the value of the blanks from a series of measurements:

1. Replace the sample with deionized water in the test procedure to determine the reagent blank value. Clean the vial, then put it in the cell holder. Close the lid.
2. Set the reagent blank function to on. The measured value of the reagent blank is shown.
Note: As an alternative, record or enter the reagent blank value at a different time. Push the highlighted reagent blank box and use the keypad to enter the value.

Interferences

Chloride is the primary interference in this test method and results in a positive interference. Each COD vial contains mercuric sulfate that will eliminate chloride interference to a maximum of 2000 mg/L Cl^- .

Accuracy check

Standard solution method—LR

Use the standard solution method to validate the test procedure, the reagents and the instrument.

Items to collect:

- COD Standard Solution, 1000-mg/L COD
 - 100-mL volumetric flask, Class A
 - 10.0-mL volumetric pipet, Class A and pipet filler safety bulb
 - Deionized water
1. Prepare a 100-mg/L COD standard solution as follows:
 - a. Use a pipet to add 10.0 mL of a 1000-mg/L COD standard solution into the volumetric flask.
 - b. Dilute to the mark with deionized water. Mix well. Prepare this solution daily.
 2. Use the test procedure to measure the concentration of the prepared standard solution.
 3. Compare the expected result to the actual result.

Note: The factory calibration can be adjusted slightly with the standard adjust option so that the instrument shows the expected value of the standard solution. The adjusted calibration is then used for all test results. This adjustment can increase the test accuracy when there are slight variations in the reagents or instruments.

Standard solution method—HR

Use the standard solution method to validate the test procedure, the reagents and the instrument.

Items to collect:

- COD Standard Solution, 300-mg/L, 800-mg/L or 1000-mg/L COD or Oxygen Demand Standard (contains 617-mg/L COD) or Wastewater Influent Standard Solution, Mixed Parameter (contains 500-mg/L COD)
1. Use the test procedure to measure the concentration of the standard solution.
 2. Compare the expected result to the actual result.

Note: The factory calibration can be adjusted slightly with the standard adjust option so that the instrument shows the expected value of the standard solution. The adjusted calibration is then used for all test results. This adjustment can increase the test accuracy when there are slight variations in the reagents or instruments.

Method performance

The method performance data that follows was derived from laboratory tests that were measured on a spectrophotometer during ideal test conditions. Users can get different results under different test conditions.

Program	Standard	Precision (95% Confidence Interval)	Sensitivity Concentration change per 0.010 Abs change
barcode (TNTplus 821, LR)	75 mg/L COD	72–78 mg/L COD	—
barcode (TNTplus 822, HR)	750 mg/L COD	736–764 mg/L COD	—

Summary of Method

The mg/L COD results are defined as the mg of O₂ consumed per liter of sample under conditions of this procedure. In this procedure, the sample is heated for 2 hours with a strong oxidizing agent, potassium dichromate. Oxidizable organic compounds react, reducing the dichromate ion (Cr₂O₇²⁻) to green chromic ion (Cr³⁺). With this method, the amount of yellow Cr⁶⁺ that remains is determined. The COD reagent also contains silver and mercury ions. Silver is a catalyst, and mercury is used to complex chloride interferences. The measurement wavelength is 420 nm for the LR or 620 nm for the HR.

Consumables and replacement items

Required reagents

Description	Quantity/Test	Unit	Item no.
COD TNTplus™ Reagent Set, LR, 3 to 150 mg/L COD	1–2 vials	25/pkg	TNT821
COD TNTplus™ Reagent Set, HR, 20 to 1500 mg/L COD	1–2 vials	25/pkg	TNT822

Required apparatus

Description	Quantity/test	Unit	Item no.
Blender, 2-speed, 120 VAC option	1	each	2616100
Blender, 2-speed, 240 VAC option	1	each	2616102
DRB 200 Reactor, 115 VAC option, 9 x 13 mm + 2 x 20 mm, 1 block	1	each	DRB20001
DRB 200 Reactor, 230 VAC option, 9 x 13 mm + 2 x 20 mm, 1 block	1	each	DRB20005
Pipet, adjustable volume, 1.0–5.0 mL	1	each	BBP065
Pipet tips, for 1.0–5.0 mL pipet	1	75/pkg	BBP068
Light shield, DR 3800, DR 2800, DR 2700	1	each	LZV646
Light shield, DR 3900	1	each	LZV849

Recommended standards

Description	Unit	Item no.
COD Standard Solution, 300-mg/L	200 mL	1218629
COD Standard Solution, 800-mg/L	200 mL	2672629
COD Standard Solution, 1000-mg/L	200 mL	2253929
Oxygen Demand Standard (BOD, COD, TOC), 10-mL ampules	16/pkg	2833510
Wastewater Effluent Standard Solution, Mixed Parameter, for NH ₃ -N, NO ₃ -N, PO ₄ ³⁻ , COD, SO ₄ ²⁻ , TOC	500 mL	2833249
Wastewater Influent Standard Solution, Mixed Parameter, for NH ₃ -N, NO ₃ -N, PO ₄ , COD, SO ₄ , TOC	500 mL	2833149

Optional reagents and apparatus

Description	Unit	Item no.
Flask, volumetric, Class A, 100-mL glass	each	1457442
Reactor adapter sleeves, 16 mm to 13 mm diameter, for TNTplus vials	5/pkg	2895805
Sampling bottle with cap, low density polyethylene, 500-mL	12/pkg	2087079
Sulfuric Acid, concentrated, ACS	500 mL	97949
Test tube rack, polyethylene, for 13-mm OD vials, 90 holes	each	2497900
Water, deionized	4 L	27256



FOR TECHNICAL ASSISTANCE, PRICE INFORMATION AND ORDERING:

In the U.S.A. – Call toll-free 800-227-4224

Outside the U.S.A. – Contact the HACH office or distributor serving you.

On the Worldwide Web – www.hach.com; E-mail – techhelp@hach.com

HACH COMPANY

WORLD HEADQUARTERS

Telephone: (970) 669-3050

FAX: (970) 669-2932

Chromotropic Acid Method

Method 10020

0.2 to 30.0 mg/L NO₃⁻-N (HR)

Test 'N Tube™ Vials

Scope and application: For water and wastewater.



Test preparation

Instrument-specific information

Table 1 shows all of the instruments that have the program for this test. The table also shows adapter and light shield requirements for the instruments that use them.

To use the table, select an instrument, then read across to find the applicable information for this test.

Table 1 Instrument-specific information for test tubes

Instrument	Adapters	Light shield
DR 6000, DR 5000	—	—
DR 3900	—	LZV849
DR 3800, DR 2800, DR 2700	—	LZV646
DR 1900	9609900 (D ¹)	—
DR 900	4846400	Cover supplied with the instrument

¹ The D adapter is not available with all instrument versions.

Before starting

Install the instrument cap on the DR 900 cell holder before ZERO or READ is pushed.

DR 3900, DR 3800, DR 2800 and DR 2700: Install the light shield in Cell Compartment #2 before this test is started.

The vials must be mixed carefully for accurate results. Start each vial inversion with the vial in the vertical position, with the cap on the top. Turn the vial upside-down and wait for all of the solution to flow down to the cap. Return the vial to the vertical position and wait for all of the solution to flow down to the bottom of the vial. This mixing method equals one inversion.

For the best results, measure the reagent blank value for each new lot of reagent. Replace the sample with deionized water in the test procedure to determine the reagent blank value. Subtract the reagent blank value from the sample results automatically with the reagent blank adjust option.

Review the Safety Data Sheets (MSDS/SDS) for the chemicals that are used. Use the recommended personal protective equipment.

Dispose of reacted solutions according to local, state and federal regulations. Refer to the Safety Data Sheets for disposal information for unused reagents. Refer to the environmental, health and safety staff for your facility and/or local regulatory agencies for further disposal information.

Items to collect

Description	Quantity
Light shield (For information about sample cells, adapters or light shields, refer to Instrument-specific information on page 1.)	1
NitraVer [®] 1 X Nitrate Reagent Set, Test 'N Tube™	1
Funnel, micro, poly	1

Items to collect (continued)

Description	Quantity
Pipet, TenSette [®] , 0.1–1.0 mL	1
Test tube rack	1

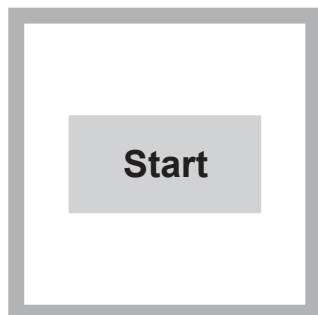
¹ NitraVer is a registered trademark of Hach Company

Refer to [Consumables and replacement items](#) on page 4 for order information.

Sample collection and storage

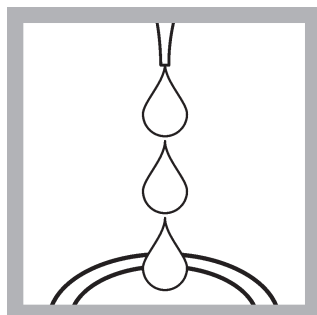
- Collect samples in clean glass or plastic bottles.
- Analyze the samples as soon as possible for best results.
- If immediate analysis is not possible, immediately filter and keep the samples at or below 6 °C (43 °F) for a maximum of 48 hours.
- To preserve samples for a maximum of 28 days, adjust the sample pH to 2 or less with concentrated sulfuric acid (approximately 2 mL per liter) and keep at or below 6 °C (43 °F). The test results then include nitrate and nitrite.
- Let the sample temperature increase to room temperature before analysis.
- Before analysis, adjust the pH to 7 with 5 N sodium hydroxide solution.
- Correct the test result for the dilution caused by the volume additions.

TNT procedure

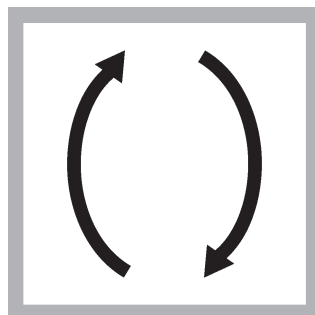


1. Start program 344 N, Nitrate HR, TNT. For information about sample cells, adapters or light shields, refer to [Instrument-specific information](#) on page 1.

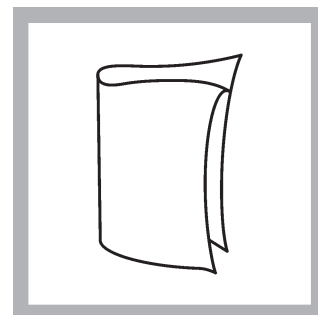
Note: Although the program name can be different between instruments, the program number does not change.



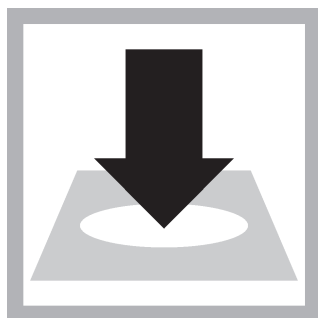
2. Prepare the blank: Use a pipet to add 1.00 mL of sample to a NitraVer X Reagent A Test 'N Tube vial.



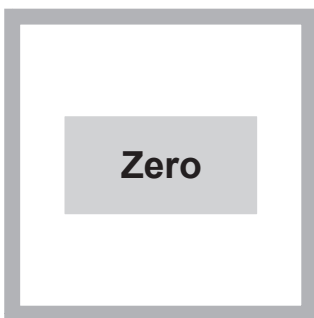
3. Close the vial. Invert the vial 10 times to mix.



4. Clean the blank vial.



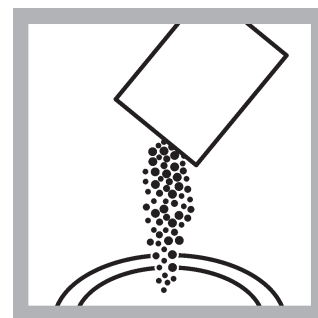
5. Insert the vial into the cell holder.



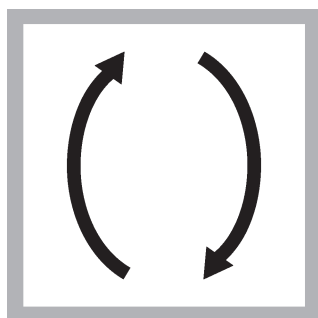
6. Push **ZERO**. The display shows 0.0 mg/L NO_3^- -N.



7. Remove the TNT vial from the cell holder.



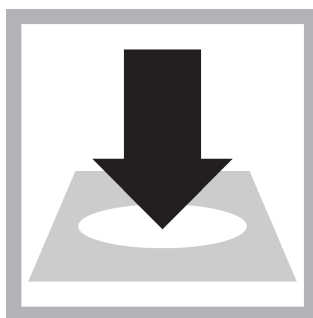
8. **Prepare the sample:** Use a funnel to add the contents of one NitraVer X Reagent B Powder Pillow to the vial.



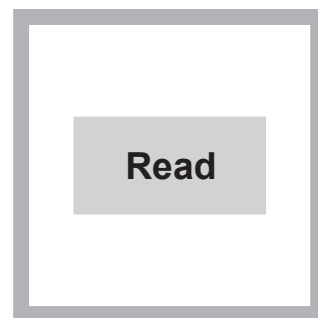
9. Close the vial. Invert the vial 10 times to mix. Some solid matter will not dissolve.



10. Start the instrument timer. A 5-minute reaction time starts. Do not invert the vial again. A yellow color shows if nitrate is present.



11. Within 5 minutes after the timer expires, clean the vial. Insert the vial into the cell holder.



12. Push **READ**. Results show in mg/L NO_3^- -N.

Interferences

Interfering substance	Interference level
Barium	Negative interference at more than 1 mg/L
Chloride	Does not interfere at less than 1000 mg/L
Copper	Positive interference at all levels
Nitrite	A positive interference at concentrations more than 12 mg/L. To remove nitrite interference up to 100 mg/L, add 400 mg (one full 0.5 g measuring spoon) of urea to 10 mL of sample. Swirl to dissolve. Proceed with the nitrate test as usual.

Accuracy check

Standard additions method (sample spike)

Use the standard additions method (for applicable instruments) to validate the test procedure, reagents and instrument and to find if there is an interference in the sample. Items to collect:

- 500 mg/L Nitrate Nitrogen Standard Solution, Voluette® Ampule
- Ampule breaker
- Pipet, TenSette®, 0.1–1.0 mL and tips
- 25-mL mixing cylinders (3)

1. Use the test procedure to measure the concentration of the sample, then keep the (unspiked) sample in the instrument.
2. Go to the Standard Additions option in the instrument menu.
3. Select the values for standard concentration, sample volume and spike volumes.
4. Open the standard solution.
5. Prepare three spiked samples: use the TenSette pipet to add 0.1 mL, 0.2 mL and 0.3 mL of the standard solution, respectively, to three 25-mL portions of fresh sample. Mix well.
6. Use the test procedure to measure the concentration of each of the spiked samples. Start with the smallest sample spike. Measure each of the spiked samples in the instrument.
7. Select **Graph** to compare the expected results to the actual results.

Note: If the actual results are significantly different from the expected results, make sure that the sample volumes and sample spikes are measured accurately. The sample volumes and sample spikes that are used should agree with the selections in the standard additions menu. If the results are not within acceptable limits, the sample may contain an interference.

Standard solution method

Use the standard solution method to validate the test procedure, the reagents and the instrument.

Items to collect:

- 10.0 mg/L Nitrate Nitrogen Standard Solution

1. Use the test procedure to measure the concentration of the standard solution.
2. Compare the expected result to the actual result.

Note: The factory calibration can be adjusted slightly with the standard adjust option so that the instrument shows the expected value of the standard solution. The adjusted calibration is then used for all test results. This adjustment can increase the test accuracy when there are slight variations in the reagents or instruments.

Method performance

The method performance data that follows was derived from laboratory tests that were measured on a spectrophotometer during ideal test conditions. Users can get different results under different test conditions.

Program	Standard	Precision (95% confidence interval)	Sensitivity Concentration change per 0.010 Abs change
344	10.0 mg/L NO ₃ ⁻ -N	9.5–10.5 mg/L NO ₃ ⁻ -N	0.2 mg/L NO ₃ ⁻ -N

Summary of method

Nitrate in the sample reacts with chromotropic acid under strongly acidic conditions to yield a yellow product. The measurement wavelength is 410 nm for spectrophotometers or 420 nm for colorimeters.

Consumables and replacement items

Required reagents

Description	Quantity/test	Unit	Item no.
NitraVer [®] 1 X Nitrate Reagent Set, Test 'N Tube™	—	50 tests	2605345

¹ NitraVer is a registered trademark of Hach Company

Required apparatus

Description	Quantity/test	Unit	Item no.
Funnel, micro, poly	1	each	2584335
Pipet, TenSette [®] , 0.1–1.0 mL	1	each	1970001
Pipet Tips, for TenSette [®] Pipet, 0.1–1.0 mL	2	50/pkg	2185696
Test tube rack	1	each	1864100

Recommended standards

Description	Unit	Item no.
Nitrate Nitrogen Standard Solution, 10.0-mg/L NO ₃ –N	500 mL	30749
Nitrate Nitrogen Standard Solution, Voluette [®] Ampule, 500-mg/L NO ₃ –N	16/pkg	1426010
Wastewater Influent Standard Solution, Mixed Parameter, for NH ₃ –N, NO ₃ –N, PO ₄ , COD, SO ₄ , TOC	500 mL	2833149
Water, deionized	4 L	27256

Optional reagents and apparatus

Description	Unit	Item no.
Ampule Breaker, 10-mL Voluette [®] Ampules	each	2196800
Mixing cylinder, graduated, 25-mL	each	2088640
Pipet tips for TenSette [®] Pipet, 0.1–1.0 mL	1000/pkg	2185628
Sodium Hydroxide Solution, 5 N	50 mL	245026
Spoon, measuring, 0.5-g	each	90700
Sulfuric Acid, ACS	500 mL	97949
Urea, ACS grade	100 g	1123726



FOR TECHNICAL ASSISTANCE, PRICE INFORMATION AND ORDERING:

In the U.S.A. – Call toll-free 800-227-4224

Outside the U.S.A. – Contact the HACH office or distributor serving you.

On the Worldwide Web – www.hach.com; E-mail – techhelp@hach.com

HACH COMPANY

WORLD HEADQUARTERS

Telephone: (970) 669-3050

FAX: (970) 669-2932

Phosphorus, Reactive (Orthophosphate)

DOC316.53.01116

Molybdovanadate Method¹

1.0 to 100.0 mg/L PO₄³⁻ (HR)

Method 8114

Test 'N Tube™ Vials

Scope and application: For water and wastewater.¹ Adapted from Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.

Test preparation

Instrument-specific information

Table 1 shows all of the instruments that have the program for this test. The table also shows adapter and light shield requirements for the instruments that use them.

To use the table, select an instrument, then read across to find the applicable information for this test.

Table 1 Instrument-specific information for test tubes

Instrument	Adapters	Light shield
DR 6000, DR 5000	—	—
DR 3900	—	LZV849
DR 3800, DR 2800, DR 2700	—	LZV646
DR 1900	9609900 (D ¹)	—
DR 900	4846400	Cover supplied with the instrument

¹ The D adapter is not available with all instrument versions.

Before starting

Install the instrument cap on the DR 900 cell holder before ZERO or READ is pushed.

DR 3900, DR 3800, DR 2800 and DR 2700: Install the light shield in Cell Compartment #2 before this test is started.

The blank vial that is prepared in the test procedure can be used more than once. At room temperature, the reagent blank is stable for a maximum of three weeks. Prepare a new blank vial when a new lot of reagent is used.

The 7-minute reaction time in the test procedure is for samples that are at 23 °C (73 °F). If the sample temperature is 13 °C (55 °F), wait 15 minutes. If the sample temperature is 33 °C (91 °F), wait 2 minutes.

The reagent that is used in this test is corrosive. Use protection for eyes and skin and be prepared to flush any spills with running water.

Review the Safety Data Sheets (MSDS/SDS) for the chemicals that are used. Use the recommended personal protective equipment.

Dispose of reacted solutions according to local, state and federal regulations. Refer to the Safety Data Sheets for disposal information for unused reagents. Refer to the environmental, health and safety staff for your facility and/or local regulatory agencies for further disposal information.

Items to collect

Description	Quantity
High Range Reactive Phosphorus Test 'N Tube Vials	1
Light shield or adapter (For information about sample cells, adapters or light shields, refer to Instrument-specific information on page 1.)	1

Items to collect (continued)

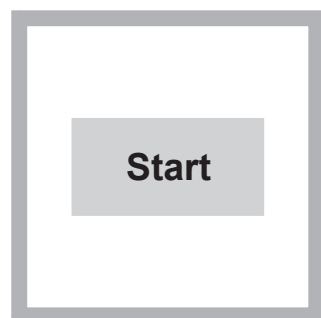
Description	Quantity
Pipet, TenSette [®] , 1.0- to 10.0-mL, with pipet tips	1
Test tube rack	1
Water, deionized	5 mL

Refer to [Consumables and replacement items](#) on page 5 for order information.

Sample collection and storage

- Collect samples in clean glass or plastic bottles that have been cleaned with 6 N (1:1) hydrochloric acid and rinsed with deionized water.
- Do not use a detergent that contains phosphate to clean the sample bottles. The phosphate in the detergent will contaminate the sample.
- Analyze the samples as soon as possible for best results.
- If immediate analysis is not possible, immediately filter and keep the samples at or below 6 °C (43 °F) for a maximum of 48 hours.
- Let the sample temperature increase to room temperature before analysis.

Molybdovanadate method for Test 'N Tubes

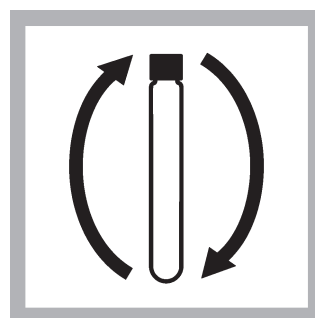


1. Start program 540 P React. HR TNT. For information about sample cells, adapters or light shields, refer to [Instrument-specific information](#) on page 1.

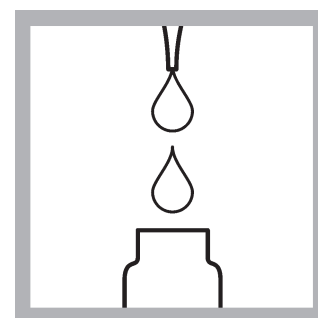
Note: Although the program name can be different between instruments, the program number does not change.



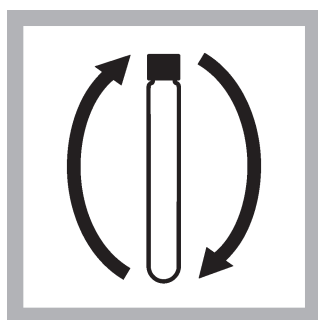
2. Prepare the blank: Add 5.0 mL of deionized water to a Reactive High Range Phosphorus Test 'N Tube Vial.



3. Put the cap on the vial. Invert to mix.



4. Prepare the sample: Add 5.0 mL of sample to a second Reactive High Range Phosphorus Test 'N Tube Vial.

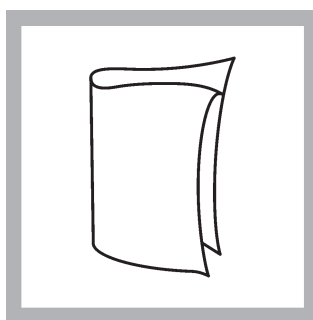


5. Put the cap on the vial. Invert to mix.

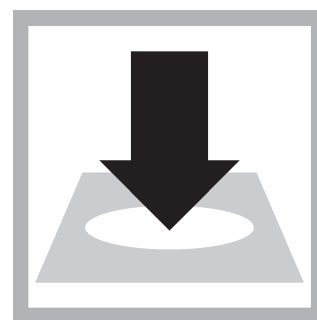


6. Start the instrument timer. A 7-minute reaction time starts.

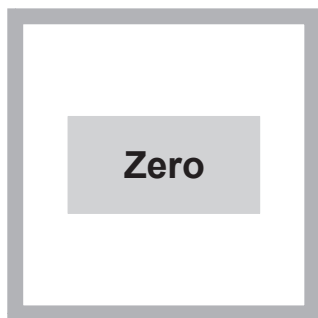
Measure the prepared sample within two minutes after the timer expires.



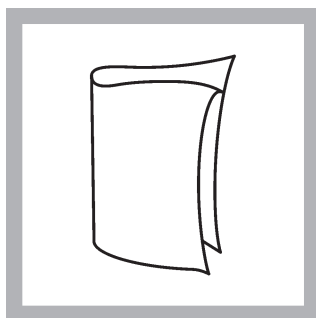
7. When the timer expires, clean the blank sample cell.



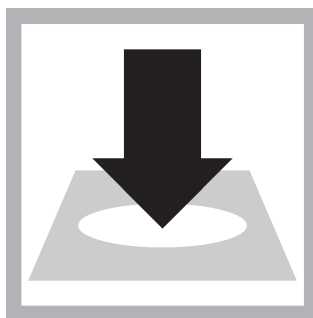
8. Insert the blank into the cell holder.



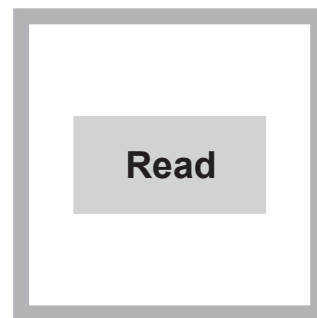
9. Push **ZERO**. The display shows 0.0 mg/L PO_4^{3-} .



10. Clean the sample vial.



11. Insert the sample vial into the 16-mm cell holder.



12. Push **READ**. Results show in mg/L PO_4^{3-} .

Interferences

Table 2 shows the interferences and interference levels. Table 3 shows the substances that do not interfere at or below the indicated levels.

Table 2 Interfering substances

Interfering substance	Interference level
Arsenate	Causes a positive interference if the sample is warm when the reagent is added. The sample can be gently warmed to room temperature without interference.
Iron, ferrous	Causes a blue color which interferes at more than 100 mg/L
Molybdate	Negative interference at more than 1000 mg/L
Silica	Positive interference if the sample is warm when the reagent is added. The sample can be gently warmed to room temperature without interference.
Sulfide	Causes a negative interference. Correct for this interference as follows: 1. Measure 50 mL of sample into an Erlenmeyer flask. 2. Add Bromine Water drop-wise with constant swirling until a permanent yellow color remains. 3. Add Phenol Solution drop-wise until the yellow color just disappears. Use this sample in the test procedure.
Highly buffered samples or extreme sample pH	Can prevent the correct pH adjustment of the sample by the reagents. Sample pre-treatment may be necessary. The pH should be approximately 7.

Table 2 Interfering substances (continued)

Interfering substance	Interference level
Fluoride, thorium, bismuth, thiosulfate or thiocyanate	Negative interference
Temperature	Temperatures below 20 °C (68 °F) cause a negative interference. Temperatures above 25 °C (77 °F) cause a positive interference. The sample can be gently warmed to room temperature without interference.

Table 3 Substances that do not interfere at less than 1000 mg/L

Pyrophosphate	Tetraborate	Selenate	Benzoate
Citrate	Oxalate	Lactate	Tartrate
Formate	Salicylate	Al ³⁺	Fe ³⁺
Mg ²⁺	Ca ²⁺	Ba ²⁺	Sr ²⁺
Li ⁺	Na ⁺	K ⁺	NH ₄ ⁺
Cd ²⁺	Mn ²⁺	NO ₃ ⁻	NO ₂ ⁻
SO ₄ ²⁻	SO ₃ ²⁻	Pb ²⁺	Hg ⁺
Hg ²⁺	Sn ²⁺	Cu ²⁺	Ni ²⁺
Ag ⁺	U ⁴⁺	Zr ⁴⁺	AsO ₃ ⁻
Br ⁻	CO ₃ ²⁻	ClO ₄ ⁻	CN ⁻
IO ₃ ⁻	SiO ₄ ⁴⁻	—	—

Accuracy check

Standard additions method (sample spike)

Use the standard additions method (for applicable instruments) to validate the test procedure, reagents and instrument and to find if there is an interference in the sample.

Items to collect:

- 10-mL Voluette® Ampule of Phosphate Standard Solution, 500-mg/L PO₄³⁻
 - Ampule breaker
 - Pipet, TenSette®, 0.1–1.0 mL and tips
 - Mixing cylinders, 10-mL (3)
1. Use the test procedure to measure the concentration of the sample, then keep the (unspiked) sample in the instrument.
 2. Go to the Standard Additions option in the instrument menu.
 3. Select the values for standard concentration, sample volume and spike volumes.
 4. Open the standard solution.
 5. Prepare three spiked samples: use the TenSette pipet to add 0.1 mL, 0.2 mL and 0.3 mL of the standard solution, respectively, to three 10-mL portions of fresh sample. Mix well.
 6. Use the test procedure to measure the concentration of each of the spiked samples. Start with the smallest sample spike. Measure each of the spiked samples in the instrument.
 7. Select **Graph** to compare the expected results to the actual results.

Note: If the actual results are significantly different from the expected results, make sure that the sample volumes and sample spikes are measured accurately. The sample volumes and sample spikes that are used should agree with the selections in the standard additions menu. If the results are not within acceptable limits, the sample may contain an interference.

Standard solution method

Use the standard solution method to validate the test procedure, the reagents and the instrument.

Items to collect:

- 50-mg/L PO_4^{3-} standard solution

1. Use the test procedure to measure the concentration of the standard solution.
2. Compare the expected result to the actual result.

Note: The factory calibration can be adjusted slightly with the standard adjust option so that the instrument shows the expected value of the standard solution. The adjusted calibration is then used for all test results. This adjustment can increase the test accuracy when there are slight variations in the reagents or instruments.

Method performance

The method performance data that follows was derived from laboratory tests that were measured on a spectrophotometer during ideal test conditions. Users can get different results under different test conditions.

Program	Standard	Precision (95% confidence interval)	Sensitivity Concentration change per 0.010 Abs change
540	50.0 mg/L PO_4^{3-}	49.1–50.9 mg/L PO_4^{3-}	0.7 mg/L PO_4^{3-}

Summary of method

Orthophosphate reacts with molybdate in an acid medium to produce a mixed phosphate/molybdate complex. In the presence of vanadium, yellow molybdovanadophosphoric acid forms. The intensity of the yellow color is proportional to the phosphate concentration. Test results are measured at 420 nm.

Pollution prevention and waste management

Reacted samples contain molybdenum and must be disposed of as a hazardous waste. Dispose of reacted solutions according to local, state and federal regulations.

Consumables and replacement items

Required reagents

Description	Quantity/test	Unit	Item no.
High Range Reactive Phosphorus Test 'N Tube™ Reagent Set	—	50 vials	2767345
Includes:			
Reactive High Range Phosphorus Test 'N Tube Vials (not sold separately)	1	50/pkg	—
Water, deionized	varies	100 mL	27242

Required apparatus

Description	Quantity/test	Unit	Item no.
Pipet, TenSette®, 1.0–10.0 mL	1	each	1970010
Pipet Tips, for TenSette® Pipet, 1.0–10.0 mL	varies	50/pkg	2199796
Test tube rack	1	each	1864100

Recommended standards and apparatus

Description	Unit	Item no.
Phosphate Standard Solution, 50-mg/L as PO_4^{3-}	500 mL	17149
Phosphate Standard Solution, 10-mL ampule, 500 mg/L as PO_4	16/pkg	1424210
Wastewater Influent Standard Solution, Mixed Parameter, for $\text{NH}_3\text{-N}$, $\text{NO}_3\text{-N}$, PO_4 , COD, SO_4 , TOC	500 mL	2833149
Ampule Breaker, 10-mL Voluette® Ampules	each	2196800

Optional reagents and apparatus

Description	Unit	Item no.
Silica Standard Solution, 1-mg/L SiO_2	500 mL	110649
Bromine Water, 30 g/L	29 mL	221120
Mixing cylinder, graduated, 25-mL	each	189640
Hydrochloric Acid Solution, 6.0 N (1:1)	500 mL	88449
Phenol Solution, 30-g/L	29 mL	211220
Dropper, LDPE, 0.5 –1.0 mL	20/pkg	2124720
Pipet tips for TenSette® Pipet, 1.0–10.0 mL	250/pkg	2199725
Paper, pH, 0–14 pH range	100/pkg	2601300
Thermometer, non-mercury, –10 to +225 °C	each	2635700
Bottle, sampling, with cap, low density polyethylene, 250-mL	12/pkg	2087076
Filter paper, folded, 3–5-micron, 12.5-cm	100/pkg	69257
Funnel, poly, 65-mm	each	108367
Beaker, 50-mL	each	50041H
Finger cots	2/pkg	1464702

Optional standards

Description	Unit	Item no.
Phosphate Standard Solution, 3-mg/L as PO_4^{3-}	946 mL	2059716
Phosphate Standard Solution, 10-mg/L as PO_4^{3-}	946 mL	1420416
Phosphate Standard Solution, 15-mg/L as PO_4^{3-}	100 mL	1424342
Phosphate Standard Solution, 30-mg/L as PO_4^{3-}	946 mL	1436716
Phosphate Standard Solution, 50-mg/L, 10-mL Voluette® Ampules	16/pkg	17110
Phosphate Standard Solution, 100-mg/L as PO_4	100 mL	1436832
Phosphate Standard Solution, 10-mL ampule, 500 mg/L as PO_4	16/pkg	1424210
Phosphate Standard Solution, 500-mg/L as PO_4	100 mL	1424232



FOR TECHNICAL ASSISTANCE, PRICE INFORMATION AND ORDERING:
In the U.S.A. – Call toll-free 800-227-4224
Outside the U.S.A. – Contact the HACH office or distributor serving you.
On the Worldwide Web – www.hach.com; E-mail – techhelp@hach.com

HACH COMPANY
WORLD HEADQUARTERS
Telephone: (970) 669-3050
FAX: (970) 669-2932

Salicylate Method

Method 10031

0.4 to 50.0 mg/L NH₃-N (HR)

Test 'N Tube™ Vials

Scope and application: For water, wastewater and seawater.



Test preparation

Instrument-specific information

[Table 1](#) shows all of the instruments that have the program for this test. The table also shows adapter and light shield requirements for the instruments that use them.

To use the table, select an instrument, then read across to find the applicable information for this test.

Table 1 Instrument-specific information for test tubes

Instrument	Adapters	Light shield
DR 6000, DR 5000	—	—
DR 3900	—	LZV849
DR 3800, DR 2800, DR 2700	—	LZV646
DR 1900	9609900 (D ¹)	—
DR 900	4846400	Cover supplied with the instrument

¹ The D adapter is not available with all instrument versions.

Before starting

Install the instrument cap on the DR 900 cell holder before ZERO or READ is pushed.

DR 3900, DR 3800, DR 2800 and DR 2700: Install the light shield in Cell Compartment #2 before this test is started.

Small sample sizes (such as 0.1 mL) may not be representative of the entire sample. Mix the sample well before the test or use a different portion of the sample to repeat the test.

The reagents that are used in this test contain sodium nitroferricyanide. **Keep cyanide solutions at pH > 11 to prevent exposure to hydrogen cyanide gas.** Collect the reacted samples for proper disposal.

Keep the samples sealed at all times to prevent ammonia contamination from the air.

To prevent airborne cross-contamination of the blank, complete the preparation of the blank before samples and standards are opened. If the sample or standard containers are open, move to a separate area of the lab to prepare the blank.

Review the Safety Data Sheets (MSDS/SDS) for the chemicals that are used. Use the recommended personal protective equipment.

Dispose of reacted solutions according to local, state and federal regulations. Refer to the Safety Data Sheets for disposal information for unused reagents. Refer to the environmental, health and safety staff for your facility and/or local regulatory agencies for further disposal information.

Items to collect

Description	Quantity
Light shield (For information about sample cells, adapters or light shields, refer to Instrument-specific information on page 1.)	1
High Range Test 'N Tube™ AmVer® 3 Nitrogen Ammonia Reagent Set	2

Items to collect (continued)

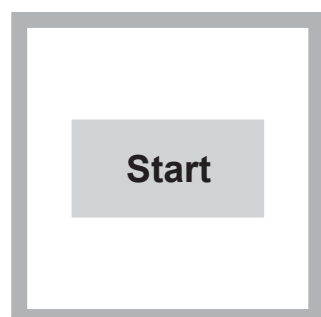
Description	Quantity
Funnel, micro (for reagent addition)	1
Pipet, TenSette [®] 0.1 to 1.0 mL, with tips	varies

Refer to [Consumables and replacement items](#) on page 5 for order information.

Sample collection and storage

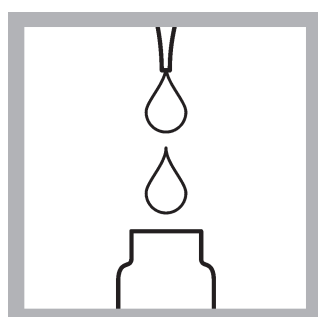
- Collect samples in clean glass or plastic bottles.
- Analyze the samples as soon as possible for best results.
- If chlorine is known to be present, add one drop of 0.1 N Sodium Thiosulfate to 1 L of sample for each 0.3 mg/L Cl₂.
- To preserve samples for later analysis, adjust the sample pH to less than 2 with concentrated hydrochloric acid (about 2 mL per liter). No acid addition is necessary if the sample is tested immediately.
- Keep the preserved samples at or below 6 °C (43 °F) for a maximum of 28 days.
- Let the sample temperature increase to room temperature before analysis.
- Before analysis, adjust the pH to 7 with 5.0 N sodium hydroxide standard solution.
- Correct the test result for the dilution caused by the volume additions.

Test 'N Tube procedure

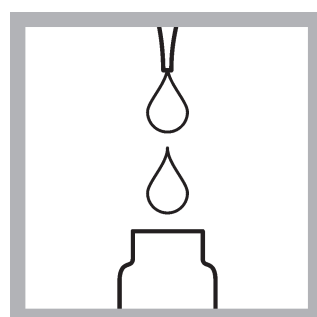


1. Start program 343 N, Ammonia HR TNT. For information about sample cells, adapters or light shields, refer to [Instrument-specific information](#) on page 1.

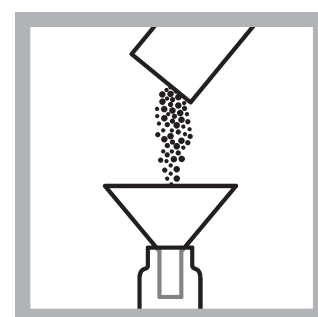
Note: Although the program name can be different between instruments, the program number does not change.



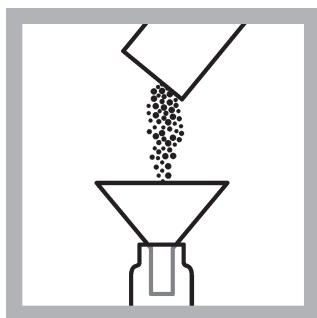
2. Prepare the blank: Add 0.1 mL of **ammonia-free water** to one AmVer[™] Diluent Reagent Test 'N Tube for High Range Ammonia Nitrogen.



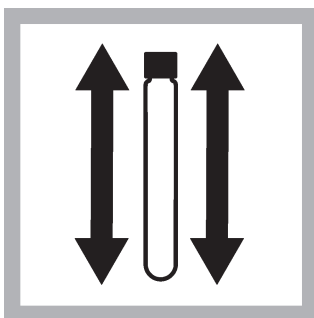
3. Prepare the sample: Add 0.1 mL of **sample** to one AmVer[™] Diluent Reagent Test 'N Tube for High Range Ammonia Nitrogen.



4. Add the contents of one Ammonia Salicylate Reagent Powder Pillow for 5-mL samples to each vial.



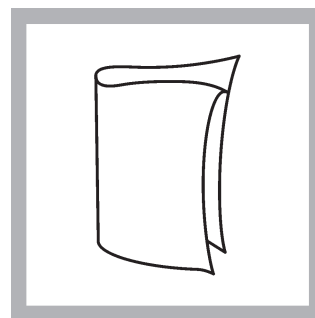
5. Add the contents of one Ammonia Cyanurate Reagent Powder Pillow to each vial.



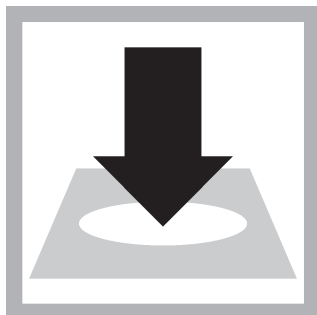
6. Put the caps on both vials. Shake thoroughly to dissolve the powder.



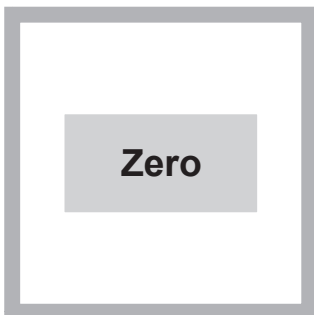
7. Start the instrument timer. A 20-minute reaction time starts.



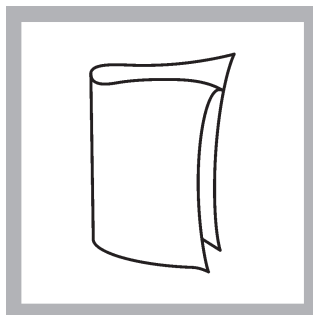
8. Clean the blank vial.



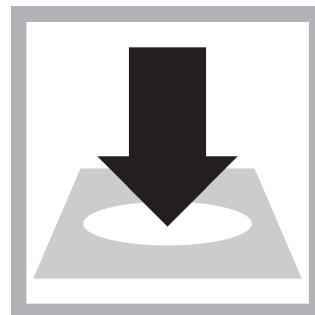
9. Insert the blank vial into the 16-mm cell holder.



10. Push **ZERO**. The display shows 0.0 mg/L $\text{NH}_3\text{-N}$.



11. Clean the sample vial.



12. Insert the sample vial into the 16-mm cell holder.



13. Push **READ**. Results show in mg/L $\text{NH}_3\text{-N}$.

Interferences

Interfering substance	Interference level
Calcium	50,000 mg/L as CaCO_3
Iron	All levels. Correct for iron interference as follows: 1. Use one of the Iron, Total procedures to measure the iron concentration of the sample. 2. Use an iron standard solution to add iron to the deionized water blank so that the blank has the same iron concentration as the sample. The iron interference will be zeroed out from the test result.
Magnesium	300,000 mg/L as CaCO_3
Monochloramine	Monochloramine that is in chloraminated drinking water interferes directly at all levels and gives high results. Use a Free Ammonia and Monochloramine method to determine free ammonia in these sample matrices.

Interfering substance	Interference level
Nitrate	5000 mg/L as NO_3^- -N
Nitrite	600 mg/L as NO_2^- -N
pH	Adjust acidic or basic samples to approximately pH 7. Use 1 N sodium hydroxide standard solution for acidic samples and 1 N hydrochloric acid standard solution for basic samples.
Phosphate	5000 mg/L as PO_4^{3-} -P
Sulfate	6000 mg/L as SO_4^{2-}
Sulfide	Sulfide will intensify the color. Remove sulfide interference as follows: 1. Measure approximately 350 mL of sample in a 500-mL Erlenmeyer flask. 2. Add the contents of one Sulfide Inhibitor Reagent Powder Pillow. Swirl to mix. 3. Filter the sample through a folded filter paper and filter funnel. 4. Use the filtered sample in the test procedure.
Other substances	Less common interferences such as hydrazine and glycine cause intensified colors in the prepared sample. Turbidity and color will give incorrect high values. Samples with severe interferences require distillation. Use the distillation procedure that is supplied with the distillation set.

Accuracy check

Standard additions method (sample spike)

Use the standard additions method (for applicable instruments) to validate the test procedure, reagents and instrument and to find if there is an interference in the sample.

Items to collect:

- Nitrogen, Ammonia Ampule Standard, 150-mg/L NH_3 -N
 - Ampule breaker
 - Pipet, TenSette®, 0.1–1.0 mL and tips
 - 25-mL mixing cylinders (3)
1. Use the test procedure to measure the concentration of the sample, then keep the (unspiked) sample in the instrument.
 2. Go to the Standard Additions option in the instrument menu.
 3. Select the values for standard concentration, sample volume and spike volumes.
 4. Open the standard solution.
 5. Prepare three spiked samples: use the TenSette pipet to add 0.2 mL, 0.4 mL and 0.6 mL of the standard solution, respectively, to three 25-mL portions of fresh sample. Mix well.
 6. Use the test procedure to measure the concentration of each of the spiked samples. Start with the smallest sample spike. Measure each of the spiked samples in the instrument.
 7. Select **Graph** to compare the expected results to the actual results.

Note: If the actual results are significantly different from the expected results, make sure that the sample volumes and sample spikes are measured accurately. The sample volumes and sample spikes that are used should agree with the selections in the standard additions menu. If the results are not within acceptable limits, the sample may contain an interference.

Standard solution method

Use the standard solution method to validate the test procedure, the reagents and the instrument.

Items to collect:

- 100-mg/L Ammonia Nitrogen standard
- 50-mL volumetric flask, Class A
- 20-mL volumetric pipet, Class A and pipet filler safety bulb

- Deionized water
1. Prepare a 40.0 mg/L ammonia nitrogen standard solution as follows:
 - a. Use a pipet to add 20.0 mL of 100 mg/L ammonia nitrogen standard solution into the volumetric flask.
 - b. Dilute to the mark with deionized water. Mix well. Prepare this solution daily.
 2. Use the test procedure to measure the concentration of the prepared standard solution.
 3. Compare the expected result to the actual result.

Note: The factory calibration can be adjusted slightly with the standard adjust option so that the instrument shows the expected value of the standard solution. The adjusted calibration is then used for all test results. This adjustment can increase the test accuracy when there are slight variations in the reagents or instruments.

Method performance

The method performance data that follows was derived from laboratory tests that were measured on a spectrophotometer during ideal test conditions. Users can get different results under different test conditions.

Program	Standard	Precision (95% confidence interval)	Sensitivity Concentration change per 0.010 Abs change
343	40.00 mg/L NH ₃ -N	38.1–41.9 mg/L NH ₃ -N	0.312 mg/L NH ₃ -N

Summary of method

Ammonia compounds combine with chlorine to form monochloramine. Monochloramine reacts with salicylate to form 5-aminosalicylate. The 5-aminosalicylate is oxidized in the presence of a sodium nitroprusside catalyst to form a blue colored compound. The blue color is masked by the yellow color from the excess reagent present to give a green-colored solution. The measurement wavelength is 655 nm for spectrophotometers or 610 nm for colorimeters.

Pollution prevention and waste management

The ammonia salicylate reagent contains sodium nitroferricyanide and must be disposed of as a hazardous waste. Dispose of reacted solutions according to local, state and federal regulations.

Consumables and replacement items

Required reagents

Description	Quantity/test	Unit	Item no.
Nitrogen Ammonia, Reagent Set, High Range Test 'N Tube™ AmVer™	2	25 tests	2606945

Required apparatus

Description	Quantity/test	Unit	Item no.
Funnel, micro, poly	1	each	2584335
Pipet, TenSette®, 0.1–1.0 mL	1	each	1970001
Pipet Tips, for TenSette® Pipet, 0.1–1.0 mL	2	50/pkg	2185696
Test tube rack	1	each	1864100

Recommended standards

Description	Unit	Item no.
Nitrogen, Ammonia Standard Solution, 10-mg/L NH ₃ -N	500 mL	15349
Nitrogen, Ammonia Standard Solution, 100-mg/L NH ₃ -N	500 mL	2406549
Nitrogen, Ammonia Standard Solution, 10-mL Voluette® Ampules, 150 mg/L	16/pkg	2128410
Nitrogen Ammonia Standard Solution, 10-mL Voluette® Ampule, 50-mg/L NH ₃ -N	16/pkg	1479110
Wastewater Effluent Standard Solution, Mixed Parameter, for NH ₃ -N, NO ₃ -N, PO ₄ ³⁻ , COD, SO ₄ ²⁻ , TOC	500 mL	2833249
Water, deionized	4 L	27256

Optional reagents and apparatus

Description	Unit	Item no.
Mixing cylinder, graduated, 25-mL	each	2088640
Distillation apparatus set, general purpose	each	2265300
Filter paper, folded, 3–5-micron, 12.5-cm	100/pkg	69257
Pipet tips for TenSette® Pipet, 0.1–1.0 mL	1000/pkg	2185628
Ampule Breaker, 10-mL Voluette® Ampules	each	2196800
Distillation heater and support for apparatus set, 115 VAC option	each	2274400
Distillation heater and support for apparatus set, 230 VAC option	each	2274402
Funnel, poly, 65-mm	each	108367
Pipet, serological, 2-mL	each	50549
Pipet filler, safety bulb	each	1465100
Hydrochloric Acid, concentrated	500 mL	13449
Hydrochloric Acid Standard Solution, 1 N	1000 mL	2321353
Sodium Hydroxide Standard Solution, 1.0 N	100 mL MDB	104532
Sulfide Inhibitor Reagent Powder Pillows	100/pkg	241899
Sodium Hydroxide Solution, 5 N	50 mL	245026
Sodium Thiosulfate, 0.1 N	100 mL	32332



FOR TECHNICAL ASSISTANCE, PRICE INFORMATION AND ORDERING:

In the U.S.A. – Call toll-free 800-227-4224
Outside the U.S.A. – Contact the HACH office or distributor serving you.
On the Worldwide Web – www.hach.com; E-mail – techhelp@hach.com

HACH COMPANY
WORLD HEADQUARTERS
Telephone: (970) 669-3050
FAX: (970) 669-2932

DBO₅/DBO_[n]

Principio

Determinación de la demanda bioquímica de oxígeno en **5/[n] días** (DBO₅/DBO_[n]) con inhibición adicional de la nitrificación mediante **5 mg/L** de alitiourea. La determinación del oxígeno disuelto tiene lugar en una solución alcalina con un derivado de pirocatequina en presencia de Fe²⁺, condiciones bajo las que se forma un colorante rojo.

Campo de aplicación

Aguas residuales municipales e industriales

Agua de dilución para LCK 555

Ténganse en cuenta los datos técnicos sobre la preparación y manipulación del agua de dilución que se incluyen con el set de agua de dilución (LZC 901). En el **manual A 122 de HACH LANGE** se describen todas las maneras en que el agua de dilución se puede preparar en combinación con el BioKIT LZC 555, el set de agua de dilución LZC 901 y la cubeta-test DBO₅ LCK 555. Este manual puede pedirlo gratuitamente a su agente HACH LANGE.

Almacenamiento

A temperaturas entre +2 y +8°C los reactivos de ensayo se conservan estables hasta la fecha de caducidad indicada en el envase.

Interferencias

Los iones relacionados en la tabla han sido comprobados individualmente hasta las concentraciones indicadas. No hemos determinado el efecto acumulativo; ni la influencia de otros iones.

No interfieren:

10000 mg/L: Cl ⁻
2000 mg/L: SO ₄ ²⁻
500 mg/L: PO ₄ ³⁻ , CO ₃ ²⁻ , NO ₃ ⁻
200 mg/L: NH ₄ ⁺ , Ca ²⁺
100 mg/L: Mg ²⁺
50 mg/L: SCN ⁻
20 mg/L: S ²⁻ , HCHO, Fe ³⁺
10 mg/L: SiO ₂ , EDTA, Pb ²⁺ , CN ⁻ , Zn ²⁺ , Cu ²⁺ , Cr ⁶⁺ , Mn ²⁺ , Ni ²⁺ , Sn ²⁺ , Ag ⁺ , F ⁻
5 mg/L: Al ³⁺
2 mg/L: Cr ³⁺ , NO ₂ ⁻
1 mg/L: Fe ²⁺

También se determinan los compuestos de peróxido y otros agentes oxidantes fuertes, que provocan la obtención de resultados bajos. Las concentraciones de cloro altas pueden suministrar resultados altos o bajos. Los agentes reductores fuertes llevan a la obtención de resultados altos.

Generalmente los resultados de medición se han de verificar mediante un control de verosimilitud (dilución de la muestra de agua). Esta circunstancia es posible con DBO₅/DBO_[n] LCK 555 mediante determinaciones múltiples y diluciones adicionales de la muestra de agua.

pH/temperatura

El pH de la muestra de agua debe estar entre pH 4 y 10. La temperatura de la muestra de agua y del agua de dilución ha de estar entre 18 y 24°C.

Aseguramiento de la Calidad Analítica

addista es un sistema de aseguramiento de la calidad analítica (ACA) con el que Usted puede comprobar en cualquier momento la precisión y exactitud de los resultados analíticos. La realización de controles regulares garantiza el buen funcionamiento del sistema de medición, el manejo correcto y el reconocimiento de interferencias específicas de la muestra.

Indicaciones de seguridad

Por razones de calidad y seguridad, los análisis se deben llevar a cabo exclusivamente con accesorios HACH LANGE originales.

CADAS 100 (LPG 158 / ≥ LPG 210)

Si el test no está todavía memorizado en su instrumento solicite las instrucciones de programación a su representante HACH LANGE.

Tabla de datos

LCK 555

LP2W	04/1998
DBO ₅ /DBO _[n] (A1) • F ₁ = 0 • F ₂ = -36.44 • K = 0.65	
DBO ₅ /DBO _[n] (B1) • F ₁ = 0 • F ₂ = -260.3 • K = 0.65	
DBO ₅ /DBO _[n] (C1) • F ₁ = 0 • F ₂ = -1041 • K = 0.65	
CADAS 30/50 (Version 1.8/1.9)	04/1998
DBO ₅ /DBO _[n] (A1) • λ: 620 nm • Pro.: 13 • F ₁ = 34.48 • F ₂ = -34.48 • K = 0.64	
DBO ₅ /DBO _[n] (B1) • λ: 620 nm • Pro.: 13 • F ₁ = 246.5 • F ₂ = -246.4 • K = 0.652	
DBO ₅ /DBO _[n] (C1) • λ: 620 nm • Pro.: 13 • F ₁ = 986 • F ₂ = -986 • K = 0.648	
CADAS 30/30S/50/50S	04/1998
DBO ₅ /DBO _[n] (A) • λ: 620 nm • Pro.: 16 • F ₁ = 9.855 • F ₂ = 3.5 • K = 0.646	
DBO ₅ /DBO _[n] (B) • λ: 620 nm • Pro.: 16 • F ₁ = 9.855 • F ₂ = 25 • K = 0.646	
DBO ₅ /DBO _[n] (C) • λ: 620 nm • Pro.: 16 • F ₁ = 9.855 • F ₂ = 100 • K = 0.651	
ISIS 6000/9000	04/1998
DBO ₅ /DBO _[n] (A) • λ: 610 nm • Pro.: 16 • F ₁ = 8.016 • F ₂ = 3.5 • K = 0.650	
DBO ₅ /DBO _[n] (B) • λ: 610 nm • Pro.: 16 • F ₁ = 8.016 • F ₂ = 25 • K = 0.650	
DBO ₅ /DBO _[n] (C) • λ: 610 nm • Pro.: 16 • F ₁ = 8.012 • F ₂ = 100 • K = 0.650	
CADAS 100 / LPG 158	04/1998
DBO ₅ /DBO _[n] (A1) • λ: 620 nm • F ₁ = -33.71 • F ₂ = 0.65	
DBO ₅ /DBO _[n] (B1) • λ: 620 nm • F ₁ = -240.8 • F ₂ = 0.65	
DBO ₅ /DBO _[n] (C1) • λ: 620 nm • F ₁ = -963.0 • F ₂ = 0.65	
CADAS 100 / ≥ LPG 210	04/1998
DBO ₅ /DBO _[n] (A1) • λ: 620 nm • F ₁ = -33.71 • K = 0.65	
DBO ₅ /DBO _[n] (B1) • λ: 620 nm • F ₁ = -240.8 • K = 0.65	
DBO ₅ /DBO _[n] (C1) • λ: 620 nm • F ₁ = -963.0 • K = 0.65	

Sirve para todos los tipos de fotómetros

DBO₅/DBO_[n]

Edición 04/1998

1. Selección de las etapas de dilución

Matriz de agua residual	Gama de medición recomendado (en mg/L)
Efluente de plantas de tratamiento de aguas residuales Agua residual purificada biológicamente Agua residual industrial ligeramente contaminada	A 4 – 58
Agua residual municipal después de la etapa de decantación preliminar Agua residual industrial contaminada Agua residual municipal sin depurar	B 25 – 413
Agua residual municipal sin depurar Agua residual industrial muy contaminada Agua de infiltración de vertederos públicos	C 100 – 1650

A ⇒ **A1** ⇒ 4 – 19 mg/L *

⇒ **A2** ⇒ 7 – 38 mg/L *

⇒ **A3** ⇒ 11 – 58 mg/L *

B ⇒ **B1** ⇒ 25 – 138 mg/L *

⇒ **B2** ⇒ 50 – 275 mg/L *

⇒ **B3** ⇒ 75 – 413 mg/L *

C ⇒ **C1** ⇒ 100 – 550 mg/L *

⇒ **C2** ⇒ 200 – 1100 mg/L *

⇒ **C3** ⇒ 300 – 1650 mg/L *

* probable límite superior de la gama de medición (véase pág. 1e "Nota muy importante" punto 2)

Para las muestras de contenido de DBO₅ desconocido, el nivel de dilución más favorable se determina previamente mediante un **valor estimado R**:

Tipo de agua residual	Valor estimado R
Agua residual industrial y municipal no tratada	35% – 65% del contenido de DQO de la muestra = DBO ₅ estimado
Agua residual tratada biológicamente	25% del contenido de DQO de la muestra = DBO ₅ estimado

La etapa de dilución se ha de seleccionar de manera que el contenido de DBO₅ estimado esté en el centro de la gama de medición.

Ejemplo: contenido de DBO₅ estimado ≈ 200 mg/L
gama de medición seleccionado **B3** = 75 – 413 mg/L

Sirve para todos los tipos de fotómetros

DBO₅/DBO_[n]

Edición 04/1998

2. Preparación de las muestras

a) Homogeneización de la muestra

Homogeneizar la muestra (20°C) **5 min** a 700 – 900 r.p.m. (agitador magnético) o, dependiendo del tamaño de los copos, en primer lugar emplear un homogeneizador (**30 seg** a 20.000 r.p.m.).

Nota: Si después de la homogeneización siguen existiendo partículas/ copos grandes, se recomienda realizar determinaciones múltiples para determinar el valor de DBO₅.

b) Dilución previa en el tubo de reacción para las etapas de dilución

Pipetear la muestra y el agua de dilución en el tubo de reacción (de acuerdo con la tabla); cerrar el tubo y agitar **enérgicamente** durante **1 min** para enriquecer la muestra con oxígeno.

Gama de medición (en mg/L)	Dilución previa en el tubo de reacción		Muestra preparada	Factor de dilución
	Muestra	Agua de dilución	pipetear en la cubeta-test	sólo para CADAS 200 / LASA 30/50/100 / XION 500
A ⇒ 4 – 58 *				
A1 ⇒ 4 – 19 *	4 mL	—	1.8 mL	3.5
A2 ⇒ 7 – 38 *	4 mL	—	0.9 mL	7.0
A3 ⇒ 11 – 58 *	4 mL	—	0.6 mL	10.5
B ⇒ 25 – 413 *				
B1 ⇒ 25 – 138 *	1 mL	1 mL	0.5 mL	25
B2 ⇒ 50 – 275 *	1 mL	3 mL	0.5 mL	50
B3 ⇒ 75 – 413 *	1 mL	5 mL	0.5 mL	75
C ⇒ 100 – 1650 *				
C1 ⇒ 100 – 550 *	0.4 mL	2.8 mL	0.5 mL	100
C2 ⇒ 200 – 1100 *	0.4 mL	6.0 mL	0.5 mL	200
C3 ⇒ 300 – 1650 *	0.4 mL	9.2 mL	0.5 mL	300

* probable límite superior de la gama de medición (véase pág. 1e "Nota muy importante" punto 2)

Procedimiento después de 5 días

A Cubeta de agua de dilución o cubeta de análisis.

B Desenroscar la cubeta.

C Colocar el embudo.

D ¡Quitar con *cuidado* el papel de aluminio!

E Verter el contenido de DosiCapZip, por el embudo, en la cubeta.

F Volver a cerrar la cubeta con DosiCapZip.

G Invertir la cubeta durante **3 min** hasta que las tabletas se hayan disuelto.

H Esperar otros **3 min**.

I Limpiar bien el exterior de la cubeta y realizar la evaluación.

DBO₅/DBO_[n]

Edición 04/1998

Evaluación

1. Seleccionar »Programas cód. barras«.
2. Seleccionar el número de test (véase más abajo).
3. El número de control debe ser **4**.
4. Introducir la cubeta de agua de dilución y pulsar »Medición 1«.
5. Introducir la cubeta de análisis y pulsar »Medición 2«.
6. Seleccionar el factor de dilución (véase tabla en *página 1b* punto 2. preparación de las muestras).

Si va a medir más de una muestra, empiece la evaluación siguiente por el punto 5.

Parámetro	Nº de Test	Gama de medición
DBO ₅ /DBO _[n]	555	4 – 1650 mg/L

DBO₅/DBO_[n]

Edición 04/1998

Evaluación

1. Pulsar la tecla "Mode" y comprobar el número de control del programa: **__ : 40**
2. Introducir el filtro de programa **623 nm**.
3. Seleccionar el test con la tecla "Mode".
4. Introducir la cubeta de agua de dilución.
Indicación: »NULL« (Cero).
Sacar la cubeta de agua de dilución.
5. Seleccionar la gama de medición con la tecla *.
6. Introducir la cubeta de análisis.

Si va a medir más de una muestra, empiece la evaluación siguiente por el punto 5 y vuelva a seleccionar la gama de medición.

Parámetro	Indicación	Gama de medición
DBO ₅ /DBO _[n] (A)	DBO 5 LCK 555	4 – 58 mg/L
DBO ₅ /DBO _[n] (B)	DBO 5 LCK 555	25 – 413 mg/L
DBO ₅ /DBO _[n] (C)	DBO 5 LCK 555	100 – 1650 mg/L

DBO₅/DBO_[n]

Edición 04/1998

Evaluación

1. Pulsar una tecla.
2. Comprobar el número de control del programa: **__ : 40**
3. Seleccionar el test con la tecla ↑ o ↓.
4. Introducir la cubeta de agua de dilución.
Indicación: » I : «.
Sacar la cubeta de agua de dilución.
5. Seleccionar la gama de medición con la tecla ↓.
6. Introducir la cubeta de análisis.

Si va a medir más de una muestra, empiece la evaluación siguiente por el punto 5 y vuelva a seleccionar la gama de medición.

Parámetro	Indicación	Gama de medición
DBO ₅ /DBO _[n] (A)	DBO 5 LCK 555	4 – 58 mg/L
DBO ₅ /DBO _[n] (B)	DBO 5 LCK 555	25 – 413 mg/L
DBO ₅ /DBO _[n] (C)	DBO 5 LCK 555	100 – 1650 mg/L

DBO₅/DBO_[n]

Edición 04/1998

Evaluación

1. Introducir el filtro **605 nm**.
2. Seleccionar el modo »Dr. Lange«.
3. Seleccionar el número de test (véase más abajo).
4. El número de control debe ser **4**.
5. Introducir la cubeta de agua de dilución y pulsar la tecla verde.
6. Introducir la cubeta de análisis y pulsar la tecla verde.
7. Seleccionar el factor de dilución (véase tabla en *página 1b* punto 2. preparación de las muestras).

Si va a medir más de una muestra, empiece la evaluación siguiente por el punto 6.

Parámetro	N° de Test	Gama de medición
DBO ₅ /DBO _[n]	555	4 – 1650 mg/L

DBO₅/DBO_[n]

Edición 04/1998

Evaluación

1. Introducir el filtro de programa **620 nm**.
2. Pulsar la tecla "Tests" hasta que en pantalla aparezca la indicación (véase más abajo).
3. El número de control debe ser:
1 (DBO₅/DBO_[n] A) o **4** (DBO₅/DBO_[n] B) o **8** (DBO₅/DBO_[n] C).
4. Introducir la cubeta de agua de dilución y pulsar la tecla "Null" (cero).
5. Introducir la cubeta de análisis y pulsar la tecla "Ergebnis" (resultado).

Si va a medir más de una muestra, empiece la evaluación siguiente por el punto 5.

Parámetro	Indicación	Gama de medición
DBO ₅ /DBO _[n] (A1)	DBO 5 A LCK 555	A1 = 4 – 19 mg/L
DBO ₅ /DBO _[n] (B1)	DBO 5 B LCK 555	B1 = 25 – 138 mg/L
DBO ₅ /DBO _[n] (C1)	DBO 5 C LCK 555	C1 = 100 – 550 mg/L

Téngase en cuenta que en las etapas de dilución A2 / B2 / C2, el resultado visualizado se ha de multiplicar por 2. En las etapas de dilución A3 / B3 / C3, el resultado visualizado se ha de multiplicar por 3.

DBO₅/DBO_[n]

Edición 04/1998

Evaluación

1. Introducir la cubeta de agua de dilución.
2. Indicación: »DBO A DBO B DBO C«.
3. Pulsar la tecla situada debajo de la gama de medición deseado.
4. Introducir la cubeta de análisis.

Si va a medir más de una muestra, empiece la evaluación siguiente por el punto 2.

Esta evaluación es posible a partir de las siguientes versiones de Eprom:

Versión 1.8 (CADAS 30)

Versión 1.9 (CADAS 50)

Parámetro	Gama de medición
DBO ₅ /DBO _[n] (A1)	A1 = 4 – 19 mg/L
DBO ₅ /DBO _[n] (B1)	B1 = 25 – 138 mg/L
DBO ₅ /DBO _[n] (C1)	C1 = 100 – 550 mg/L

Téngase en cuenta que en las etapas de dilución A2 / B2 / C2, el resultado visualizado se ha de multiplicar por 2.

En las etapas de dilución A3 / B3 / C3, el resultado visualizado se ha de multiplicar por 3.

DBO₅/DBO_[n]

Edición 04/1998

Evaluación

1. Comprobar el número de control del programa: __ : 40
2. Seleccionar el modo »CUBETA-TEST«.
3. Seleccionar el número de test (véase más abajo).
4. Indicación: »DBO A DBO B DBO C«.
Pulsar la tecla situada debajo de la gama de medición deseado.
5. Indicación: »1 2 3«.
Pulsar la tecla situada debajo de la etapa de dilución desada.
6. El número de control debe ser 4.
7. Introducir la cubeta de agua de dilución y pulsar la tecla azul.
8. Introducir la cubeta de análisis y pulsar la tecla verde.

Si va a medir más de una muestra, introduzca la siguiente cubeta de análisis y empiece la evaluación por el punto 4, sin volver a introducir la cubeta de agua de dilución.

Parámetro	Gama de medición
DBO ₅ /DBO _[n] (A)	4 – 58 mg/L
DBO ₅ /DBO _[n] (B)	25 – 413 mg/L
DBO ₅ /DBO _[n] (C)	100 – 1650 mg/L

DBO₅/DBO_[n]

Edición 04/1998

Evaluación

1. Introducir la cubeta de agua de dilución.
2. Seleccionar la gama de medición.
3. Seleccionar la etapa de dilución.
4. Indicación: »DBO 5 [A1 – C3] NO. 4«.
5. Introducir la cubeta de análisis.

CADAS 30/30S/50/50S:

Si va a medir más de una muestra, empiece la evaluación siguiente por el punto 5 y vuelva a seleccionar la gama de medición.

ISIS 9000:

Si va a medir más de una muestra, introduzca la siguiente cubeta de análisis y empiece la evaluación siguiente por el punto 2.

Esta evaluación es posible a partir de las siguientes versiones de Eprom:

Versión 2.0 (CADAS 30/50)

Número de control del programa:

__ : 40 (CADAS 30S/50S/ISIS 9000)

Parámetro	Gama de medición
DBO ₅ /DBO _[n] (A)	4 – 58 mg/L
DBO ₅ /DBO _[n] (B)	25 – 413 mg/L
DBO ₅ /DBO _[n] (C)	100 – 1650 mg/L

DBO₅/DBO_[n]

Edición 04/1998

Evaluación

1. Introducir la cubeta de agua de dilución.
2. Introducir la cubeta de análisis.
3. Introducir el factor de dilución (véase tabla en página 1b punto 2. Preparación de las muestras).

Es absolutamente imprescindible introducir el factor de dilución exacto.

Parámetro	Gama de medición
DBO ₅ /DBO _[n]	4 – 1650 mg/L

DBO₅/DBO_[n]

Edición 04/1998

Evaluación

1. Comprobar el número de control del programa: **__ : 40**
2. Seleccionar el número de test (véase más abajo).
3. El número de control debe ser **4**.
4. Introducir la cubeta de agua de dilución y pulsar la tecla verde.
5. Introducir la cubeta de análisis y pulsar la tecla verde.
6. Introducir el factor de dilución (véase tabla en *página 1b* punto 2. preparación de las muestras).

Es absolutamente imprescindible introducir el factor de dilución exacto.

Parámetro	Nº de Test	Gama de medición
DBO ₅ /DBO _[n]	555	4 – 1650 mg/L

DBO₅/DBO_[n]

Edición 04/1998

Evaluación

1. Introducir la cubeta de agua de dilución.
2. Introducir la cubeta de análisis.
3. Seleccionar el factor de dilución (véase tabla en *página 1b* punto 2. preparación de las muestras).

Si va a medir más de una muestra, empiece la evaluación siguiente por el punto 2.

Parámetro	Gama de medición
DBO ₅ /DBO _[n]	4 – 1650 mg/L

DBO₅/DBO_[n]

Edición 04/1998

Evaluación

1. Seleccionar el modo »TEST«.
2. Seleccionar el símbolo (véase más abajo).
3. Comprobar los factores y la longitud de onda de medición en la memoria »Mem«.
4. Introducir la cubeta de agua de dilución y pulsar la tecla "NULL" (cero).
5. Introducir la cubeta de análisis y pulsar la tecla "MESS" (medir).

Si va a medir más de una muestra, empiece la evaluación siguiente por el punto 5.

Parámetro	Símbolo	Gama de medición
DBO ₅ /DBO _[n] (A1)	\$ 555 A	A1 = 4 – 19 mg/L
DBO ₅ /DBO _[n] (B1)	\$ 555 B	B1 = 25 – 138 mg/L
DBO ₅ /DBO _[n] (C1)	\$ 555 C	C1 = 100 – 550 mg/L

Téngase en cuenta que en las etapas de dilución A2 / B2 / C2, el resultado visualizado se ha de multiplicar por 2.

En las etapas de dilución A3 / B3 / C3, el resultado visualizado se ha de multiplicar por 3.

DBO₅/DBO_[n]

Edición 04/1998

Evaluación

1. Seleccionar el modo »TEST«.
2. Seleccionar el símbolo (véase más abajo).
3. El número de control debe ser:
7 [(DBO₅/DBO_[n] (A1)) o 8 [(DBO₅/DBO_[n] (B1)) o 3 [(DBO₅/DBO_[n] (C1)).
4. Introducir la cubeta de agua de dilución y pulsar la tecla "NULL" (cero).
5. Introducir la cubeta de análisis y pulsar la tecla "MESS" (medir).

Si va a medir más de una muestra, empiece la evaluación siguiente por el punto 5.

Parámetro	Símbolo	Gama de medición
DBO ₅ /DBO _[n] (A1)	555 A	A1 = 4 – 19 mg/L
DBO ₅ /DBO _[n] (B1)	555 B	B1 = 25 – 138 mg/L
DBO ₅ /DBO _[n] (C1)	555 C	C1 = 100 – 550 mg/L

Téngase en cuenta que en las etapas de dilución A2 / B2 / C2, el resultado visualizado se ha de multiplicar por 2.

En las etapas de dilución A3 / B3 / C3, el resultado visualizado se ha de multiplicar por 3.

Sirve para todos los tipos de fotómetros

DBO₅/DBO_[n]

Edición 04/1998

3. Preparación de la cubeta de agua de dilución

Cada día que se realizan análisis se ha de preparar **una** cubeta de agua de dilución (= cubeta con sólo agua de dilución) como valor blanco para todos los valores de medición. Para las series de análisis **sólo** se necesita **una** cubeta de agua de dilución.

4. Llenado de las cubetas con muestra y agua de dilución

Téngase especialmente en cuenta:

Pipetear la muestra preparada según el punto 2 (véase el volumen a pipetear en la tabla) en la cubeta-test. Después use una pipeta de transferencia para llenar las cubetas **hasta el borde** con agua de dilución, **sin que queden burbujas de aire** en las mismas. ¡Al llenar las cubetas, el agua de dilución se ha de **pipetear homogéneamente**! El agua de dilución sobrante que queda en la pipeta de transferencia después de llenar la cubeta hay que desecharla!

5. Cerrar las cubetas

Volver a cerrar las cubetas con **DosiCap Zip** cuidando de que **no queden burbujas de aire** (para comprobar si existen burbujas dar la vuelta a las cubetas). A continuación, dejarlas **5/[n] días protegidas contra la luz** en el termostato secador a **20°C**.

6. Etiquetado de las cubetas

Recomendamos marcar la etapa de dilución y el tipo de muestra en la etiqueta de las cubetas, a fin de impedir confundir las cubetas después de 5/[n] días.

Sirve para todos los tipos de fotómetros

DBO₅/DBO_[n]

Edición 02/1999

Procedimiento II después de 5/[n] días

1. Cubeta de agua de dilución

Desenroscar la **cubeta de agua de dilución** y colocar el embudo sobre la misma. A continuación quitar con **cuidado** el papel de aluminio del **DosiCap Zip** y **verter** el contenido **lentamente**, por el embudo, **en la cubeta de agua de dilución**. Retirar el embudo e **inmediatamente cerrar** la cubeta de agua de dilución con **DosiCap Zip**, cuidando de que **no queden burbujas de aire** en la misma.

¡Atención! Si después de quitar el embudo el menisco de líquido se encuentra por debajo de la abertura de la cubeta, el volumen que falta puede corregirse de nuevo mediante la adición de 2 – 4 perlas de vidrio.

2. Cubeta de análisis

Desenroscar la **cubeta de análisis** y colocar el embudo sobre la misma. A continuación quitar con **cuidado** el papel de aluminio del **DosiCap Zip** y **verter** el contenido **lentamente**, por el embudo, **en la cubeta de análisis**. Retirar el embudo e **inmediatamente cerrar la cubeta de análisis** con **DosiCap Zip**, cuidando de que **no queden burbujas de aire** en la misma.

¡Atención! Si después de quitar el embudo el menisco de líquido se encuentra por debajo de la abertura de la cubeta, el volumen que falta puede corregirse de nuevo mediante la adición de 2 – 4 perlas de vidrio.

Invertir repetidamente durante **3 min** las cubetas preparadas según lo descrito en los puntos 1 y 2, hasta que las tabletas de reactivo se hayan disuelto totalmente.

Transcurridos otros 3 min volver a limpiar bien el exterior de la cubeta y realizar la evaluación (véase evaluación).

DBO₅/DBO_[n]

Edición 04/1998

Todos los fotómetros (excepto LP2W y CADAS 100) disponen de una evaluación de análisis de DBO₅ moderna y variable.

1. Comprobación del valor del agua de dilución transcurridos 5 días

a) Indicación » I : o «

El agua de dilución está sobresaturada con oxígeno.

Medida: No usar el agua de dilución hasta que haya transcurrido **1 hora** desde la aireación.

b) Indicación » I : u «

El agua de dilución tiene un bajo nivel de oxígeno.

Medida: Comprobar la inoculación y la aireación, comprobar la temperatura del agua de dilución o la del lugar donde se guarda.

2. Límites variables de la gama de medición

Al seleccionar la gama de medición se define solamente el límite de medición inferior. El límite superior sirve como orientación, debido a que se calcula a partir del valor de agua de dilución medido previamente.

Si el resultado cae fuera de la gama de medición, aparecerá en la pantalla y sobre la impresora.

DBO₅/DBO_[n]

Edición 04/1998

Si, por motivos de tiempo, no es posible determinar la DBO₅ en un periodo de 5 días (p. ej., durante el fin de semana), también puede calcularse la DBO₅ aproximada mediante un factor.

Medición anticipada de la DBO después de 4 días

Resultado DBO₄ x 1.14 ≈ DBO₅ aproximada

Medición tardía de la DBO después de 6 días

Resultado DBO₆ x 0.91 ≈ DBO₅ aproximada

Los resultados son valores aproximados para aguas residuales municipales.

El factor para las aguas residuales industriales puede variar. Recomendamos determinar este factor caso por caso a partir de varias muestras.

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP-VGP-SC-PT1-OM-MNL-0001
	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Rev. 0A
	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN CRISTÓBAL	Fecha 2018-08-23
	TOMO I - OPERACIÓN	Pagina. 266 de 266

11.6 Anexo 6: **Procedimiento de trabajo en espacios confinados SMP-VGP-00-000-SE-PPG-0009-0A - Espacios confinados**



GRANDS PROJETS

PROYECTO DE SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA



PROCEDIMIENTO PARTICULAR DE GESTIÓN ESPACIOS CONFINADOS

S M P - V G P - 0 0 - 0 0 0 - S E - P P G - 0 0 0 9 - 0 A

APROBACIÓN DEL INGENIERO SUPERVISOR	
☐	Código 1. Aprobado sin comentarios.
☐	Código 2. Aprobado con comentarios.
☐	Código 3. Rectificar y someter de nuevo.
☐	Código 4. Rechazado
☐	Código 5. Únicamente para información.
Comentarios:	
Revisado/Aprobado Por:	(Apellido, Firma, Fecha y Sello)

Estado de revisión

0A	2012/07/15				Primera edición
Revisión	Fecha	Preparación	Revisión	Aprobación	Cambios / Comentarios

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP- VGP-00-000-SE-PPG-0009
	PROCEDIMIENTO PARTICULAR DE GESTION	Rev. 0A
	ESPACIOS CONFINADOS	Fecha 2012-07-15
		Pag. Página 2 of 37

INDICE

1	INTRODUCCIÓN	4
2	ALCANCE	4
2.1	Definición de un “Espacio Confinado”:	4
2.2	Clasificación de los espacios confinados.....	4
2.2.1	Espacios Confinados de Clase A	4
2.2.2	Espacios Confinados de Clase B	5
2.2.3	Espacios Confinados de Clase C	5
2.3	Conclusión	5
3	FUNCIONES Y RESPONSABILIDADES	6
3.1	Gerente de Proyecto.....	6
3.2	Gerente de obras	6
3.3	Gerente de salud y seguridad (SSA).....	6
3.4	Encargado de Obra.....	7
3.5	Emisores de Permisos	8
3.6	Ayudantes Exteriores.....	9
3.7	Autorizados a entrar	10
4	FORMACIÓN Y LICENCIA DE TRABAJO EN ESPACIO CONFIRMADO	12
4.1	Selección de personal	12
4.2	Inducción y formación	12
4.3	Permiso de Entrada en Espacios Confinados	13
5	PROCEDIMIENTO DE TRABAJO EN ESPACIOS CONFINADOS –	
	ALCANTARILLADO SANITARIO.....	14
5.1	Identificación de espacios confinados en alcantarillados públicos.....	14
5.2	Principales riesgos en alcantarillados.....	14
5.2.1	Atmósferas tóxicas e inflamables	14

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP- VGP-00-000-SE-PPG-0009
	PROCEDIMIENTO PARTICULAR DE GESTION	Rev. 0A
	ESPACIOS CONFINADOS	Fecha 2012-07-15 Pag. Página 3 of 37

5.2.2	Riesgos biológicos de transmisión de enfermedades al contacto de las aguas negras	20
5.2.3	Inundaciones subterráneas	20
5.2.4	Medidas preventivas	21
5.3	Procedimiento de trabajo	23
5.3.1	Preparación:	23
5.3.2	Señalización.....	25
5.3.3	Disposición de la brigada	25
5.3.4	Chequeos de acceso y pre-entrada	27
5.3.5	Entrada en los Espacios Confinados	28
5.3.6	Fin de la intervención	29
5.4	Operaciones de rescate	29
5.4.1	Caso estándar.....	29
5.4.2	Caso específico	31
6	PROCEDIMIENTO DE TRABAJO EN ESPACIOS CONFINADOS – INFRAESTRUCTURAS EN CONSTRUCCIÓN	32
6.1	Identificación de espacios confinados en infraestructura en construcción	32
6.2	Identificación de riesgos específicos en infraestructuras en construcción	32
6.2.1	Atmósferas tóxicas e inflamables	32
6.3	Procedimientos de trabajo específicos a los espacios confinados correspondiendo a infraestructuras en construcción	32
6.3.1	Chequeos de acceso y pre-entrada	32
6.3.2	Entrada en Espacios Confinados	33
6.3.3	Operaciones de rescate	33
7	ANEXOS	35
7.1	Anexo 1 : Licencia de Trabajo en Espacios Confinados	35
7.2	Anexo 2 : Manual de Formación para Trabajos en Espacio Confinados - Redes de alcantarillado existentes	36
7.3	Anexo 3 : Permiso de Entrada en Espacios Confinados	37

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP- VGP-00-000-SE-PPG-0009
	PROCEDIMIENTO PARTICULAR DE GESTION	Rev. 0A
	ESPACIOS CONFINADOS	Fecha 2012-07-15
		Pag. Página 4 of 37

1 INTRODUCCIÓN

Todo trabajo en espacios confinados debe ser considerado de alto riesgo y debe ser realizado en estricto acuerdo con las previsiones de este procedimiento.

2 ALCANCE

2.1 Definición de un “Espacio Confinado”:

Cualquier lugar, incluyendo cualquier cámara, tanque, tina, silo, pozo, tubería, alcantarilla, cañón de chimenea, o cualquier espacio en el cual, por su virtud o su naturaleza de encierro, se generan riesgos razonablemente previsibles y específicos.

Los riesgos principales son sustancias inflamables, gas tóxico o vapor, gases explosivos, deficiencia o enriquecimiento de oxígeno, ingreso de líquidos, libre circulación de sólidos, calor excesivo.

Los espacios confinados se pueden clasificar en varias categorías.

El presente documento se enfocará en los espacios susceptibles de ser encontrados durante la ejecución del Proyecto a saber:

- Alcantarillados sanitarios en servicio
- Obra civil en construcción (tanques, registros, ...)

Durante la ejecución del Proyecto, si otro tipo de espacios confinados aparecieran el presente Procedimiento debería ser actualizado.

2.2 Clasificación de los espacios confinados

2.2.1 Espacios Confinados de Clase A

Corresponde a un espacio confinado en el que hay una posibilidad de que exista una atmósfera dañina o peligrosa, pero donde a la entrada la atmósfera está limpia y las condiciones de cambio son poco probables; y con entrada poco profunda de bajo riesgo, no excediendo los 1.5 m, con ventilación natural o mecánica adecuada, donde el acceso

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP- VGP-00-000-SE-PPG-0009
	PROCEDIMIENTO PARTICULAR DE GESTION	Rev. 0A
	ESPACIOS CONFINADOS	Fecha 2012-07-15
		Pag. Página 5 of 37

es simple y despejado y no hay probabilidad de riesgos o inundaciones, por ejemplo, registros y cámara poco profundas, registros para medidores, cámaras de válvulas, cámaras de elevación de estaciones de bombeo y similares.

2.2.2 Espacios Confinados de Clase B

Corresponde a un espacio confinado en el que pueda existir una atmosfera dañina y peligrosa y donde es posible que las condiciones atmosféricas cambien de repente, y donde el acceso es vertical, directo y despejado proveyendo una fijación continua para el dispositivo de salvamento mediante izado o mecanismos de rescate parecidos. Por ejemplo registros profundos, cámaras y tanques.

2.2.3 Espacios Confinados de Clase C

Corresponde a un espacio confinado en el que no es posible tener a una persona permanentemente atada a una línea de seguridad. Usualmente habrá más de una persona entrando al espacio confinado y movimientos requeridos lejos del punto de entrada. Un espacio confinado en el que hay probabilidad de que exista una atmósfera dañina y peligrosa y donde es posible que las condiciones atmosféricas cambien de repente y/o donde la naturaleza de las operaciones es particularmente difícil y el rescate a través de una línea de vida(elemento de amarre) no sería posible.

2.3 Conclusión

Los espacios confinados referentes a este procedimiento corresponden mayormente a la clase B.

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP- VGP-00-000-SE-PPG-0009
	PROCEDIMIENTO PARTICULAR DE GESTION	Rev. 0A
	ESPACIOS CONFINADOS	Fecha 2012-07-15
		Pag. Página 6 of 37

3 FUNCIONES Y RESPONSABILIDADES

Ninguna persona, trabajando en el Proyecto, bajo ningún motivo, debe entrar a espacios confinados para realizar trabajos, a menos que dichos trabajos no sean razonablemente realizables de otra manera.

El Contratista, el Subcontratista o sus delegados deben de asegurar que los trabajos en todo tipo de espacios confinados son realizados con los estándares no menores que los establecidos en este procedimiento.

3.1 Gerente de Proyecto

El Gerente de Proyecto se encargará:

- De asegurar la efectiva implementación de los procedimientos.

3.2 Gerente de obras

El Gerente de obras de cada ciudad se asegurará de que:

- Los procedimientos y estándares de seguridad del lugar sean desarrollados y mantenidos para el control de riesgos asociados con la entrada a espacios confinados;
- Los recursos suficientes son provistos para asegurar el cumplimiento de los requerimientos de este procedimiento;

3.3 Gerente de salud y seguridad (SSA)

El Gerente de Salud y Seguridad se asegurará de que:

- Se provea al personal los programas de formación apropiados que se requieran para entrar y/o trabajar en espacios confinados (obtención de la Licencia de Trabajo en Espacios Confinados, ver Anexo 1);

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP- VGP-00-000-SE-PPG-0009
	PROCEDIMIENTO PARTICULAR DE GESTION	Rev. 0A
	ESPACIOS CONFINADOS	Fecha 2012-07-15
		Pag. Página 7 of 37

- Se provean los entrenamientos y evaluaciones requeridos para emitir los Permisos de Entrada en Espacios Confinados;
- Las muestras y equipos de medición atmosféricos sean funcionales y calibrados según las recomendaciones del fabricante y que se mantengas los registros de servicio y calibración;
- Las muestras y los equipos de medición atmosféricos requeridos por el personal estén disponibles para entrar en espacios confinados;
- Solo se usen detectores de gas que han sido propiamente calibrados y equipados con baterías cargadas;
- El personal de la brigada de rescate este entrenado para realizar rescates en espacios confinados;
- De que se mantengan los registros de sitio para las personas autorizadas para emitir permisos;
- Este documento sea mantenido dentro del Sistema de Manejo de Seguridad;

El Gerente de Salud y Seguridad animará las sesiones de formación y entregará las Licencias de Trabajo en Espacios Confinados al personal de Obra.

3.4 Encargado de Obra

Cada Encargado de Obra se asegurará de que:

- Los espacios confinados o restringidos sean identificados dentro de su área de responsabilidad;
- Se mantenga un registro de los espacios confinados o restringidos;
- Se identifique y designe personal lo suficientemente entrenado y competente para recibir la formación y Licencia de Trabajo en Espacios Confinados;
- La Metodología de Trabajo en espacio confinado se aplica estrictamente en la Obra;
- El personal que trabaja en los espacios confinados tenga su Licencia de Trabajo en Espacios Confinados;

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP- VGP-00-000-SE-PPG-0009
	PROCEDIMIENTO PARTICULAR DE GESTION	Rev. 0A
	ESPACIOS CONFINADOS	Fecha 2012-07-15
		Pag. Página 8 of 37

3.5 Emisores de Permisos

Los Emisores de Permisos son las personas que han recibido la formación y tienen la Licencia de Trabajo en Espacios Confinados y que serán autorizadas para emitir los Permisos de Entrada.

Dichas personas autorizadas para la emisión de Permisos de Entrada en Espacios Confinados se asegurarán de que:

- En conjunto con los Ayudantes Exteriores (ver 3.6) revisen los procedimientos y practicas necesarias para la seguridad en las operaciones de los Espacios Confinados;
- Ellos mismos entienden la naturaleza de peligro del trabajo para el cual ellos emiten un permiso;
- Solo emitan los permisos que están autorizados a emitir;
- Las personas trabajando bajo permiso estén conscientes del peligro envuelto y de las precauciones que deben tomar;
- Un Ayudante Exterior estará estacionado a la entrada del espacio confinado con luces y equipo de rescate apropiados a mano;
- Todos los controles necesarios sean establecidos antes de comenzar los trabajos, mediante la inspección del lugar de trabajo y la revisión de las evaluaciones de riesgo relevantes y las instrucciones de trabajo subsecuentes;
- Los espacios confinados estén debidamente descontaminados, limpios y purgados (como es requerido) y de que la atmósfera no es explosiva o tóxica, y que los niveles de oxígeno se encuentren entre 19 % y 23 %.
- Los equipos atmosféricos de medición y muestreo sean probados antes de entrar al espacio confinado mediante la comparación del aire en el exterior con el aire dentro del espacio confinado;
- Toda fuente de energía con potencial para causar heridas sea aislada y encerrada antes de comenzar;
- Todos los controles y las precauciones en relación con las evaluaciones de riesgo están establecidas en el permiso;
- Los Permisos de Entrada en Espacios Confinados sean debidamente llenados y firmados antes de entrar en el espacio confinado;
- Todo personal y equipo es retirado del lugar de trabajo y de que el equipo está en buen estado antes de cerrar el Permiso;

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP- VGP-00-000-SE-PPG-0009
	PROCEDIMIENTO PARTICULAR DE GESTION	Rev. 0A
	ESPACIOS CONFINADOS	Fecha 2012-07-15
		Pag. Página 9 of 37

3.6 Ayudantes Exteriores

El Ayudante Exterior es la persona que ha recibido la formación y tiene la Licencia de Trabajo en Espacios Confinados y que permanecerá en el Exterior del espacio confinado durante todo el trabajo.

Él debe:

- Saber el peligro que se puede enfrentar durante la entrada y las consecuencias del riesgo;
- Asegurarse de que las personas que entran a los Espacios confinados están autorizadas para hacerlo.
- Asegurarse de que los chequeos finales de entrada se han realizado antes de entrar y verificar que todas las condiciones de permiso han sido aplicadas.
- Verificar que los documentos de pruebas atmosféricas requeridos en los permisos han sido conducidos y que todos los procedimientos y equipos especificados en el permiso estén en lugar antes de aceptar el permiso y permitir la entrada;
- Verificar que los equipos y recursos de rescate estén disponibles y que los medios para emplazarlos sean operables;
- Firmar al Permiso de Entrada en Espacios Confinados;
- Se mantenga un medio de comunicación confiable entre ellos y aquellos dentro del espacio confinado. La comunicación visual (cuando sea práctico) y audible (uso de radio si es necesario) son las preferidas;
- Estar en atención todo el tiempo, a menos que sean relevados por una persona autorizada;
- Monitorear que entren y salgan del espacio confinado;
- Suspende el trabajo en cualquier momento que piensen que una situación de peligro se pueda presentar (si no están seguros, parar el trabajo y buscar consejo);
- No intentar rescatar a una persona dentro del espacio confinado por ellos mismos, sino iniciar los procedimientos de emergencia del lugar, si esto fuera necesario.
- Al finalizar el turno asegurarse de que:
 - El lugar es dejado condiciones en limpias y seguras;
 - Todo el personal ha dejado el lugar de trabajo;
 - Todos los puntos de entrada estén cercados y señalizados;
 - Toda persona se haya quitado su cierre personal y etiqueta de seguridad.

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP- VGP-00-000-SE-PPG-0009
	PROCEDIMIENTO PARTICULAR DE GESTION	Rev. 0A
	ESPACIOS CONFINADOS	Fecha 2012-07-15
		Pag. Página 10 of 37

- Al finalizar el trabajo asegurarse de que una inspección de pre-cerrado se lleve a cabo (si es necesario);

3.7 Autorizados a entrar

La persona autorizada a entrar es una persona que ha recibido la formación y tiene la Licencia de Trabajo en Espacios Confinados y que trabajará en espacio confinado.

Los autorizados a entrar que son requeridos para realizar la entrada a espacios confinados se asegurarán de que:

- Los Permisos de Entrada a Espacios Confinados sean obtenidos y aplicados cuando sea requerido;
- Las evaluaciones de riesgos sean conducidas antes de comenzar con la entrada a espacios confinados;
- Entienden los requerimientos de los Permisos de Entrada a Espacios Confinados y de no se desvían de las Instrucciones y Procedimientos señalados en el permiso.
- Estén satisfechos de que todas las precauciones necesarias han sido tomadas y que los controles de riesgos sean seguros antes de comenzar el trabajo y mientras lo realizan;
- Todas las fuentes de energía sean identificadas y efectivamente aisladas antes de comenzar con el trabajo;
- Firmen el permiso, como es requerido;
- Los espacios confinados hayan sido descontaminados, limpiados y purgados, cuando sea requerido, antes de la entrada;
- La atmósfera dentro del espacio confinado no es explosiva o tóxica, y tiene un contenido de oxígeno de entre 19 % y 23 %;
- La calidad y temperatura del aire dentro del espacio confinado es continuamente monitoreada y es reevaluada antes de la entrada donde el espacio ha estado temporalmente desocupado por más de treinta minutos;
- Ningún utensilio o equipo que incremente el riesgo de aquellos que están trabajando sea llevado al espacio confinado, por ejemplo, encendedores, químicos, etc.;
- Todo equipo eléctrico o de soldadura, sea removido del espacio confinado siempre que haya un receso significativo del trabajo, por ejemplo, recesos para almorzar, etc.;

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP- VGP-00-000-SE-PPG-0009
	PROCEDIMIENTO PARTICULAR DE GESTION	Rev. 0A
	ESPACIOS CONFINADOS	Fecha 2012-07-15
		Pag. Página 11 of 37

- Se debe abandonar el espacio inmediatamente si la condiciones atmosféricas o de seguridad se deterioran, y notificar a la persona que emite los permisos de cualquier cambio o peligro existente;
- Firman a su entrada y salida el Registro de Entrada dispuesto cercano al acceso;
- Notifican al Emisor de Permiso al final del trabajo, para que el permiso pueda ser cerrado;

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP- VGP-00-000-SE-PPG-0009
	PROCEDIMIENTO PARTICULAR DE GESTION	Rev. 0A
	ESPACIOS CONFINADOS	Fecha 2012-07-15
		Pag. Página 12 of 37

4 FORMACIÓN Y LICENCIA DE TRABAJO EN ESPACIO CONFIRMADO

4.1 Selección de personal

Las personas requeridas para trabajar en espacios confinados deben estar física y mentalmente preparados. Los empleados para trabajar en espacios confinados deben ser mayores de 18 años y preferiblemente menores de 55 años de edad.

Nadie con las siguientes condiciones debe trabajar en espacios confinados.

- Historial de ataques, mareos o desmayos.
- Historial de enfermedades o trastornos cardíacos.
- Asma, bronquitis o falta de aliento al ejercitarse.
- Sordera o epilepsia
- Cualquier otra condición física que impida el normal desarrollo de los tareas/deberes.

4.2 Inducción y formación

Antes de comenzar los trabajos en espacios confinados el Contratista, el Subcontratista o sus delegados deben determinar y estar de acuerdo en cuanto a la clasificación y el tipo de espacio confinado consultando el Gerente de Salud y Seguridad. Deben desarrollar un sistema de seguridad apropiado para el trabajo, basado en este procedimiento. Esto debe ser realizado a través de charlas de seguridad y registros guardados.

Todas las personas que trabajan en espacios confinados deben haber recibido una formación adecuada, tener una Licencia de Trabajo en Espacios Confinados y ser medicamente aptos.

El acceso a espacios confinados debe ser realizado solamente por personas que han recibido la formación adecuada para el trabajo. El Encargado de Salud y Seguridad u otra persona autorizada por el Gerente de Proyecto debe llevar a cabo la formación.

La formación debe ser planeada y debe reflejar la naturaleza del trabajo.

La forma precisa de la formación y las instrucciones deben depender de los requerimientos del sitio, pero deben incluir:

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP- VGP-00-000-SE-PPG-0009
	PROCEDIMIENTO PARTICULAR DE GESTION	Rev. 0A
	ESPACIOS CONFINADOS	Fecha 2012-07-15
		Pag. Página 13 of 37

- a) Observación del sistema de seguridad de trabajo.
- b) La cadena de controles preliminares a realizar antes de entrar.
- c) Instrucciones de los tipos adecuados de aparatos de respiración, practicar el uso, cuidado y mantenimiento.
- d) Instrucciones de uso de los equipos de medición atmosférica.
- e) Los procedimientos de rescate, incluyendo el correcto uso y mantenimiento de los equipos de rescate.
- f) La cadena de comunicación en caso de emergencia
- g) Instrucciones en primeros auxilios, tratamiento de trauma y resucitación.

Una copia del Manual de formación para Trabajos en Espacios Confinados – Redes de Alcantarillado está en Anexo 2.

4.3 Permiso de Entrada en Espacios Confinados

Para garantizar la seguridad de las personas trabajando en los espacios confinados un Permiso de Entrada en Espacios Confinados deberá ser establecido para cada operación. El Permiso se entrega por persona y para la duración de los trabajos en los espacios confinados.

Una copia del Permiso está en Anexo 3.

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP- VGP-00-000-SE-PPG-0009
	PROCEDIMIENTO PARTICULAR DE GESTION	Rev. 0A
	ESPACIOS CONFINADOS	Fecha 2012-07-15
		Pag. Página 14 of 37

5 **PROCEDIMIENTO DE TRABAJO EN ESPACIOS CONFINADOS - ALCANTARILLADO SANITARIO**

5.1 **Identificación de espacios confinados en alcantarillados públicos**

Se pueden considerar como Espacio Confinado todos los registros, tanques, cámaras, túneles y tuberías que forman parte de una red de alcantarillado en servicio.

5.2 **Principales riesgos en alcantarillados**

5.2.1 **Atmósferas tóxicas e inflamables**

5.2.1.1 **Deficiencia de oxígeno**

Sin la presencia de cualquier gas tóxico en la atmósfera esta puede convertirse en letal a través de la deficiencia de oxígeno. (La presencia de glauconita en la arena es una causa común).

Una persona trabajando en una atmósfera con deficiencia de oxígeno no estará advertida del peligro, consecuentemente, síntomas de falta de aliento, mareos, falta de coordinación física, deben requerir una evacuación inmediata, debido a que un estado de inconsciencia puede aparecer rápido e inesperadamente.

Los operarios deben estar instruidos para reportar este tipo de incidente.

La deficiencia de oxígeno aparece cuando la concentración en O₂ es inferior a 19 %

Causas de la deficiencia de Oxígeno

Por causas naturales:

Fermentaciones orgánicas Descomposición de materia orgánica Desprendimiento de CO ₂ de aguas subterráneas carbonatadas	En recintos de escasa ventilación, pozos, arquetas, depósitos, fosos sépticos, etc.
---	---

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP- VGP-00-000-SE-PPG-0009
	PROCEDIMIENTO PARTICULAR DE GESTION	Rev. 0A
	ESPACIOS CONFINADOS	Fecha 2012-07-15
		Pag. Página 15 of 37

Absorción del oxígeno por el agua

Por causas del trabajo realizado:

Removido o pisado de lodos Liberación de conductos obstruidos Procesos de consumo de oxígeno: Soldadura, etc. Empleo de gases inertes: Nitrógeno, CO2, Argón, etc. La propia respiración humana	En cualquier recinto en el que la liberación se efectúe cerca de las vías respiratorias del operante. Galerías, colectores, recintos muy reducidos.
---	--

Por Influencia de otras Instalaciones:

Reacciones químicas de oxidación Desplazamiento del oxígeno por otros gases	Recintos afectados por vertidos industriales. Recintos comunicados con conducciones de gas.
--	--

La tabla siguiente resume los niveles de insuficiencia de oxígeno y efectos consecutivos:

23%	Máximo nivel de seguridad
20.9%	Aire normal
19%	Nivel de seguridad mínimo (nivel de alarma)
17%	Deterioro del juicio detectado
16%	Primeros signos de anoxia (llamas se apagan)
12-16%	Respiración y pulso aumentan y la coordinación muscular se deteriora
6-10%	Náuseas y vómitos, incapacidad para moverse libremente y posible pérdida de la conciencia
<6%	Movimientos convulsivos, jadeando, la respiración se detiene después de algunos minutos

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP- VGP-00-000-SE-PPG-0009
	PROCEDIMIENTO PARTICULAR DE GESTION	Rev. 0A
	ESPACIOS CONFINADOS	Fecha 2012-07-15
		Pag. Página 16 of 37

5.2.1.2 Enriquecimiento de oxígeno

Una atmósfera con oxígeno enriquecido es extremadamente peligrosa y algunas sustancias se vuelven responsables de combustión espontánea.

La atmósfera se puede convertir accidentalmente muy rica en oxígeno como el resultado de trabajos que liberan oxígeno adicional al aire, por ejemplo, una cortadora de oxígeno-propano.

Es peligroso purgar con oxígeno, en vez de aire fresco, y bajo ninguna circunstancia se debe introducir oxígeno a espacios confinados para endulzar el aire o proveer ventilación. Una fuga de oxígeno líquido o gaseoso debe ser tratado como un serio problema y debe ser reportado al Agente para una acción correctora.

5.2.1.3 Riesgo de Intoxicación por Inhalación de Contaminantes

Cuando la concentración ambiental de cualquier sustancia, o del conjunto de varias, supere sus correspondientes límites de exposición laboral.

Causas más comunes de la presencia de Sustancias Tóxicas

Por causas naturales:

Formación de Hidrógeno de Sulfuro (H ₂ S), por descomposición de materia orgánica de origen animal	Fosos sépticos y de purines.
Formación de amoníaco (NH ₃), por descomposición de materia orgánica animal o vegetal	Recintos mal ventilados con aguas residuales.

Por causas del trabajo realizado:

Removido o pisado de lodos con gases tóxicos (H ₂ S)	Recintos con ventilación insuficiente.
Procesos con desprendimiento de contaminantes: Soldadura, pintura, limpieza con disolvente, corte con esmeriladoras, etc.	Cualquier recinto cuando se utilizan motores en su interior o boca de entrada.
Gases de escape de motores de combustión: bombas de achique, generadores eléctricos, compresores, vehículos, etc.	

Por influencia de otras instalaciones:

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP- VGP-00-000-SE-PPG-0009
	PROCEDIMIENTO PARTICULAR DE GESTION	Rev. 0A
	ESPACIOS CONFINADOS	Fecha 2012-07-15
		Pag. Página 17 of 37

Filtraciones de monóxido de carbono e conducciones de gas ciudad
Gases de filtraciones de conductos de evacuación de ventilación de garajes, etc.
Contaminantes de vertidos incontrolados: disolventes ácidos, etc.
Contaminantes de reacciones accidentales:
Arsenamina, Ácido cianhídrico

Recintos con conducciones de gas ciudad.
Recintos comunicados.
Recintos de redes de aguas residuales.
Recintos próximos a polígonos industriales.

La tabla siguiente resume los niveles de insuficiencia de Hidrógeno de Sulfuro (H₂S) y efectos consecutivos:

0.13 ppm	Mínimo olor perceptible
4.6 ppm	Fácilmente detectado
5 ppm	Límite TWA (Time-Weighted Average, 8 hr)
10 ppm	STEL (Short Time Exposure Limit, 15 min)
27 ppm	Olor fuerte y desagradable
100 ppm	Irritación de ojos, tos, pérdida de sentido del olfato
200-300 ppm	Inflamación de las vías respiratorias
500-700 ppm	Pérdida del conocimiento
1000-2000 ppm	Muerte en pocos minutos

5.2.1.4 Riesgo de Explosión o Incendio

Cuando la concentración de gases o vapores inflamables supera el 10 % de su límite inferior de explosividad (L.I.E.).

Causas más comunes de la presencia de sustancias inflamables.

Por causas naturales:

Descomposiciones de materia orgánica con desprendimiento de gas metano	Fosos sépticos. Recintos comunicados con
--	---

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP- VGP-00-000-SE-PPG-0009
	PROCEDIMIENTO PARTICULAR DE GESTION	Rev. 0A
	ESPACIOS CONFINADOS	Fecha 2012-07-15
		Pag. Página 18 of 37

Emanaciones de metano procedente del terreno

vertederos de residuos sólidos urbanos.
Instalaciones de depuración de aguas residuales.
Recintos afectados por terrenos carboníferos.

Por el trabajo realizado:

Productos en los que intervienen productos inflamables: pintura, limpieza con disolventes inflamables, soldadura con soplete, revestimientos con resinas y plásticos, etc.

Cualquier recinto sin la ventilación correspondiente a estos procesos.

Por Influencia de otras Instalaciones:

Filtraciones de conducciones de gases combustibles: gas natural, gas ciudad, etc.
Filtraciones y vertidos de productos inflamables: combustibles de automoción, disolventes orgánicos, pinturas, etc.

Zonas urbanas con red de distribución de gas natural, ciudad, etc.
Recintos próximos a instalaciones o almacenamiento de gas, etc.
Recintos afectados por gasolineras, industrias químicas, etc.

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP- VGP-00-000-SE-PPG-0009
	PROCEDIMIENTO PARTICULAR DE GESTION	Rev. 0A
	ESPACIOS CONFINADOS	Fecha 2012-07-15
		Pag. Página 19 of 37

5.2.1.5 Resumen de los gases peligrosos más comunes

GAS	DENSIDAD RELATIVA	RIESGO	LIMITE DE EXPOSICION OCUPACIONAL EN PPM		LIMITE DE EXPLOSION		PRINCIPALES FUENTES
			LEMI*	LEMA*	Bajo %	Alto %	
Monóxido de carbono CO	0.97	Tóxico	50	400	12.5	74	Maquinas/ explosivos
Dióxido de carbono CO2	1.53	Asfixiante	5000	15000			Natural/ maquinas
Óxido de nitrógeno NO	1.04 1.60	Toxico extremadamente toxico	25 3	35 5			Explosivos/ maquinas
Metano CH4	0.60	Explosivo			5.3	14	Natural
Hidrógeno de Sulfuro H2S	1.19	Tóxico y explosivo	5	15	4.3	46	Natural
Dióxido de Azufre SO2	2.3	Tóxico	2	25			Natural
Propano	1.55	explosivo y asfixiantes	1000	-	2.2	9.5	Escapes
Butano	2.10		600	750	1.5	8.5	Escapes
Acetileno	0.91			-	2.5	81.0	Escapes
Dinitrógeno N2	0.97	Asfixiante					Natural/ inducido
Petróleo/ vapor de diesel		Explosivo			1.3	7.5	Derrame
Hidrogeno H	0.07	Explosivo			4	74	Carga de baterías

* Limite de exposición máximo y límite de exposición mínima.

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP- VGP-00-000-SE-PPG-0009
	PROCEDIMIENTO PARTICULAR DE GESTION	Rev. 0A
	ESPACIOS CONFINADOS	Fecha 2012-07-15
		Pag. Página 20 of 37

5.2.2 Riesgos biológicos de transmisión de enfermedades al contacto de las aguas negras

Las redes de alcantarillado transmiten materiales fecales y urinarios en cantidades significativas. También son importantes patógenos presentes en aguas residuales. Pueden ser fuentes de enfermedades como el tétanos, leptospirosis, hepatitis y fiebre tifoidea.

Causas de los riesgos biológicos:

Contacto con residuos de agua, con la posibilidad de contaminación mucocutánea (piel saludable maceradas, Dermatitis,...), otorrinolaringología (sinusitis), pulmonar o digestiva, de una infección secundaria de heridas.

5.2.3 Inundaciones subterráneas

Cuando se entra a cualquier espacio confinado que es propenso a inundaciones, particularmente sistemas de drenaje, la oficina local de meteorología debe ser contactada para un pronóstico actualizado del tiempo, para reducir el riesgo de ser atrapados por inundaciones repentinas debido a tormentas.

Cuando sean necesarios sistemas de alarma de inundaciones, los medios de alarma deben ser audibles o visuales y operar automática o manualmente de acuerdo con las circunstancias.

Las personas designadas como observadores deben estar totalmente instruidas en el procedimiento de aviso de alarma y las noticias apropiadas de evacuación para la ubicación en particular deben ser divulgadas informando a todo el personal.

Al darse la alarma el área de trabajo debe ser evacuado tan rápido como sea posible; que no haya signos visibles de inundación en el espacio de trabajo no significa que se puede tomar tiempo para un retraso innecesario.

Los equipos de respiración y de detección de gases deben ser llevados afuera a menos que el personal resulte herido al hacerlo.

 GRANDS PROJETS	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP- VGP-00-000-SE-PPG-0009
	PROCEDIMIENTO PARTICULAR DE GESTION	Rev. 0A
	ESPACIOS CONFINADOS	Fecha 2012-07-15
		Pag. Página 21 of 37

5.2.4 Medidas preventivas

Riesgos	Causas	Medidas preventivas
Atropellos por vehículos	Tráfico rodado	Equipos para la señalización del tráfico diurno y nocturno: conos reflectantes, balizas, etc.
Caídas a distinto nivel	Escaleras fijas con: Primeros o últimos peldaños difíciles de alcanzar. Peldaños en mal estado. Peldaños deslizantes por agua o lodo. Ausencia de parte de los peldaños. Escaleras portátiles inseguras, inestables o mal ancladas. Bocas de entrada sin protección.	Reubicación correcta de las patas, para que permita fácil acceso. Los estribos y tramos portátiles, se acoplarán a la parte superior de las escaleras fijas, para facilitar el alcance de los primeros peldaños. Barandas, defensas, rejillas, etc., para la protección de las bocas de entrada. Escaleras fijas y portátiles seguras y estables. Las escaleras colgantes de cuerda con peldaños de madera, o similares, deben desecharse como equipo de trabajo.
Atrapamientos, Golpes, Cortes, etc.	Paredes y techo irregulares, con reducido espacio para el tránsito Presencia de todo tipo de residuos: cascotes, vidrios, objetos metálicos, etc.	Empleo exhaustivo de las boquillas acoplables a las mangueras de alta presión del camión de saneamiento: limpiadoras, perforadoras, ladrillo, teja, etc., y de la manguera de succión.
Caída de objetos mientras se trabaja	Materiales y equipo depositados junto a las bocas de entrada al recinto y durante su transporte al interior	Se colocarán defensas alrededor de la boca de entrada. Se utilizarán dispositivos para la bajada y subida de equipos y materiales, que eviten su transporte manual.
Electrocuciones	Utilización de luminarias, herramientas y equipos eléctricos, en lugares húmedos	Los equipos eléctricos portátiles y las luminarias utilizadas, deberán estar protegidos por el sistema de separación de circuitos, o por el empleo de pequeñas tensiones de

 	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP- VGP-00-000-SE-PPG-0009
	PROCEDIMIENTO PARTICULAR DE GESTION	Rev. 0A
	ESPACIOS CONFINADOS	Fecha 2012-07-15
		Pag. Página 22 of 37

		seguridad, de acuerdo con las el reglamento electrotécnico para trabajos con baja tensión. Se utilizarán herramientas neumáticas siempre que sea posible. Se evitará el suministro eléctrico no necesario para las tareas que se desarrollan. Se verificará periódicamente el estado de los cables y conexiones.
Riesgo de fatiga física	Por Sobreesfuerzos Por posturas desfavorables Espacios angostos	Se utilizarán herramientas adecuadas para la apertura y cierre de las tapas de registro. Tapas de abertura y cierre pesadas. Los equipos y materiales necesarios para los trabajos a realizar en los recintos confinados, se bajarán por medios mecánicos, siempre que sea posible.
Riesgos Térmicos	Por agresiones por el equipo de alta presión. Por manipulación incorrecta del equipo. Por avería o fallo del mismo.	Se seguirán al pie de la letra las instrucciones de utilización y mantenimiento del equipo, indicadas por el fabricante.
Riesgo de desprendimiento.	Fallos estructurales de estructuras, bóvedas, paredes, etc.	Apuntalamiento de bóvedas, paredes y entibación. Revisión de estructuras, como medida de precaución.
Mordedura de roedores	Presencia de roedores	Realizar campañas periódicas de desratización
Riesgo de Asfixia por inmersión o ahogamiento		Prohibición de entradas en días de fuertes lluvias. Coordinación con los servicios de mantenimiento de instalaciones que puedan incidir súbitamente en los recintos confinados.
Riesgo de		Antes de entrar en un espacio

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP- VGP-00-000-SE-PPG-0009
	PROCEDIMIENTO PARTICULAR DE GESTION	Rev. 0A
	ESPACIOS CONFINADOS	Fecha 2012-07-15
		Pag. Página 23 of 37

Intoxicación por inhalación de contaminantes. Riesgo de Incendio o Explosión.	confinado: Evaluar las condiciones de explosividad, contenido de oxígeno y toxicidad de su atmósfera interior, y proceder en consecuencia
Riesgos por Agentes Biológicos.	Vacunación de los operarios: Tétanos, Fiebres tifoideas (vacunación oral), Hepatitis A. Si no hay inmunización previa, lavado de manos y cara, antes de beber, comer o fumar. Protección contra el contacto de aguas y elementos contaminados: Guantes, calzado, vestuario impermeable, etc.

5.3 Procedimiento de trabajo

5.3.1 Preparación:

Una brigada de trabajadores (al menos 2 personas, un Emisor de Permiso que entra y un Ayudante Exterior que queda afuera) deben ser designados y formados para obtener una Licencia de Trabajo en Espacios Confinados.

Al principio del día, antes de ir al sitio, esta brigada verifica su material de seguridad y de rescate (que deberá quedar cerca de la zona de trabajo):

- La máscara respiratoria conectada con una manguera a la bomba de aire



 GRANDS PROJETS	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP- VGP-00-000-SE-PPG-0009
	PROCEDIMIENTO PARTICULAR DE GESTION	Rev. 0A
	ESPACIOS CONFINADOS	Fecha 2012-07-15
		Pag. Página 24 of 37

- El ventilador mecánico



- El trípode



- Los 2 arnés de seguridad (incluyendo uno de repuesto)



- El kit de primeros auxilios



- La carga de las baterías de los detectores

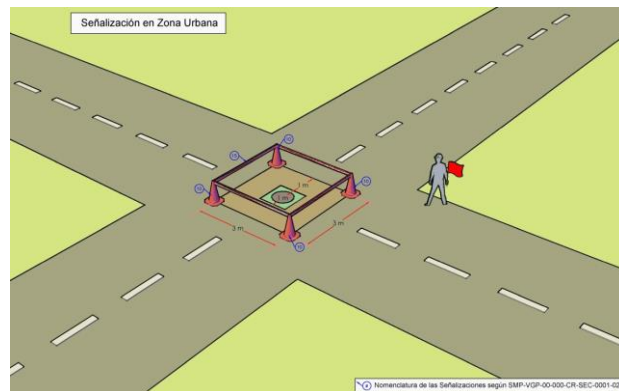
	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP- VGP-00-000-SE-PPG-0009
	PROCEDIMIENTO PARTICULAR DE GESTION	Rev. 0A
	ESPACIOS CONFINADOS	Fecha 2012-07-15
		Pag. Página 25 of 37

- Un generador 2.5 kVA mínimo y la cantidad suficiente de combustible, que alimentará el ventilador mecánico y la bomba de aire
- Lámparas certificadas ATEX (que no sean fuente de ignición)
- Agua limpia y jabón

5.3.2 Señalización

Previamente al acceso a los registros se debe realizar la instalación de la señalización según la figura siguiente y usando los siguientes equipos:

- Conos
- Cinta de señalización
- Banderas



Si es necesario, uno o varios hombres banderas se encargan de señalar la zona de trabajo, según el tráfico.

5.3.3 Disposición de la brigada

- La brigada consta al mínimo de 2 personas :
 - El que entra : el Emisor de Permiso
 - El que queda afuera : el Ayudante Exterior

5.3.3.1 Emisor de Permiso

La persona que entra en el registro (Emisor de Permiso), debe previamente quitar su chaleco de alta visibilidad y tener los Equipos de Protección Individuales siguientes:

- Casco

 GRANDS PROJETS	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP- VGP-00-000-SE-PPG-0009
	PROCEDIMIENTO PARTICULAR DE GESTION	Rev. 0A
	ESPACIOS CONFINADOS	Fecha 2012-07-15
		Pag. Página 26 of 37

- Guantes de protección contra riesgos de corte y bacteriológicos
- Arnés de seguridad
- Zapatos o botas de seguridad
- Mascarilla con filtros para gases, colgada en el cuello



- Ropa desechable



- Detector de gas tipo multigas : Oxígeno, Monóxido de Carbono, Hidrogeno de Sulfuro y Metano.



Está prohibido llevar un teléfono móvil dentro de un espacio confinado porque esté puede ser una fuente de ignición.

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP- VGP-00-000-SE-PPG-0009
	PROCEDIMIENTO PARTICULAR DE GESTION	Rev. 0A
	ESPACIOS CONFINADOS	Fecha 2012-07-15
		Pag. Página 27 of 37

Todos los equipos deben estar en buenas condiciones y ser inspeccionados cada semana por el Encargado de Obra de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

En caso de reparación, ésta deberá ser llevada a cabo por una persona habilitada

5.3.3.2 Ayudante Exterior

El Ayudante Exterior debe :

- Verificar que el Permiso de Entrada sea llenado correctamente y firmarlo
- Mantenerse en contacto visual y oral permanente con el Emisor de Permiso
- Guardar con él los equipos (trípode, ventilador mecánico, generador, máscara respiratoria con bomba de aire, kit de primeros auxilios, arnés de repuesto)
- Monitorear que entren y salgan del espacio confinado

5.3.4 Chequeos de acceso y pre-entrada

- Para acceder al registro y para una ventilación optimizada, se debe abrir la tapadera del registro en el cual se trabaja, pero también las tapaderas de 1, 2 o 3 registros cercanos cuando es posible.
- Se evalúa luego las condiciones internas del registro (condiciones estructurales, registro tapado o inundado, etc...).
- Se instala después una ventilación forzada por soplado con un ventilador mecánico de aire conectado al generador:



	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP- VGP-00-000-SE-PPG-0009
	PROCEDIMIENTO PARTICULAR DE GESTION	Rev. 0A
	ESPACIOS CONFINADOS	Fecha 2012-07-15
		Pag. Página 28 of 37

- En caso de fuertes lluvias, el agua puede llenar la red → No se puede entrar
- Se desciende por fin el Medidor de atmósfera que corresponde a un detector multigas (H₂S, O₂, CH₄ y CO) en el registro con una soga. De acuerdo con el capítulo 5.2.1, los niveles de alarma son los siguientes:
 - Nivel máximo de H₂S: 5 ppm
 - Nivel mínimo de O₂: 19%
 - Nivel máximo de O₂: 23%
 - Nivel máximo de CH₄: 20%
 - Nivel máximo de CO: 30 ppm

Un fallo al examinar la atmósfera, podría exponer a todos a un ambiente letal.

Los valores obtenidos con el detector multigas están registrados en el Permiso de entrada en Espacios Confinados, y se encuentran 2 casos:

- Caso 1: No alarma sonora del detector
→ Se puede entrar
- Caso 2: Alarma sonora del detector
→ No se puede entrar

En este segundo caso, se prolonga la ventilación y se toma de nuevo la medida de los gases con el detector y se vuelve a los 2 casos.

Si la alarma del detector suena sistemáticamente, a pesar de una ventilación prolongada, el Emisor de Permiso debe llamar a su Responsable.

5.3.5 Entrada en los Espacios Confinados

El Permiso de Entrada en Espacios Confinados debe ser completado y firmado por el Emisor de Permiso, y luego verificado y firmado por el Ayudante Exterior.

Se utiliza luego como dispositivo de descenso un trípode de soporte y dos líneas de vida.

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP- VGP-00-000-SE-PPG-0009
	PROCEDIMIENTO PARTICULAR DE GESTION	Rev. 0A
	ESPACIOS CONFINADOS	Fecha 2012-07-15
		Pag. Página 29 of 37

El trípode se instala por encima de la entrada al espacio confinado y se amarran las dos líneas de descenso y socorro de cada lado (frente y tras) del arnés. El trabajador baja los escalones si parecen en buen estado o en caso contrario se usa una escalera o el Ayudante Exterior desciende el trabajador accionando el winch.

El trabajador debe tener continuamente su detector multigas en el cinturón para monitorear la atmósfera durante la entrada y el trabajo.

El Ayudante Exterior debe mantener un contacto visual y oral permanente con el trabajador que está dentro.

En caso de alarma, el trabajador pone su mascarilla con filtros inmediatamente a su boca y sale del registro con la ayuda del Ayudante Exterior que asciende al trabajador hasta su salida completa al exterior.

En ningún momento el trabajador desconectará las líneas enganchadas a su arnés.

5.3.6 Fin de la intervención

Se debe verificar que el trabajo está bien terminado, que no queda nada dentro y que el área está limpia y segura antes de dismantelar el trípode.

Se cierran las tapaderas abiertas y se retiran los equipos de señalización.

El trabajador que estaba dentro debe lavarse las manos y la cara con agua limpia y jabón.

Se debe por fin cerrar el Permiso de Entrada en Espacios Confinados, con la firma del Emisor de Permiso y del Ayudante Exterior.

Al final del día, se entregan los Permisos de Entrada en Espacios Confinados del día al Encargado de Seguridad para su control y registro.

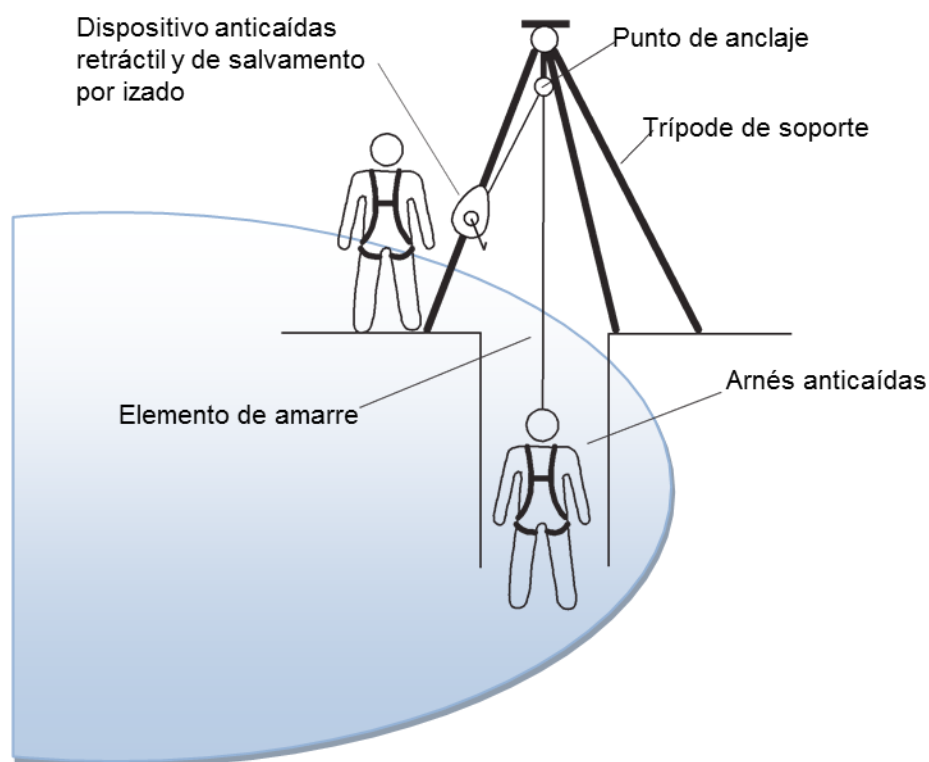
5.4 Operaciones de rescate

5.4.1 Caso estándar

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP- VGP-00-000-SE-PPG-0009
	PROCEDIMIENTO PARTICULAR DE GESTION	Rev. 0A
	ESPACIOS CONFINADOS	Fecha 2012-07-15
		Pag. Página 30 of 37

En el caso de rescate en redes de alcantarillado sanitario, el Ayudante Exterior, si sospecha o se lo solicita el(los) trabajador/es que está(n) en el Espacio Confinado, deberá implementar la operación de rescate, para la que habrá sido previamente formado.

El rescate se realiza usando el trípode y la línea de vida que permiten levantar la persona socorrida, según la figura siguiente.



Ejemplo de trípode con sistema anticaídas y dispositivos de salvamento mediante izado.

Una vez el trabajador salido al exterior, el Ayudante Exterior llama a su responsable y esté solicita los recursos médicos (bomberos, ambulancias...) según el procedimiento SMP-VGP-00-000-SE-PPG-0006 Medidas de emergencia.

Una vez el trabajador rescatado, se le administra aire comprimido mientras los servicios de emergencia externos se encarguen de llevarle al hospital y darle asistencia médica.

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP- VGP-00-000-SE-PPG-0009
	PROCEDIMIENTO PARTICULAR DE GESTION	Rev. 0A
	ESPACIOS CONFINADOS	Fecha 2012-07-15
		Pag. Página 31 of 37

5.4.2 Caso específico

En caso de no respeto de los procedimientos e instrucciones (ejemplo : el trabajador que ha desconectado su arnés), puede ocurrir un accidente donde se necesita bajar dentro del Espacio Confinado para el rescate.

El Ayudante Exterior avisa inmediatamente su responsable, y éste solicita los recursos médicos y manda una tercera persona en el sitio.

El Ayudante Exterior viste el arnés de repuesto y pone una máscara de respiración conectado al compresor de aire.

Al llegar, la tercera persona desciende el Ayudante Exterior mediante el trípode, quien está chequeando la atmósfera con el detector multigas.

Al llegar junto a la víctima, la amarra y la hace ascender primero, y sale en segundo mientras los recursos médicos se ocupan de la víctima.

Principios básicos de un salvamento eficaz:

El auxiliador debe garantizarse previamente su propia seguridad

El accidentado debe recibir aire respirable lo antes posible

El accidentado necesitará asistencia médica urgente

Los servicios locales de ambulancias y la estación de bomberos deben estar informados previamente de las obras y advertidos de la naturaleza del trabajo, así como de los procedimientos de emergencia internos del Contratista y sus equipos.

 	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP- VGP-00-000-SE-PPG-0009
	PROCEDIMIENTO PARTICULAR DE GESTION	Rev. 0A
	ESPACIOS CONFINADOS	Fecha 2012-07-15
		Pag. Página 32 of 37

6 PROCEDIMIENTO DE TRABAJO EN ESPACIOS CONFINADOS - INFRAESTRUCTURAS EN CONSTRUCCIÓN

6.1 Identificación de espacios confinados en infraestructura en construcción

Se pueden considerar como Espacio Confinado los tanques, pozos, depósitos, cisternas, local técnico enterrado, cámaras de válvula, etc, que no están en servicio.

6.2 Identificación de riesgos específicos en infraestructuras en construcción

6.2.1 Atmósferas tóxicas e inflamables

En el caso específico de los riesgos en las infraestructuras en construcción, los siguientes riesgos específicos se deben llevar a cabo, en adición o cambio a los listados en el 5.2.

El riesgo de atmósfera tóxica está también relacionado al uso de productos químicos (resinas, pinturas...) y al uso de herramientas eléctricas y de soldadura.

6.3 Procedimientos de trabajo específicos a los espacios confinados correspondiendo a infraestructuras en construcción

6.3.1 Chequeos de acceso y pre-entrada

En el caso específico del acceso a las infraestructuras en construcción, los siguientes chequeos de pre-entrada específicos se deben llevar a cabo, en adición o cambio a los listados en el 5.3.4.

Se debe instalar previamente un registro de entradas a la entrada principal para que todas las personas que entran puedan registrar las horas de entrada/salida.

Se deben abrir todos los accesos, tapaderas, etc, para permitir una ventilación previa del espacio.

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP- VGP-00-000-SE-PPG-0009
	PROCEDIMIENTO PARTICULAR DE GESTION	Rev. 0A
	ESPACIOS CONFINADOS	Fecha 2012-07-15
		Pag. Página 33 of 37

El detector multigas (H₂S, O₂, CH₄ y CO) se utiliza para medir los niveles de oxígeno y monóxido de carbono dentro del espacio. Los niveles de alarma de estos gases permanecen iguales a los del 5.3.4.

El trabajador no puede bajar hasta que los niveles estén inferiores a los de la alarma.

No es necesario utilizar un dispositivo de descenso tipo trípode de soporte ya que el descenso se hace por una escalera con aros de protección. Sin embargo un trípode deberá ser disponible en caso de rescate.

Al menos un trabajador debe llevar un detector multigas en el cinturón.

En caso de trabajo específico dentro del espacio confinado provocando la emisión de gas tóxico (aplicación de pintura, limpieza, resina, soldadura) o de polvo, el trabajador debe llevar su mascarilla con filtros descrito en el 5.3.3 y los equipos de protección individuales apropiados a las herramientas utilizadas (máscara de soldadura, protecciones auditivas, etc).

6.3.2 Entrada en Espacios Confinados

En el caso específico del acceso a las infraestructuras en construcción, los siguientes procedimientos de entrada se deben llevar a cabo, en adición o cambio a los listados en el 5.3.5.

Un Ayudante Exterior registrará todas las entradas y salidas de los trabajadores y guardará los carnets de cada uno en un tablero especial.

Fumar y prender fósforos o encendedores está prohibido, y deben ser dejados en la superficie.

Las herramientas y los materiales requeridos en el Espacio Confinado deben ser bajados e izados con precaución, asegurándose del atado y que nadie se encuentre por debajo de la carga.

6.3.3 Operaciones de rescate

En el caso específico del rescate en las infraestructuras en construcción, los siguientes procedimientos se deben llevar a cabo, en adición o cambio a los listados en el 5.4.

	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP- VGP-00-000-SE-PPG-0009
	PROCEDIMIENTO PARTICULAR DE GESTION	Rev. 0A
	ESPACIOS CONFINADOS	Fecha 2012-07-15
		Pag. Página 34 of 37

En el caso específico de rescate en infraestructuras en construcción, el trabajador que permanece en el exterior del recinto confinado, si sospecha o recibe solicitud de ayuda del trabajador/es que está dentro, deberá implementar la operación de rescate, para la que habrá sido previamente formado.

Para poder realizar el rescate, se necesita el descenso de por los menos dos otras personas, totalmente equipadas, con mascarilla de cara completa y reserva de aire comprimido.

Para facilitar el rescate, se utiliza una camilla con correas que permite un levante horizontal o vertical, y que permite también mover la persona a socorrer hasta el lugar más idóneo (debajo de la apertura que sirve como escape). La camilla será sacada por medio del trípode.



	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP- VGP-00-000-SE-PPG-0009
	PROCEDIMIENTO PARTICULAR DE GESTION	Rev. 0A
	ESPACIOS CONFINADOS	Fecha 2012-07-15
		Pag. Página 35 of 37

7 Anexos

7.1 Anexo 1 : Licencia de Trabajo en Espacios Confinados



PROYECTO DE SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS
REPÚBLICA DOMINICANA

LICENCIA DE TRABAJO EN ESPACIOS CONFINADOS

OTORGADA

A

Como : ☐ Emisor de Permiso ☐ Ayudante Exterior ☐ Autorizado a entrar

Por haber realizado con éxito la formación de
Trabajo en Espacios Confinados

El ____ de _____ de ____ en _____

**El Licenciado
Proyecto**

El Encargado de Formación

El Gerente de

 GRANDS PROJETS	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP- VGP-00-000-SE-PPG-0009
	PROCEDIMIENTO PARTICULAR DE GESTION	Rev. 0A
	ESPACIOS CONFINADOS	Fecha 2012-07-15
		Pag. Página 36 of 37

7.2 Anexo 2 : Manual de Formación para Trabajos en Espacio Confinados - Redes de alcantarillado existentes

ESPACIOS CONFINADOS

MANUAL DE FORMACIÓN PARA TRABAJOS EN ESPACIOS CONFINADOS

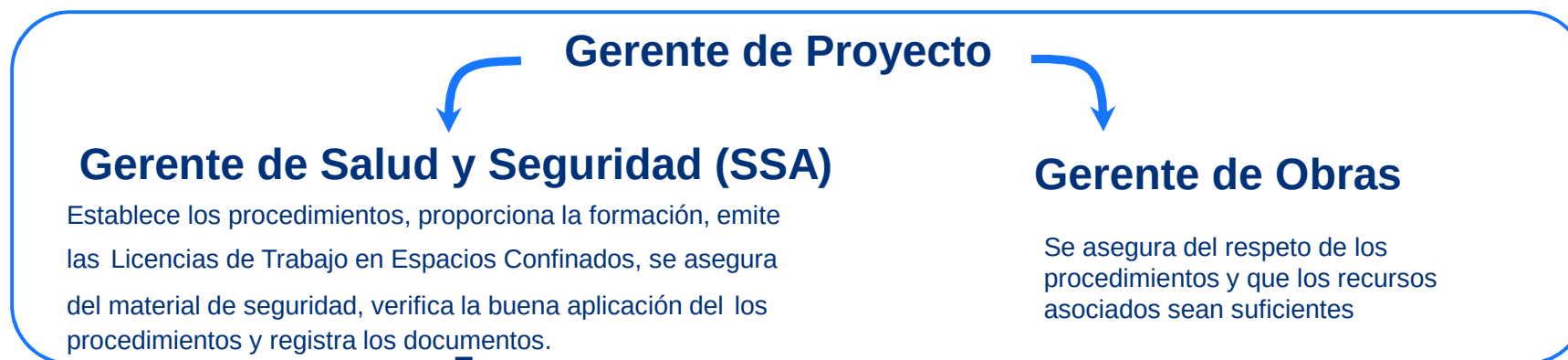
REDES DE ALCANTARILLADO EXISTENTES

DEFINICIÓN DEL ESPACIO CONFINADO

“ Cualquier lugar, o cualquier espacio en el cual, por su carácter encerrado, se generan riesgos razonablemente previsibles y específicos ”

FUNCIONES Y RESPONSABILIDADES EN CADA CIUDAD

CONTRATISTA



CHARLA Y ENTRENAMIENTO PREVIO DEL SUBCONTRATISTA



INTRODUCCION A LOS RIESGOS EN
ESPACIOS CONFINADOS



EXPLICACION DETALLADA :

- DE LAS ETAPAS DE TRABAJO EN ESPACIOS CONFINADOS
- DEL USO Y ALMACENAMIENTO DE LOS EQUIPOS
- DE LAS OPERACIONES DE RESCATE
- DE LOS DOCUMENTOS A LLENAR

RIESGOS EN LOS ESPACIOS CONFINADOS

Riesgos principales :

- **Asfixia o intoxicación por gas tóxico o vapor (H2S principalmente) o insuficiencia de O2**
- **Gases explosivos y Sustancias inflamables**
- **Quemaduras químicas o térmicas**
- **Desprendimiento de estructura y caída de objetos**
- **Atropello por vehículos**
- **Ingreso de líquidos – ahogamiento**
- **Caída y atrapamientos**
- **Calor excesivo**
- **Fatiga**
- **Electrocuciones**
- **Transmisión de enfermedad al contacto de las aguas residuales**

ETAPAS DE TRABAJO

1. Preparación

- **Identificación de un trabajo en espacio confinado**
- **Designación de una brigada**
- **Formación específica para cada miembro de la brigada, que obtiene una Licencia de Trabajo en Espacios Confinados antes de ir al sitio**
- **Seguimiento del procedimiento**
- **Informar los Encargados locales del INAPA**

ETAPAS DE TRABAJO

2. Intervención en el sitio

2.1 Pre-chequeo (diariamente antes de ir al sitio)

- Licencia de Trabajo en Espacios Confinados obtenida para cada miembro de la brigada de intervención
- Carga de batería de los detectores llena
- Un generador que alimentará el ventilador y la bomba de aire y suficiente combustible
- Máscara respiratoria con bomba de aire



ETAPAS DE TRABAJO

- Trípode y 2 arnés de seguridad (1 de repuesto)



- Ventilador mecánico



- Kit de primeros auxilios

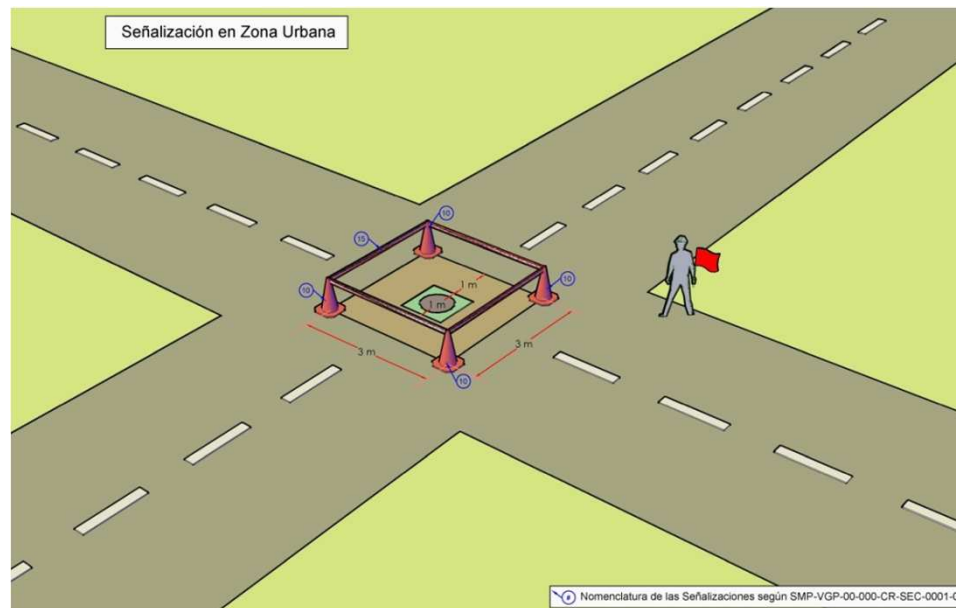


- Agua limpia y jabón

- Lámpara certificada ATEX (que no sea fuente de ignición)

2.2 Señalización

- Instalación de la señalización para proteger la zona de trabajo : conos y cinta alrededor del registro



- Si es necesario, uno o varios hombre(s) bandera(s) se encargan del tráfico, según su intensidad

2.3 Disposición de la brigada

Una brigada consta al mínimo de 2 personas :

- El que entra : el Emisor de Permiso
- El que queda afuera : el Ayudante Exterior

2.3.1 Emisor de Permiso

El Emisor de Permiso DEBE llevar :

- Casco
- Guantes de protección contra riesgos de corte y bacteriológicos
- Arnés de seguridad
- Zapatos o botas de seguridad
- Mascarilla con filtros para gases, colgada en el cuello



➤ Ropa desechable



➤ Detector de gas tipo multigas : Oxígeno (O₂), Monóxido de Carbono (CO), Hidrogeno de Sulfuro (H₂S) y Metano (CH₄)



El Emisor de Permiso NO puede llevar :

- Chaleco de alta visibilidad
- Teléfono móvil (que puede ser fuente de ignición)

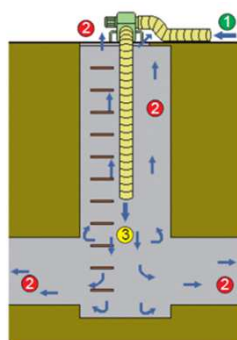
2.3.2 Ayudante Exterior

El Ayudante Exterior debe :

- Verificar que el Permiso de Entrada sea llenado correctamente y firmarlo
- Mantenerse en contacto visual y oral permanente con el Emisor de Permiso que entra
- Guardar los equipos de seguridad y de rescate (trípode, ventilador mecánico, generador, máscara respiratoria con bomba de aire...)
- Monitorear que entren y salgan del espacio confinado

2.4 Chequeo de acceso y pre-entrada

- Apertura de la tapadera del registro en el cual se trabaja
- Apertura también de 1, 2 o 3 registros cercanos cuando es posible para una ventilación optimizada
- Evaluación preliminar de las condiciones internas del registro (condiciones estructurales, registro tapado o inundado, etc...)
- Instalación de la ventilación forzada por soplado



Ventilación forzada por soplado



En caso de fuertes lluvias, el agua puede llenar la red → No entrar

2.4 Chequeo de acceso y pre-entrada

- Introducción del detector multigas (H₂S, O₂, CH₄, CO) en el registro con una soga para probar la atmósfera :



- Nivel máximo de H₂S : 5 ppm
- Nivel mínimo de O₂ : 19%
- Nivel máximo de O₂ : 23%
- Nivel máximo de CH₄ : 20%
- Nivel máximo de CO : 30 ppm

- Después de la prueba atmosférica, se apuntan los valores obtenidos en el Permiso de Entrada en Espacios Confinados
- Y entonces se encuentran 2 casos :

2.4 Chequeo de acceso y pre-entrada

Caso 1 : No alarma sonora del detector multigas



Se puede entrar

Caso 2 : Alarma sonora del detector multigas



No se puede entrar



Se prolonga la ventilación y se prueba la atmósfera de nuevo



Si la alarma del detector suena sistemáticamente, a pesar de una ventilación prolongada, el Emisor de Permiso debe llamar a su Responsable.

2.5 Entrada en los espacios confinados

- Llenar y firmar del Permiso de Entrada en EC
- Instalación del trípode y conexión del trabajador con el arnés
- El trabajador baja con los escalones o una escalera o el Ayudante Exterior descende el trabajador accionando el winch



- El trabajador debe tener continuamente su detector multigas en el cinturón para monitorear la atmósfera durante la entrada y el trabajo.
- El Ayudante Exterior debe mantener un contacto visual y oral con el trabajador que está dentro
- En caso de alarma, el trabajador pone su mascarilla con filtros a su boca inmediatamente y el Ayudante Exterior asciéndele hasta su salida completa al exterior



En ningún momento el trabajador desconectará las líneas de vida enganchadas a su arnés

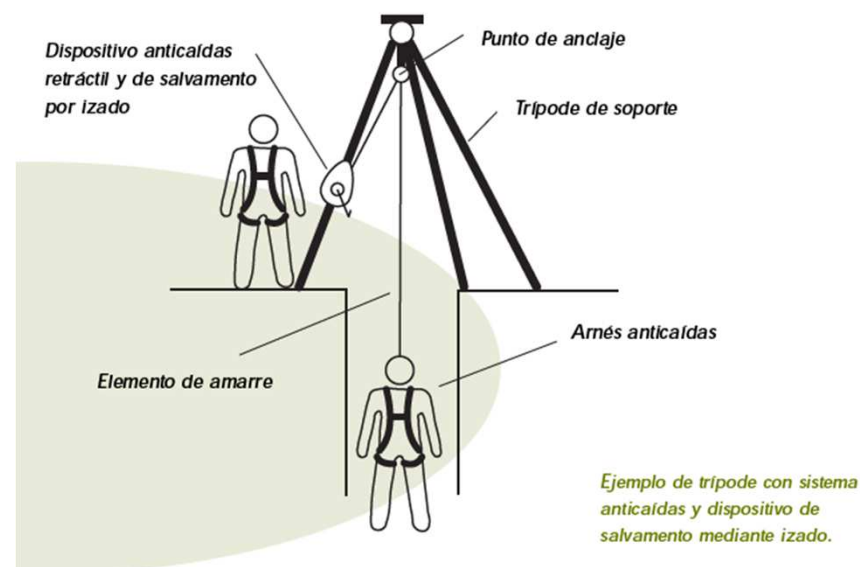
ETAPAS DE TRABAJO

3. Fin de la intervención

- Verificación que el trabajo está bien terminado antes de dismantelar el trípode y que no queda nada en el Espacio Confinado (equipos, herramientas...)
- El trabajador se lava las manos y la cara con agua limpia y jabón
- Cierre de las tapaderas abiertas y retirada de los equipos de señalización
- Cierre del Permiso de Entrada en Espacios Confinados por el Emisor de Permiso y el Ayudante Exterior (firma)
- Al final del día, entrega de los Permisos de Entrada en Espacios Confinados del día al Encargado de Seguridad para su control y registro

OPERACIONES DE RESCATE

- El Ayudante Exterior usa el winch para levantar el trabajador
- El Ayudante Exterior llama a su responsable
- El Responsable solicita los recursos médicos (bomberos, ambulancia)
- El Ayudante aplica la máscara con aire comprimido a la persona rescatada



Principios básicos de un salvamento eficaz

- El auxiliador debe garantizarse previamente su propia seguridad
- El accidentado debe recibir aire respirable lo antes posible
- El accidentado necesitará asistencia médica urgente



No entrar y rescatar con sus propios medios – activar el plan de rescate

OPERACIONES DE RESCATE – CASO EXTREMO

En caso de no respeto de los procedimientos e instrucciones, puede ocurrir un accidente donde se necesita bajar dentro el EC para el rescate :

- El Ayudante Exterior avisa inmediatamente su responsable, y esté solicita los recursos médicos y manda una tercera persona
- El Ayudante Exterior viste un arnés y pone una máscara de respiración conectado al compresor de aire
- Al llegar, la tercera persona desciende el Ayudante Exterior mediante el trípode, quien está chequeando la atmósfera con el detector multigas.
- Al llegar junto a la víctima, la amarra y la hace ascender primero, y sale en segundo
- Los recursos médicos se ocupan de la víctima inmediatamente

 GRANDS PROJETS	SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPÚBLICA DOMINICANA	Ref SMP- VGP-00-000-SE-PPG-0009
	PROCEDIMIENTO PARTICULAR DE GESTION	Rev. 0A
	ESPACIOS CONFINADOS	Fecha 2012-07-15
		Pag. Página 37 of 37

7.3 Anexo 3 : Permiso de Entrada en Espacios Confinados

 		SANEAMIENTO DE 5 MUNICIPIOS PILOTOS REPUBLICA DOMINICANA		SMP-VGP-00-000-SE-FPG-0001-0A	
PERMISO DE ENTRADA EN ESPACIOS CONFINADOS					REF
Fecha :			Referencia del registro :		
Ciudad :			Calle :		
Empresa :			o esquina Calle :		
Trabajo a realizar :			y Calle :		
☐ Sí ☐ No	Tengo la Licencia de Trabajo en Espacios Confinados		☐ Sí ☐ No	El generador está afuera con suficiente combustible	
☐ Sí ☐ No	La señalización está instalada		☐ Sí ☐ No	El kit de primeros auxilios está afuera	
Llevo mis Equipos de Protección Individual :			☐ Sí ☐ No	La máscara de respiración está afuera	
☐ Sí ☐ No	Casco		Herramientas y materiales para mi trabajo listos :		
☐ Sí ☐ No	Zapatos o Botas de seguridad		☐ Sí ☐ No	_____	
☐ Sí ☐ No	Ropa desechable		☐ Sí ☐ No	_____	
☐ Sí ☐ No	Guantes		☐ Sí ☐ No	_____	
☐ Sí ☐ No	Arnés de seguridad (y 1 de repuesto)		☐ Sí ☐ No	El trípode está instalado correctamente	
☐ Sí ☐ No	Detector de gas tipo multigas		☐ Sí ☐ No	El Ayudante Exterior está listo	
☐ Sí ☐ No	Mascarilla con filtros		☐ Sí ☐ No	Y es : _____	
☐ Sí ☐ No	He probado esta mascarilla y respiro normalmente		☐ Sí ☐ No	He abierto la tapadera para ventilar el registro	
☐ Sí ☐ No	He verificado la carga de batería de mi detector de gas H2S		☐ Sí ☐ No	He abierto otras tapaderas cercanas para mejorar la ventilación , si Sí : ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3	
☐ Sí ☐ No	He quitado mi chaleco de alta visibilidad		☐ Sí ☐ No	He instalado la ventilación forzada por soplado	
☐ Sí ☐ No	He dejado afuera mi teléfono móvil		☐ Sí ☐ No	He dejado el registro ser ventilado	
<i>Si uno de los puntos anteriores lleva un "NO" → No se puede entrar</i>					
☐ Sí ☐ No	He probado la atmósfera con el detector 4 gases			Valores	
La Alarma sonora emitió un sonido :			Valores admisibles		
☐ No => puedo entrar			H2S	ppm	< 5 ppm
☐ Sí => no puedo entrar, se prolonga la ventilación			O2	%	> 19% y < 23%
			CH4	%	< 20%
			CO	ppm	< 30 ppm
☐ Sí ☐ No	Probo de nuevo la atmósfera con el detector 4 gases			Valores	
La Alarma sonora emitió un sonido :			Valor admisible		
☐ No => puedo entrar			H2S	ppm	< 5 ppm
☐ Sí => no puedo entrar, llamo a mi Responsable			O2	%	> 19% y < 23%
			CH4	%	< 20%
			CO	ppm	< 30 ppm

Personas	Permiso de Entrada	Cierre del Permiso	Intervención
Emisor de Permiso Nombre : Apellido :	Firma :	Firma :	Fecha : Hora entrada : Hora salida :
Ayudante Exterior Nombre : Apellido :	Firma :	Firma :	Notas :

Ref : SMP-VGP-00-000-SE-FPG-0002-0A Permiso de Entrada en Espacios Confinados