



vrvdiseñoconstruccion@gmail.com

MEMORIA TECNICA GENERAL

PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS

PROYECTO: RESIDENCIAL BRISAS DE SAN VICENTE

UBICACIÓN: SAN VICENTE, METETI, DARIEN

**PTAS PARA PROYECTO RESIDENCIAL BRISAS DE SAN VICENTE,
METETI, DARIEN**



vrvdiseñoconstruccion@gmail.com

INTRODUCCION

EL presente documento representa la memoria técnica general para el diseño y fabricación de una Planta de Tratamiento de Aguas Servidas modelo RTB 8, ubicada en el Residencial Brisas de San Vicente, Meteti, Darién. Se diseñan todas las unidades con su respectivo equipamiento de una Planta de Tratamiento de Aguas Servidas (PTAS) en base a lodos activados en aireación extendida.

El efluente entregado por la PTAS RTB 8 estará en condiciones de ser usado para riego cumpliendo la normativa vigente que los requisitos de calidad del agua para diferentes usos, componentes corresponden a los propios del agua potable (heces, orina, jabón, papeles, residuos de alimentos, etc.); no conteniendo elementos de otra índole, como residuos industriales líquidos u otro elemento que pueda dañar física, química o biológicamente el sistema de tratamiento.

El diseño de esta planta considera una serie de procesos unitarios, siendo los principales:

- Cámara de Inspección.
- Decantador primario.
- Sistema de Tratamiento Biológico.
- Sedimentado Secundario y recirculación de lodos.
- Sistema de Cloración.
- Sistema de recirculación de las aguas tratadas
- Plan de contingencia y mantenimiento

**PTAS PARA PROYECTO RESIDENCIAL BRISAS DE SAN VICENTE,
METETI, DARIEN**

Esquema N°1. Sistema de Tratamiento de Aguas Servidas.

BASE DE DISEÑO

Tabla N°1. Base de Diseño. BASE DE DISEÑO

| Parámetro | Unidad | Cantidad |
|---------------------------------|-----------------|------------|
| N° de Habitantes | personas | 585 |
| Dotación | gppd | 100 |
| Factor de Recuperación | - | 2.45 |
| Q medio | gpd | 114,781.18 |
| Q medio | m3/día | 430.43 |
| Q max. (B.S.C.E) | l/s | 5.00 |
| CONCENTRACIONES Y CARGAS | | |
| DBO5 | mg/l | 175 |
| | gr/hab./día | 36.85 |
| | Kg/día | 0,58 |
| SST | mg/l | 128 |
| | gr/hab/día | 32 |
| | Kg/día | 0,26 |
| NTK | mg/l | 80 |
| | gr/hab/día | 10 |
| | Kg/día | 0,08 |
| P | mg/l | 6,4 |
| | gr/hab/día | 1,6 |
| | Kg/día | 0,013 |
| Aceites y Grasas | mg/l | 10 |
| | gr/hab/día | 16 |
| | Kg/día | 0,128 |
| Coliformes fecales NMP/100ml | 10 ⁶ | |



vrvdiseñoconstruccion@gmail.com

El Caudal Medio diario de Aguas Servidas de diseño fue calculado a base del caudal medio diario consumido de agua (potable y fuentes propias). Se utiliza la dotación de consumo, la población a servir por el sistema de alcantarillado y el coeficiente de recuperación, se utilizará para el análisis hidráulico de las líneas sanitarias el Caudal de Diseño (Qd), el cual será la contribución de Caudal de Aguas Servidas (QAS), que representa el 80% del consumo per cápita ($q = 100$ gppd), amplificado por un Factor de Máxima (F) que dará como resultado un Caudal Máximo (QM). Este último se sumará a la aportación del Caudal de Infiltración Total (QIT).

No se consideran aportes de aguas lluvia ni aguas de infiltración y tampoco se consideraron aportes de ríos, por lo que las aguas servidas esperadas son 100% aguas servidas domésticas.

$$QAS = 80\% \times q = 80 \text{ gppd}$$

$$\# \text{personas} = 117 \text{ casas} \times 5 \text{ personas}$$

$$Qd = QAS \times \# \text{personas} = 80 \times 585$$

$$\# \text{personas} = 585 \text{ personas}$$

$$Qd = 46,800 \text{ gpd}$$

$$F = 6.46 \times \text{personas}^{-0.152} = 2.45$$

$$QM = Qd \times F = 46,800 \times 2.45 = 114,781.18 \text{ gpd}$$

$$QT = QM + Q \text{ inf}$$

$$Q \text{ inf} = 0$$

| |
|-------------------------------|
| $QT = 114,781.18 \text{ gpd}$ |
|-------------------------------|



vrvdiseñoconstruccion@gmail.com

Los parámetros de dotación y coeficiente de recuperación son lo establecidos en el manual para la Presentación de proyectos particulares de sistema individual de agua potable y alcantarillado. El Caudal máximo horario de diseño fue considerada la, para poblaciones de menos 100 Habitantes, según Caudales máximos instantáneos de la Boston Society of Civil Engineering (B.S.C.E).

Por su parte para calcular la carga orgánica, se asumió una carga Per capita de acuerdo al tipo de usuario, y las siguientes relaciones con los demás parámetros de diseño, típicas para aguas servidas domesticas en Panamá:

| | |
|-----------------------------|-----------------------|
| Sólidos Suspendidos Totales | SST / DBO5 : 0,80 / 1 |
| Nitrógeno Total Kjeldhal | NKT / DBO5 : 0,25 / 1 |
| Fósforo Total | P / DBO5 : 0,04 / 1 |
| Aceites y Grasas | AyG / DBO5 : 0,40 / 1 |

CALIDAD DE AGUA TRATADA

Cuerpo receptor. que a continuación se presenta:

Tabla N°2. Parámetros de Calidad a cumplir.

| Parámetro | Unidad | Tabla N° 1 |
|---|---------------|-------------------|
| Temperatura | °C | 35 |
| pH | unidad | 6,0 - 8,5 |
| Sólidos Suspendidos Totales | mg/L | 80 |
| Químicos, Bioquímicos Y Orgánicos. | | |
| DBO5 | mg/L | 35 |
| Aceites y Grasas | mg/L | 20 |
| Hidrocarburos Fijos | mg/L | 10 |
| Poder Espumogeno | Mm | 7 |
| Nutrientes. | | |
| Fósforo total | mg/L | 10 |
| Nitrógeno Total Kjeldahl | mg/L | 50 |
| Parámetros Microbiológicos. | | |
| Coliformes fecales | NMP/100 mL | 1.000 |

1.1. Calidad Lodos Tratados

La calidad del lodo generado en la H&R a cumplir con un tiempo de retención celular de los lodos o Edad del Lodo (SRT) en el tanque de Aeración no inferior a 35 días como promedio anual, con lo que se reducirán los sólidos volátiles en un 38% como mínimo, consiguiendo así un lodo estabilizado con reducción del potencial de atracción de vectores sanitarios.

El lodo activado del proceso de aireación extendida Ser retirado directamente de la unidad para ser transportado en camión limpia fosas y derivado al sitio de disposición final en vertedero autorizado.



vrvdiseñoconstruccion@gmail.com

DISEÑO DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO

El sistema proyectado considera una serie de procesos físicos, químicos y biológicos, que en su conjunto constituyen la Planta de Tratamiento de Aguas Servidas; el tratamiento biológico elegido para degradar la materia orgánica presente en las aguas servidas se denomina Lodos Activados por Aeración Extendida y en modalidad de operación continua no cíclica (flujo continuo del agua servida por el estanque de aeración y luego por el sedimentado secundario, estando ambos separados), y posterior desinfección con hipoclorito de calcio y sulfito de sodio.

A continuación, se presenta el dimensionamiento de cada una de las unidades,

Separadas por Línea de Agua y por Línea de Lodos.

LINEA DE AGUA

SEDIMENTADOR PRIMARIO

A la cabecera del tratamiento, se contempla un decantador primario el cual cumple la función de retirar los sólidos gruesos y con mayor peso específico del sistema, los residuos sólidos gruesos orgánicos al encontrarse en una zona anaeróbica, se digerirán en el tiempo. Las arenas y otros sólidos inorgánicos de mayor tamaño y peso específico se concentrarán en el fondo del decantador primario y serán retirados una vez al año. Además, esta unidad ayudara a mantener un caudal constante de entrada a la unidad de aireación o tratamiento biológico. Consiguiendo las siguientes ventajas en el sistema:

- Mejorar el tratamiento biológico, ya que eliminan o reducen las cargas Peak, se diluyen las sustancias inhibitoras (descargas de baños químicos), y se consigue estabilizar el Ph
- Mejora de la calidad del efluente y del rendimiento de la sedimentación secundaria al trabajar con cargas de sólidos constantes.



vrvdiseñoconstruccion@gmail.com

- Provee un excelente punto de retorno de aguas de exceso de los procesos.
- En cloración, el amortiguamiento de las cargas aplicadas mejora el control de la dosificación de los reactivos y la fiabilidad del proceso.

TRATAMIENTO BIOLOGICO

Lodos activados en aireación extendida

La remoción biológica de materia orgánica se realiza en el estanque de aireación mediante el sistema de lodos activados por aireación extendida. Este sistema consiste básicamente en la mezcla de aguas servidas con una masa heterogénea de microorganismos en condiciones aeróbicas, que son capaces de metabolizar y destruir los principales contaminantes de las aguas servidas. En el estanque se instalará un sistema de aireación por difusor de burbuja fina con membranas de EPDM, determinados para suplir los requerimientos de oxígeno y asegurar la mezcla y suspensión de la masa biológica. La eficiencia de la remoción de carga orgánica esperada es del 95%. La edad del lodo mínima que se tendrá para las cargas de diseño será de 35 días. Por otra parte, la nitrificación de aguas servidas domésticas donde se tienen concentraciones relativamente bajas de nitrógeno puede lograrse mediante la operación del proceso de lodos activados con una edad del lodo lo suficientemente grande como para retener una población adecuada de bacterias nitrificantes (aireación extendida). La edad mínima del lodo depende de la temperatura, pero como una regla general una planta operada con una edad del lodo de 35 días lo cual permitirá la nitrificación en todas las estaciones del año. Naturalmente, deben cumplirse todos los otros criterios para la nitrificación, como la concentración mínima de oxígeno disuelto, la que debe estar en el rango entre 1,5 a 2 mg/L. En resumen, para el rango del factor de carga seleccionado la edad del lodo será suficiente para permitir la nitrificación.



vrvdiseñoconstruccion@gmail.com

1.1.1.1 Diseño estanques de aireación

La reacción biológica se lleva a cabo en el reactor de lodos activados, el cual se proyecta en conjunto con la sedimentación secundaria. En muchos casos se puede, a través de la elección de un mayor volumen de reactor, conseguir la elección de un mejor Índice de Lodos (IL) para el diseño del Sedimentador secundario, de modo de evitar unidades de tamaño exagerado. Se debe tender, en el caso de unidades de reactor de lodo activado de una etapa, a que el volumen del reactor no resulte menor que el del Sedimentador secundario.

La determinación del volumen del tanque de aireación depende de los siguientes parámetros: Producción de biomasa, el cual corresponde a la relación entre la masa de sólidos generados respecto a la masa de DBO removida por el proceso. Para este caso se adopta $BM = 0,80 \text{ Kg SSLM/kg DBO}$. Concentración de sólidos en el estanque de aireación, la cual para un proceso de aireación extendida es bastante alta.

Adoptándose un valor de $X = 3.700 \text{ mg/L} = 3,7 \text{ kg/m}^3$ para el año del periodo de previsión. Tiempo medio de residencia celular (aeróbico + anóxico), o también conocido como edad del lodo (SRT por sus siglas en ingles), que en este caso se adopta igual a 35 días.

Tabla N°3. Estanque de Aireación.
Estanque de Aireación

| Parámetro | Unidad | Cantidad |
|---|--|-----------------|
| Caudal de diseño | m ³ /día | 430 |
| Tiempo de retención hidráulica aprox. | día | 1,00 |
| Volumen requerido total | m ³ | 55 |
| Volumen adoptado | m ³ | 55 |
| Número de Unidades | n | 1 |
| Volumen unitario | m ³ | 430 |
| Largo | m | 10 |
| Ancho | m | 8 |
| Edad de lodos adoptada | días | 35,00 |
| Razón SSVLM/SSTLM | | 0,80 |
| MLSS | kg/m ³ | 3, 70 |
| MLVSS | kg/m ³ | 2, 96 |
| SRT | días | 35,00 |
| F/MSSVLM | día-1 | 0,07 |
| Y obs | día-1 | 0,41 |
| Lodos producidos SSV | kg/día | 0,10 |
| Y | día-1 | 0,70 |
| kd | día-1 | 0,02 |
| Producción neta de sólidos (totales) | kg/día | 0,20 |
| Remoción esperada | % | 0,95 |
| Lodos en el efluente | kg/día | 0,00 |
| kg lodos/kg DBO removida | kg/kg | 0,680 |
| Demanda carbonacea | kgO ₂ /kgDBO ₅ | 1,59 |
| | kgO ₂ /h | 0,02 |
| NTK asimilado en la oxidación | mg/l | 10,00 |
| NTK a nitrificar | mg/l | 30,00 |
| Demanda nitrificación | kgO ₂ /kg NTK | 4,60 |
| | kgO ₂ /h | 0,01 |
| Demanda total requerida | kgO ₂ /h | 0,03 |
| | kgO ₂ /día | 0,76 |
| Demanda total adoptada | kgO ₂ /día | 0,76 |
| | kgO ₂ /hr | 0,03 |
| Verificación kgO ₂ /kgDBO ₅ Rem | kgO ₂ /kgDBO ₅ Rem | 2,40 |
| T Max. del agua máxima | oC | 22,00 |
| T Max. del agua minima | oC | 12,00 |
| Elevación | m.s.n.m. | 100,00 |



vrvdiseñoconstrucción@gmail.com

1.1.1.2 Caudal de recirculación de lodos

El caudal de recirculación de lodos o RAS (Recirculación Activated Sludge). El lodo extraído del Sedimentador secundario (RAS) es en gran parte retornado al sistema de aireación a través de su ingreso al tanque aeróbico.

El lodo RAS, será recirculado a los estanques de aireación, accionando la válvula en la línea de aire. Este arreglo tiene la ventaja de que mantiene una concentración de sólidos relativamente constante en el lodo recirculado y que simplifica la determinación de la tasa volumétrica de descarga de lodos activados en exceso.

La tasa o razón de recirculación de lodos con relación al caudal medio puede variar desde valores tan bajos como un 30% cuando se requiere solamente oxidación carbonacea, hasta valores del 50 a 100% (y ocasionalmente hasta 150%) cuando se requiere nitrificación. Teóricamente, estos caudales son determinados haciendo un balance de masas en el estanque de aireación:

$$Q X_o + RAS X_r = (Q + RAS) X$$

O

$$RAS / Q = \frac{X - X_o}{X_r - X} = \pm 50 \%$$

Xr - X

Con:

Q = caudal afluente y efluente

RAS = caudal de recirculación de lodos

Xo = SS afluente

X = SST en el tanque (3,70 kg/m³)

Xr = SST en lodo sedimentado entre 0,7 - 1% (7 - 10 kg/m³)

Tabla N°4. Recirculación de Lodos.
Recirculación de Lodos

| Parámetro | Unidad | Cantidad |
|---------------------------------------|-------------------|----------|
| SS afluente | kg/m ³ | 0,20 |
| MLSS a mantener en estanque aireación | kg/m ³ | 3,70 |
| SS en lodo sedimentado | kg/m ³ | 7,00 |
| Q _r / Q calculado | % | 106,00 |
| Q _r medio de recirculación | m ³ /h | 0,09 |
| Q _r / Q m·x. adoptado | % | 150,00 |
| Q _r m·x. total | m ³ /h | 0,13 |
| Q _r m·x. por bomba | m ³ /h | 0,06 |
| Q _r adoptado | l/seg | 0,02 |
| Longitud aprox. Impulsión | m | 1,00 |
| Diámetro impulsión | mts | 0,02 |
| Velocidad escurrimiento | m/seg | 0,06 |
| H geométrica | m | 1,00 |
| Perdidas por fricción | m | 0,02 |
| Perdidas singulares | m | 0,02 |
| Elevación Total | m | 1,03 |

1.1.1.3 Requerimientos de Oxígeno

La cantidad total de oxígeno requerido en cualquier proceso de lodos activados depende de la demanda total de los micro-organismos que oxidan la materia orgánica. Esto está sujeto a varios factores, tales como el factor de carga de lodos, pero el requerimiento total puede ser calculado a partir de la DBO satisfecha, la oxidación del nitrógeno amoniacal, la de nitrificación del nitrógeno oxidado, y el Oxígeno disuelto usado para la respiración endógena. Se requiere definir la potencia de aireación necesaria para oxidar la materia orgánica. El cálculo de este valor implica determinar primero el oxígeno demandado, considerando el proceso de nitrificación, para lo cual se asume que la cantidad de nitrógeno que se requiere para síntesis, y que por lo tanto no demanda oxígeno, es un 5% de la biomasa activa.

vrvdiseñoconstruccion@gmail.com

Existen varias formas de determinar el oxígeno requerido para efectuar las remociones de DBO y NH₃-N, las que en general proviene de la estequiometria de las reacciones químicas que se producen en oxidación de la materia orgánica y de estimaciones provenientes de experiencias. Para el caso presente se adoptan los siguientes valores, para los coeficientes de requerimientos de oxígeno en función de la materia orgánica removida:

1,59 KgO₂/Kg DBO_r (Oxígeno para demanda Carbonacea)

4,60 KgO₂/(NH₃-N)_r (Oxígeno para Nitrificación)

Para efectos de identificar el equipamiento capaz de proveer el oxígeno requerido, es necesario transformar a condiciones estándar, lo cual se efectuará con la siguiente expresión:

$$RO_2 \text{ estándar} = \frac{RO_2 \times \text{Alfa} \times 9,02}{(\text{Beta} \times C_{sw} - Co)} \quad (1,02420 - T)$$

Donde:

ALFA: Relación entre la transferencia de O₂ en el agua servida y el agua limpia,

Varía entre 0,85 cuando el agua servida contiene grasas que dificultan la Transferencia y 0,94. Se adopta 0,85 en forma conservadora.

BETA: Relación entre la concentración de saturación de oxígeno de las aguas

Servidas y la del agua limpia. Varía entre 0,90 y 0,97, adoptándose el valor Más conservador, 0,90.

Co: Concentración de oxígeno disuelto deseada en el estanque de aireación.

Normalmente se usa 1,5-2,0 mg/L. Para este caso adoptamos 2,0 mg/L.

T: Temperatura del agua del verano, Época en que la transferencia de Oxígeno es menor.

C_{sw}: Concentración de saturación del agua de 7,30 mg/L.

Tabla N°5. Sistema de Aireación.
Sistema de Aireación

| Parámetro | Unidad | Cantidad |
|---|-----------------|----------|
| Oxygen requirements for aeración AOR | | 0,73 |
| Total oxygen requirements AOR | kg/día | 0,85 |
| | kg/hr | 0,04 |
| | m3aire/hr | 0,29 |
| T of wastewater in aeration tank summer | oC | 22,00 |
| T of wastewater in aeration tank winter | oC | 12,00 |
| Dissolved O2 level in the aeration tank | mg/l | 2,00 |
| Correction by elevation | | 0,98 |
| Alpha | | 0,85 |
| Beta | | 0,90 |
| Cswalt a T° invierno | mg/l | 10,44 |
| Cswalt a T° verano | mg/l | 7,30 |
| Cs20 invierno | mg/l | 11,27 |
| Difusores | | |
| Alpha | | 0,85 |
| Beta | | 0,90 |
| FCF invierno | % | 0,57 |
| FCF verano | % | 0,60 |
| Sumergencia | mts | 0,80 |
| Eficiencia difusores | %/mt | 0,04 |
| SOR difusor | m3/min/unidad | 0,08 |
| SOR difusor | kg/O2/hr/unidad | 0,05 |
| Numero de unidades requeridas | difusores | 1,00 |
| Aire requerido para mezcla | m3/min/m2 | 0,10 |
| Área estanque de aireación | m2 | 1,60 |
| Numero de unidades adoptada | | 1,00 |
| Caudal de aire por difusor adoptado | m3/min | 0,08 |
| Aire requerido para aireación | m3/min | 0,08 |
| | m3/hr | 4,50 |
| Aire requerido para mezcla | m3/min | 0,16 |
| Soplador | | |
| Sumergencia | mts | 0,80 |
| Perdidas manifold principal | mts | 0,30 |
| Perdidas laterales | mts | 0,08 |
| Perdidas difusor | mts | 0,46 |
| Presión Operación normal | mts | 1,64 |
| | milibar | 160,67 |
| Sobrepeso estimada | milibar | 12,85 |



vrvdiseñoconstruccion@gmail.com

| | | |
|-------------------------------|---------|--------|
| Total presión soplador | milibar | 173,52 |
| Cantidad (mas uno de reserva) | n | 1,00 |
| Caudal de aire unitario | m3/min | 0,16 |
| Presión de descarga | milibar | 173,52 |
| Potencia unitaria | w | 71,00 |

Difusores de aire:

El sistema de aeración será por difusión, lo que evitará la generación de aerosoles y ruidos molestos al entorno. La oxigenación del sistema se realizará mediante inyección de aire a través de difusor de burbuja fina distribuido en el fondo de los estanques, montados sobre una red de tuberías de distribución. La membrana con miles de micro orificios permite el paso del aire que se divide en finas

Burbujas de modo de facilitar la transferencia de oxígeno en su recorrido ascendente. Cuando el aire deja de pasar la membrana elástica actuando como válvula de retención evitando la entrada de líquido a la cañería. Los difusores de plato ofrecen bajo stress de las membranas y una mejor relación capacidad de trabajo - área efectiva, con respecto a los difusores de plato. La membrana estándar es de EPDM (Ethylene Propylene). El cuerpo del difusor es de PVC. Los difusores son evaluados en términos de la capacidad de transferencia de oxígeno, por metro de profundidad y por m3 de aire (grO2/m/Nm3), en condiciones estándar. A partir de las curvas propias del difusor seleccionado (caudal de aire vs la capacidad de transferencia de oxígeno en condiciones estándar y a una cierta profundidad) y considerando los requerimientos de oxígeno del sistema de aireación, se calcula el número de difusores necesarios, tal como se indica en el cuadro siguiente.

Sopladores de Aireación

El suministro de aire hacia los difusores se realizará mediante un equipo soplador del tipo lineal de membrana, el cual proveer el aire al estanque de aeración a través de un manifold y una cañería de distribución. La capacidad del equipo es de 4,5 Nm3/hr a caudal medio y presión de 150 mbar.



vrvdiseñoconstruccion@gmail.com

Sedimentador Secundario

En el Sedimentador secundario (también llamado decantador o clarificador) se produce la separación de la biomasa del agua clarificada. El procedimiento se basa en la separación por acción de la gravedad de las partículas suspendidas (biomasa), cuyo peso específico es mayor que el agua. El agua clarificada se deriva a la etapa de desinfección.

Por su parte, los lodos sedimentados se recircularán (RAS) a la línea de aguas, en la cabecera del reactor para mantener el contenido de microorganismos en el licor de mezcla, o se derivarán a la línea de lodos (WAS), al espesador gravitacional. El diseño del Sedimentador debe proporcionar un ambiente sin Perturbaciones hidráulicas que puedan afectar la velocidad de caída de la biomasa. El criterio tradicional de diseño de los tanques de sedimentación secundaria para procesos de lodos activados se basa normalmente en la carga o tasa superficial y el periodo de retención.

La carga o tasa superficial se define como el caudal a través del tanque ($m^3/hora$) dividido por el área superficial efectiva de agua en el tanque (m^2) y se expresa como velocidad ascensional (m/h). El máximo valor aceptado para esta velocidad es de alrededor de $1,5 m/h$ y la carga hidráulica del vertedero no debe superar los $250 m^3/m.dia$. El período de retención calculado es de 9 horas a caudal medio.

Para nuestro caso se adopta un Sedimentador del flujo horizontal, de geometría rectangular. La componente de sedimentación deberá cumplir con las tasas hidráulicas y flujo básico, de manera de asegurar que la carga aplicada de sólidos sea menor a la capacidad de almacenamiento de lodos. Para tal efecto, las Condiciones de borde en lo referido a la tasa hidráulica máxima y su relación con la concentración del licor mezclado y el índice volumétrico de lodos a utilizar deberán satisfacer los criterios de la norma alemana ATV 131, edición de mayo de 2000, de la ATV (Abwassertechnische Vereinigung e.V.).

$$T_{Sm} \cdot x \text{ [m/h]} * IVLD \text{ [L/kg]} * SSTLM \text{ [kg/m}^3\text{]} \approx 500 \text{ [L/m}^2\text{h]}$$

Donde:

$T_{Sm} \cdot x$: Tasa hidráulica superficial a caudal medio más

Recirculación, (Q_{mt}/A) , $[m^3/m^2/hr]$

IVLD: Índice Volumétrico de Lodos Diluido, $[mL/g \text{ o } L/Kg]$

SSTLM: Sólidos Suspendidos del Licor de Mezcla, $[mg/L \text{ o } Kg/m^3]$

Para el dimensionamiento de la unidad, el valor del IVLD a utilizar sera de 150 mL/g.

El resumen de las características del estanque de sedimentación son las siguientes:

Tabla N°6. Sedimentación

Sedimentación

| Parámetro | Unidad | Cantidad |
|--|------------------------------------|----------|
| Caudal medio | m ³ /día | 2,00 |
| | m ³ /hr | 0,08 |
| Caudal máximo | m ³ /día | 38,00 |
| | m ³ /hr | 1,58 |
| XO x $(1 + 1/\% \text{recircu})$ (Fig 11,30 MOP-8) | kg/m ³ | 5,75 |
| Carga de sólidos máximos | kg/m ² /hr | 3,20 |
| MLSS | kg/m ³ | 3,70 |
| SVI | ml/g | 125,00 |
| Settled Volume | ml | 462,50 |
| Tasa de recirculación (% Q) | % | 1,06 |
| Área requerida | m ² | 0,20 |
| Área Adoptada | m ² | 0,25 |
| Tasa hidráulica $Q_{medio} + Q_{recir}$ | m ³ /m ² /hr | 0,69 |
| Tasa hidráulica Q_{medio} | m ³ /m ² /hr | 0,33 |
| Numero de sedimentadores | n° | 1,00 |
| Largo/Ancho | mts | 0,3/1,2 |
| Altura de Agua al borde | mts | 8,00 |
| Tiempo retención hidráulico Q_{medio} | hr | 6,50 |

1.1.2 Desinfección (Cloración y Decloración)

La desinfección de las aguas clarificadas es un proceso unitario utilizado para satisfacer los requerimientos del DS90 Tabla N°1 que indica una concentración máxima de coliformes fecales de 1.000 NMP/100 mL. La cantidad de cloro requerida para efectuar la desinfección (dosificación) depende de (1) la demanda de cloro en el agua, (2) el mezclado efectivo de la solución de cloro con el agua servidas; (3) la cantidad y tipo de cloro residual requerido; (4) el tiempo de contacto del cloro en el agua, (5) la temperatura del agua y (6) el volumen del flujo a tratar. Para la desinfección del efluente del tratamiento secundario se dimensiona un sistema en base a la dosificación de cloro líquido en forma de hipoclorito de calcio y un estanque de contacto, donde las aguas clarificadas tendrán el tiempo de retención adecuado para lograr una efectiva remoción de coliformes fecales. Y una etapa de cloración para evitar altas concentraciones de este a la biota por medio de pastillas de sulfito de sodio.

De acuerdo con la literatura, la dosis media de cloro (D) a aplicar en un efluente secundario de 35 mg/L de DBO5 y con 15/20 días de edad de lodo (Nitrificación/Desnitrificación) es de 4 a 5 mg/L, cuando se desea mantener un residual de 1 mg/L para asegurar una concentración de coliformes fecales menor a 1.000 NMP/100 mL luego de 30 minutos de contacto.

Tabla N°7. Cloración y Decloración.
Cloración - Decloración

| Parámetro | Unidad | Cantidad |
|----------------------------|---------------|-----------------|
| Concentración Efluente | min | 5 mg/l |
| Tiempo de retención | min | 30 |
| Dosificación Pastilla | | 1,00 |
| Días de duración Pastillas | días | 20 |
| Sulfito de Sodio | | |
| Concentración efluente | min | 1 mg/l |
| Dosificación | Pastilla | 1,00 |
| Días de duración Pastillas | días | 20 |

METODOLOGIA Y FUNCIONAMIENTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO

- a). - El agua a tratar será recibida en una cámara de balance donde se promediarán las cargas orgánicas. Posteriormente el flujo pasará a una cámara de aireación primaria para después ingresar a los tres biodigestores en los se verificará la degradación de la materia orgánica mediante la oxidación que se genera por la acción de las bacterias aerobias en contacto con altos volúmenes de aire rico en oxígeno, inyectado mediante difusores de membrana fina, con micro poros. Tiempo mínimo en aireación 15 horas.
- b). - Después del tratamiento aerobio en los biodigestores, el agua será depositada en una cámara de sedimentación, donde los sólidos suspendidos serán separados al precipitarse en el fondo de la misma, para luego ser sustraídos mediante una bomba sumergible y serán bombeados constantemente al primer biodigestor. Tiempo mínimo en sedimentación 8 horas.
- c). - Ya clarificada el agua, ésta se someterá a una cloración de contacto con hipoclorito de calcio (pastillas de 3") depositadas en una cámara de cloros ubicado a la salida del Sedimentador.
- d). Recamara de cloración con tiempo de retención de 15 minutos.
- e). **Después de todo el proceso de tratamiento de las aguas residuales, ya completamente tratada la descarga se realizará en un lago artificial que se utilizará también para riego de las áreas verdes del proyecto en un terreno dentro de la finca que se encuentra en proceso de inscripción, por lo que se adjunta documento de tenencia del terreno.**

Descripción:

- 1- Una cámara de recepción de 2.3 mts de ancho, con 2.3 de largo y 4.5 mts de profundidad.
- 2- Una cámara de aeración con una medida de 10 mts de ancho, por 8 mts de largo y 5.00m de profundidad.
- 3- Una cámara de sedimentación de 5.85 mts de ancho, por 5.85 mts de largo y profundidad de 3.00mts.



vrvdisenoyconstruccion@gmail.com

- 4- Cámara de clorinación una medida de 4.15mts de ancho, 5.85 mts de largo y 2.7mts de profundidad.
- 5- Según especificaciones del plano estas son medidas aproximadas.

Equipamiento:

- 2 Sopladores marca FPZ modelo K07 MD o similar
- 2 Filtros–Silenciadores de admisión.
- 2 Manómetros.
- 2 Válvula de alivio.
- 2 Silenciador en la descarga.
- 2 Válvulas Check
- 2 Manifoulds de interrupción en la descarga.
- 2 bombas de recircular sumergibles de 2Hp en 220V
- Tablero de controles eléctricos integral con pastillas protectoras, arrancador a tensión plena 3.0 HP trifásico 220/440 volts
- 2 Bomba sumergible eléctrica para retorno de lodos marca Pedrollo Top Vortex monofásica a 220 volts con potencia de 1/2 HP. o similar
- Venturi para desnatado en cámara de sedimentación.
- Dispositivo clorador para pastillas de hipoclorito de calcio de 3”.

PLAN DE CONTINGENCIA

OBJETIVOS

Este Plan de contingencia tiene por objetivo establecer normas y responsabilidades para abordar y solucionar eficientemente una situación de contingencia que afecte el normal funcionamiento de la Planta de Tratamiento de Aguas residuales (PTAR) con el propósito de:

- Asegurar el apropiado tratamiento.
- Mantener la continuidad del proceso biológico.
- Evitar generar molestias que alteren la calidad de vida de los habitantes de las poblaciones aledañas a la planta de tratamiento de agua residual.
- Minimizar el impacto ante cualquier tipo de contingencia identificada en este Plan.

El plan será aplicado a todas las unidades del sistema de tratamiento de agua residual o a la unidad es calidad de riesgo o que presente alguna falla que desestabilice todo el sistema y/o cause daños colaterales al personal de mantenimiento.

La aplicación ante una eventual falla del sistema de tratamiento, el jefe o asistente de centro procederá a dar aviso al Jefe de mantenimiento para coordinar la reparación e informar al gerente de operaciones. De forma inmediata, procederá a la acumulación de las aguas residuales; El jefe de mantención registrará las causas de la contingencia e informará sobre las acciones tomadas a gerencia y al Jefe y/o asistente de centro. En el mismo sentido, deberá registrar el tiempo que estuvo detenido el equipo antes de reiniciar su operación normal.

En caso de ser una falla grave se deberán dar un previo aviso al jefe de operaciones sobre el plan a seguir sobre las rutas de evacuación de las aguas residuales en caso de acumulación.

Se presenta un protocolo para responder oportunamente y eficazmente en las situaciones de emergencia para controlar y/o reducir el impacto al medio ambiente. En este caso, se presenta un plan de contingencia en caso que ocurra un derrame de sustancias peligrosas y haya una falla en el sistema de tratamiento de aguas residuales. Dado el caso que ocurra un derrame de agua residual sin ningún tipo de tratamiento previo y llegue directamente a un cuerpo de agua o en caso extremo haya un derrame de una sustancia peligrosa por una falla del sistema, el procedimiento a seguir es el siguiente.

| |
|---|
| ❖ El operario que se encuentre de turno informa al jefe de departamento o su jefe directo y registra el evento ocurrido en la bitácora de trabajo. Debe especificar la intensidad, la ubicación y la clase de derrame (sustancias peligrosas o aguas residuales directas). |
| ❖ Dependiendo de la gravedad del evento, se debe avisar a las entidades externas, en este caso las entidades ambientales encargadas, específicamente la CAR encargada. |
| ❖ Una vez avisado el evento y se tenga un conocimiento de la ocurrencia del derrame, se debe delimitar el área afectada, esto se puede hacer de forma artesanal (con una soga) para conocer de manera inmediata cuanta área tiene mayor afectación y donde se deben enfatizar las acciones de control. |
| ❖ Ya identificada el área, se inician unas acciones de control, en este caso las acciones más inmediatas son: cerrar válvulas, impedir el bombeo de agua residual y de esta manera impedir la llegada del vertimiento contaminado a un cuerpo de agua, prevenir a las poblaciones que se benefician económicamente ya que se genera un tipo de contaminación y esto puede traer consecuencias negativas como los son los problemas sanitarios, enfermedades, infecciones, entre otros. |
| ❖ Cuando se tenga controlado el evento y se tenga un amplio conocimiento de lo ocurrido, teniendo en cuenta sus causas, las consecuencias, el tipo de derrame, entre otros, se inician las labores de recuperación y limpieza del área afectada; esto se hace de la siguiente manera: instalar bombas hidráulicas para succionar el agua residual y prevenir más contaminación, construir barras (madera o metálicas) para impedir que el agua residual se disperse. |
| ❖ Después que se haya limpiado el área y el evento este controlado, es decir que se han minimizado los niveles de contaminación, se inicia la fase de restauración del área afectada. Esta restauración se puede dar por dos maneras: restauración ecológica: se da de manera natural, es decir que hay una restauración regenerativa sin ninguna intervención externa. Esto se hace por ciclos naturales; restauración ambiental: es una restauración antrópica, es decir que hay una intervención directa del ser humano, puede iniciarse con la siembra de plantas nativas de la zona. |
| ❖ Finalmente, se encuentra la fase de inspección, monitoreo y seguimiento de la zona, esto se hace con el fin de monitorear y controlar la evolución de la recuperación del área para que haya una restauración óptima. Este seguimiento se hace inicialmente trimestral, para que haya un control directo en la evolución de la zona, aunque el período de tiempo puede variar dependiendo de la magnitud y gravedad del evento. Una vez se tenga una evolución positiva, se recomienda que el monitoreo se analice anualmente. |



vrvdiseñoconstruccion@gmail.com

MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Es el mantenimiento que se le realiza la planta para conservar en buen estado las instalaciones y equipo de la planta; asegurando su buen funcionamiento y alargando su vida útil. Consiste en la ejecución de rutinas de trabajo que se realizan con mayor o menor frecuencia para prevenir desperfectos.

Mantenimiento a Tuberías de Distribución

| Actividades | Frecuencia | Requerimientos |
|---|-------------------|-----------------------|
| 1. Inspeccionar el estado de las tuberías de distribución en la entrada de la planta para evitar obstrucciones en el sistema. | Diario | Operador |
| 2. Retirar los sólidos que obstruyan el paso del agua residual. | Diario | Palas y rastrillos |
| 3. Mantenimiento y limpieza de tuberías | Mensual | Tirabuzón |
| 4. Verificar el estado de las compuertas de acceso a la planta de tratamiento | Semanal | Operador |
| 5. Lubricación de compuertas y accesorios. | Semestral | Lubricante |

Mantenimiento a Rejas y Rejillas Manuales

| Actividades | Frecuencia | Requerimientos |
|--|-------------------|----------------------------|
| 1. Limpieza manual de rejas y rejillas retirando el material suspendido. | Diario | Operador (Promotora) |
| 2. Llevar los sólidos, basuras y material retirado a los lechos de secado. | Diario | Palas, baldes y rastrillos |
| 3. Disponer los sólidos una vez secados para ser retirados por la empresa de aseo. | Semanal | Empresa de aseo |
| 4. Pintada de rejas y rejillas y accesorios. | Semestral | Pintura Anticorrosivo |
| | | |

Mantenimiento de los Equipos

| Actividades | Frecuencia | Requerimientos |
|--|-------------------|-------------------------|
| 1. Inspección del estado y funcionamiento de todos los equipos | Diario | Operador (Promotora) |
| 2. Verificación del grado de sedimentación | Mensual | Operador (Promotora) |
| 3. Lubricación de compuertas, Equipos y accesorios. | Mensual | Lubricantes |
| 4. Verificar el estado del sistema eléctrico y mecánico del Equipo | Mensual | Especialista |
| 5. Retiro de arena y sedimentos. | Anual | Maquinas, palas, baldes |

Mantenimiento de Lagunas y Lagos

| Actividades | Frecuencia | Requerimientos |
|--|------------|--|
| 1. Inspección del estado y funcionamiento del sistema lagunar | Diario | Operador (Promotora) |
| 2. Remoción y retiro de Natas, espumas, lodos y material flotante y disponerlos en sus respectivas áreas. | Diario | Cucharones de mango largo, cuchara grande de malla metálica con mango largo, Mangueras a Chorro, Carretillas, palas, |
| 3. Remover y retirar la vegetación | Diario | Palas y Rastrillos |
| 4. Verificar en nivel de las lagunas | Diario | Operador (Promotora) |
| 5. Mantener los bordos, caminos de acceso y zonas adyacentes a la planta de tratamiento y lagos libres de maleza | Diario | Podadora, rastrillos, palas, machetes y picos. |
| 6. Podar los taludes internos y externos. | Mensual | Podadoras |
| 7. Verificación del grado de sedimentación de las lagunas y lagos | Semestral | Operador (Promotora) |
| 8 Retiro de arena, lodos y sedimentos y depositarlos en sus respectivas áreas | Anual | Maquinarias, palas, rastrillos y carretillas |

MANTENIMIENTO CORRECTIVO.

Consiste en la reparación inmediata de cualquier daño que sufran los equipos o componentes del sistema de tratamiento de aguas residuales, lo cual ocasiona situaciones de emergencia. El mantenimiento preventivo es de vital importancia para prevenir las fallas o daños en el sistema, en ocasiones se presentan los imprevistos donde y cuando eso suceda se debe contar por las herramientas y el personal especializado para la reparación inmediata.



vrvdiseñoconstruccion@gmail.com

NORMAS APLICABLES PARA LA DESCARGA Y TRATAMIENTO DE LAS AGUAS DESCARGADAS HACIA EL LAGO

Para el tratamiento y el uso de las aguas tratadas por plantas de tratamiento, el **Ministerio de Comercio e Industrias** por medio de su **Dirección General de Normas y Tecnologías Industrial**, creo el reglamento técnico **DGNTI-COPANIT 24-99 (aquí adjunto)**.

Se pretende utilizar las aguas tratadas para el riego superficial de plantas no comestibles, que según la norma establece un tratamiento primario y avanzado con la adición de químicos para la desinfección tales como **EKOCLEAN (Ficha técnica adjunta)**, producto biotecnológico altamente efectivo para proteger el medio ambiente, no toxico para los humanos y evita la materia orgánica y los malos olores dentro de este tipo de lagos.