

**ANTEPROYECTO:
"MONTAÑA DEL MAR"**

**PREVISIONES SANITARIAS Y PLANTA DE TRATAMIENTO
DE AGUAS RESIDUALES**

PUNTA RUCIA, PROVINCIA PUERTO PLATA, REPUBLICA DOMINICANA



PREPARADO POR:

ING. ALAN VASQUEZ - CODIA: 30235

M.Eng. Sanitaria y Ambiental

SANTO DOMINGO, R.D.

MAYO 2022

DISEÑO CONCEPTUAL

ÍNDICE

<u>1.- OBJETIVO Y ALCANCE</u>	3
<u>2.- EMPLAZAMIENTO DE LA OBRA</u>	3
<u>3.- REGLAMENTACIÓN, NORMAS Y DISPOSICIONES OFICIALES</u>	4
<u>4.- DESCRIPCION DEL PROYECTO</u>	5
<u>5.- ORIGEN Y COMPOSICON DE LAS AGUAS RESIDUALES A TRATAR</u>	6
<u>6.- ANALISIS DE ALTERNATIVAS Y CRITERIOS DE SELECCIÓN DE LA TECNOLOGIA:</u>	6
<u>7.- DESCRIPCION DE LAS ETAPAS DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO</u>	10
<u>8.- DIAGRAMA DEL TREN DE TRATAMIENTO PROPUESTO</u>	12
<u>9.- FUNCIONAMIENTO Y DESCRIPCION LAS UNIDADES DE LA PLANTA:</u>	13
<u>10.- RESULTADOS A OBTENER:</u>	15
<u>11.- CONSIDERACIONES AMBIENTALES</u>	16
<u>11.1.- IMPACTOS AMBIENTALES</u>	16
<u>11.2.- MEDIDAS PREVENTIVAS</u>	17
<u>11.3- MEDIDAS CORRECTORAS</u>	18
<u>12.- PREDIMENSIONAMIENTO DE LA PTAR</u>	19
<u>12.1.- CAUDAL DE DISEÑO</u>	19
<u>12.2.- CRITERIOS DE DISEÑO</u>	19
<u>12.3.- PREDIMENSIONAMIENTO</u>	25
<u>12.4.- TABLA RESUMEN DE LA EFICIENCIA DE REMOCION DE LAS UNIDADES</u>	27



DISEÑO CONCEPTUAL

1.- OBJETIVO Y ALCANCE

El objeto del presente documento es mostrar ante los organismos competentes, las consideraciones iniciales de las previsiones sanitarias, en especial de la planta de tratamiento de las aguas residuales generadas en el proyecto “**Montaña del Mar**”, comprobando que la obra reúne las condiciones y garantías exigidas en las reglamentaciones vigentes, con el fin de obtener las debidas acreditaciones para la implantación del proyecto, así como sentar las bases para proceder con su diseño.

2.- EMPLAZAMIENTO DE LA OBRA

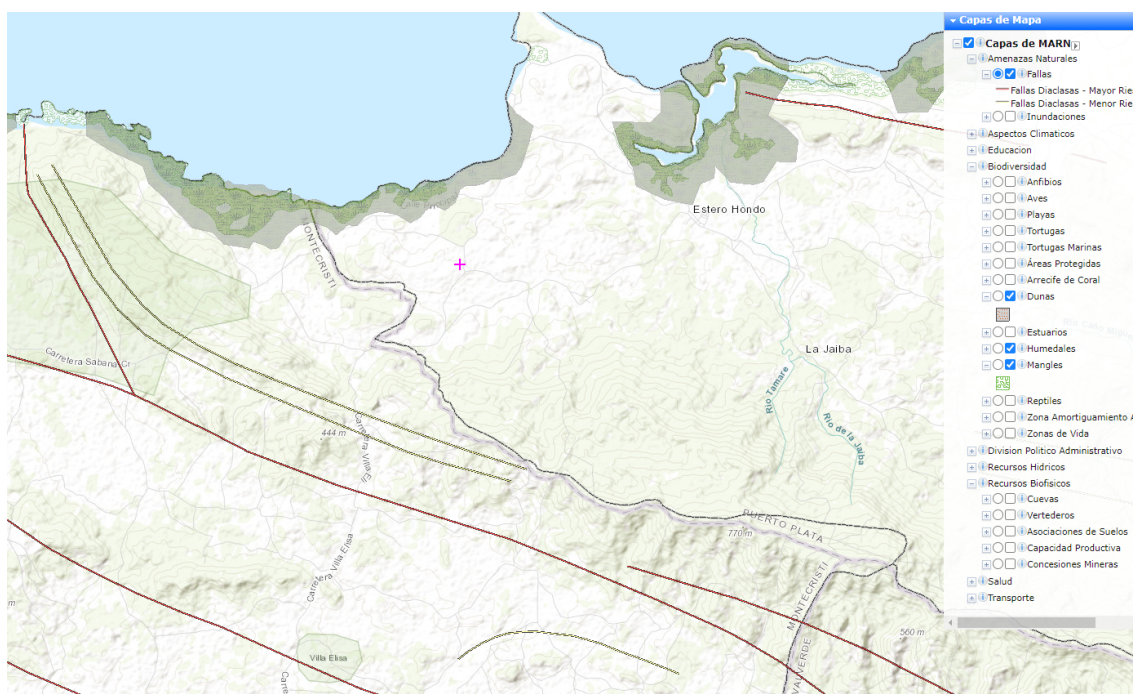
Las instalaciones objeto de este proyecto se realizará en Punta Rucia, municipio Villa Isabela en la provincia Puerto Plata, en la región Norte de la República Dominicana, específicamente en las coordenadas UTM 19Q: 267068.00 m E y 2192846.00 m N.

Punta Rucia es un lugar privilegiado de playas en la bahía de La Isabela y bastante cerca del pueblo de La Isabela; convirtiéndose así en una importante zona turística del país. Por lo anterior, se caracteriza poseer proyectos de recreación y alojamiento turístico. Es propicio aclarar que Cayo Arena geográficamente pertenece a Montecristi, y que Punta Rucia es el límite entre las provincias Montecristi y Puerto Plata.



DISEÑO CONCEPTUAL

A través del SIG-NEPAssist (software en línea del ministerio de ambiente) se procedió a superponer los mapas de interacción ambiental a los fines de identificar posibles afectaciones al medio. Por lo anterior, se validó que la zona de implantación del proyecto no es vulnerable contra amenazas naturales y que el mismo no impactara un área protegida o biodiversidad. Cabe mencionar, que existe una playa en las proximidades, sin embargo, se localiza a unos 1,860.00 m del proyecto. Ver imagen a continuación:



3.- REGLAMENTACIÓN, NORMAS Y DISPOSICIONES OFICIALES

El presente proyecto recoge las características de los materiales, los cálculos que justifican su empleo y la forma de ejecución de las obras a realizar, dando con ello cumplimiento a las siguientes disposiciones:

- “Reglamento Técnico para Diseño de Obras e Instalaciones Hidro-Sanitaria del INAPA”, año 2018.
- “Normas de diseño” SISTEMAS DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO SANITARIO Y DRENAJE PLUVIAL, Corporación del Acueducto y Alcantarillado de Santo Domingo (CAASD).
- “Reglamento para el Diseño y la Construcción de Instalaciones Sanitarias en Edificaciones”, R00-8 año 2010 del Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones.
- Norma ambiental “Sobre calidad del agua y control de descargas”, emitida por la Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales de la República Dominicana.

4.- DESCRIPCION DEL PROYECTO

4.1.- Naturaleza de la infraestructura:

El proyecto está concebido como desarrollo inmobiliario turístico, a través de la lotificación de 217 solares, de los cuales 163 solares estarán destinados para la construcción de villas (de 2 y 3 habitaciones) y 54 para townhouses, con capacidad para 651 habitaciones a fin de albergar un promedio de 1,302 personas, como actividad principal. La extensión de terreno a desarrollar será aproximadamente 170,000 m². Las edificaciones por su parte, serán construidas en hormigón armado, cuya terminación incluirá madera y cristal.

Este contara con zonas de esparcimiento y recreación de uso común como parques (sendero ecológico) y áreas deportivas, además de casa club, restaurant, área comercial, entre otros.

Asimismo, contemplara de los sistemas necesarios para el buen confort y seguridad, como es el abastecimiento de agua potable, recolección de las aguas residuales, drenaje pluvial y manejo de los residuos sólidos.

Cabe destacar que el suministro energético del proyecto será brindado por la EDENORTE desde unas de las instalaciones locales. En cuanto, a la gestión de residuos sólidos, prevé el almacenaje interno de estos en área estratégicas desde donde el Ayuntamiento de Estero Hondo, se encargará de su recogida y disposición adecuada al vertedero próximo.

4.2.- Previsiones Sanitarias:

Para el abastecimiento del agua, se prevé el empalme a través del acueducto municipal manejado por CORAAPLATA. Desde donde se enviará el agua a un depósito de regulación con la finalidad de garantizar la presión y caudal en el sistema de distribución. Cabe resaltar que, cada lote tiene previsto construir su depósito particular, para control los posibles estiajes.

Para el manejo de las aguas residuales, se instalará una red colectora, cuya función recibir y conducir las aguas residuales hacia una planta depuradora particular a construir dentro del proyecto, la cual posterior al tratamiento, será reutilizada. El efluente en exceso se enviará al subsuelo a través de pozos filtrantes.

Las aguas generadas producto de la precipitación o de la lluvia, se captará en los techos y las áreas periféricas, las cuales a través de bajantes se enviarán a las cunetas y estas a imbornales provistos de parrillas y pozos filtrantes para disponer las aguas al subsuelo.

DISEÑO CONCEPTUAL

5.- ORIGEN Y COMPOSICION DE LAS AGUAS RESIDUALES A TRATAR

Para seleccionar correctamente los tratamientos y aplicar criterios adecuados para el diseño, es necesario determinar previamente las características de las aguas residuales que pretenden ser tratadas, lo cual es fundamental para asegurar el éxito de la depuradora.

Dada la naturaleza del proyecto y sus predios, se ha definido que las aguas residuales a tratar se clasifican como domésticas o similar de contaminación en el rango media-alta, aquellos residuos líquidos de zonas hoteleras, con establecimientos comerciales o área recreativas. Una planta de tratamiento para este tipo de efluentes, se diseña con la finalidad de depurar básicamente la cantidad de materia orgánica (medida como DBO5 y DQO), aceites y grasas, sólidos suspendidos y microorganismos patógenos, en casos particulares, nutrientes como nitrógeno y fósforo.

A partir de una revisión de las literaturas existentes en materia de tratamiento de agua residual y al reglamento para diseño de obras hidro-sanitarias del INAPA, se establece que las características del agua a tratar serán las siguientes:

<i>PARÁMETROS</i>	<i>RANGO</i>	<i>VALOR</i>	<i>UNIDADES</i>
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	250 - 1,000	500	mgO ₂ /l
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	110 - 400	300	mgO ₂ /l
Sólidos suspendidos (SS)	100-350	300	mg/l
Nitrógeno Total Kjeldahl, NKT	20 - 85	40	mgN/l
Fósforo Total	4 - 15	8.0	mgP/l
pH	6.8 - 8	7.4	u.pH
Coliformes	1x10 ⁴ - 1x10 ⁷	1x10 ⁵	NMP

6.- ANALISIS DE ALTERNATIVAS Y CRITERIOS DE SELECCIÓN DE LA TECNOLOGIA:

A partir de una matriz de valoración, donde se establece las alternativas, los criterios de selección y una adecuada ponderación de estos criterios, dando valor en base a una escala preestablecida (1 a 4) y objetiva según cada proyecto en particular se tiene:

A. Ponderación:

<i>Criterio de mayoración</i>		<i>Ponderación particular de la tecnología</i>	
<i>Clase</i>	<i>Coficiente Multiplicador</i>	<i>Nivel o grado a favor</i>	<i>Coficiente Multiplicador</i>
Muy importante	5		
Importante	4		
Poco importante	3		
Insignificante	2		

CRITERIO (f _i)			
Líneas de tratamiento	Valoración	Ponderación	Total (V*P)
Alternativa A1	V _{A1} (f _i)	P(f _i)	VA1(fi) * P (fi)
Alternativa A2	V _{A2} (f _i)	P(f _i)	VA2(fi) * P (fi)
Alternativa A3	V _{A3} (f _i)	P(f _i)	VA3(fi) * P (fi)
....			
TOTAL			

DISEÑO CONCEPTUAL

Alternativas estudiadas

PLANTEAMIENTO INICIAL DE LINEAS DE TRATAMIENTO		
No.	Alternativas	Líneas de Tratamientos
1	Reactores Aireados (lodos activados)	Agua: Pretratamiento + Sedimentación Primaria + reactor aireado + Clarificación + Desinfección Línea de Lodos: Digestión + Secado
3	Reactores Anaerobios (UASB + FAFA)	Línea de Agua: Pretratamiento + RAFA + FAFA+ Desinfección Línea de Lodos: Lechos de Secado de lodos.
4	Humedales Artificiales	Línea de Agua: Pretratamiento + Decantación Primaria + Humedal Línea de Lodos: No Contemplada (Extracción Camión Cisterna).



B. Matriz de valoración

PLANTEAMIENTO INICIAL DE	Clas	ALTERNATIVAS
--------------------------	------	--------------

DISEÑO CONCEPTUAL

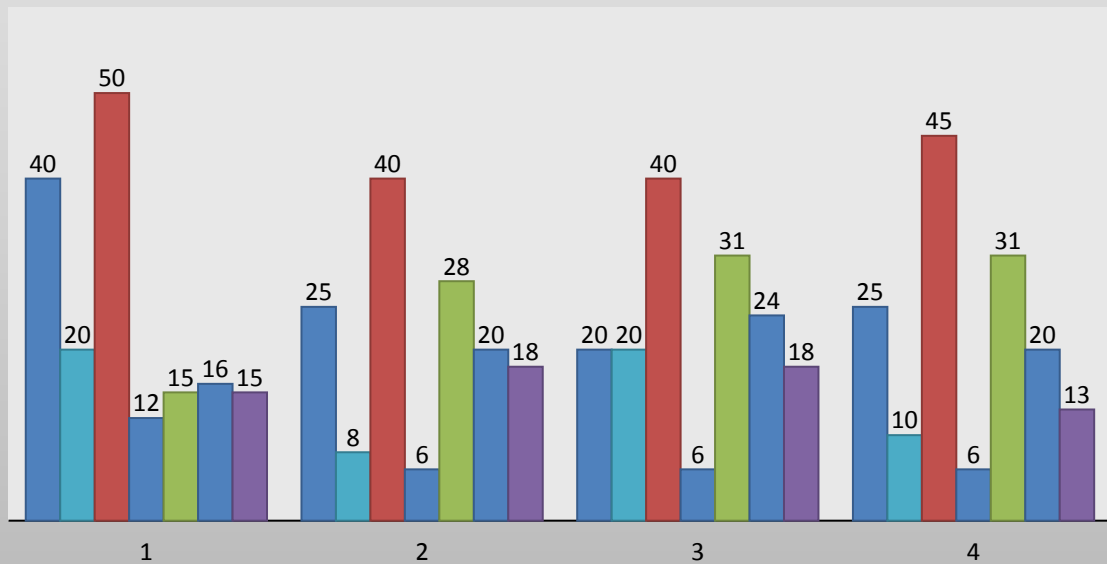
CRITERIOS	e	Reactores Aireados	Reactores + Laguna	Reactores Anaerobios	Humedales
A. EFICACIA DEL TRATAMIENTO		40	25	20	25
A.1. Calidad del efluente depurado (Eficiencia de Remoción)	5	4	3	3	3
A.2. Flexibilidad para adaptarse a las variaciones de caudal y carga.	5	4	2	1	2
B. TERRENOS DE IMPLANTACIÓN		20	8	20	10
B.1. Demanda de superficie	4	4	1	4	1
B.2. Características y vulnerabilidad del terreno (para trabajar por gravedad)	2	2	2	2	3
C. FACTORES MEDIOAMBIENTALES		50	40	45	45
C.1. Ruidos	5	2	4	4	4
C.2. Olores	5	4	2	3	3
C.3. Impacto visual y de Armonía con el Entorno	5	4	2	2	2
D. LODOS GENERADOS		12	6	6	6
D.1. Calidad del Efluente Requerido de Lodos.	3	4	2	2	2
E. OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO		15	28	31	31
E.1. Necesidad de personal cualificado o especializada	5	2	3	3	3
E.2. Necesidad de energía eléctrica para funcionamiento	1	2	4	4	4
E.3. Necesidad de inspección o intervención (frecuencia - hombres).	3	1	3	4	4
F. COSTES		16	20	24	20
F.1. Disponibilidad presupuestaria para ejecución de la obra	4	3	2	3	2
F.2. Disponibilidad presupuestaria para la O&M	4	1	3	3	3
H. IMPLEMENTACION DE LA TECNOLOGIA		15	18	18	13
H.1. Tecnología ampliamente aprobada y conocida	3	3	4	4	3
H.2. Complejidad del Método de ejecución (construcción) de la obra	2	3	3	3	2

C. Resultados de la matriz

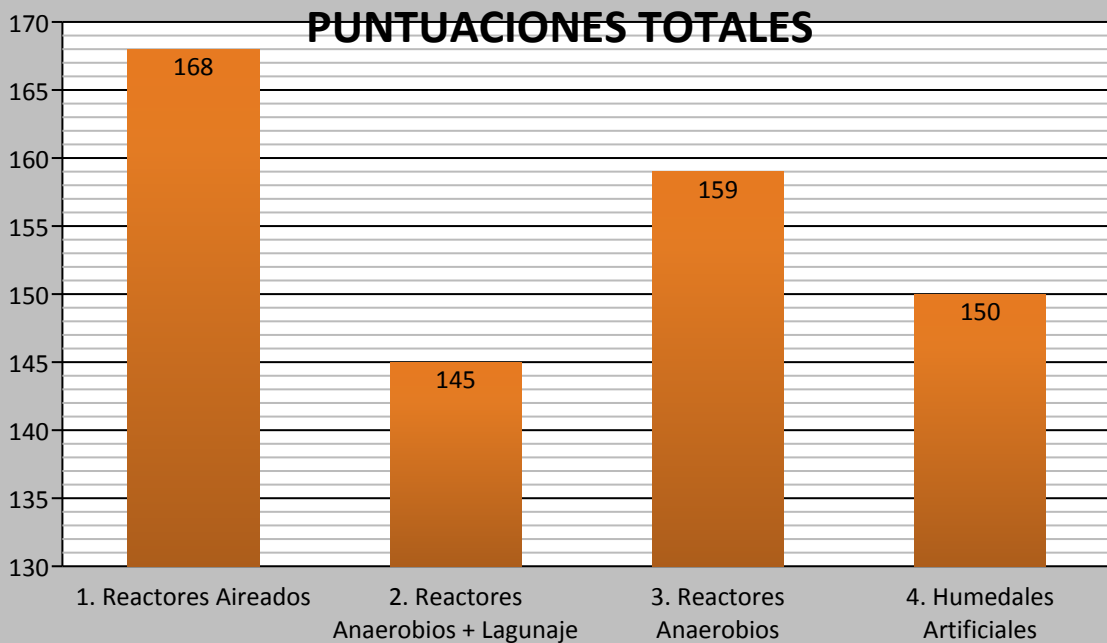
DISEÑO CONCEPTUAL

Ponderación Acumulada Criterio VS Alternativas

- A. EFICACIA DEL TRATAMIENTO
- B. TERRENOS DE IMPLANTACIÓN
- C. FACTORES MEDIOAMBIENTALES
- D. LODOS GENERADOS
- E. OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO
- F. COSTES
- H. CAPACIDAD DE IMPLEMENTACION DE LA TECNOLOGIA



PUNTUACIONES TOTALES



Por lo anterior se indica que, la tecnología más adecuada para el tratamiento de las aguas residuales del proyecto en particular es reactores aireados, se adoptara lodos activados.

DISEÑO CONCEPTUAL

Además se alude que, en países de la región, el método recomendado y más conveniente para las aguas residuales de origen domesticas o municipal es la digestión anaerobia fundamentalmente los sistemas a base de reactores de flujo ascendente con manto de lodos (UASB) y los lechos bacterianos, sin embargo, por la calidad del efluente depurado y otros factores (control de olores y flexibilidad para adaptarse a las variaciones de caudal y carga), la tecnología más a propiedad es a base de reactores aireados..

Otras opciones fue implementar un sistema de lagunas de estabilización o humedal, pero debido a la gran cantidad de terreno que demandaría, fueron descartadas dichas adopciones.

Las razones que justifican el tratamiento del agua residual en este proyecto, son distintas, entre lo que se cita cumplir con las normas locales vigentes y estándares internacionales que garantizan participación en mercados, pero principalmente asegurar el aprovechamiento de las aguas tratadas específicamente para el riego de área verdes y jardinerías.

Por tanto, se ha considerado para el tratamiento biológico, implementar una tecnología enfocada principalmente en lograr alta eficiencia en la remoción de la contaminación presente en las aguas residuales para su reúso como son los procesos aireados, particularmente lodos activados modalidad aireación extendida.

7.- DESCRIPCIÓN DE LAS ETAPAS DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO

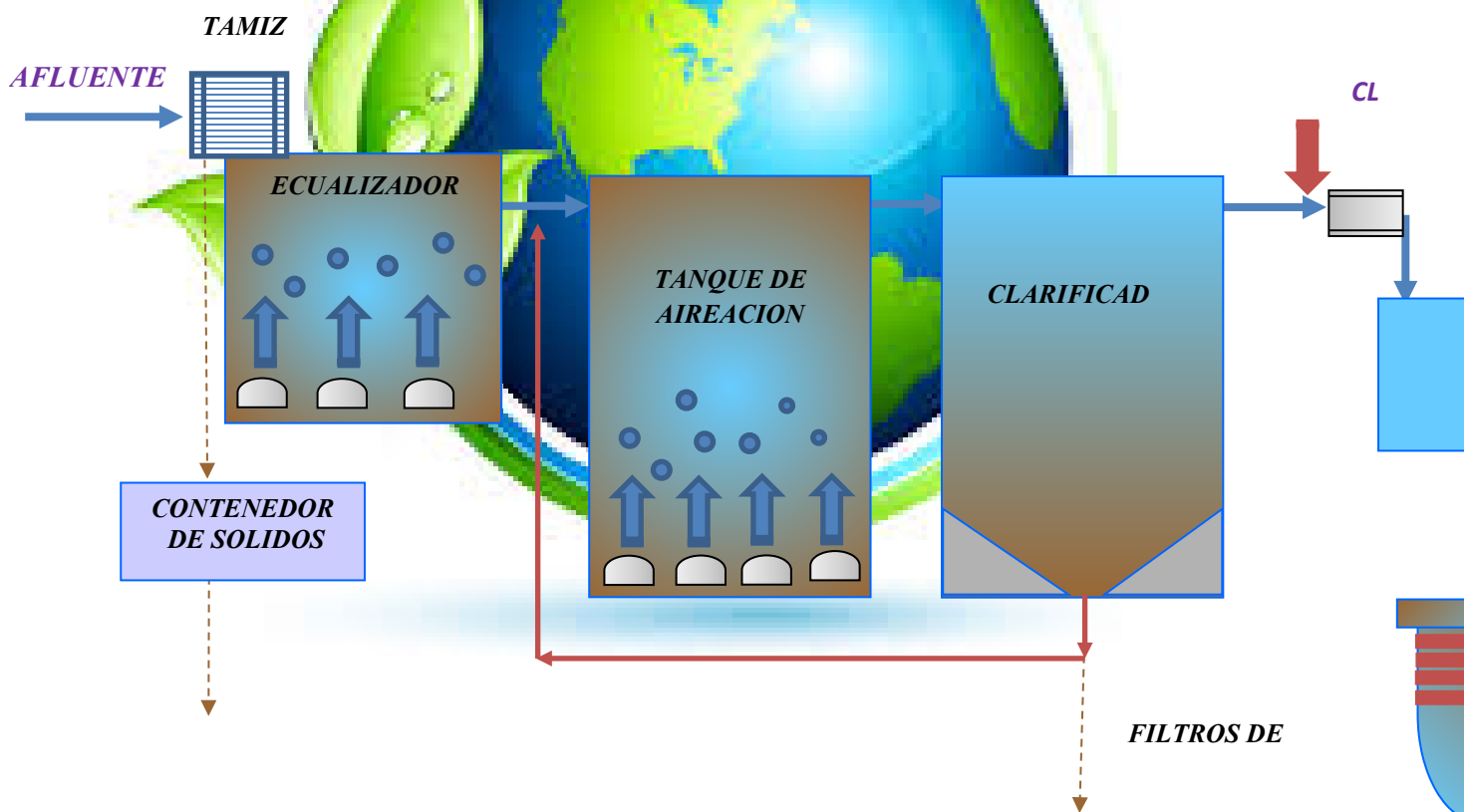
La planta de tratamiento será de procesos biológicos aireados y se integrara de las siguientes etapas y/o unidades:

- a) **Tratamiento preliminar:**
 - Desbaste por medio tres (2) tamices hidráulicos autolimpiables.
 - Dos (2) Tanques de Ecuilización.
- b) **Tratamiento Secundario-Biológico:**
 - Tanque de Aireación o reactores de Lodos Activados.
 - Clarificador secundario.
- c) **Tratamiento Terciario:**
 - Desinfección por medio de la cloración y cámara de contacto.
 - Filtro de anillas, para reúso.
- d) **Cuerpo receptor:** Aprovechamiento para riego, el excedente hacia el subsuelo por medio de pozos filtrantes.
- e) **Manejo de Lodos:**
 - Digestor Aireado.
 - Secado por Filtro Prensa.

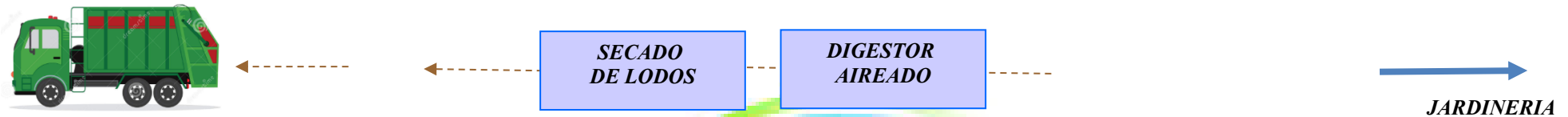
f) **Obras Complementarias:**

- Cárcamo de bombeo a cabeza de planta.
- Cámara de retención de natas y grasas en el sedimentador.
- Tanque de almacenamiento aguas claras.
- Laboratorio y cuarto de máquinas (Blowers y Filtro prensa).
- Caseta de cloración.
- Caseta de operador.

8.- DIAGRAMA DEL TREN DE TRATAMIENTO PROPUESTO



DISEÑO CONCEPTUAL



9.- FUNCIONAMIENTO Y DESCRIPCION LAS UNIDADES DE LA PLANTA:

➤ Tratamiento preliminar:

Las aguas residuales provenientes del proyecto que son transportadas por la red colectora ingresarán a una **estación de bombeo**, la cual tendrá un **sistema de desbaste (Rejillas)** de gruesos para la retención de objetos y material grueso que lleguen a esta y que puedan afectar los procesos posteriores. En el desbaste se utilizarán rejillas gruesas con aberturas menor a 2 pulgada de limpieza manual, los residuos retirados por esta unidad serán secados y dispuestos como **residuos sólidos no peligrosos**.

Luego, las aguas serán impulsadas hacia una **torre de tamices** con dos unidades para una capacidad instalada de tres veces el caudal promedio de la PTAR. El agua residual recibirá un tratamiento físico por medio de **tamices estáticos autolimpiables**. Las pequeñas aberturas que manejan estas unidades permitirán la eliminación de las arenas y parte de la materia orgánica en esta. Los tamices manejan aberturas entre 0,2 y 3 mm, hechas de un tejido de hilos de acero inoxidable, cuya disposición garantiza una superficie que prácticamente no se obstruye y que tiene un alto poder de filtrabilidad.

DISEÑO CONCEPTUAL

A continuación, el agua residual ingresará a un **tanque de ecualización**, cuya función será regular los caudales y cargas contaminantes en el tiempo, previo al proceso biológico. Esto es nocivo para los sistemas de depuración (tanto biológicos como fisicoquímicos) debido a que no logran adaptarse bien a las oscilaciones permanentes de carga contaminante y de caudal. En esta unidad se empleará un sistema de bombeo, a caudal constante.

➤ Tratamiento Biológico:

Posterior a la estabilización del caudal y cargas de diseño, el agua se enviará a un tanque de aireación o reactores de lodos activados, donde se mantiene en suspensión a un cultivo microbiano en condiciones aerobias. El proceso hace uso de un sistema de aireación o agitación, el cual suministrará el oxígeno que demandan las bacterias, evitará que haya asentamiento de la biomasa en el reactor y, además, mantendrá homogeneidad del licor mezclado en el tanque.

Una vez que la materia orgánica ha sido oxidada, el efluente se envía al clarificador o decantador secundario, en donde se separará el fango (biomasa) del agua. Parte de esta biomasa decantada es recirculada a los reactores aireados con el fin de mantener en estos una buena concentración de microorganismos y otra parte se desecha (purga), llevándola a tratamiento de lodos, evitando así acumulaciones excesivas.

➤ Tratamiento terciario:

Luego del proceso biológico, se prevé la desinfección como tratamiento terciario, la cual busca la destrucción de los microorganismos patógenos (Bacterias, Virus y Protozoos) presentes en los efluentes de las depuradoras de aguas residuales, antes de su vertido a los cuerpos hídricos receptores.

Para la desinfección del agua, se empleará el cloro en forma gaseosa, dado su bajo costo y facilidad de manejo. La aplicación del cloro se realizará a la entrada tanque de agua clara, este último favorecerá el contacto y reacción del desinfectante con la masa de agua, mejorando la eficiencia del proceso.

Finalmente, el agua residual que recibió el tratamiento, se almacenaran en un tanque de aguas claras para su aprovechamiento, estará dotado de un aliviadero bypass para la disponer las aguas excedentes al subsuelo por medio de **pozos filtrantes**.

Para el aprovechamiento de las aguas, se prevé instalar en el tanque de aguas claras un sistema de bombeo a través del cual se enviarán las aguas a las unidades de filtros de anillas. La filtración a presión se realiza haciendo pasar el agua (asistida por bombeo)

DISEÑO CONCEPTUAL

por un cartucho de anillas ranuradas que se presionan unas a otras dejando pasar el agua, pero reteniendo las partículas de mayor tamaño que el de las ranuras. La filtración física a través de anillas se lleva a cabo por retención de los sólidos en suspensión del agua en los canales originados por la superposición de un conjunto de anillas, montadas en una estructura de alta seguridad. La ventaja de estos sistemas es que permiten la eliminación de partículas coloidales de difícil separación en menor superficie que los filtros convencionales o en clarificadores, a fin de evitar problemas de obstrucción en la conducción del agua tratada hacia el sistema de riego.

➤ Manejo de lodos:

La línea de lodos tiene como objetivo de tratar los subproductos sólidos (lodos) originados en la línea de agua de la depuradora, exclusivamente desde el clarificador. Estos lodos deben ser estabilizados para evitar fermentaciones y crecimiento de organismos patógenos (digestión aerobia) y deshidratarse (filtros prensas) para conseguir una buena textura que facilite su manejo y transporte hacia su uso o disposición final (Deshidratación).

El lodo deshidratado puede ser aprovechado o transportado al sitio de disposición, este último puede ser un vertedero municipal.

10.- RESULTADOS A OBTENER:

Los resultados a obtener deberán cumplir con las normas y especificaciones dominicanas relativas al tratamiento de aguas residuales de características similares a los procesadoras, de forma general y específica se cumplen con las siguientes normativas:

- Ley General de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Ley 64-00) de agosto de 2000.
- Norma de Calidad del Agua y Control de Descargas AG-CC-01

Los valores de concentración de efluente de los principales parámetros de control no superen los valores reflejados en la tabla que se presenta a continuación.

Tabla B. Resultados a obtener en el efluente tratado

Parámetro	Ley RD	Valores Máximo esperado
Depuración (%)	-	

DISEÑO CONCEPTUAL

DBO5 (mg/l)	45	30.00
DQO (mg/l)	150	90.00
SS (mg/l)	45	35.00
pH	6-9	7.5
Coliforme Totales (NMP)	1000	1000



11.- CONSIDERACIONES AMBIENTAL

El proyecto beneficia a todos los sectores de la sociedad, y de forma particular, a los responsables del tratamiento de aguas residuales. El beneficio esperado de este proyecto no tiene medidas directas, pero sí indirectas, tales como:

- Mejoría de la calidad del servicio de tratamiento de aguas.
- Mejoría de la calidad ambiental del subsuelo y acuíferos subterráneos.
- Desarrollo sostenible: La empresa que auspicia este proyecto emprende la depuración de sus aguas para no dañar el medio ambiente.
- Disminución de los vectores sanitarios (moscas, mosquitos, etc.) ocasionado por aguas residuales.
- Reducción de la contaminación ambiental.
- Reducción de las enfermedades debidas a la contaminación de las aguas.

DISEÑO CONCEPTUAL

- Eliminación de malos olores (reutilización de los gases).

11.1.- IMPACTOS AMBIENTALES

Las valoraciones realizadas permiten hacer la siguiente síntesis: El impacto ambiental negativo se produce en su mayoría en la fase de construcción, con las siguientes características: directo, de magnitud mínima a media, de efectos a corto plazo, de cuenca espacial temporal, recuperable. Dichos impactos se ven considerablemente reducidos, en comparación a las tecnologías de aplicación actual.

El impacto negativo se considera compatible para aquellos que inciden sobre la:

- Calidad del suelo.
- Geología y geomorfología.
- Calidad atmosférica.
- Aceptación social.

El impacto negativo se considera moderado para aquellos que alteran la:

- Vegetación terrestre.
- Fauna y flora.
- La calidad del paisaje.

- El impacto ambiental positivo se produce en su mayoría en la fase de explotación con las siguientes características: directo, notable, a medio plazo y permanente.
- El impacto positivo se califica de muy significativo por evitar la contaminación del subsuelo y de los acuíferos subterráneos, al garantizar un efluente de características adecuadas para los actuales cuerpos receptores de las aguas residuales.
- Empleo de materiales de alta calidad, que reducen de forma significativa los costos de operación y mantenimiento y el riesgo de averías.
- Valor de recuperación alto y de operación mínimo.
- Condiciones estéticas y económicas favorables de la instalación.
- La generación de empleo se califica de significativo, temporal en la fase de construcción y en la de explotación.
- La valoración global del proyecto se considera positiva por cuanto mejorará la calidad del medio en su conjunto y la infraestructura sanitaria contribuirá a mejorar las condiciones y nivel de vida de la zona y en particular del proyecto.

11.2.- MEDIDAS PREVENTIVAS

Los posibles efectos ambientales derivados de las diferentes tareas constructivas, entre las que se han destacado la emisión de polvo y desperdicios sólidos y el incremento de los niveles sonoros, se podrán prevenir con actuaciones de fácil aplicación como las siguientes:

- FASE DE CONSTRUCCIÓN:

- Se asegurará el mantenimiento adecuado de los vehículos, con el fin de reducir los ruidos generados por el trasiego de los mismos.
- Se establecerá un procedimiento de limpieza de los materiales extraídos periódica utilizando camiones para que eviten el arrastre y diseminación de sedimentos por las vías de comunicación próximas, evitando así la emisión de polvo en las inmediaciones.
- Las zanjas abiertas para la red colectora se cubrirán con su mismo material y se realizará la revegetación con el mismo tipo de vegetación existente en la zona, con lo que además se corrige el impacto paisajístico creado por estas actuaciones.
- La instalación general contará con una pantalla de vegetación que tendrá la finalidad de barrera visual y de atenuación de ruidos y de posibles emisiones de aerosoles. Con el fin de facilitar la transición entre cortes y rellenos, y por tanto, favorecer el desarrollo adecuado de la cobertura vegetal en dicha zona, los taludes deberán tener una pendiente máxima de 1.5.

- FASE DE EXPLOTACIÓN

- La medida preventiva que resulta más eficiente para evitar afecciones de diferentes índoles sobre los diversos factores analizados, se basa en el establecimiento de un Plan de explotación y mantenimiento.
- Se prevendrá la proliferación de organismos oportunistas con tratamientos adecuados.
- Se realizará una gestión particular de los residuos generados en las diferentes fases de depuración (residuos sólidos, arenas, grasas, etc.) buscando el tratamiento más adecuado para cada uno de ellos.

11.3- MEDIDAS CORRECTORAS

- FASE DE CONSTRUCCIÓN:

DISEÑO CONCEPTUAL

- Como se ha puesto en evidencia en la descripción llevada a cabo, la minimización de algunos de los efectos ambientales que pueden llegar a producir un impacto negativo sobre el medio atmosférico (emisión de olores e incremento de los ruidos) requieren la adopción de una serie de medidas encaminadas a actuar, durante la fase de construcción, sobre aquellos elementos que generan dichos efectos.
- Se dotará la instalación de sistemas de insonorización de los equipos de excavación como son compresores y compactadores que puedan ser requeridos, con esto se logra la minimización y compatibilización de tales impactos.

- FASE DE EXPLOTACIÓN:

- El impacto paisajístico producido por la instalación de la planta puede representar uno de los efectos negativos más notables durante la fase de explotación. Sin embargo, la actual ubicación enmarca la planta a una distancia razonable de la zona donde estará ubicado el proyecto, por lo que resulta mucho más sencilla la integración del conjunto de instalaciones de la planta depuradora en su entorno.
- Se realizará la revegetación de aquellas zonas que, con motivo de las obras, supongan una reducción de la masa vegetal y en aquellas zonas ajardinadas privadas cuya reposición sea requerida. Las plantaciones utilizan especies pertenecientes a las series climáticas existentes o en su defecto, especies pertenecientes a sus etapas sucesoras. Asimismo, se llevarán a cabo medidas de integración paisajística cercanas de la estación depuradora.

12.- PREDIMENSIONAMIENTO DE LA PTAR

12.1.- CAUDAL DE DISEÑO:

Asumiendo que el factor de consumo o dotación agua potable de será del orden 1200 lit/habitaciones/día (todos los usos incluidos), como el proyecto tendrá disponible un promedio de 651 habitaciones, se indica que el caudal de agua potable será del orden 9.05 l/s, a partir del cual se indica:

- Caudal máximo diario será = $1.25 Q_{med} = 11.31 \text{ l/s}$
- Caudal máximo horario = $3 Q_{med} = 27.15 \text{ l/s}$
- Caudal medio de aguas residuales y diseño PTAR = $0.85 Q_{med} = 7.70 \text{ l/s}$

El pre-dimensionamiento de la PTAR se realizará en base a parámetros hidráulicos y demás criterios de diseño, como se describe a continuación:

12.2.- CRITERIOS DE DISEÑO.

Acorde a las normas y exigencias del cliente se establecen los siguientes criterios:

12.2.1. Bombeo a cabeza de planta:

Esta unidad será diseñada para bombear el caudal máximo esperado, tiempo de retención a caudal máximo alrededor de 10 minutos y nunca mayor a 45 minutos para evitar condiciones sépticas. La velocidad en la tubería de impulsión será diseñada entre 0.6 m/s a 2.5 m/s.

12.2.2. Tamizado

Esta unidad será seleccionada en base al caudal punto o su equivalente a 3 veces el caudal promedio de la planta, comparado con la capacidad comercial de estos dispositivos, a manejar por dos unidades en operación y una unidad adicional en reserva, del tipo autolimpiable hidráulico, abertura 1 - 3 mm.

12.2.3. Igualamiento

Se debe tener en cuenta que la entrada de agua servida al sistema es uno de los factores más importantes, ya que puede presentar cambios de flujo que afectan el sistema, estos se pueden controlar con la colocación de dispositivos y/o unidades que regulen de manera sucesiva el afluente en el sistema para mitigar las sobrecargas o alimentaciones repentinas que no fueron estipuladas en este diseño y mantener un nivel hidráulico constante. Para ello se cuenta con una unidad de igualamiento (Tanque de Ecuación), cuyo objetivo se describe a continuación:

- Minimizar y controlar las fluctuaciones de caudal y características variables de las aguas residuales.
- Amortiguar flujos transientes (flujos pico de caudal o de características fisicoquímicas específicas).
- Estabilizar los valores de pH.
- Brindar un flujo continuo en el sistema de tratamiento.

Parámetros de diseño:

- Profundidad máxima del tanque 4,6 m
- Borde libre recomendado 1 m
- Volumen de la unidad se calculará en base al tiempo de retención a oscilar entre 12 – 24 horas.
- Requerimientos de oxígeno del equipo (mezcla y condición aerobia) 0.01 – 0.15 m³/m³.min

12.2.4. Tanque de Aireación

El modo de operación del proceso de lodos activados es la aireación extendida o prolongada, muy utilizada en sistemas compactos (prefabricadas) y caudales relativamente bajo, debido a los altos tiempos de retención en el reactor permiten la digestión completa del lodo (autodigestión y lisis en la fase endógena).

Los lodos activados pueden ser empleados para conseguir diversos grados de remoción de sólidos suspendidos, y reducción de la DBO₅. El diseño se realiza a partir de la caracterización propia del agua residual a tratar, y sabiendo que las grasas quedaron atrapadas previamente a la entrada al sistema, y debe tenerse en cuenta la limpieza ocasional de esa unidad evitando la existencia de las mismas en la depuradora ya que estas afectan la eficiencia de remoción que posee el sistema de lodos activados.

El tanque de aireación no presentara ningún tipo de molestia a los visitantes y alojados. El mismo requiere la adicción de suficiente oxígeno y del funcionamiento adecuado de los equipos de aireación. La profundidad del líquido no debe ser menor de 3.00 m, ni mayor de 4.57 m, excepto diseños especiales. También se debe tener en cuenta prever la forma del tanque y la instalación del equipo de aireación para no crear espacios muertos donde el aire no circule y lograr que toda la masa de agua este en contacto con el aire.

Parámetros de Diseño Tanque Aireación:

Los parámetros de diseño para el tanque de aireación con aireación extendida son los siguientes:

Parámetros de Diseño	Aireación Extendida	Unidad de medida
E% - Eficiencia del proceso DBO	85 - 95	%
X - Sólidos suspendidos del Licor Mezcla en Reactor SSLM	3000 - 6000	mg/l
F/M – Alimento/Microorganismos o Carga másica	0.05 - 0.15	Kg DBO ₅ /Kg SSLM.d
CV - Carga Volumétrica	0.16 - 0.40	Kg DBO ₅ /m ³ .d
TRH - Tiempo de retención hidráulica	18 - 36	h
θ _c - Tiempo de retención celular	20 - 30	d
R - Tasa de Recirculación	75 - 150	[% Q _m]
Exceso de lodos	< 0.6	Kg SSLM/kgDBO ₅ .d
Respiración Endógena	< 3	mg O ₂ /g.h
IVL - Índice Volumétrico del Lodo	50 - 100	mL/g
X _r -Concentración SS en lodo recirculación	<8000	[Q _m]

DISEÑO CONCEPTUAL

Eficiencia (E%): Es el rendimiento esperado o la capacidad de eliminación estadística del sistema. Para fines de diseño se debe asumir entre los rangos que se muestran en el cuadro anterior. Una forma de obtener el rendimiento es conociendo la DBO afluente y fijando la DBO efluente de acuerdo con los parámetros fijados en las normas.

Se calcula de la forma siguiente:

Donde:

- S_0 es la DBO afluente
- S la DBO₅ efluente

Sólidos en suspensión en el reactor (X): Se conoce como licor mezclado, MLSS, o sus siglas en inglés “mixed liquor”, que mide la concentración de sólidos en suspensión en el reactor. Para este fin lo fijaremos en 3000 mg/l.

Carga Másica (CM): La carga másica se define como la cantidad de sustrato (DBO₅) que una población micro bacteriana es capaz de degradar en un tiempo determinado. También puede definirse como la relación microorganismo alimento. Su fórmula es:

Donde:

$$CM = \frac{Q(S_0 - S)}{V \times X} \quad \text{ó} \quad CM = \frac{A}{M}$$

- Q es el caudal medio diario de aguas residuales
- V el volumen del reactor
- X la concentración de sólidos en suspensión en el reactor

Para diseñar la carga másica, se debe fijar un valor $CM \cdot X$, los valores de carga másica son función de la población bacteriana que se desarrolla y es función del tipo de agua a tratar.

Para fines de diseño se empleará 0.008 en baja carga (aireación extendida).

Carga Volumétrica (CV): Es la carga de DBO₅ aplicada por volumen de reactor. Su fórmula es:

$$C_v = \frac{(S_0)Q}{V}$$

Para fines de diseño plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas se puede emplear 0.4 - 0.5 en procesos de media carga y 0.3 en baja carga (aireación extendida).

$$TRH^{21} = \frac{V}{Q}$$

Tiempo de retención hidráulica (TRH): Es el tiempo hidráulico necesario para obtener el rendimiento deseado:

Donde:

- V es el volumen del reactor
- Q es el caudal medio

Tiempo de concentración celular (θ_c): Es un valor de referencia que nos indica el tiempo que debe permanecer una célula dentro del reactor, a partir del cual pierde sus capacidades de tratamiento y genera olores y problemas. Se debe controlar que se mantenga entre los parámetros. Este valor se controla de forma operacional, controlando la purga de lodos.

Producción de lodos (Pd): Nos indica el crecimiento bacteriano, expresado en forma de Kg de SS por cada Kg de DBO₅ eliminado. Para obtener la producción diaria de lodos (PD, se emplea la siguiente fórmula):

$$Pd = \frac{YQ(S_o - S)}{1 + K_d\theta_c} = \frac{XV}{\theta_c} \quad \text{ó} \quad Pd = Q(S_o - S) \times \gamma_{obs}$$

γ_{obs} - Coeficiente de crecimiento observado, es variable y depende de la edad de lodos.

El valor diario de lodos obtenidos nos indica la cantidad de lodos que se debe purgar del fondo del sedimentador secundario, asumiendo una concentración de lodo de 0.5 - 1.5%.

Caudal de Recirculación:

$$Lodos = \frac{P_x}{SSV}$$

12.2.5. Tanque de sedimentación (Clarificador)

El clarificador secundario se diseña con el objetivo de separar el lodo activado de las aguas biológicamente depuradas. El tanque de aireación y el sedimentador secundario forman una unidad operativa y se influyen entre sí. También se diseña con recuperación de una parte de los lodos ya sedimentados y el resto de los lodos en excesos procedentes del decantador se envía a un digestor de lodos. La estructura de entrada al sedimentador secundario debe diseñarse para velocidades de flujo menores de 0.6 m/s para minimizar rotura del floculador biológico.

DISEÑO CONCEPTUAL

Los parámetros de diseño para el clarificador son los siguientes:

Parámetros de Diseño	Valor	Unidad de medida
Tasa Superficial para Qm	8 – 16 (Aireación exten.) Nota: Para el cliente (4.8 – 12)	[m/d]
Tasa de carga sólidos para Qm	98 – 147 (Aireación exten.)	[Kg/m ² . d]
TRH para Máx.	3 - 5	[h]

12.2.6. Filtración

Esta tecnología se utiliza principalmente para remover sólidos suspendidos que no se pudieron retener en las unidades anteriores. Estos sólidos pueden consistir de suciedad, cieno u otras partículas que puedan interferir con el reusó intencionado del agua.

En este caso en cuestión, se utilizaran filtros de lecho de arena, estos captura los sólidos suspendidos y los retiene hasta que son eliminados y retrolavados. Los filtros de lecho son típicamente capaces de remover sólidos suspendidos de hasta 10 a 20 micras de tamaño.

Parámetros De Diseño Filtro:

- Altura de 500-750 mm (recomendado 600)
- Diámetro efectivo (0.4-0.8) mm
- Coeficiente de uniformidad (1.2 – 1.6) adimensional
- Tasa de filtración (30.00– 45.00) m/d

12.2.7. Desinfección:

Este proceso es un tratamiento terciario que busca la destrucción de los microorganismos patógenos presentes en los efluentes de las depuradoras de aguas residuales, antes de su vertido a los cuerpos hídricos receptores. En el proyecto se contempla la aplicación de cloro a la entrada tanque de contacto.

El caudal de diseño será el promedio, a una dosis de 3.00 – 5.00 mg/l, previendo un almacenamiento de cloro mayor a un mes. El tiempo de contacto se prevé en el almacenamiento de aguas claras.

12.2.8. Línea de Lodos

DISEÑO CONCEPTUAL

Tendrá como función digerir y secados los lodos, reduciendo el contenido del agua del lodo a menos de un 90%.

Parámetros diseño Digestor:

- Tiempo de retención de solidos 40 días
- % de reducción solidos volátiles 50%
- Concentración de lodos en el digestor 70%
- Coeficiente de eliminación 0.06 d^{-1}
- SSLM en lodos (X_r) = 10,000 mg/l

Parámetros filtro prensa:

- Volumen de fango al día 40.53 m³/d, 5% de sequedad,

Nota: Para obtener los kg de materia seca, multiplicamos el volumen por la sequedad. El resultado es $15.15 * 0.05 * 1000 = 2026.50 \text{ Kg}$ de materia seca, por tanto, tendremos $(2026.50 \text{ kg}/1000) / 0.3$, de donde se obtiene 6.755 m³/ día de tortas al 30%.

Si queremos realizar 8 ciclos de prensado al día $6.755 \text{ m}^3 / 8 = 0.85 \text{ m}^3/\text{ciclo}$ (buscamos estas especificaciones al equipo por suministrar).

- Incluye bomba neumática y bandeja de recolección de torta.
- Material placas: Polipropileno HIGH DENSITY
- Posibilidad de utilización de sulfato de aluminio y cal como aditivos químicos para acondicionar el lodo.
- Se prevé área para preparación de Cal o espacios protegidos para almacenar los sacos de cal y diluir en tinas

Se elige el Diemme Filtration Side Beam AUTOMAT Filter Press, modelo 800 cuya capacidad por ciclo será 880 litros, se implementarán dos módulos.

Model	Working Pressure (bar) Min Max	No. of installed plates Min Max	Cake Volume (l) Min Max	Filtration area (m ²) Min Max	Length (mm) Min Max	Empty weight (kg) Min Max
500	12 -30	15 - 60	60 - 250	6 - 22	1560 - 3770	850 - 1422
630	12 -30	32 - 84	200 - 540	18 - 46	3800 - 6200	1500 - 2200
800	12 -30	28 - 75	460 - 882	28 - 71	4515 - 6965	2890 - 4140

12.3.- PREDIMENSIONAMIENTO:

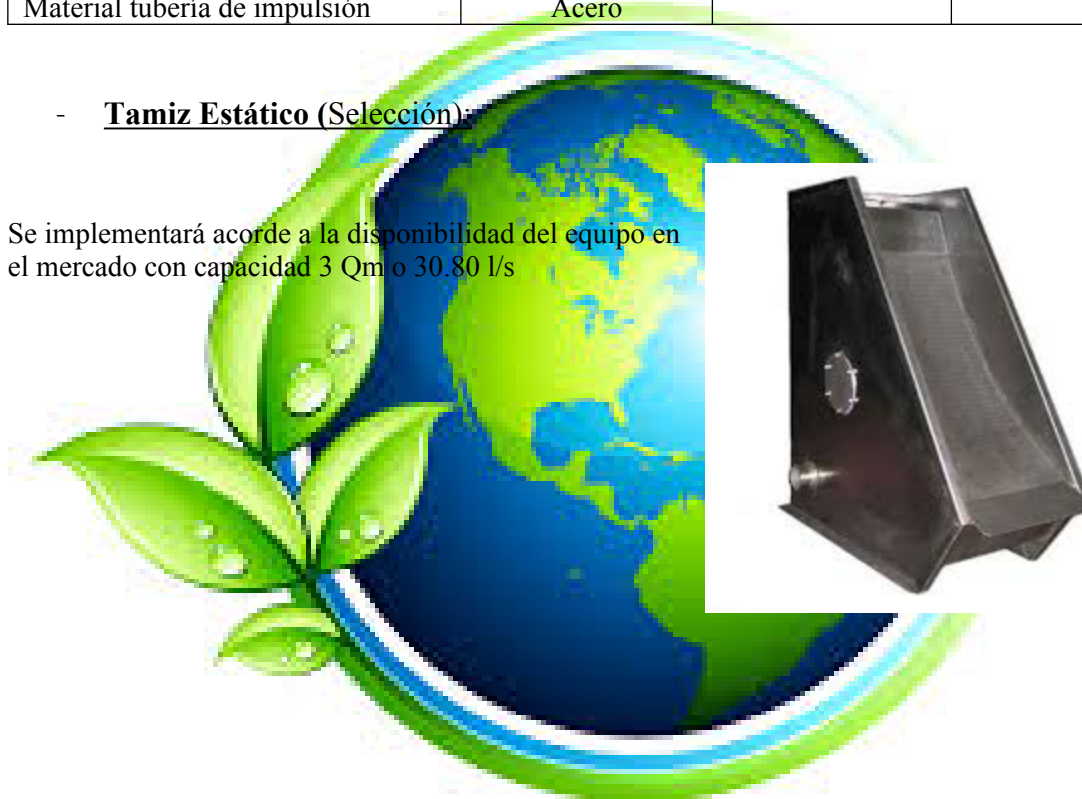
- **Cárcamo de bombeo: entrada al sistema:**

DISEÑO CONCEPTUAL

Parámetro	Valor	Unidad	Rango
Caudal medio (Qm)	7.70	l / s	-
Caudal de diseño (Qd)	30.80	l / s	2 – 3 Qm
Caudal de diseño (Qd)	500	gpm	
Tiempo de retención a Qmax	12.50	minutos	10 – 15
Volumen del pozo húmedo	113.95	m ³	
Altura (h)	2.20	m	
Ancho (b)	3.00	m	
Longitud (l)	3.50	m	
Diámetro línea de impulsión	0.20	m	
Velocidad de conducción	0.98	m / s	0.6 – 2.5
Material tubería de impulsión	Acero		

- Tamiz Estático (Selección):

Se implementará acorde a la disponibilidad del equipo en el mercado con capacidad 3 Qm o 30.80 l/s



- Reactor Aireado: Lodos activados modalidad aireación extendida (63.30 l/s):

Parámetro	Valor	Unidad	Rango
Caudal diseño	665.30	m ³ / d	-
Número de unidades	1	unidades	-
Caudal /modulo	665.28	m ³ / d	-
Carga afluente DBO	300	mg / l	-
Coefic. de crecimiento bact. (Y)	0.60	-	0.4 – 0.8
Coefic. de eliminación bact. (Kd)	0.070		0.04 – 0.075
SSML (X)	3,200	mg / l	3,000 – 6,000
fb' (fracción biodeg. para $\Theta_c = 0$)	80	%	

DISEÑO CONCEPTUAL

Tiempo de retención celular (Θ_c)	30.00	día	20 – 30
SST esperados en efluente (SSTe)	35	mg / l	
Porción volátil de ST (Pv)	0.77	mg / l	
Fracción Biodegradable (Fb)	0.56	mgSSb/SSV	
Concentración DBO total efluente	17.03	mg / l	
Eficiencia en la DBO5 total (Et)	94.32	%	
Volumen (30.00 x 15.00 x 4.50)	510.37	m ³	-
Tiempo de retención hid. (Tr)	18.41	horas	18-36
Carga org. volumetría DBO	0.39	kg (DBO)/ m ³ .d	0.16 – 0.40
Carga másica (F/M)	0.12	1/d	0.05 - 0.015
Caudal de recirculación	443.52	m ³ / d (66.67%)	50%-150%
Caudal purga de lodos a digestión	7.07	m ³ / d	
Demanda o2	211.90	Kg O2/d	-
Caudal de airea real aspirado por el equipo, e = 8.00%	9,513.67	m ³ / d	

- Clarificador:

Parámetro	Valor	Unidad	Rango
Caudal diseño	665.30	m ³ / d	-
Número de unidades	1	unidades	-
Caudal /modulo	665.30	m ³ / d	-
Carga orgánica superficial a Qm	12	m / d	8 - 16
Carga solidos (Cs)	120	kg/d. m ²	
Profundidad (h)	3.50	m	3.00 – 3.70
Tasa de Recirculación	66.67	%	
Qmd + Qrecirculación (Qs)	3039	m ³ / d	
Concentración SSLM	3200	mg/L(g/m ³)	
Área superf. por carga hidráulica	55.44	m ²	(mayor)
Área superf. por carga solidos	29.57	m ²	
BxL sedimentador	8.00 x 7.00	m	

12.4.- TABLA RESUMEN DE LA EFICIENCIA DE REMOCION DE LAS UNIDADES

Unidades y/o procesos de tratamiento	Niveles de eficiencia (%)		
	Sólidos (SST)	DBO estándar	DQO
Canal de pre-tratamiento, Trampa de Grasas y Tamizado.	10	(0-10)	(0-10)
Reactor de lodos activados + Decantador	80	95	90