



EMPRESA NICARAGÜENSE DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS
SANITARIOS



PROYECTO: AMPLIACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS
RESIDUALES DOMÉSTICAS DE CIUDAD SANDINO
FASE I

DOCUMENTO DE EVALUACION AMBIENTAL

ENERO 2012



CONTENIDO

1	INTRODUCCIÓN	3
2	DESCRIPCION DEL PROYECTO	4
2.1	Ampliación de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Ciudad Sandino.	4
2.2	Localización del proyecto.....	5
2.3	Zona de Estudio y Determinación de Población y Caudales.	1
3	AMPLIACION DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES FASE I.....	7
3.1	Normativa Aplicable.....	7
3.2	Desempeño de la Planta de Tratamiento Actual.....	9
3.3	Rejillas, Desarenador y Pozo de Entrada.....	12
3.4	Estación de Bombeo.....	14
3.5	Desengrasadores.....	18
3.6	Tamices Estáticos.....	18
3.7	Reactor UASB.....	18
3.8	Colección de Efluente.....	19
3.9	Sistema de Muestreo y Descarga de Lodos.....	20
3.10	Laberinto de Cloración con el Equipo de Cloración ..	20
3.11	Equipo de Cloración Gaseosa	22
3.12	Lecho de Secado	22
4	PREDICCIÓN DE LA CALIDAD FISICOQUÍMICA Y BACTERIOLÓGICA DE EFLUENTE.....	23
5	CRONOGRAMA DEL PROYECTO	29
6	ANÁLISIS DE IMPACTO AMBIENTAL	29
6.1	Identificación de las actividades del proyecto en sus diferentes etapas.	29
6.1.1	Etapas de Construcción.....	29
6.1.2	Etapas de Operación y Mantenimiento.....	29
6.2	Identificación de impactos ambientales del proyecto en sus diferentes etapas.	30
6.3	Valoración cualitativa de los impactos ambientales significativos.	35
6.3.1	Características socioeconómicas.....	35
6.3.2	Hidrología y Aguas Subterráneas.....	38
6.3.3	Aire.....	40
6.3.4	Suelo.....	42
6.3.5	Flora.....	45
7	PLAN DE GESTION AMBIENTAL	45
7.1	Medidas Ambientales.....	45
	ANEXOS.....	58
	ANEXOS N° 01.....	59
	FOTOS.....	59
8	BIBLIOGRAFÍA	65

1 INTRODUCCIÓN

El siguiente documento contiene un resumen de la Evaluación Ambiental del Proyecto de Ampliación de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) de Ciudad Sandino Fase I, localizado en el Municipio de Ciudad Sandino del Departamento de Managua.

Para esta Evaluación Ambiental se consideró la información descrita en el Estudio de Impacto Ambiental (EIA) del Proyecto de Ampliación y Rehabilitación de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas y Ampliación del Alcantarillado Sanitario de Ciudad Sandino, para lo cual se realizó un replanteamiento de los impactos y medidas ambientales del proyecto tomando en cuenta los alcances de las obras a ejecutarse en la Fase I del proyecto de ampliación de la PTAR.

La Fase I de ampliación de la PTAR consiste en la construcción de un nuevo Reactor UASB similar al que actualmente se encuentra en operación, de manera que se incrementará la capacidad de tratamiento a 180 l/s. Las obras de ampliación se emplazarán en el mismo predio donde se encuentra la PTAR de Ciudad Sandino.

El alcance de las obras previstas inicialmente se ha visto limitada por la falta de fondos del proyecto. La evaluación inicial del impacto ambiental se ha actualizado para reflejar estos cambios. Para la presente Evaluación Ambiental, se considerarán únicamente las obras a ser financiadas a través del proyecto PRASMA, para lo cual se identificarán los impactos ambientales y medidas que deberán implementarse para disminuir los efectos en el medio, para ello se utilizó la metodología empleada en el EIA.

La PTAR de Ciudad Sandino de acuerdo a los diseños del proyecto, está proyectada a contar con tres Reactores UASB para una capacidad total de 270 l/s, las cuales se vendrán construyendo por fases. En esta fase I del proyecto, se integrará un desarenador de 540 l/s, un tanque desengrasador, tamices estáticos y un nuevo laberinto de cloración, de acuerdo a los diseños autorizados por el Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales (MARENA).

De la misma manera el Plan de Gestión Ambiental que se presenta este documento presenta únicamente las principales medidas de mitigación a implementarse en las etapas de construcción y operación del sistema. Los planes específicos de manejo de desechos sólidos, Manejo de Lodos, Monitoreo de las Aguas Residuales, Plan de Contingencia y manual de Operación de la PTAR se encuentran en el Plan de Gestión Ambiental completo del proyecto.

2 DESCRIPCION DEL PROYECTO

2.1 Ampliación de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Ciudad Sandino.

La Fase I del proyecto de ampliación del sistema de tratamiento de aguas residuales de Ciudad Sandino contempla dentro de sus principales obras, las siguientes:

- Línea de Conducción, tubería PVC, ASTM F-949, Ø = 800 mm - Ramal 1.
- Caja de recepción de aguas residuales.
- Desarenador de flujo horizontal con una capacidad de 540 l/s.
- Interconexión de Caja de Distribución del desarenador a estación de bombeo existente con tubería PVC, ASTM F-949, Ø = 650 mm - Ramal 2.
- Interconexión de Caja de Distribución del desarenador a estación de bombeo nueva (fase I), con tubería PVC, ASTM F-949, Ø = 600 mm - Ramal 3.
- Estación de bombeo (tres bombas de aguas residuales, con capacidad cada una de 90 l/s (2 bombas en operación más una de reserva).
- Desengrasador con capacidad 81 m³, con un tiempo de retención de 15 minutos.
- Dos Tamices estáticos con capacidad de 90.0 lps.
- Reactor USAB (1), con capacidad de 90.0 lps (similar al reactor existente).

- Laberinto y Equipo de Cloración, con capacidad de 5.0 kgs/hr.
- Reubicación del quemador de gas.
- Línea de Descarga, tubería PVC, ASTM F-949, Ø = 800 mm - By Pass Nuevo.

Con esta ampliación, la PTAR tendría una capacidad de diseño de 180 l/s, con el funcionamiento del Reactor UASB existente y el nuevo Reactor UASB a construir, cada módulo tiene una capacidad de 90 l/s.

2.2 Localización del proyecto

El terreno donde se localiza la PTAR se ubica unos 600 m al suroeste del km 14 de la carretera vieja a León, en la zona de Los Brasiles, Municipio de Mateare. Las viviendas más próximas se encuentran a 545 m hacia el sur y aproximadamente a 235 m de una industria textil localizada en el margen izquierdo de la carretera Managua - Mateare (ver Figura 3). Se prevé que la ampliación del sistema de tratamiento para las aguas residuales del municipio se realice en la misma área de la construcción existente.

En la Figura 1, se observa el Área de Servicio de alcantarillado sanitario de Ciudad Sandino (Sistema existente + ampliación Zona Oeste + las Zonas Contempladas dentro del Diseño Final de la Ampliación del Alcantarillado Sanitario) en áreas enmarcadas en color verde, la sección de color lila se observa las estructuras existentes.

En la Figura 2 se puede observar la distribución espacial de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) de Ciudad Sandino, en su condición actual.

Figura 1 - MICROLOCALIZACIÓN DEL PROYECTO DE AMPLIACIÓN DE PTAR Y ALCANTARILLADO SANITARIO DE CIUDAD SANDINO

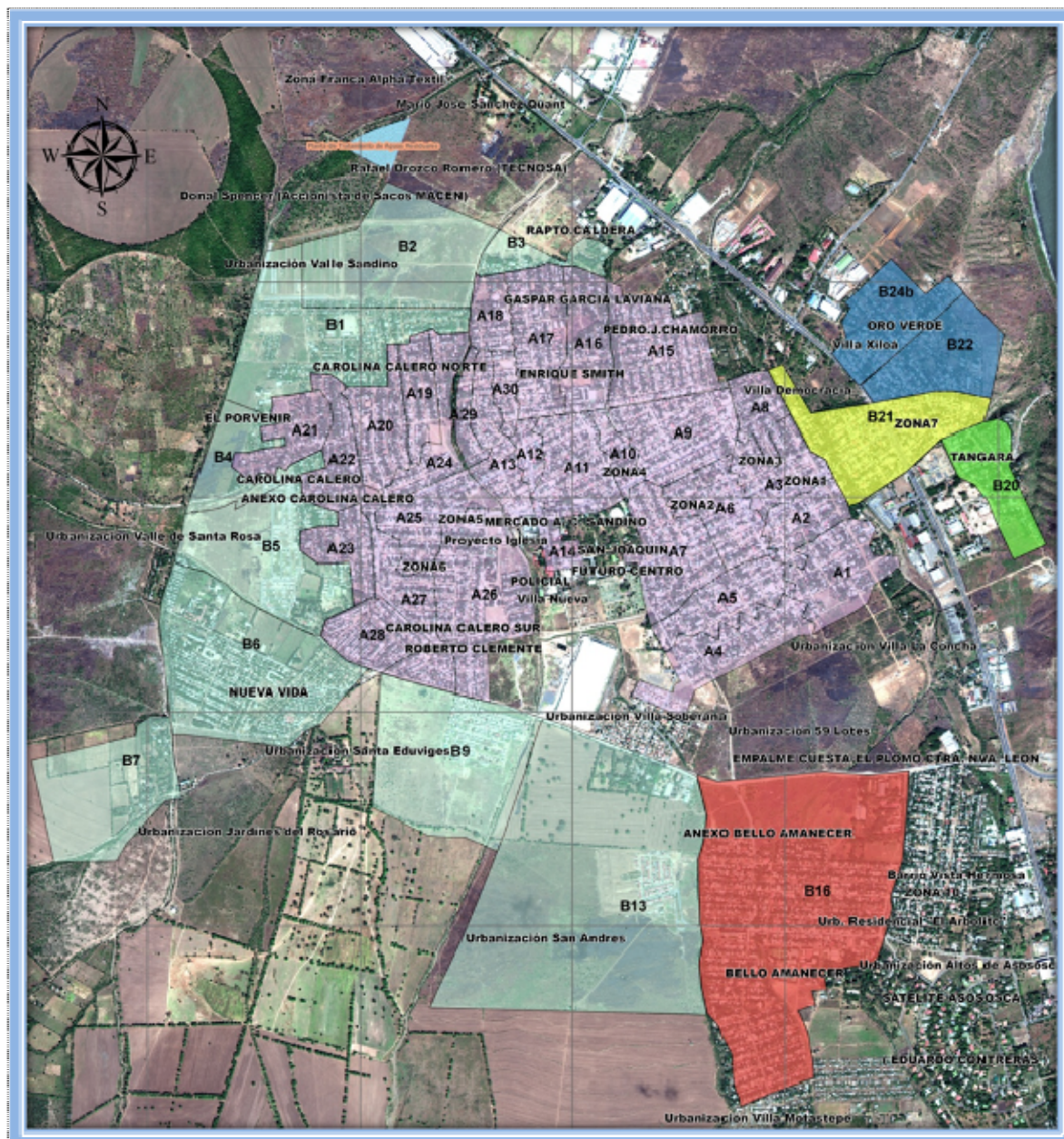


Figura 2 - ESQUEMA DE LA PTAR DE CIUDAD SANDINO - CONDICIÓN ACTUAL

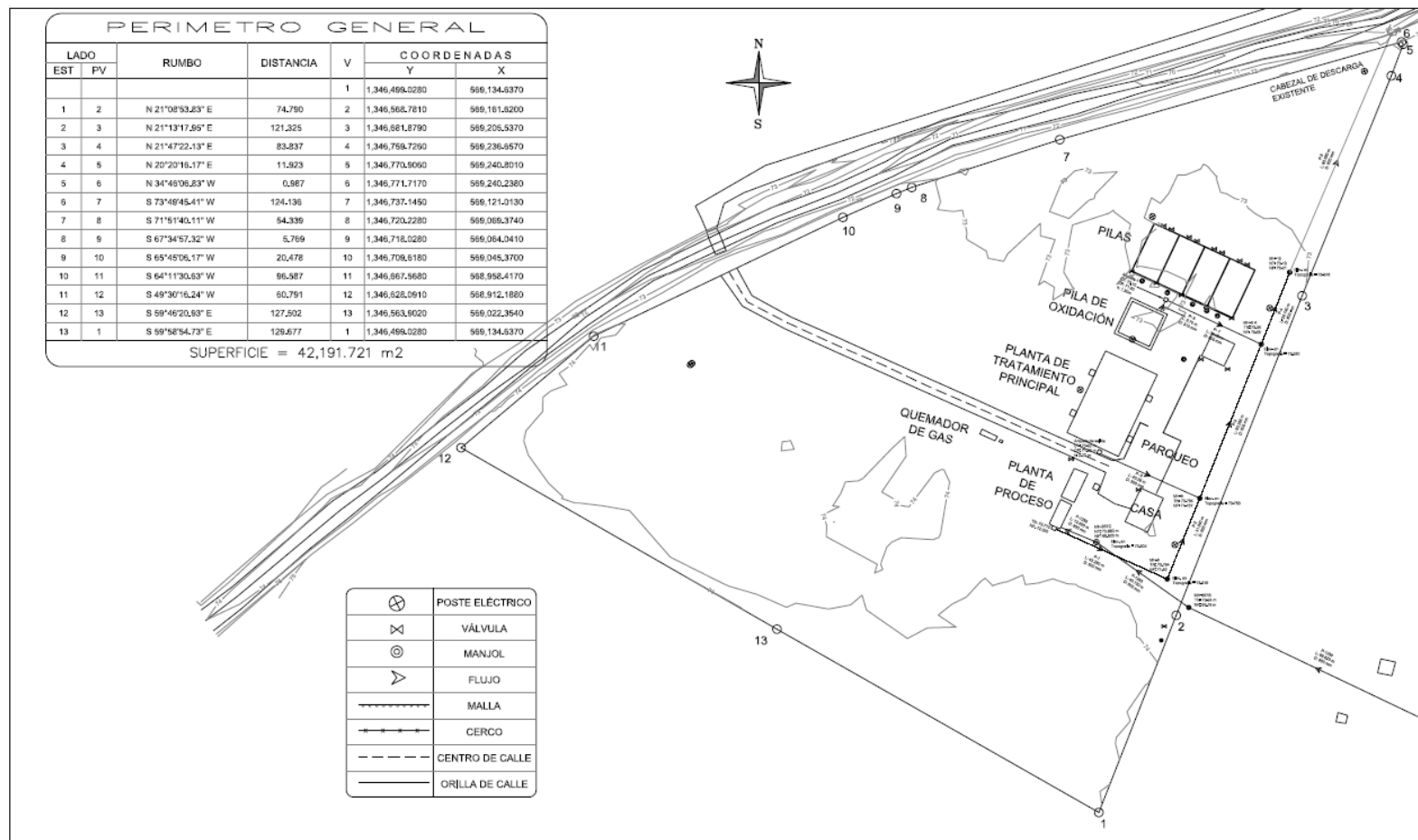


Figura 3 - UBICACIÓN DE LA PTAR DE CIUDAD SANDINO



2.3 Zona de Estudio y Determinación de Población y Caudales.

La premisa para el diseño de la planta de tratamiento se basa en que el sistema actual se ampliará siguiendo un Plan Maestro de Alcantarillado Sanitario, que tiene como objetivo identificar y planificar las obras necesarias para dotar a Ciudad Sandino con un sistema ambientalmente seguro de colección y evacuación de las aguas servidas, para satisfacer las condiciones inmediatas (año 2015), así como las proyectadas (año 2030).

El Plan Maestro del Alcantarillado Sanitario se desarrollará en el área urbana de Ciudad Sandino, y tomará en cuenta las futuras áreas de expansión de la Ciudad.

Aunque se utiliza como horizonte de diseño el año 2030, para esta primera etapa las obras consistirán en:

- Colección de las aguas servidas de Bello Amanecer y Zona 7
- Transporte de las aguas servidas hasta la Planta de Tratamiento.
- Construcción de un nuevo Reactor UASB para la Ampliación de la Planta de Tratamiento para mejorar su operación, mantenimiento, capacidad y eficiencia con horizonte al año 2020.

Para la determinación de los caudales se consideró varios escenarios de expansión de la red de alcantarillado. Se determinó que el escenario más viable es: Sistema existente + ampliación Zona Oeste + las zonas contempladas dentro del diseño final de la ampliación del alcantarillado (Bello Amanecer, Anexo Bello Amanecer, Zona 7, Tangará y Oro Verde). Su distribución espacial se puede observar en la Figura 4.

Figura 4: Área de Servicio (Sistema existente + ampliación Zona Oeste + las Zonas Contempladas dentro del Diseño Final de la Ampliación del Alcantarillado)



La población y caudal actual de este escenario esta detallado en la Tabla 1.

Tabla 2: Zona Oeste + Zonas Contempladas dentro del diseño definitivo – Población 2010

Áreas de Aporte	Descripción	Población	Viviendas	Caudal Promedio (l/s)
Colectora 1	Condición Actual	52,508	9851	81
B2	Valle Sandino	7437	1395	11
B3		211	40	0

Áreas de Aporte	Descripción	Población	Viviendas	Caudal Promedio (l/s)
B1	El Porvenir	3,428	643	5
B4		4774	896	7
B5	Valle de Santa Rosa	6496	1219	10
B6	Nueva Vida	12815	2404	19
B7		348	65	1
B9	Santa Eduvigis	4449	835	7
B16	Bello Amanecer	10,045	1885	15
B21	Zona 7	3,175	596	5
B22	Oro Verde	4,490	842	7
B20	Tangara	2,041	382	3
Total		112,217	21053	171

Partiendo de la situación actual se determinó el crecimiento de la población para este escenario y el consecuente caudal de aporte. La tabla No. 3, muestra de forma resumida el análisis.

Tabla 3: Resumen de las Descargas

Año	Población	Caudal [l/s]
2010	85,775	127
2011	88,631	131
2012	91,533	136
2013	94,458	140
2014	97,407	144
2015	100,385	149
2016	103,261	153
2017	106,146	157
2018	109,050	162
2019	111,924	166
2020	114,619	170
2021	117,354	174
2022	120,141	178
2023	122,982	182
2024	124,231	184

Nota: P (Población), l/s (Caudal Promedio en litros por segundo)

En base a la información generada, se determinó que es necesario construir un Reactor más de tratamiento UASB con capacidad de 90 L/s en el año 2010/2011. Con este elemento adicional, la capacidad promedio de la PTAR sería aumentada a 180l/s, lo suficiente para cumplir con las exigencias actuales y con el horizonte al año 2020.

A continuación se presenta la Tabla 4, resumiendo los caudales llegando a la planta. Este cuadro esta desarrollado en base de los cálculos de población y caudal promedio presentados arriba. Para determinar el caudal pico, se utilizó un factor de máxima de 1.8, el cual incluye el caudal de infiltración. Para el cálculo del volumen de los tanques de compensación se ha estimado un caudal máximo de 4 horas.

Tabla 4: Cálculos de caudal y volúmenes de obras en la PTAR.

Año	Caudales Promedio Agua Residual (l/s)	Caudal Pico (l/s)	Capacidad de Tratamiento (l/s)	Caudal al Tanque (l/s)	Volumen Tanque de Compensación (m3)	Cantidad de Tanques	Tanques Instalados
2010	90.00	162.00	90	72.00	1036.8	1.27	2
2011	131.00	235.80	180	55.80	803.52	0.98	
2012	136.00	244.80	180	64.80	933.12	1.14	
2013	140.00	252.00	180	72.00	1036.8	1.27	
2014	144.00	259.20	180	79.20	1140.48	1.40	
2015	149.00	268.20	180	88.20	1270.08	1.56	
2016	153.00	275.40	180	95.40	1373.76	1.68	
2017	157.00	282.60	180	102.60	1477.44	1.81	
2018	162.00	291.60	180	111.60	1607.04	1.97	
2019	166.00	298.80	180	118.80	1710.72	2.09	3
2020	170.00	306.00	180	126.00	1814.4	2.22	
2021	216.00	388.80	270	118.80	1710.72	2.09	
2022	220.00	396.00	270	126.00	1814.4	2.22	
2023	224.00	403.20	270	133.20	1918.08	2.35	
2024	229.00	412.20	270	142.20	2047.68	2.51	
2025	233.00	419.40	270	149.40	2151.36	2.63	
2026	237.00	426.60	270	156.60	2255.04	2.76	

Año	Caudal es Promedio Agua Residual (l/s)	Caudal Pico (l/s)	Capacidad de Tratamiento (l/s)	Caudal al Tanque (l/s)	Volumen Tanque de Compensación (m3)	Cantidad de Tanques	Tanques Instalados
2027	242.00	435.60	270	165.60	2384.64	2.92	
2028	247.00	444.60	270	174.60	2514.24	3.08	4
2029	251.00	451.80	270	181.80	2617.92	3.21	
2030	256.00	460.80	270	190.80	2747.52	3.36	

Hasta el año 2020, se usaron las estimaciones de población y caudal del escenario mencionado anteriormente, es decir: Sistema Existente + Ampliación Zona Oeste + las Zonas contempladas dentro del Diseño Final de la Ampliación del Alcantarillado (Bello Amanecer, Anexo Bello Amanecer, Zona 7, Tangará, Oro Verde). Para los años del 2020 a 2030 se asumió que toda la Ciudad Sandino se conectará a la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales - necesitando una ampliación adicional de la PTAR (a 270 l/s).

3 AMPLIACION DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES FASE I

3.1 Normativa Aplicable

La planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) deberá cumplir con el Decreto 33-95, relativo a los parámetros de calidad del efluente. Los límites máximos para las descargas de aguas residuales provenientes de los sistemas de tratamiento de los alcantarillados a cuerpos receptores para poblaciones mayores de 75,000 habitantes, según el Capítulo VI del Decreto 33-95 se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 5: Límites Máximos para la Descargas de Aguas Residuales a Cuerpos Receptores para poblaciones más de 75,000 habitantes

Parámetro	Rango y Límites Máximos Permisibles Promedio Diario
pH	6-9
Sólidos Suspendidos Totales (mg/l)	80
Grasas y Aceites (mg/l)	10
Sólidos Sedimentables (mg/l)	1.0
DBO (mg/l)	90
DQO (mg/l)	180
Sustancias activas al azul de metileno (mg/l)	3

Fuente: Decreto 33-95

Además, el artículo 24 del mismo Decreto establece que los límites máximos permisibles de coliformes fecales, medidos como número más probable, no deben exceder a 1,000 NMP/100mL,

en el 80% de una serie de muestras consecutivas, y nunca debe ser superior a 5,000 por cada 100 ml.

No obstante, MARENA tiene consideraciones especiales para los vertidos que se descargan directamente o indirectamente al Lago de Managua. Considerando que el efluente final descarga a un cauce natural que conduce las aguas de la zona hacia el Lago de Managua, una distancia de aproximadamente 2.0 Km., la máxima de coliformes fecales a la salida tiene que ser de 5000 NMP/100ml.

3.2 Desempeño de la Planta de Tratamiento Actual

La Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) está instalada en un terreno de 39,950 m² en el Norte de la Ciudad Sandino y ocupa 12,400 m² del terreno. Actualmente dos líneas de alta tensión de 138kV pasan por la parte sureste del terreno. Según las normas para derechos de servidumbre establecidas por ENEL para líneas de transmisión de alta tensión, el derecho de servidumbre para electroductos de 138kV es de 10.00 m a cada lado (total de 20 m). Con estas limitaciones, queda 9,386 m² al sur de las líneas, y 23,450m² (incluyendo construcciones actuales) al norte de las líneas.

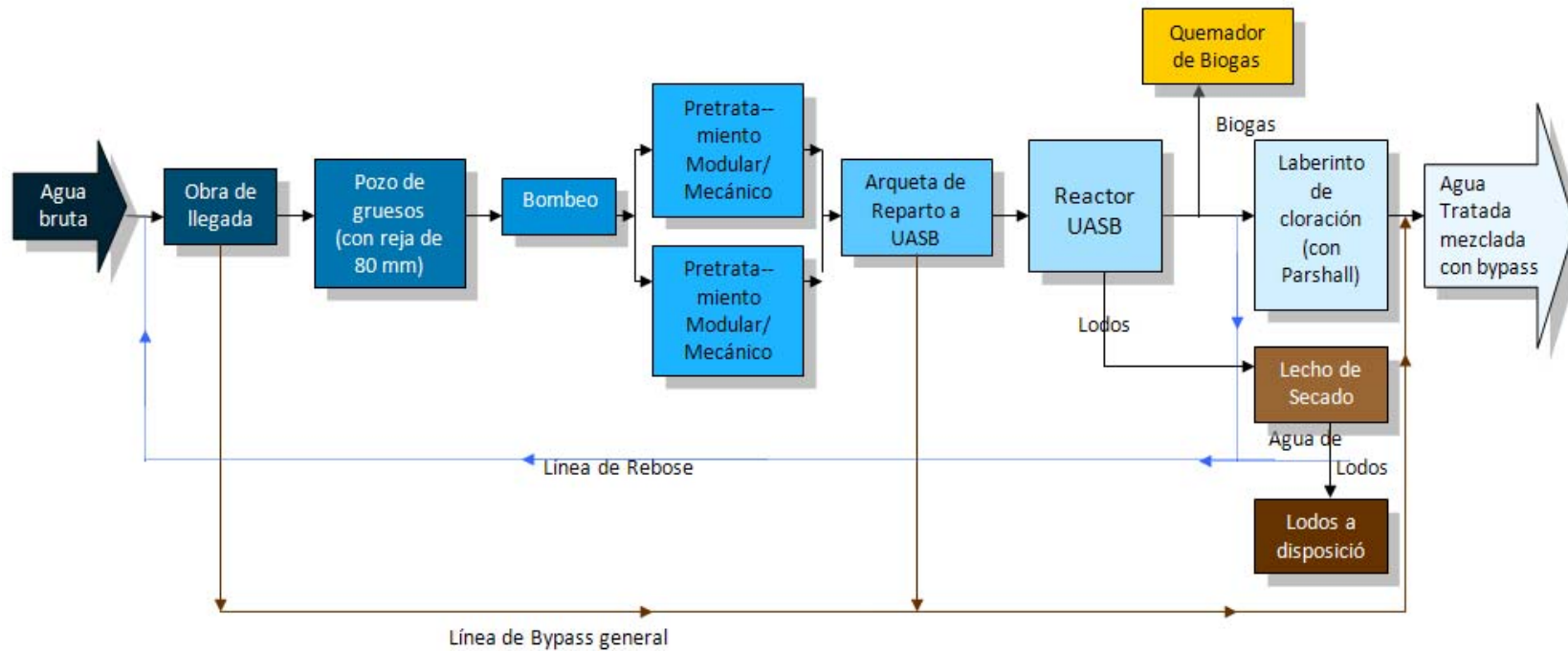
La planta instalada corresponde a la primera etapa de tres previstas. Las instalaciones de tratamiento constan de los siguientes elementos:

- Obras de entrada, consistentes en un pozo húmedo receptor de las aguas residuales y una estación de bombeo con tres bombas (dos de uso y uno de reserva);
- Pretratamiento, para la extracción mecanizada de sólidos y arena (dos módulos);
- Reactor Anaerobio con Manto de Lodos o UASB (cuatro sub-módulos);
- Obras complementarias, incluyendo sistema de cloración gaseosa con laberinto de cloración, lechos de secado y antorchas para quemado de gases.
- El edificio del operador y las obras exteriores con camino de acceso, parqueo adoquinado y cercado del predio.
- El efluente final de la planta es vertido a un cauce natural que discurre aguas abajo, colindante con el poblado de Los Brasiles y con varias fábricas, descargando finalmente en el Lago de Managua.

El reactor UASB instalado en la PTAR de Ciudad Sandino fue diseñado para tratar un caudal promedio de 70 l/s y máximo de 90 l/s. Cuando las dos bombas funcionan, la planta trata 90 l/s de aguas residuales. Actualmente la PTAR está recibiendo un caudal promedio de 91.71 l/s con picos hasta de 157.3 l/s (datos basados en las mediciones de caudal tomadas el martes 2 de marzo de 2010).

A continuación esta presentado un diagrama esquemático del sistema de tratamiento actual instalado (ver [Figura 5](#)).

Figura 5: Esquemática Conceptual de la PTAR instalada



La siguiente tabla muestra la síntesis del análisis de calidad del agua saliendo del reactor UASB. Los datos fueron tomados por ENACAL mensualmente durante el año 2009.

Tabla 6: Síntesis de Análisis de Calidad de Aguas Saliendo de UASB de ENACAL 2009-2011

Parámetro	Influyente Promedio	Salida de Reactor (Promedio)	Decreto 33-95	Eficiencia Promedio	Eficiencia Mínima
pH	7.23	6.81	6 a 9		
Sólidos Suspendidos Totales (mg/l)	435	52	80	88%	64%
Demanda Bioquímica de Oxígeno DBO (mg/l)	411	54	90	87%	77%
Demanda Química de Oxígeno DQO (mg/l)	769	153	180	80%	56%
Aceite y Grasas	116	18	10	85%	74%
Coliformes Fecales	7.67 E+07	9.98 E+06		Log 1	Log 0

Fuente: ENACAL

El reactor UASB instalado cumple con todos los parámetros menos Coliformes, Aceites y Grasas.

3.3 Rejillas, Desarenador y Pozo de Entrada

Las Rejillas, las cuales serán instaladas antes de los desarenadores, son de limpieza manual y cumplen con la Guía Técnica de INAA. Los parámetros de diseño de las Rejillas están detallados en la siguiente tabla.

Las rejillas tendrán una altura de 2.36 m, 5 m de ancho, el largo de la rejilla es de 3.35 m y serán de acero inoxidable. Las barras serán de 1 pulgada. La profundidad de la sección recta de la barra será de 236cm con 9 barras laterales espaciadas a 37.5 mm para cumplir con los requerimientos del INAA en cuanto a profundidad.

Los desarenadores serán construidos aguas arriba de las estaciones de bombeo, para proteger los equipos mecánicos de las bombas. Están diseñados para cumplir su función de remover arena, grava, cenizas, partículas u otro material sólido pesado que tenga una velocidad de asentamiento o peso específico bastante mayor que el de los sólidos orgánicos de las aguas residuales.

Cada reactor UASB tiene la capacidad de tratar 90 l/s. Con tres reactores UASB el caudal que se puede tratar es de 270 l/s. Cada desarenador está diseñado para el doble de la capacidad promedio de los reactores (factor máximo de 2.00) que es de 540 l/s. Los desarenadores diseñados son de flujo horizontal.

El diseño de los desarenadores cumple con los requisitos detallados en la Guía Técnica e INAA. La siguiente tabla muestra los requerimientos de INAA y los criterios de diseño utilizados.

Como se puede observar, el diseño del desarenador contempla su limpieza cada 110 días. Durante esta limpieza se utilizará el desarenador de reserva. El volumen a limpiar durante cada ciclo de limpieza se estima en 25.66 m³.

El tubo de entrada al desarenador sale del manhole MH- 867B y llega al nivel de 69.08, unos 5 metros bajo el nivel de terreno. El diseño del desarenador contempla la seguridad de los operadores y el acceso para la limpieza de la arena.

Del desarenador las aguas residuales van a la estructura de repartición de flujo donde el agua será repartida hacia los pozos de bombeo.

El diseño de esta estructura permite que el flujo se reparta en una forma igual a cada estación de bombeo y también permite el aislamiento de cada estación de bombeo durante los trabajos de mantenimiento.

3.4 Estación de Bombeo

Para determinar el diseño de las estaciones de bombeos y el tamaño de las bombas, se utilizaron los caudales estimados en base de la población y de acuerdo al aporte de 128 l/hab/día requerido por la Guía Técnica de INAA. A continuación se presenta la tabla resumiendo los caudales.

Tabla 7: Cálculo de Caudales de Bombeo

Año	Población (hab)	Aporte Unitario (gppd)	Aporte Total (gpd)	Caudal de Infiltración (gpd)	Caudal Promedio (gpd)	Caudal Promedio (lps)	Factor Max Horario	Caudal Máximo (lps)	Caudal Máximo (gpd)	Caudal Máximo (gpm)
2010	88,562	33.82	2,994,969	102,708.0	3,097,677	136	1.80	241	5,493,653	3,820
2015	103,171	33.82	3,489,018	102,708.0	3,591,726	157	1.80	280	6,382,940	4,435
2020	117,405	33.82	3,970,383	102,708.0	4,073,091	178	1.80	318	7,249,398	5,035
2025	157,287	33.82	5,319,075	120,967.2	5,440,042	238	1.80	425	9,695,302	6,735
2030	172,904	33.82	5,847,230	120,967.2	5,968,197	261	1.80	466	10,645,981	7,395

En base de estos caudales se determinó la necesidad de aumentar la capacidad de las bombas (2 bombas más una de reserva) de la estación de bombeo existente, para que cada bomba tenga capacidad de 90 L/s resultando un caudal de diseño de 180 lps. Luego en el 2010 instalar otra estación de bombeo con las mismas características que servirían hasta el año 2020 donde se necesitará una tercera estación de la misma capacidad (3 totales). A continuación se presentan los cálculos del caudal de diseño para las estaciones de bombeo.

Tabla 8: Cálculo de Caudal de Diseño para las Estaciones de Bombeo

Año	Número de PTAR o EB	Número de Bombas por EB	Caudal por Bomba (lps)	Caudal por Bomba (gpm)	Caudal por PTAR (lps)	Caudal Total de PTAR (lps)	Caudal Max por EB (lps)	Caudal Max de Bombeo (lps)	Número de Arranques por Hora	Separación de Bombas (m)
2010	2	3	90	1,430	90	180	180	360	10	1.00
2015	2	3	90	1,430	90	180	180	360	10	1.00
2020	2	3	90	1,430	90	180	180	360	10	1.00
2025	3	3	90	1,430	90	270	180	540	10	1.00
2030	3	3	90	1,430	90	270	180	540	10	1.00

La estación de bombeo actual tiene un foso de 3.00 x 6.00 x 5.50 m (ancho x largo x altura). El diseño de este foso actual sirve para los requerimientos de los nuevos equipos. Las estaciones de bombeo adicionales serian construidas con las mismas dimensiones que el actual. A continuación se presenta el cálculo del volumen de foso necesario para las estaciones de bombeo.

Tabla 9: Cálculo para el dimensionamiento de la Estación de Bombeo

Año	Separación de Pared	Ancho del	Largo del	Volumen del	Altura Útil del	Nivel de Tapa	Inver de Entrada	Nivel de Fondo	Lon. Tub. de Impulsión	Dia. Tub. de Impulsión	Volumen del
-----	---------------------	-----------	-----------	-------------	-----------------	---------------	------------------	----------------	------------------------	------------------------	-------------

	(m)	Foso (m)	Foso (m)	Foso (gal)	Foso (m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(plg)	Foso (m3)
2010	0.50	3.00	6.00	5,718	1.20	74.20	68.72	67.52	50	10	21.64
2015	0.50	3.00	6.00	6,180	1.30	74.20	68.72	67.42	50	10	23.39
2020	0.50	3.00	6.00	6,630	1.40	74.20	68.72	67.32	50	10	25.09
2025	0.50	3.00	6.00	6,221	1.30	74.20	68.72	67.42	50	10	23.55
2030	0.50	3.00	6.00	6,551	1.40	74.20	68.72	67.32	50	10	24.80

La siguiente tabla desglosa los cálculos de la carga estática y dinámica y la potencia de la bomba.

Tabla 10: Carga de las Bombas

Año	Nivel Max de Bombeo (m)	Carga Estática (m)	Pérdida de Carga (m)	Carga Dinámica (m)	Carga Dinámica (pies)	Vel. Tub. de Impulsión (pies/seg)	Potencia de Bomba (hp)	Voltaje (volt)	Amperaje (amp)	Rev. por Minuto (rpm)
2010	80.00	12.48	0.72	13.20	45	5.8	35	440	35	1,750
2015	80.00	12.58	0.72	13.30	45	5.8	35	440	35	1,750
2020	80.00	12.68	0.72	13.40	45	5.8	35	440	35	1,750
2025	80.00	12.58	0.72	13.30	45	5.8	35	440	35	1,750
2030	80.00	12.68	0.72	13.40	45	5.8	35	440	35	1,750

3.5 Desengrasadores

La estación de bombeo va a bombear las aguas residuales a un tanque aireado desengrasador. Actualmente el agua está entrando con una alta carga de grasas y aceites y la PTAR existente no está cumpliendo con los parámetros de descarga para aceites y grasas.

Las trampas de grasas sin aireación requieren un tiempo de retención mínimo de 15 min. Para 90 l/s esto significará un tanque de 81 m³ para cada modulo.

Se deberán construir dos desengrasadores nuevos para la Primera Fase de Expansión y un tercero para la Segundo Fase de Expansión.

El tanque desengrasador tendrá una capacidad de 81m³ para un tiempo de retención de 15 min para los 90 l/s.

3.6 Tamices Estáticos

Del tanque desengrasador el agua cruda pasará por un tamiz estático con capacidad de 90 l/s y con tamaños de abertura de 0.12 a 2.5 mm.

El nuevo Reactor tendrá dos tamices de 90 l/s uno de uso y el otro de reserva.

3.7 Reactor UASB

En el diseño de reactores UASB tratando aguas residuales domésticas, el diseño se rige por los criterios de carga hidráulica, y no por criterios de carga orgánica. En esta situación, la velocidad ascendente en el reactor se hace esencialmente importante: la velocidad excesiva resulta en la pérdida de la biomasa del sistema, reduciendo la estabilidad del proceso.

Uno de los aspectos más importantes del proceso anaerobio de los reactores UASB es su capacidad para desarrollar y mantener lodos de excelentes características de sedimentación. A continuación se presenta la memoria de cálculo de cada aspecto del reactor UASB para determinar los cambios al diseño necesario.

El UASB instalado tiene cuatro módulos, cada uno de aproximadamente 820 m³.

Tabla 11: Volumen de los Reactores UASB

Volumen de Cada Modulo		
Ancho	9	m
Largo	15	m
Profundo	6.08	m
Volumen	820.13	m ³

El diseño hidráulico de las obras preliminares permite entrar hasta 90 l/s a los reactores UASB. Esto nos da 22.5 l/s por cada modulo.

Tabla 12: Caudal de Reactor UASB

Caudal					
Caudal Máximo por UASB	90	l/s	7,776	m ³ /d	
Numero de Módulos	4				
Caudal Máximo por Modulo	22.5	l/s	1,944	m ³ /d	

3.8 Colección de Efluente

La instalación de los tubos de colección de efluente requieren atención especial a su nivelación, pequeños cambios a su pendiente pueden representar una significativa variación en el flujo recogido de diferentes puntos. La turbulencia causada en las presas puede causar la liberación de gases, así que son más recomendables los tubos perforados sumergidos de colección. Los tubos perforados sumergidos son más eficientes por tres aspectos:

- Por ser sumergidos, el mantenimiento de flujos uniformes en los agujeros se ve favorecido, y los requisitos de nivelación de los dos tubos son menos importantes.
- El uso de tubos sumergidos disminuye o elimina los riesgos de la turbulencia, así como de la emisión de gases y malos olores.

- La colección sumergida no requiere el uso de deflectores de espuma, una vez que el efluente se extrae por debajo de la capa de la espuma.

Ya que los tubos de colección de efluente están contruidos en Acero de Carbón, y es necesario reemplazarlos por Acero Inoxidable, es recomendable cambiar su diseño a tubos sumergidos con agujeros. Estos cambios están reflejados en los planos de diseño.

3.9 Sistema de Muestreo y Descarga de Lodos

Para la descarga de los lodos debe haber por lo menos dos puntos de descarga, uno cerca del fondo y otro aproximadamente 1.0 a 1.5 m encima del fondo¹. Actualmente, los puntos de descarga son a 1.50 m y 3.00m del fondo. Se estima que la descarga a 3.00 m es muy alta y debe ser deshabilitada. Reemplazando este punto de descarga se debe añadir otro punto de descarga 0.5 m encima del fondo del reactor. El nuevo reactor tendrá esta consideración en sus planos de construcción.

Adicionalmente, es recomendable instalar cuatro puntos de muestreo separados por 50 cm entre ellos de forma vertical desde el fondo del reactor. Los puntos de muestreo serán de válvula de bola de 2 pulgadas.

3.10 Laberinto de Cloración con el Equipo de Cloración

En el diseño del sistema de desinfección de cloro gas, los parámetros principales para asegurar la eficiencia del tratamiento son el tiempo de retención o tiempo de contacto y la dosis que se administrará de cloro gas en mg/l al agua residual.

El caudal máximo de cada Reactor UASB está en 90 L/s, y para el laberinto de cloración se utilizará este caudal máximo de 90 L/s.

Tabla 13: Caudal de diseño Laberinto de Cloración

Q de Diseño	90	L/s
	324	m3/h

¹ Von Sperling y de Lemos Chernicharo (2006)

La Planta de Tratamiento de Ciudad Sandino actualmente cuenta con un laberinto de cloración con paredes internas, cuyas dimensiones totales son:

Tabla 14: Dimensiones Laberinto de Cloración

Dimensiones del Laberinto		
Canal de entrada		
Ancho	1	m
Longitud	9.4	m
Altura del agua	1.6	m
Dimensiones de Paredes		
Nº de paredes	7	
Nº de canales	8	
Largo de canal	9.8	m
Ancho de canal	1	m

Para obtener el volumen total del laberinto se realiza el siguiente cálculo:

Volumen del laberinto = Área total X Altura del Agua

Tabla 15: Volumen Laberinto de Cloración

Área de un canal	9.8	m ²
Área de canal de entrada	9.4	m ²
Área total de 8 canales y Canal de entrada	87.8	m ²
Volumen Total de Laberinto	140.48	m³

El tiempo de detención se calcula con la siguiente fórmula:

$$t = \frac{V}{Q}$$

Donde:

t=tiempo de detención hidráulica

V= Volumen del Laberinto = 140.48 m³

Q= Caudal máximo = 90 L/s

Tabla 16: Tiempo de Detención Laberinto de Cloración

Tiempo de detención		
Tiempo de	0.43358	hr
retención real	26.01481	min

Según las Guías Técnicas para el Diseño de Alcantarillado Sanitario y Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales, el tiempo de detención mínimo para el caudal máximo es de 15 minutos.

Por lo tanto se está cumpliendo este criterio con el diseño actual.

3.11 Equipo de Cloración Gaseosa

Para determinar el equipo de cloración adecuado los parámetros que se necesitan para su elección son: el caudal, la dosis que se desee aplicar y la capacidad del equipo.

Según las guías técnicas para el diseño de alcantarillado sanitario y Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales la dosis de cloro necesaria para una desinfección normal de aguas residuales domésticas para el tratamiento de efluente primario es entre 8 y 20 mg/l,

3.12 Lecho de Secado

El exceso de lodos procedentes de los reactores UASB ya están digeridos y espesados, por eso sólo es obligatoria su deshidratación antes de su eliminación final. Para determinar la cantidad de lodo producido por cada modulo, el Consultor utilizó el valor promedio de DQO entrando a la planta en el año 2009 (muestreo de ENACAL) y el caudal promedio de 90 l/s.

Los Lechos de secado de lodos han sido la alternativa más utilizada para la deshidratación de los lodos de los reactores UASB. Esto se debe a los pequeños volúmenes de lodos descargados del sistema, como consecuencia del bajo rendimiento y alta concentración de los lodos en los reactores.

Sabemos que el UASB actual tiene 4 lechos de secado de 18.70m x 9.25m, con un área total de 692m². Los lodos, contando con un techo, toman aproximadamente 14 días para secarse.

Con un reactor UASB de 90 l/s, en cada ciclo de 15 días se estima producir alrededor de 36 m³ de tortas de lodo deshidratada. Cuando se agregue el segundo modulo UASB y el caudal promedio sea de 180 l/s esta cantidad se duplicará a 72m³ cada 16 días y cuando haya un total de 3 módulos de UASB y el caudal promedio de la planta de 270 l/s la cantidad de

lodos deshidratada a disponer será de 108 m³ de lodos cada 16 días.

Cabe mencionar que los lechos secados actuales están funcionando sin problemas, es muy recomendable construir un techo de material translúcido encima de los lechos secados nuevos. Esto aumentará la productividad del espacio ocupado, y permitirá que el lodo se seque a un ritmo constante (de 15 días), de forma independiente de las precipitaciones.

El lodo producido en la PTAR actualmente forma tortas secas, sin olores y muy estables. Estas tortas de lodo actualmente se transportan al vertedero municipal para su disposición final.

Para considerar la aplicación de estos lodos en usos agrícolas, sería necesario un programa establecido que mida la estabilidad de los lodos. Considerando las limitaciones de fondos para rehabilitar el laboratorio, por ahora es recomendable seguir mandando los lodos al vertedero municipal para su disposición final.

4 PREDICCIÓN DE LA CALIDAD FISICOQUÍMICA Y BACTERIOLÓGICA DE EFLUENTE

Los resultados de los monitoreos de la calidad del efluente de la PTAR del módulo existente demuestran que el sistema tiene una alta eficiencia en la remoción de contaminantes y cumple con los parámetros establecidos en el decreto 33-95, excepto para grasas y Coliformes fecales.

El nuevo UASB a construirse operará bajo las mismas condiciones, mejorándose el pretratamiento y la remoción de grasas, por lo que se espera cumplir con los valores de descarga permitidos en el país, adicionalmente con la cloración el efluente cumplirá con las concentraciones de Coliformes fecales permitidas de 1.0E+03 NMP/100 ml.

Con relación al Permiso Ambiental del Ministerio del Ambiente (MARENA), las obras que serán construidas en esta Fase I, conllevan los mismos impactos y medidas ambientales establecidas, disminuyéndose en la etapa de construcción debido a que se emplazarán menos obras. Durante la etapa de operación del módulo nuevo de tratamiento, este no generará mayores impactos que los ya analizados en el EIA, la descarga seguirá realizándose en el mismo cuerpo receptor, en donde

MARENA autorizó el vertido hasta por un caudal de 270 l/s de acuerdo a la capacidad completa de diseño de todo el sistema.

Es importante señalar que MARENA ha autorizado la descarga de aguas residuales tratadas al cuerpo receptor (cauce La Trinidad y Lago de Managua), actualmente vierten aguas residuales tratadas dos complejos de zonas francas y dos PTAR propiedad de ENACAL.

El nuevo módulo de tratamiento tendrá la capacidad (90 l/s) de tratar los aportes de los barrios Bello Amanecer y Zona 7, que suman 2,665 conexiones de alcantarillado sanitario, los cuales generaran 17.7 l/s de aguas residuales.

A continuación se presenta los análisis de la calidad de agua entrando y saliendo de las obras de tratamiento en la PTAR de acuerdo al monitoreo que realiza ENACAL (ver Tabla 25).

Tabla 17: Resultados de Análisis de Calidad de Agua PTAR Ciudad de Sandino - Año 2009-2011 ENACAL

Fecha muestreo	pH Entrada	pH Salida	DQO Entrada	DQO Salida	% de Remoción DQO	DBO Entrada	DBO Salida	% de Remoción DBO	Sol Susp Entrada	Sol Susp Salida	% de Remoción Sol Susp	Ac y Grasas Entrada	Ac y Grasas Salida	% de Remoción Ac y Grasas	C Fecales Entrada	C Fecales Salida	Remoción Log de C Fecales	C Totales Entrada	C Totales Salida
19-ene-09			733	142	81%	548	31	94%	460	34	93%	126	33	74%	2.60E+07	7.90E+06	1		
11-feb-09			909	183	80%	457	42	91%	604	53	91%	137	21	85%	3.30E+07	7.00E+06	1		
04-mar-09			828	185	78%	386	60	84%	471	83	82%	155	18	88%	4.90E+07	2.20E+07	0		
01-abr-09			719	313	56%	373	86	77%	361	131	64%	133	30	77%	4.80E+07	1.10E+07	1		
06-may-09			734	157	79%	499	68	86%	424	59	86%	129	21	84%	1.30E+08	4.90E+06	1		
06-jul-09			676	139	79%	288	47	84%	516	55	89%	92	14	85%	4.90E+07	2.20E+06	1	4.90E+07	2.20E+06
19-ago-09	7.57	7.13	420	98	77%	332	61	82%	197	22	89%	54	6	89%	3.30E+07	1.10E+07	0	3.30E+07	2.20E+07
23-sep-09	7.16	6.75	738	145	80%	424	66	84%	230	20	91%	116	7	94%	1.30E+08	6.30E+06	1	1.30E+08	7.00E+06
26-oct-09	7.04	6.61	602	75	88%	356	42	88%	253	23	91%	120	15	88%	2.80E+08	4.90E+06	2		
04-nov-09	7.16	6.77	959	114	88%	405	49	88%	525	42	92%	123	16	87%	3.30E+07	2.80E+07	0		
09-dic-09	7.22	6.79	1145	130	89%	449	44	90%	748	47	94%	96	12	88%	3.30E+07	4.60E+06	1		
13-ene-10	6.81	6.59	778	172	78%	556	69	88%	346	85	75%	119	18	85%	7.00E+07	3.30E+06	1		
03-feb-10	7.25	6.79	675	142	79%	376	21	94%	524	66	87%	128	23	82%	3.30E+07	2.40E+07	0		
10-mar-10	7.39	6.94	748	133	82%	392	39	90%	576	34	94%	95	7	93%	7.90E+06	3.30E+06	1		
21-abr-10	6.83	6.7	668	119	82%	466	50	89%	310	39	87%	120	11	91%	3.50E+08	2.40E+06	2		
02-jun-10	6.97	6.64	729	140	81%	499	51	90%	580	57	90%				3.30E+07	1.40E+07	0		
16-jun-10	6.79	6.65	786	146	81%	481	68	86%	400	45	89%	97	15	85%	2.40E+06	7.90E+06	0		
21-jul-10	7.17	7.01	643	112	83%	411	55	87%	296	34	89%	101	5	95%	9.20E+08	3.50E+07	1		

04-ago-10	7.15	6.95	638	113	82%	472	89	81%	352	35	90%	105	19	82%	2.40E+07	7.90E+06	1		
01-sep-10	7.14	7.16	595	202	66%	492	51	90%	443	51	88%	97	30	69%	4.90E+07	1.30E+07	0		
13-oct-10	6.91	6.71	550	151	73%	349	69	80%	228	30	87%	84	16	81%	3.30E+07	2.40E+06	1		
01-nov-10	6.74	6.54	760	128	83%	425	35	92%	391	25	94%	112	15	87%	4.90E+07	1.10E+06	1		
12-ene-11	6.7	6.88	872	203	77%	396	59	85%	595	62	90%	77	8	90%	1.30E+08	4.80E+06	2		
23-mar-11	6.97	6.87	804	133	83%	294	37	87%	410	31	92%	71	2	97%	1.70E+07	1.10E+06	1		
04-may-11	7.1	6.9	724	150	79%	376	56	85%	394	24	94%	96	5	95%	2.40E+07	4.90E+06	1		
Promedio	7.06	6.81	737	149	79%	420	54	87%	425	47	1	108	15	1	1.03E+08	9.40E+06	1	7.07E+07	1.04E+07
Max	7.57	7.16	1145	313	89%	556	86	94%	748	131	94%	155	33	94%	9.20E+08	3.50E+07	1	1.30E+08	2.20E+07
Min	6.7	6.54	420	75	56%	288	31	77%	197	20	64%	54	6	74%	1.70E+07	1.10E+06	1	3.30E+07	2.20E+06

La tabla a continuación presenta un resumen de la eficiencia de remoción de los parámetros claves y la predicción de calidad del efluente promedio del reactor UASB en base del muestreo de ENACAL.

Tabla 18 - PREDICCIÓN DE LA CALIDAD FISICOQUÍMICA Y BACTERIOLÓGICA DEL EFLUENTE

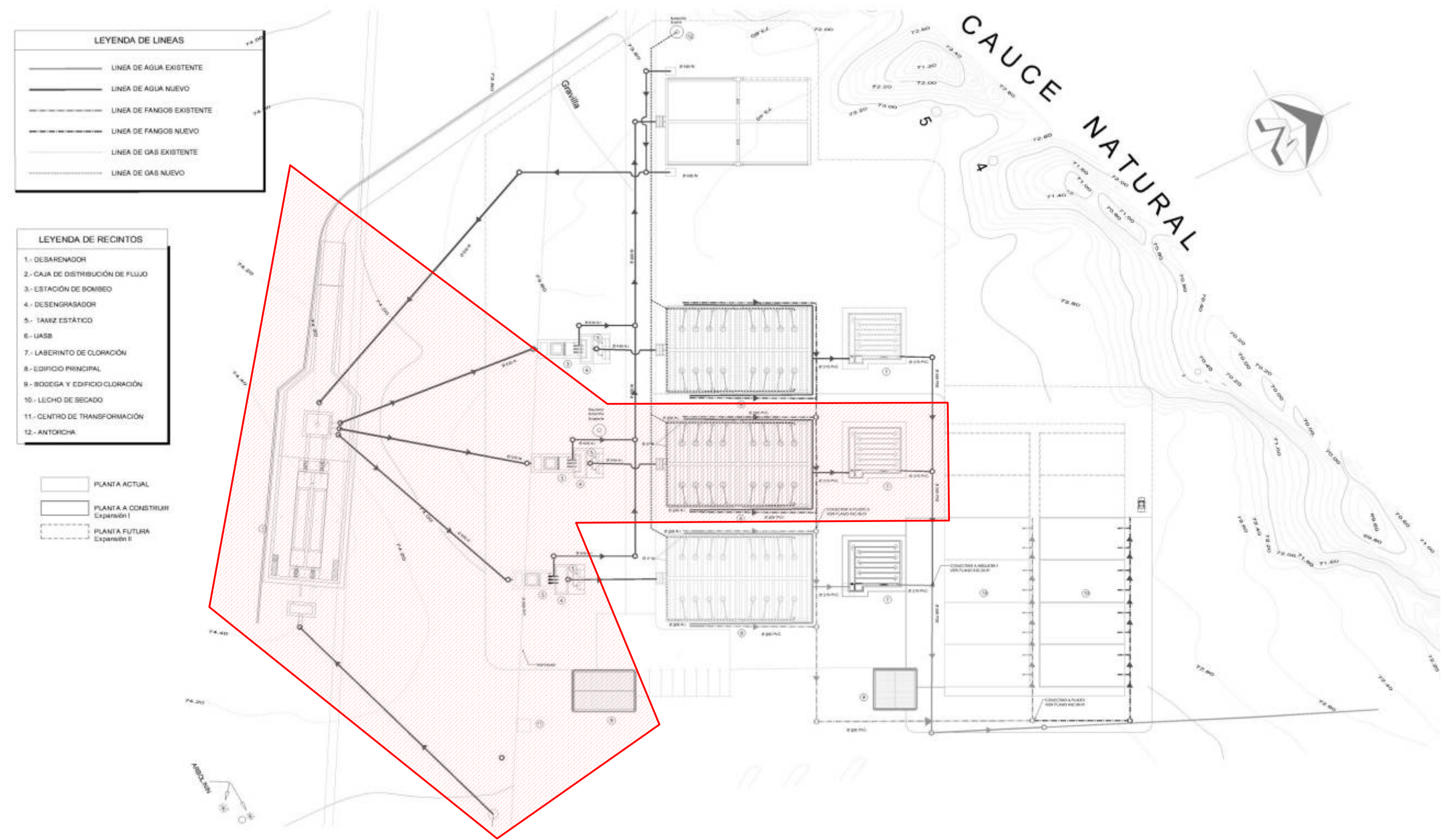
	Influyente	Efluente	Remoción		Literatura	
	Promedio	Promedio	Min	Max	Min	Max
DQO mg/l	737	149	56%	89%	55%	70%
DBO mg/l	420	54	77%	94%	60%	75%
SS mg/l	425	47	64%	94%	65%	80%
Aceites y Grasas mg/l	108	15	74%	94%		
Coliformes Fecales	1.03E+08	9.40E+06	1	2	1	2

Como se puede observar el UASB actual tiene una mejor eficiencia de remoción que lo estimado por la literatura. Además todos los parámetros están en cumplimiento con excepción de los Coliformes Fecales. El proyecto está incluyendo el reemplazo del equipo de cloración actual por uno de mayor capacidad (de 5 kg/día versus el de 2 kg/día actual). Con este cambio, el efluente debe cumplir con los parámetros de Coliformes fecales.

Adicionalmente la rehabilitación contempla un tanque desengrasador para mejorar los resultados del efluente relacionado con aceites y grasas.

En las siguientes figuras se presenta un esquema del perfil hidráulico de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Ciudad Sandino y la planimetría.

Figura 6: Planimetría de la PTAR de Ciudad Sandino rehabilitada



5 CRONOGRAMA DEL PROYECTO

La construcción de la Fase I de la planta de tratamiento está contemplada en 9 meses. En este período se harían las obras nuevas para el nuevo. Las obras de construcción del alcantarillado sanitario de Bello Amanecer y Zona 7 están contempladas para ser construidas en el plazo de un año y 9 meses respectivamente.

6 ANALISIS DE IMPACTO AMBIENTAL

6.1 Identificación de las actividades del proyecto en sus diferentes etapas.

6.1.1 Etapa de Construcción.

- A. Instalación y operación del Plantel del Contratista.
- B. Limpieza general y preparación de sitios de obra (remoción de cobertura vegetal).
- C. Movimiento de tierra y nivelación del terreno.
- D. Excavación de zanjas para la instalación de colectoras y pozos de visitas.
- E. Construcción de nueva infraestructura de tratamiento de agua residual dentro de la PTAR. (Desarenador, caja de distribución de las aguas residuales, estación de bombeo, UASB, obras de interconexión entre unidades de tratamiento, laberinto cloración)

6.1.2 Etapa de Operación y Mantenimiento.

- F. Funcionamiento del sistema del tratamiento de aguas residuales
- G. Tratamiento y disposición final de lodos
- H. Vertidos de aguas residuales tratadas
- I. Mantenimiento de la PTAR

6.2 Identificación de impactos ambientales del proyecto en sus diferentes etapas.

Para dichas actividades planteadas en las diversas etapas del proyecto, se identificaron los siguientes impactos potenciales a la zona:

1. Modificación de estructura de suelo por movimiento y compactación del terreno.
2. Modificación de la potencialidad de erosión del suelo por cambios de la topografía del terreno, remoción de la capa vegetal por las actividades de construcción.
3. Alteración de la escorrentía superficial del agua en el sitio de emplazamiento del Plantel del Contratista y Obras de la PTAR.
4. Contaminación del aire por las emisiones de gases y partículas suspendidas totales (PST) de los motores de combustión interna debido a los trabajos de construcción e instalación de equipo y planteles.
5. Aumento de niveles de ruido por el uso de maquinaria de excavación y vehículos que transporten materiales.
6. Contaminación del suelo por generación de desechos sólidos durante el proceso de construcción de la infraestructura.
7. Aumento del nivel de riesgo por accidentes ocasionados por las obras en construcción y transporte de materiales y equipos
8. Reducción de la cobertura vegetal del sitio.
9. Generación de fuentes de empleo en la fase de construcción y operación y mantenimiento.
10. Disminución de la fauna por destrucción de hábitat y depredación de la misma por parte de trabajadores de los planteles.
11. Alteraciones del paisaje.
12. Proliferación de vectores de enfermedades por malas prácticas higiénicas sanitarias o acumulación de aguas en el sitio de obras.
13. Aumento de accidentes por operación de equipos y maquinaria, durante la etapa de operación y mantenimiento del Proyecto.

14. Afectaciones a la salud de la población por la generación de polvo y material particulado durante el manejo de materiales para la construcción de todas las obras del Proyecto.
15. Aumento del comercio informal en la zona por la presencia de trabajadores de los planteles.
16. Contaminación de suelos por vertidos accidentales de lodos provenientes del sistema de tratamiento.
17. Disminución de las enfermedades causadas por el vertido de aguas residuales contaminadas de microorganismos (ej.: malaria, dengue, diarreas, tifoidea, etc.) hacia cuerpos receptores superficiales.
18. Afectación a la calidad de aire por la generación de malos olores provenientes del sistema de tratamiento de agua residual.
19. Contaminación de suelo por vertidos accidentales de arenas, residuos flotantes y grasas y aceites, provenientes de tamices y desengrasadores durante la operación de la PTAR.
20. Disminución de la contaminación del cuerpo receptor por el tratamiento de las aguas residuales domesticas generadas en el municipio.
21. Mejora de las condiciones higiénicas sanitarias de la población cercana al cauce por la eliminación de la descarga de aguas residuales sin tratamiento.
22. Disminución de la contaminación de suelo por el tratamiento de las aguas residuales del municipio.
23. Disminución de la contaminación del agua subterránea por el tratamiento de agua residual del municipio.
24. Disminución del riesgo de contaminación de pozos de abastecimiento de agua potable por la no infiltración de agua residual domestica sin tratamiento.
25. Mejora en la calidad del aire por la disminución de olores provenientes de las aguas residuales crudas vertidas en los cauces de Ciudad Sandino.
26. Disminución de la contaminación del cuerpo receptor por el vertido de aguas residuales sin tratamiento.
27. Disminución de la contaminación de aguas subterráneas por la infiltración de las aguas residuales sin tratamiento en el lecho del cauce La Trinidad.

28. Inconformidad de pobladores cercanos al cauce receptor por la ampliación de la PTAR.

Los factores ambientales a ser impactados de forma positiva por las actividades del proyecto son el medio social, seguido por la Hidrología y Aguas Subterráneas. Este resultado es de esperarse ya que la justificación del proyecto es precisamente brindarles una mejor calidad de vida a las comunidades que se interconectarán a la PTAR, así como disminuir la contaminación de los cuerpos superficiales y aguas subterráneas debido al vertimiento descontrolado de las aguas servidas de las casas. Los otros factores que tendrán impactos positivos son el Suelo, el Aire y Ruido, y el Paisaje, debido a que se disminuye la contaminación del suelo por infiltraciones, los malos olores y la eliminación de aguas residuales sin tratamiento en los cauces de la zona. (Ver figura II.4)

En cuanto a impactos negativos, se observa que el factor que mayor impacto reporta es el Aire y Ruido; esto debido a los gases contaminantes y partículas suspendidas que se generarán por el tipo de actividades que se llevará a cabo (excavación, movimiento de tierra, transporte de materiales, etc.), así como el ruido asociado a dichas actividades. Es importante señalar que los impactos ocasionados a este factor ambiental son debido al gran número de actividades que se desarrollan dentro del proyecto y principalmente la exposición de los trabajadores y en segundo término la población cercana a los caminos de acceso y sitio de obras, no obstante la población más cercana se encuentra a una distancia mayor de 400 mts al suroeste.

Estos impactos son mitigables/recuperables y con una reversibilidad a corto plazo. En vista de lo anterior, se recomienda que el contratista deberá definir estrictos controles sobre uso de maquinaria, las velocidades de tránsito y los horarios de trabajo; así como establecer medidas de seguridad auditiva para el trabajador y tiempos de exposición durante el trabajo, entre otras medidas precautorias.

Después del factor Aire y Ruido, los factores que presentan mayores impactos negativos son Suelo y Características Socioeconómicas; el suelo debido al tipo de actividades del Proyecto, principalmente por la alteración causada por el movimiento de tierra y excavación y compactación.

En cuanto a los impactos a las Características Socioeconómicas, estos están relacionados a los riesgos

asociados a las actividades de construcción, transporte de materiales y equipos, manejo inadecuado de los drenajes y desechos durante la etapa de construcción, así como los riesgos de accidente del personal durante la operación del sistema. Resulta importante mencionar que estos impactos son mitigables/recuperables, con una periodicidad irregular y de baja probabilidad de ocurrencia. No obstante, se recomienda que el contratista establezca un programa de capacitación sobre seguridad e higiene a su personal y a su vez provea de equipo de seguridad para evitar exposición innecesaria a riesgos laborales, aplicándose lo mismo en la etapa de operación.

Con relación a las inconformidades de la población cercana al cauce por quejas sobre malos olores y criaderos de vectores, se deberá garantizar una operación y mantenimiento eficiente de la PTAR para reducir estos impactos, los cuales de esa manera son mitigables. Adicionalmente se debe realizar un plan de visitas a la PTAR cuando esté operando adecuadamente para que conozcan el sistema de tratamiento y comprueben que el sistema no produce tales efectos. Así mismo se deberá visitar a estas familias nuevamente para darles a conocer las mejoras al sistema y explicar que se eliminará la descarga de aguas residuales crudas que están ocasionando problemas actualmente. Estas casas se encuentran a una distancia mayor de 200 m aguas abajo del punto de descarga. Se ha demostrado que en esa área descargan aguas residuales industriales de dos zonas francas que son las que vierten desechos que producen olores fuertes.

Finalmente los factores que presentan impactos negativos relativamente más bajos son:

- **Suelo:** afectaciones a la estructura y compactación de suelo, así como al relieve, por movimiento de tierra, nivelación del terreno y construcción de la nueva infraestructura de tratamiento de agua residual. Se estima que estos impactos sean mínimos considerando que el área donde se emplaza el proyecto ya ha sido modificada por la infraestructura existente. Lo mismo ocurrirá para los impactos causados por la construcción de la nueva infraestructura, ya que dicha actividad se dará dentro del terreno donde actualmente se encuentra la PTAR, el cual presenta un relieve plano, con una ligera pendiente hacia el cauce natural La Trinidad, por lo que el movimiento de tierra y nivelación serán mínimos.

- **Hidrología y aguas subterráneas:** los impactos a este factor ambiental se deben principalmente por la alteración de la escorrentía superficial del agua sobre el terreno generada por actividades de limpieza y preparación de los sitios de obra y movimientos de tierra y nivelación del terreno, y posible contaminación de las aguas subterráneas por la generación de agua residuales durante la construcción producto de los planteles. Debido a la probabilidad de ocurrencia de estos dos impactos, se han evaluado con una baja importancia; no obstante se recomienda que el Contratista establezca medidas de monitoreo y vigilancia para la prevención y mitigación de estos impactos.

Debido a las condiciones actuales de saneamiento de Ciudad Sandino y a la descarga de aguas residuales sin tratamiento en los cauces de la zona, con la construcción de esta fase del proyecto, los impactos en este medio son mayormente positivos porque se disminuirá la contaminación generada actualmente en los cauces de la zona. (ver figura II.4).

- **Paisaje:** se prevé que estos impactos sean mínimos debido a que el área ya fue intervenida con la construcción de la PTAR existente y a que no se eliminará por completo la actual vegetación (árboles principalmente) que se encuentra rodeando el terreno, ya que sirve de barrera visual que encubre las instalaciones de la PTAR y crea un efecto de "bosque aislado" que se mimetiza con el paisaje de campo.
- **Flora y Fauna:** Considerando la ubicación del Proyecto y las pobres condiciones del hábitat que lo rodea, debido a que es una zona altamente intervenida, se infiere que no existan impactos significativos sobre la flora y la fauna del entorno. No obstante, en el caso de la construcción de nueva infraestructura de tratamiento de aguas residuales dentro de la PTAR, se espera la remoción de árboles y cobertura vegetal, misma que se ha considerado de bajo valor ecológico y comercial, por tratarse de una pequeña área de árboles de marañón (*Anacardium occidentale*) de mediana estatura, donde predomina la vegetación arbustiva o de matorrales y especies introducidas sobre el terreno cuando se construyó la PTAR.

6.3 Valoración cualitativa de los impactos ambientales significativos.

A continuación se presenta en forma descendente (de mayor a menor), una descripción de las actividades del proyecto que tiene mayor incidencia en los factores ambientales con mayores impactos positivos. A su vez, se presentarán las actividades del proyecto principales que ocasionan los mayores impactos negativos en dichos factores ambientales.

6.3.1 Características socioeconómicas

6.3.1.1 *Generación de fuentes de empleo en la fase de construcción y operación y mantenimiento*

Es un impacto positivo de intensidad alta, de extensión parcial, sinérgico, temporal, directo, su efecto se manifiesta en el corto plazo, acumulativo, recuperable a mediano plazo, reversible a mediano plazo y continuo. La importancia resultante es Moderada.

La generación de fuentes de empleo es uno de los impactos positivos del proyecto, ya que le permite a la población de la zona ostentar a un puesto dentro de las actividades de la etapa de construcción. Este proceder permite a la persona mejorar su calidad de vida, ya que permite mejorar los ingresos económicos para su hogar y dotar a su familia de mayores comodidades.

6.3.1.2 *Mejora de las condiciones higiénicas sanitarias de la población por el aumento de la cobertura del sistema de alcantarillado sanitario y eliminación de aguas grises en las vías y el tratamiento del agua residual*

Es un impacto positivo de intensidad muy alta, extenso, sinérgico, permanente, indirecto, sus efectos se manifiestan en el corto plazo, acumulativo, mitigable reversible en el mediano plazo y continuo. La importancia resultante es Severa de carácter positivo.

Al aumentar la cobertura del alcantarillado sanitario del municipio permite que la población tenga acceso al tratamiento de sus aguas residuales domésticas y evite la ejecución de malas prácticas como el vertido de estas en las calles. La mejora de estas condiciones repercute directamente en las condiciones higiénicas sanitarias de la población,

evitando enfermedades en la piel, gastrointestinales o de origen hídrico.

6.3.1.3 Disminución de las enfermedades causadas por el vertido de aguas residuales contaminadas de microorganismos (ej.: malaria, dengue, diarreas, tifoidea, etc.) hacia cuerpos receptores superficiales

Es un impacto positivo de intensidad alta, extenso, sinérgico, permanente, indirecto, sus efectos se manifiestan en el mediano plazo, simple, mitigable reversible en el mediano plazo si no se mantiene operando la PTAR y continuo. La importancia resultante es Moderada.

Al igual que la actividad anterior, aumentar la cobertura del alcantarillado sanitario del municipio permite que la población tenga acceso al tratamiento de sus aguas residuales domesticas y evite la ejecución de malas prácticas como el vertido de estas en las calles. La mejora de estas condiciones repercute considerablemente en la salud de la población en general, principalmente los niños y ancianos, que son los grupos más susceptibles a enfermedades, disminuyendo así la incidencia en las enfermedades de origen hídrico.

En esta etapa del proyecto se eliminará el vertido de las aguas residuales recolectadas por el sistema de alcantarillado sanitario de la ciudad, la cual, debido a la capacidad limitada de tratamiento, están siendo vertidas en diferentes puntos de los cauces de la zona o rebosan en otras áreas de la ciudad. En esta fase, ampliando la capacidad de tratamiento en un 100%, se mejorarán las condiciones ambientales de los cauces y de los asentamientos cercanos a estos. A medida que se vayan implementando las otras fases de rehabilitación y ampliación del sistema de tratamiento, se logrará superar los problemas de saneamiento del municipio.

6.3.1.4 Aumento del nivel de riesgo por accidentes ocasionados por las obras en construcción y transporte de materiales y equipos.

Es un impacto negativo de intensidad media, de extensión parcial, no sinérgico, temporal, directo, se manifiesta en el mediano plazo, simple, recuperable de inmediato, reversible

en el mediano plazo e irregular. La importancia resultante es Moderada.

El uso y tránsito de maquinaria durante las operaciones de construcción de la infraestructura, puede afectar la seguridad de los trabajadores del plantel, en caso de no tomarse medidas de seguridad en el área de trabajo. En estos casos se deberá establecer una buena señalización de "hombres trabajando", así como un Programa de Atención a Emergencias o de Contingencias debido a Accidentes.

Igualmente debido al acarreo de material se prevé un incremento de vehículos en las vías aumentando así el riesgo de accidentes debido a que la población en general, no obstante el acceso al sitio se encuentra asilado de núcleos poblacionales.

6.3.1.5 Aumento de accidentes por operación de equipos y maquinaria, durante la etapa de operación y mantenimiento del Proyecto

Es un impacto negativo de intensidad alta, extensión parcial, no sinérgico y temporal, directo, sus efectos se manifiestan en el mediano plazo, simple, recuperable de inmediato, reversible en el corto plazo e irregular. La importancia resultante es Moderada.

En caso de malas prácticas por parte de operadores o falta de mantenimiento de equipos se podría presentar un aumento de accidentes que repercuta en la seguridad del personal de la planta, por lo tanto se deberá dotar al personal de equipos de seguridad y brindar periódicamente talleres de capacitación en el manejo y detección de fallas de los equipos, y de primeros auxilios en coordinación con el MINSA.

6.3.2 Hidrología y Aguas Subterráneas

6.3.2.1 *Disminución de la contaminación del agua subterránea por el tratamiento de agua residual del municipio.*

Es un impacto positivo de intensidad alta, extenso, sinérgico, permanente, directo, sus efectos se manifiestan en el largo plazo, acumulativo, recuperable y reversible en el mediano plazo y continuo. La importancia resultante es Moderada.

El objetivo del Proyecto es recolectar las aguas residuales domiciliarias, conducir las hasta la PTAR de Ciudad Sandino a través de un sistema de alcantarillado, darles un tratamiento adecuado para que cumpla con el Decreto 33-95 y posteriormente descargar las aguas tratadas hacia el cauce la Trinidad para que se conduzcan hasta el Lago Xolotlán y así mantener activo el ciclo del agua. Es por ello que las actividades de este Proyecto, evitarán la infiltración de aguas crudas o servidas, disminuyendo las posibilidades de contaminar fuentes de agua que son y pueden ser empleadas en un futuro para el abastecimiento de las poblaciones del municipio.

Las aguas residuales generadas por la ciudad son de carácter doméstico, puesto que no existen industrias con altas cargas contaminantes ni que generen vertidos consustancias tóxicas y metales pesados, así mismo la conexión de este tipo de industrias no será permitida, para ello existe una Unidad de Control de Efluentes en la Gerencia Ambiental de ENACAL.

Se adjuntan a este documento los resultados de los análisis de calidad del agua de los pozos de ENACAL existentes en la zona de Ciudad Sandino y Mateare, encontrándose que no hay indicios de contaminación por el efluente de la PTAR.

6.3.2.2 *Disminución de la contaminación del cuerpo receptor por el tratamiento de las aguas residuales domesticas generadas en el municipio.*

Es un impacto positivo de intensidad muy alta, extenso, sinérgico, permanente directo, ocurre en el mediano plazo, acumulativo, recuperable y reversible en el mediano plazo y continuo. La importancia resultante es Severa de carácter positivo.

Analizando por separado los impactos ambientales de las obras a construirse en esta etapa, encontramos que la calidad del efluente de este nuevo módulo cumplirá con los límites permisibles para la descarga de aguas residuales en cuerpos receptores y vendrá a solucionar la situación actual de saneamiento, donde se está descargando alrededor de 100 l/s sin ningún tipo de tratamiento en los cauces de Ciudad Sandino. Esto supone un impacto positivo que mejora las condiciones ambientales del cauce y el cuerpo receptor final, que es el Lago de Managua.

6.3.2.3 Alteración de la escorrentía superficial del agua en el sitio de emplazamiento del Plantel del Contratista y Obras de la PTAR.

Es un impacto negativo de intensidad baja, puntual, sinérgico, temporal, directo, ocurre en el largo plazo, simple, mitigable, reversible en el mediano plazo y continuo. La importancia resultante es Compatible.

Este impacto se ocasionará debido a las obras de Limpieza general y preparación de sitios de obra, Movimiento de tierra y nivelación del terreno, Instalación y operación del Plantel del Contratista y la Excavación de las zanjas para el alcantarillado y pozos de visita. Se prevé que dicha nivelación, excavación o movimiento de tierra, así como cualquier obra de relleno o pavimentación o adoquinado, afecte la escorrentía superficial del suelo, ya sea aumentando su escorrentía (incrementándose la erosión del suelo por el arrastre de materiales) o disminuyéndola generando encharcamientos, que de no secarse o escurrir en el mediano plazo, podrán generar focos de proliferación de insectos nocivos, como el mosquito o alguna otra larva.

En vista de los impactos anteriores, se propone que el Contratista evite la nivelación excesiva en el emplazamiento del Plantel del Contratista y que trate de mantener la escorrentía natural del terreno, y evitar alterar la escorrentía natural en las obras de excavación realizando el relleno correspondiente de la zanja, una vez concluido la colocación del alcantarillado. En resumen, estas medidas deben considerarse como parte de las buenas prácticas de ingeniería que deberá cumplir el Contratista.

6.3.3 Aire

6.3.3.1 *Mejora en la calidad del aire por la disminución de olores provenientes de las aguas residuales crudas, las cuales serán tratadas en el PTAR*

Es un impacto positivo de intensidad alta, extenso, no sinérgico, permanente, directo, se manifiesta en el corto plazo, simple y recuperable y reversible en el mediano plazo y de acción continua. La importancia resultante es Moderada.

De igual forma, la construcción de nueva infraestructura de tratamiento, evitará que tanto la PTAR como las aguas tratadas resultantes tengan olores desagradables.

6.3.3.2 *Aumento de niveles de ruido por el uso de maquinaria de excavación y vehículos que transporten materiales.*

Es un impacto negativo de intensidad media, de extensión puntual, no sinérgico, fugaz, directo, sus efectos se manifiestan en el corto plazo, acumulativo y mitigable, reversible en el corto plazo y periódico. La importancia resultante es Moderada.

El ruido es un contaminante ambiental que se mide en decibeles, este afecta directamente a las poblaciones aledañas y trabajadores ya que un aumento en el nivel de ruido puede causar jaquecas, migrañas y pérdida de la audición entre los trabajadores del plantel y población en general. Adicionalmente, habrá que recordar que las obras de construcción del nuevo sistema de alcantarillado se ubicará en áreas urbanas o semiurbanas en donde existirán viviendas muy próximas a los sitios de obrador (a distancias en ocasiones menores a 20 m, especialmente en áreas muy densas), aumentando así la molestia de la población.

En base a la descripción del proyecto, se tienen las siguientes fuentes de ruidos:

- Uso de maquinarias para la remoción de cobertura vegetal.
- Uso de maquinarias para la excavación, relleno y compactación del terreno.
- Transporte de insumos de construcción.
- Paso de maquinaria por la vía.

Para contrarrestar los efectos de la contaminación sonora el contratista deberá primeramente establecer horarios de trabajo no antes de las 7 am y no después de las 6 pm, de manera que se evite perturbación a la población en los horarios de descanso y convivencia. Así mismo deberá dotar a su personal de equipos de protección auricular para evitar trastorno o problemas auditivos en sus trabajadores. En el caso de las obras de la PTAR, el sitio se encuentra aislado de núcleos poblacionales.

6.3.3.3 Contaminación del aire por las emisiones de gases y partículas suspendidas totales (PST) de los motores de combustión interna debido a los trabajos de construcción e instalación de equipo y planteles

Es un impacto negativo de intensidad media, de extensión parcial, sinérgico y fugaz, directo, se manifiesta en el mediano plazo, acumulativo y recuperable en el mediano plazo, reversible en el corto plazo y de acción periódica. La importancia resultante es Compatible.

El transporte de material, movimiento de equipos, maquinaria de excavación y traslado del personal sobre caminos no asfaltados o adoquinados en las aéreas de construcción del sistema de drenaje, hacia y desde la PTAR , será una fuente importante de polvo y emisiones contaminantes provenientes de los motores de combustión a diesel y de gasolina.

No obstante, se recomienda que el Contratista garantice que toda la maquinaria a emplear cuente con certificado vigente de emisiones según el Decreto 32-97 y que aparte se desarrolle un Programa de Mantenimiento Preventivo y Correctivo a los equipos de combustión, maquinaria en general y vehículos de autotransporte.

6.3.3.4 Afectaciones a la salud de la población por la generación de polvo y/o material particulado durante el manejo de materiales para la construcción de todas las obras del Proyecto

Es un impacto negativo de intensidad media, de extensión parcial, sinérgico, fugaz, directo, se manifiesta en el largo plazo, acumulativo, recuperable y reversible en el corto plazo y periódico. La importancia resultante es Compatible.

Todas las actividades de construcción, excavación, fabricación de concreto, compactación o movimiento de tierra serán propensas a generar polvos o material particulado. De igual forma, el paso de camiones como volquetas, tractores, mezcladora, en la zona de construcción y el manejo de agregados y manipulación de material granulado fino y grueso, arena, piedra, cemento etc., producirá polvo y emisión de partículas a la atmósfera. El contratista deberá tomar medidas precautorias para evitar o minimizar la emisión de polvo, y así disminuir la incidencia de enfermedades respiratorias en la población y trabajadores. Por lo tanto deberá garantizar el riego de las área de trabajo durante los meses de verano (meses secos y de fuertes vientos), colocar una lona en los camiones que transportan el material y proveer de equipo de seguridad como gafas y mascarillas para evitar el contacto de dicho material con los ojos y las vías respiratorias.

6.3.4 Suelo

6.3.4.1 *Disminución de la contaminación de suelo por el tratamiento de las aguas residuales del municipio*

Es un impacto positivo de intensidad alta, extenso, sinérgico, permanente, directo, sus efectos se manifiestan en el mediano plazo, acumulativo, recuperable y reversible en el corto plazo y continuo. La importancia resultante es Moderada.

Al implementar el Proyecto y someter a un tratamiento las aguas residuales del municipio, se evitará el vertido de las mismas sobre el suelo previniendo su contaminación y afectando su disponibilidad para usos futuros.

6.3.4.2 *Modificación de estructura de suelo por movimiento y compactación del terreno*

Es un impacto negativo de intensidad media, puntual, no sinérgico, permanente, directo, sus efectos se manifiestan en el corto plazo, simple, mitigable, irreversible si no se toman medidas de prevención adecuadas y de efecto continuo. La importancia resultante es Moderada.

Debido a las características y el equipo utilizado para la realización de las actividades de movimiento de tierra y nivelación de terreno, limpieza y preparación de sitios de obra y la construcción del sistema de alcantarillado y la

expansión de la PTAR, se espera un impacto negativo de compactación y/o remoción del suelo, alterando su estructura, específicamente su condiciones de granulometría, permeabilidad, resistencia y capacidad de carga. Con el tiempo, este impacto se irá acumulando, hasta que concluyan las actividades de la etapa de construcción.

Debido a lo anterior y dado que no hay medidas de mitigación efectivas para evitar la alteración del suelo, se debe garantizar que el Contratista se concentre dentro de los terrenos señalados para las obras y evite el tránsito recurrente en aquellas áreas no destinadas al Proyecto.

6.3.4.3 Contaminación al suelo por generación de desechos sólidos durante el proceso de construcción de la infraestructura

Es un impacto negativo de intensidad media, puntual, no sinérgico, temporal, directo, sus efectos se manifiestan en el largo plazo, acumulativo, recuperables de inmediato, reversible en el mediano plazo e irregular. La importancia resultante es Compatible.

La composición de los residuos sólidos generados por el proyecto serán principalmente residuos no peligrosos de construcción, materia orgánica proveniente de alimentos, residuos inorgánicos como plástico, metal, entre otros. Donde si no son manejados adecuadamente son focos de proliferación de vectores como moscas, roedores, los cuales acarrean enfermedades que afectarían tanto al personal que laborara en la construcción, así como a las poblaciones aledañas. Por lo anterior, se recomienda al Contratista colocar recipientes para el almacenamiento temporal de residuos en el plantel y establecer sitio de disposición previo a su traslado hacia un relleno sanitario o sitio de disposición final.

6.3.4.4 Contaminación al suelo por la generación de aguas residuales domesticas provenientes del Plantel

Es un impacto negativo de intensidad baja, puntual, sinérgico, temporal, directo, permanente, sus efectos se presentan en el largo plazo una vez generado el impacto, acumulativo, recuperable y reversible a mediano plazo e irregular. La importancia resultante es Compatible.

Este impacto se refiere a la posible contaminación del suelo por no contar con un sistema de recolección de las aguas residuales producto de las operaciones de los Planteles. El vertido de agua residual sobre el suelo puede causar la formación de charcas, las cuales son criaderos de vectores como moscas, mosquitos, cucarachas, entre otros insectos. La presencia de este tipo de vectores es una fuente latente de enfermedades diarreicas y virales como la gripe, las cuales pueden afectar tanto a los trabajadores del plantel de construcción así como a pobladores aledaños. Por lo tanto el contratista deberá prevenir dicha ocurrencia mediante charlas sobre ambiente, higiene y seguridad laboral, abordando tema sobre higiene en el trabajo, enfermedades producto de malas prácticas sanitarias y las afectaciones al medio ambiente por dicho comportamiento.

Otra medida para evitar la incidencia de la descarga de las aguas residuales provenientes del plantel de trabajadores al suelo es la contratación de una empresa que ofrezca en su ramo, servicios higiénicos o letrinas portátiles para los trabajadores. Dichos servicios deberán de ser retirados por la empresa contratada y el tratamiento del agua residual deberá de ser responsabilidad de dicha empresa.

6.3.4.5 Contaminación al suelo por generación de lodos provenientes del sistema de tratamiento

Es un impacto negativo de intensidad baja, puntual, no sinérgico, temporal, directo, sus efectos se presentan en el largo plazo, acumulativo, recuperable de inmediato mediante la limpieza, reversible en el mediano plazo e irregular. La importancia resultante es Compatible.

Los lodos provenientes del reactor UASB serán deshidratados en las eras de secado, y una vez extraída la humedad por evaporación se deberá aplicar análisis fisicoquímico para determinar su traslado a relleno sanitario o su posible empleo como abono orgánico. La solución prevista actual es disponerlos en el botadero municipal de Ciudad Sandino, para lo cual se cuenta con la debida autorización. Las aguas residuales generadas por la ciudad son de carácter doméstico, puesto que no existen industrias con altas cargas contaminantes ni que generen vertidos de sustancias tóxicas y metales pesados, así mismo la conexión de este tipo de industrias no será permitida, para ello existe una Unidad de Control de Efluentes en la Gerencia Ambiental de ENACAL.

6.3.5 Flora

6.3.5.1 Reducción de la cobertura vegetal del sitio

Es un impacto negativo de intensidad media, de extensión puntual, no sinérgico, temporal, directo, sus efectos se presentan en el corto plazo, simple, recuperable y reversible en el mediano plazo e irregular. La importancia resultante es Compatible.

Dentro del terreno donde se encuentra la actual PTAR existen árboles de mediano tamaño y vegetación herbácea (pasto) que deberán ser removidos durante la construcción de infraestructura nueva de tratamiento de aguas residuales, (ver Figura VII.1). Por esta razón se ha valorado el impacto como moderado, ya que representa una afectación de cerca del 20% de la cobertura vegetal. Sin embargo, será altamente recuperable y reversible con el paso del tiempo por medio de un plan de reforestación.

7 PLAN DE GESTION AMBIENTAL

7.1 Medidas Ambientales

A continuación se presenta la matriz con la descripción de medidas, factores ambientales impactados, impacto a mitigar, etapa a realizarse, costo de la medida y responsable de la gestión de la medida.

PLAN DE GESTION AMBIENTAL
PROYECTO AMPLIACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS Y
AMPLIACIÓN DEL ALCANTARILLADO SANITARIO DE CIUDAD SANDINO

FACTOR AMBIENTAL	IMPACTO AMBIENTAL	MEDIDAS AMBIENTALES	ETAPA	RESPONSABLE
Características Socioeconómicas	Impactos Moderados			
	Aumento del nivel de riesgo por accidentes ocasionados por las obras en construcción	Se deberá garantizar el cumplimiento de normas de seguridad para la operación segura de la maquinaria y equipos en las tareas de construcción de las obras.	Construcción	Contratista
		Mantenimiento periódico a todos los vehículos, equipos y maquinaria para disminuir los riesgos de accidentes y atropellos.		
		A todos los equipos se les deberá colocar en lugar visible la capacidad de carga y la velocidad recomendada y las advertencias de peligro especiales. Las instrucciones y advertencias deberán ser fácilmente identificables por el operador cuando este se encuentre en situación de control		

FACTOR AMBIENTAL	IMPACTO AMBIENTAL	MEDIDAS AMBIENTALES	ETAPA	RESPONSABLE
		El contratista deberá dotar de equipos de protección y seguridad física a los trabajadores que laboran para el proyecto (mascarillas, guantes, cascos, gafas, botas industriales, etc.)		
		El contratista deberá proponer un taller de primeros auxilios en coordinación con las autoridades locales de salud.		
		Se deberá proveer y mantener <u>avisos preventivos luminosos y señales</u> de desvío adecuados en todos los cierres e intersecciones y a lo largo de todos los desvíos dirigiendo el tránsito alrededor de los tramos cerrados de calles de manera que las rutas temporales estén claramente señalada a través de toda su longitud, esto se debe hacer en coordinación con las Alcaldías Municipales de Ciudad Sandino; así como con la Policía Nacional.		

FACTOR AMBIENTAL	IMPACTO AMBIENTAL	MEDIDAS AMBIENTALES	ETAPA	RESPONSABLE
		Se deberá colocar <u>rótulos</u> y de ser posible <u>barreras señalizando</u> las áreas de apertura de zanjas y pozos de visita, para disminuir el riesgo de accidentes por parte de trabajadores, personas y animales.		
Características Socioeconómicas	Aumento de accidentes por operación de equipos y maquinaria, durante la etapa de operación y mantenimiento del Proyecto	Las mismas medidas señaladas anteriormente.	Operación y Mantenimiento	Contratista
	Inconformidad de pobladores cercanos al cauce receptor por la ampliación de la PTAR	<ul style="list-style-type: none"> - Establecer un plan de visitas en conjunto con la Alcaldía para que conozcan como funciona el sistema y la calidad del efluente tratado. - Establecer una correcta operación y mantenimiento de las unidades de tratamiento para garantizar la eficiencia. 		

FACTOR AMBIENTAL	IMPACTO AMBIENTAL	MEDIDAS AMBIENTALES	ETAPA	RESPONSABLE
Hidrología y Aguas Subterráneas	Impactos Compatibles			
	Alteración de la escorrentía superficial del agua en el sitio de emplazamiento del Plantel del Contratista y Obras de la PTAR.	<ul style="list-style-type: none"> Dentro de las actividades de preparación del sitio de obra y movimiento de tierra y nivelación del terreno, se debe prever conservar la pendiente original del terreno hasta un porcentaje que permita el escurrimiento del agua de forma natural (aprox. 1%). Se recomienda demoler el puente del antiguo acceso a la PTAR para evitar la acumulación de sedimentos y desechos en el cauce y disminuir riesgos de inundación del área de la PTAR. 	Construcción	Contratista
		A través de una inspección visual periódica, verificar que no se estén formando pozas dentro del terreno donde se colocará el Plantel del Contratista y en las áreas donde se realizarán las excavaciones de zanjas. En cuyo caso se deberá rellenar estos sitios con material granular de aporte.		

FACTOR AMBIENTAL	IMPACTO AMBIENTAL	MEDIDAS AMBIENTALES	ETAPA	RESPONSABLE
	Disminución de la Contaminación de aguas superficiales	<ul style="list-style-type: none"> - El efluente del nuevo módulo de UASB cumplirá con los límites permisibles para la descarga en cuerpos receptores (cauce La Trinidad) establecidos en el Decreto 33-95. - Establecer una correcta operación y mantenimiento de las unidades de tratamiento para garantizar la eficiencia. - Prohibición de vertidos de aguas residuales de origen no doméstico en el sistema de AS y establecer un Programa de Control de Efluentes - Monitoreo de la calidad del afluente y efluente de la PTAR según lo establecido en el Decreto 33-95. 	Operación	ENACAL

FACTOR AMBIENTAL	IMPACTO AMBIENTAL	MEDIDAS AMBIENTALES	ETAPA	RESPONSABLE
	Disminución de la Contaminación de aguas subterráneas	<ul style="list-style-type: none"> - El efluente del nuevo módulo de UASB cumplirá con los límites permisibles para la descarga en cuerpos receptores (cauce La Trinidad) establecidos en el Decreto 33-95. - Establecer una correcta operación y mantenimiento de las unidades de tratamiento para garantizar la eficiencia. - Prohibición de vertidos de aguas residuales de origen no doméstico en el sistema de AS y establecer un Programa de Control de Efluentes. - Monitoreo de la calidad del afluente y efluente de la PTAR según lo establecido en el Decreto 33-95. - Monitoreo de la calidad del agua de pozos cercanos. 	Operación	ENACAL
Aire	Impactos Moderados			

FACTOR AMBIENTAL	IMPACTO AMBIENTAL	MEDIDAS AMBIENTALES	ETAPA	RESPONSABLE
	Aumento de niveles de ruido por el uso de maquinaria de excavación y vehículos que transporten materiales	<p>Establecer horarios de trabajo no antes de las 7 am y que no excedan las 6 pm, no obstante el sitio de la PTAR se encuentra a más de 400 m de sitios poblados.</p> <p>Dotación de equipo de protección auricular a los trabajadores del plantel</p>	Construcción	Contratista
Aire	Impactos Compatibles			
	Contaminación del aire por las emisiones de gases y de los motores de combustión interna debido a los trabajos de construcción e instalación de equipo y planteles	Verificar que todos los vehículos automotores cuenten con el certificado vigente de emisiones según el Decreto 32-97	Construcción	Contratista
		Establecer un Plan de Mantenimiento de Infraestructura y Equipo enfocado en el mantenimiento preventivo y correctivo a los equipos de combustión, maquinaria en general y vehículos de autotransporte		
		Dotación de equipos de seguridad como gafas y mascarillas al personal para evitar afectaciones de las vías respiratorias.		

FACTOR AMBIENTAL	IMPACTO AMBIENTAL	MEDIDAS AMBIENTALES	ETAPA	RESPONSABLE
		Establecer límites de velocidad y proponer que todos los vehículos se apaguen cuando estén parqueados y así evitar la generación innecesaria de emisiones contaminantes.		
	Afectaciones a la salud de la población por la generación de polvo durante el manejo de materiales para la construcción de todas las obras del Proyecto	Utilización de lonas en los camiones que transportan los materiales para evitar emisiones de polvo o material particulado a la atmosfera.	Construcción	Contratista
		Riego del área de trabajo y vías de acceso para evitar las emisiones de polvo por el paso de maquinaria al menos tres veces al día.		
		Dotación de equipos de seguridad como gafas y mascarillas al personal para evitar afectaciones de las vías respiratorias y ojos.		
		Establecer límites de velocidad para evitar emisiones de polvo, no mayor de 30 KMPH.		
Suelo	Impactos Moderados			
	Modificación de estructura de suelo por movimiento y compactación	Para el transporte de materiales y equipo y el tránsito de maquinaria se debe aprovechar los caminos ya existentes.	Construcción	Contratista

FACTOR AMBIENTAL	IMPACTO AMBIENTAL	MEDIDAS AMBIENTALES	ETAPA	RESPONSABLE
	del terreno	Delimitar mediante señalización las áreas donde se estacionarán los equipos, almacenamiento de materiales, Plantel de Contratista y áreas de construcción, para evitar que se alteren áreas no destinadas al Proyecto.		
Suelo	Impactos Compatibles			
	Contaminación al suelo por generación de desechos sólidos durante el proceso de construcción de la infraestructura	Reducción, reutilización, almacenamiento y venta de desechos metálicos, madera o cualquier otro material que se pueda aprovechar, a empresa de la rama del reciclaje que cuente con aval de MARENA	Construcción	Contratista
		Convenio con la Alcaldía municipal de ciudad Sandino para la disposición de residuos sólidos en el relleno sanitario del municipio		
		Dotación de recipientes para el almacenamiento temporal de residuos en el plantel		
		Delimitación de área de disposición temporal de residuos en el Plantel, dicha área debe estar señalizada y cumplir con lo establecido en las normas de residuos.		

FACTOR AMBIENTAL	IMPACTO AMBIENTAL	MEDIDAS AMBIENTALES	ETAPA	RESPONSABLE
		Impermeabilización del área de almacenamiento de aceites, combustibles y lubricantes. Evitar el acceso de personal no autorizado a dicha área.		
		Los residuos de aceites, hilazas y lubricantes deben retenerse en recipientes herméticos rotulados y con contención secundaria, hasta que algún proveedor de servicio se los lleve para su disposición final.		
		En el proceso de desmantelamiento o desmovilización, los suelos contaminados deben ser raspados hasta 10 cm por debajo del nivel inferior alcanzado por la infiltración del contaminante.		
Suelo	Contaminación al suelo por la generación de aguas residuales domesticas	Empleo de sanitarios portátiles para uso de trabajadores de plantel. La cantidad de letrinas estará basada en la relación de 10 personas por cada letrina.	Construcción	Contratista

FACTOR AMBIENTAL	IMPACTO AMBIENTAL	MEDIDAS AMBIENTALES	ETAPA	RESPONSABLE
	provenientes del Plantel	El Contratista deberá establecer contrato con la Empresa que presta el servicio, quiénes se encargará del manejo y disposición final de los desechos sólidos y líquidos.		
		Realización de talleres ambientales de seguridad e higiene en el trabajo.		
	Contaminación al suelo por generación de lodos provenientes del sistema de tratamiento	Secado de lodos y caracterización para disponerlos en el botadero municipal.	Operación	ENACAL
		Convenio con la Alcaldía de Ciudad Sandino para la remisión de los desechos en el relleno sanitario del municipio.		
Flora	Impactos Moderados			
	Reducción de la cobertura vegetal del sitio	Señalar debidamente todos los árboles que deberán ser reubicados o talados debido a la construcción de la infraestructura de tratamiento de aguas residuales o la implementación del Plantel del Contratista, para evitar la tala innecesaria de alguna especie.	Construcción	Contratista



FACTOR AMBIENTAL	IMPACTO AMBIENTAL	MEDIDAS AMBIENTALES	ETAPA	RESPONSABLE
		Establecer un Programa de Reforestación con especies nativa de la zona como medida compensatoria, en donde por cada árbol talado, se siembren cinco (proporción 1:5)		
		Establecer un Programa de Revegetación dentro del terreno donde se ubicará la PTAR para restaurar las áreas desprovistas de la capa vegetal durante la construcción.		

ANEXOS

ANEXOS N° 01

FOTOS

BELLO AMANECER

	<p>Condiciones de la infraestructura vial en el Barrio Bello Amanecer.</p>
	<p>Características de las viviendas y de las calles en Bello Amanecer.</p>
	<p>Otras de las características de las viviendas y de las calles en Bello Amanecer. En la banda izquierda se observan algunos arbustos y en la banda izquierda tendido eléctrico; pero sin afectación negativa en el momento de ejecución de las obras.</p>
	<p>Se observa la corriente de agua residual doméstica procedente de las viviendas hacia la calle por falta del alcantarillado sanitario.</p>

ZONA 7

	<p>Condiciones de las calles en la Zona 7 de Ciudad Sandino. En esta foto también se observan negocios productivos y viviendas.</p>
	<p>Otras de las condiciones de las calles en la Zona 7 de Ciudad Sandino. Las calles han recibido mantenimiento por parte de la Alcaldía Municipal.</p>
	<p>Otra vista de las condiciones de las calles en la Zona 7 de Ciudad Sandino.</p>
	<p>El área donde se instalará el sistema de aguas residuales está despejada de obstáculos.</p> <p>Las condiciones de vida en la Zona de Ciudad Sandino es muy buena.</p>

PTAR	
	Condiciones actuales de los manjoles o pozos de visitas
	El rebose de las aguas grises provocó corte del camino que se dirige al Barrio Bello Amanecer.
	Planta de Tratamiento de las Aguas Residuales existente.
	Cauce la Trinidad, donde se instalará el emisario.

	<p>Área para el depósito de los sólidos suspendidos. Se nota únicamente el funcionamiento de una de las bombas.</p>
	<p>Pila de secado de los lodos.</p>
	<p>Área de la PTAR y área verde en la zona. Con la ampliación de la PTAR se verá afectada una parte de arboles de Marañon y Neen, los que serán repuestos durante la ejecución del proyecto en una relación de 3:1.</p>
	<p>Alcantarilla de salida de la PTAR arrojando caudal de aguas residuales crudas en el cauce La Trinidad.</p>

8 BIBLIOGRAFÍA

- Guía de procedimientos para la operación y Mantenimiento de Desarenadores y Sedimentadores; OPS /CEPIS; 2005
- Operación y Mantenimiento de Plantas de Tratamiento de Agua; OPS/CEPIS; 2002
- Chernicharo, C., Von Sperling, M; Biological Wastewater treatment in Warm Climate Regions; 2005