

1. DESCRIPCIÓN DE LA MODIFICACIÓN DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL CATEGORÍA I DEL PROYECTO REHABILITACIÓN DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE SANTIAGO, VERAGUAS

1.1. Introducción

El Instituto de Acueductos y Alcantarillados Nacionales (IDAAN), el 28 de mayo de 2018, hizo entrega de la orden de proceder a la compañía ASTEISA, S.A. para que iniciara los trabajos de ampliación de la planta potabilizadora de la ciudad de Santiago, proyecto que beneficiará a más de 90 mil residentes de la capital veragüense y sus alrededores.

Con este proyecto se aumentará la producción de agua potable para el acueducto de Santiago en un 50 %. Actualmente la potabilizadora produce 10 millones de galones diarios (MGD) pero una vez finalizada la ampliación aumentará su capacidad a 15 millones de galones diarios (MGD).

La potabilizadora de Santiago, localizada en la comunidad de El Espino vía San Francisco, tiene 22 años de haber iniciado operaciones dotando de agua potable a la ciudad de Santiago y parte de los corregimientos de Canto del Llano, La Peña, Los Algarrobos, San Martín, Edwin Fábrega y parte del acueducto de Atalaya.

Este proyecto también incluye la rehabilitación completa de las actuales instalaciones de la potabilizadora de Santiago, lo que la convertirá en la planta de tratamiento de agua potable más moderna del país. Cabe señalar que este nuevo sistema mecanizado cumplirá con los estándares de deshidratación para su disposición final, la cual se mantiene según el estudio previamente aprobado.

La obra incluye la construcción de un tercer módulo con la capacidad de procesar 5 millones de agua por día, reemplazo e instalación de nuevos equipos de dosificación y automatización, modernización del sistema de potabilización entre otras mejoras, las cuales fueron previamente aprobadas mediante el Estudio de Impacto Ambiental Categoría I del proyecto Rehabilitación de la Planta Potabilizadora de Santiago, Veraguas y la Modificación del Estudio Ambiental antes mencionado. Sin embargo, la empresa ASTEISA realizó un estudio detallado del desarrollo de la obra y planteó una modificación técnica al manejo de los lodos de la planta de tratamiento de agua potable, lo cual optimiza los trabajos y requiere de menos

espacio físico. Esta modificación es la que estaremos desarrollando en detalle en el presente documento.

En la modificación antes señalada se incluye también el cambio de nombre del proyecto del Estudio de Impacto Ambiental Categoría I: “*Rehabilitación de la Planta Potabilizadora de Santiago, Veraguas*” a “CONSTRUCCIÓN DEL SEGUNDO MÓDULO Y REHABILITACIÓN DEL PRIMER MÓDULO DE LA PLANTA DE AGUA POTABLE DE LA CIUDAD DE SANTIAGO DE VERAGUAS Y OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE AMBOS MÓDULOS”.

1.2. Legislación Aplicable

La legislación vigente que permite que sea sometida la presente Modificación del Estudio de Impacto Ambiental Categoría I del Proyecto Rehabilitación de la Planta Potabilizadora de Santiago, Veraguas se presenta a continuación:

Artículo 1 del Decreto Ejecutivo N° 975 del 23 de agosto 2012, que modifica el artículo 20 del Decreto Ejecutivo N° 123 del 14 de agosto de 2009, según fue modificado por el artículo 2 del Decreto Ejecutivo N° 155 del 5 de agosto de 2011.

Artículo 2 del Decreto Ejecutivo N° 155 del 5 de agosto de 2011, que modifica el Decreto Ejecutivo No. 123 del 14 de agosto de 2009.

Artículo 20 del Título II: De los Proyectos, Obras o Actividades que Ingresen al Proceso de Evaluación de Impacto Ambiental, del Decreto Ejecutivo N° 123 del 14 de agosto de 2009.

De acuerdo a lo estipulado en los decretos antes señalados, podemos afirmar que la propuesta de modificación pretende implementar un sistema más compacto y eficiente que pueda ser instalado en un área aledaña a la planta potabilizadora de Santiago, con una capacidad para tratar 20MGD (millones de galones por día) de lodos, generados en la planta potabilizadora de Santiago. Este volumen del sistema de tratamiento de fangos se desglosa de la siguiente manera: producción del volumen de agua potable actual de la planta, 10MGD, así como su ampliación de 5MGD, la cual fue aprobada mediante la Resolución MOD-IA-MARV-018-2016, del 10 de marzo de 2016; además el diseño de este sistema permitirá que si en un futuro

se amplía la producción de agua potable en 5MGD adicionales, la planta tratamiento de lodos podrá asumir el manejo de este volumen.

Por todo lo anterior podemos señalar que la instalación de este nuevo sistema de manejo de lodos con el cual se pretende optimizar el proceso, ya se encontraba contemplado, tanto en el Estudio de Impacto Ambiental como en la Modificación aprobada. Es por esto que reafirmamos que la instalación del sistema de tratamiento de lodos, no constituye una nueva actividad, ni implican impactos ambientales que excedan la norma ambiental que los regula o que no hayan sido contemplados en el Estudio de Impacto Ambiental aprobado por la Resolución IA- ARAV-005-2015, tal como se demostrará técnicamente en el presente documento.

Por cuestiones contractuales, el promotor del proyecto ha considerado además someter al Ministerio de Ambiente la Modificación del nombre del proyecto a “CONSTRUCCIÓN DEL SEGUNDO MÓDULO Y REHABILITACIÓN DEL PRIMER MÓDULO DE LA PLANTA DE AGUA POTABLE DE LA CIUDAD DE SANTIAGO DE VERAGUAS Y OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE AMBOS MÓDULOS”.

1.3. Modificación Propuesta

La presente modificación consiste en implementar un sistema de manejo de lodos para el incremento de la producción del volumen de agua potable generada en la planta de 10 millones de galones por día (MGD) a 15 millones de galones por día (MGD), con este nuevo sistema propuesto la planta tendrá la capacidad de manejar los lodos generados por la producción actual y su ampliación de 5MGD, lo cual le dará un margen amplio a este sistema para el tratamiento del agua cruda con una capacidad máxima de hasta 20MGD.

Tal como mencionamos anteriormente, el promotor del proyecto por cuestiones contractuales requiere someter ante el Ministerio de Ambiente el cambio de nombre del proyecto. El nombre actual del proyecto es *Rehabilitación de la Planta Potabilizadora de Santiago, Veraguas*, el cambio de nombre propuesto es “**CONSTRUCCIÓN DEL SEGUNDO MÓDULO Y REHABILITACIÓN DEL PRIMER MÓDULO DE LA PLANTA DE AGUA POTABLE DE LA CIUDAD DE SANTIAGO DE VERAGUAS Y OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE AMBOS MÓDULOS**”.

A continuación, se presenta un resumen del estatus legal, así como del contenido del Estudio de Impacto Ambiental aprobado, de la modificación aprobada y la propuesta de la presente modificación.





Estudio de Impacto Categoría I del proyecto REHABILITACIÓN DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE SANTIAGO, VERAGUAS	Modificación del Estudio de Impacto Ambiental Categoría I del proyecto REHABILITACIÓN DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE SANTIAGO, VERAGUAS	Modificación Propuesta del Estudio de Impacto Ambiental Categoría I del proyecto REHABILITACIÓN DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE SANTIAGO, VERAGUAS
Aprobado mediante la RESOLUCIÓN IA-ARAV-005-2015	Aprobado mediante la RESOLUCIÓN IA-ARAV-018-2016 DEL 16 de marzo de 2016.	Pendiente de Evaluación de la propuesta.
DESCRIPCIÓN:	DESCRIPCION: El proyecto consiste en la ampliación de la Planta consistirá en un nuevo módulo a construirse anexado a la planta existente, dentro del área de influencia directa identificada dentro del EsIA aprobado (RESOLUCIÓN IA-ARAV-005-2015), siendo esta área el polígono donde se ubica actualmente la planta potabilizadora (2 hectáreas) y una sección de 725 m ² del terreno de instalación de dos nuevos equipos de bombeo de 600HP, los componentes con que contará el proyecto son: <ul style="list-style-type: none">• Mezclador hidráulico,• floculadores,• sedimentadores,• filtros,• optimización y mejoras para dosificación de químicos,• tratamiento de lodos,	DESCRIPCIÓN: Se solicita el cambio de nombre del proyecto a CONSTRUCCIÓN DEL SEGUNDO MÓDULO Y REHABILITACIÓN DEL PRIMER MÓDULO DE LA PLANTA DE AGUA POTABLE DE LA CIUDAD DE SANTIAGO DE VERAGUAS Y OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE AMBOS MÓDULOS Se presenta una modificación en la construcción del sistema de tratamiento de lodos, que dentro de su ejecución presenta beneficios directos al sistema nuevo y existente; <ul style="list-style-type: none">• El sistema es más efectivo y compacto,• El nuevo sistema de lodos es mecanizado, a diferencia de los sistemas convencionales que trabajan a gravedad.• El sistema nuevo de tratamiento de lodos es una infraestructura nueva para IDAAN, con tecnología de control SCADA.<ul style="list-style-type: none">• Su implantación es en una superficie menor dentro del terreno actual del proyecto, por lo



<ul style="list-style-type: none"> • equipos nuevos de bombeo para la estación de agua tratada, medidor de caudal. 	<p>acelerada laminar con sistema de extracción de lodos continuo y filtros de lavado mutuo, de medio filtrante doble y retrolavado por agua y aire, además de:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mezclador hidráulico, • Floculadores, • Sedimentadores, • Filtros, • Químicos, • Tratamiento de lodos, • Sistema SCADA y comando de los filtros. 	<ul style="list-style-type: none"> que no se necesita adquirir nuevas tierras, ni talar toda la parcela original. Se incluirá la adición de un depósito de almacenamiento de las aguas de lavado de filtros complementando el proceso de espesamiento y deshidratación mecánica de lodos. La capacidad de las instalaciones de la línea de lodos se diseño, de manera holgada para absorber las puntas de turbiedad del río Santa María. Eliminar la contaminación ambiental que se origina en la PTAP; la instalación se ha dimensionado para el tratamiento de los lodos teniendo en cuenta la planta existente, la nueva y una futura ampliación de la planta de tratamiento de agua potable (PTAP). El agua de lavado de los filtros de arena se almacenará en un tanque previo, proceso de desarenado. Los lodos sedimentados en el depósito de almacenamiento de agua de lavado se impulsarán al esperador por gravedad. El tratamiento de los lodos procedentes de los decantadores laminares se realizará mediante un proceso de espesamiento mecánico y desecación final de los mismos mediante un decantador centrífugo.
---	---	---

Resumen del estatus del Estudio de Impacto Ambiental aprobado, de la modificación aprobada y la modificación propuesta.

1.3.1. Detalles del Sistema de Tratamientos de Lodos Propuesto

En la planta de tratamiento de agua potable (PTAP) de Santiago existen dos puntos donde se procede a la evacuación de lodos;

1. Purgas de decantadores lamelares
2. Aguas sucias procedentes del lavado de filtros de arena

Actualmente estos dos tipos de lodos son enviados a las tinas de sedimentación y posteriormente a lechos de secado.

En el sistema propuesto en esta modificación se pretende complementar la línea de agua de la PTAP con un tratamiento de fangos procedente de decantadores lamelares y de los lodos separados por sedimentación en el agua de lavado de filtros.

La capacidad de las instalaciones se ha diseñado de manera holgada para absorber las puntas de turbiedad que pueda tener el río Santa María. Así mismo la instalación se ha dimensionado para el tratamiento de lodos teniendo en cuenta una futura ampliación de la PTAP. Los equipos mecánicos principales se instalarán con una reserva activa para las labores de mantenimiento.

El funcionamiento de la línea de lodos será automático y controlado mediante sistema Scada desde la sala de control de la PTAP.

El agua de lavado de los filtros de arena se almacenará en un tanque, previo proceso de desarenado. Los fangos sedimentados en el depósito de almacenamiento de agua de lavado se impulsarán al espesador por gravedad. El tratamiento de los lodos procedentes de los decantadores lamelares se realizará mediante un proceso de espesamiento mecánico y desecación final de los mismos mediante decantador centrífugo. Ver figura N°1.

El tratamiento global de las aguas de lavado y lodos estará compuesto por los siguientes elementos:

- Desarenado de aguas procedentes de lavado de filtros
- Depósito almacenamiento de agua de lavado de filtros.

- Bombeo de lodos de sedimentados en depósito de almacenamiento a espesador por gravedad.
- Extracción de lodos de decantadores lamelares hasta pozo de bombeo de fangos.
- Pozo de bombeo de fangos a espesador por gravedad.
- Espesadores de lodos por gravedad.
- Bombeo de lodos espesados a deshidratación
- Deshidratación de lodos mediante decantadores centrífugos.
- Extracción de lodos deshidratados mediante tornillo transportador.
- Dosificación de polielectrolito para deshidratación de fangos.

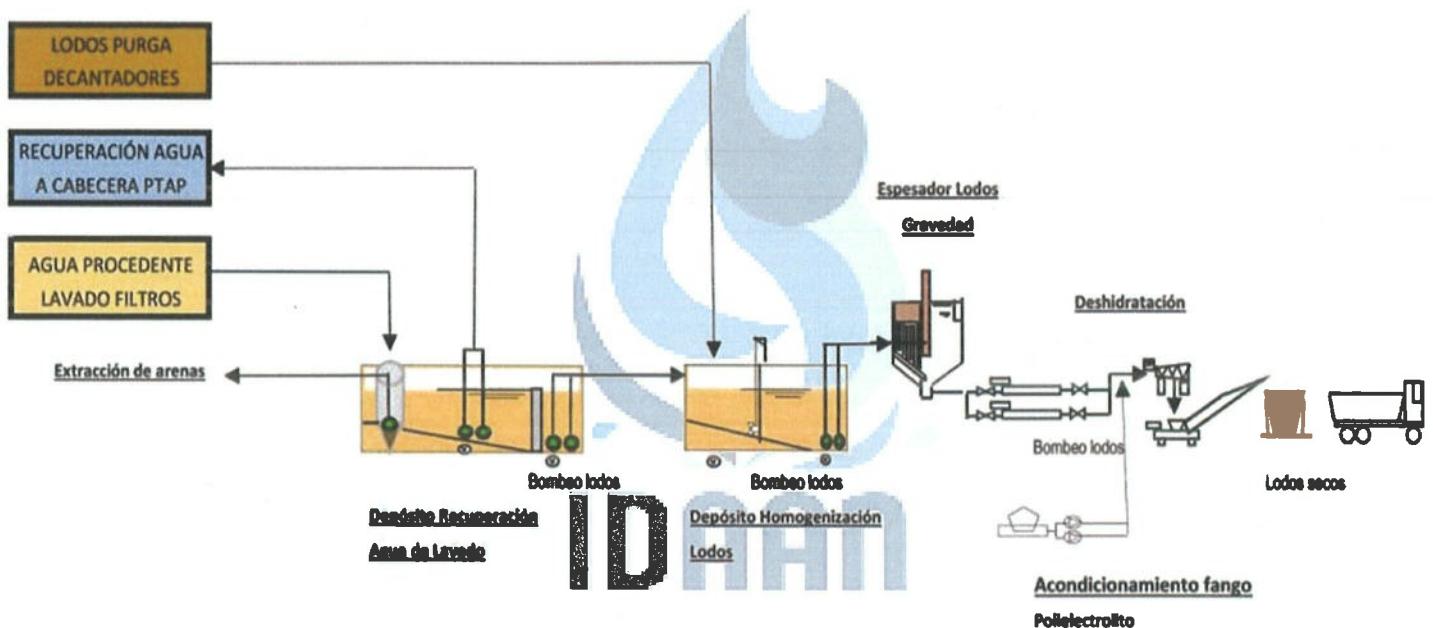


Figura N°1: Esquema del Sistema Propuesto

1.3.2. Características de la Implantación de la Línea de Lodos

La superficie necesaria para la nueva línea de lodos es de unos 900 m² por lo que se puede adaptar fácilmente a la parcela existente sin la necesidad de ocupar nuevas fincas. En la figura Nº 2 se observa la distribución de los elementos de la línea de lodos.

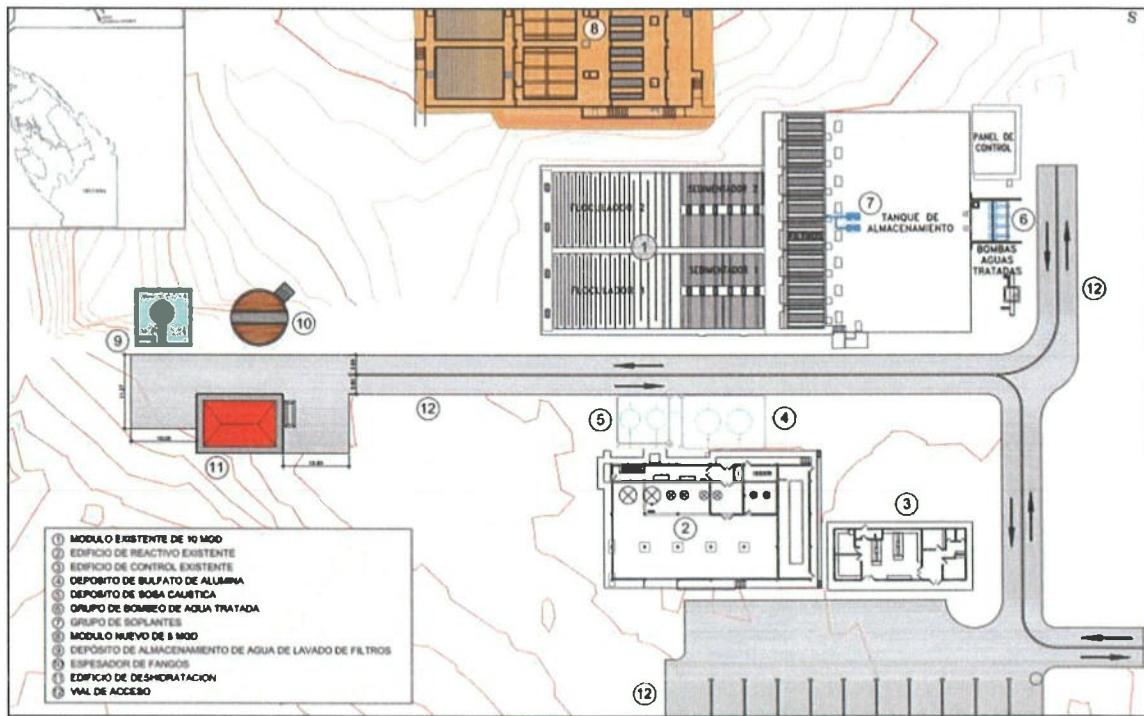


Figura 2: Distribución de los elementos de la línea de lodos.

La concepción de la línea de lodos se ha desarrollado atendiendo a las instalaciones existentes, a la secuencia lógica del proceso, a las características topográficas y geotécnicas del terreno. Cabe destacar que la ubicación elegida se caracteriza por los siguientes factores;

- Mínimo movimiento de tierra. La cota de urbanización es 62.40 m
- Diferenciar la zona de lodos de la línea de agua. Organización de la planta por medio de una urbanización clara y sencilla que delimite bien las zonas y usos.
- Permitir la accesibilidad a todos los elementos de la línea y en especial a los camiones destinados a la gestión de los lodos. En este sentido se han tenido en cuenta la anchura de viales y de las áreas de giro de los camiones.
- Facilitar la llegada por gravedad de las aguas de lavado de filtros y lodos de los decantadores.

- Respetar las zonas reservadas para ampliaciones futuras de la línea de agua.

1.3.3. Descripción del Proceso y sus Principales Elementos

1.3.3.1. Depósito de Almacenamiento de Agua de Lavado de Filtros

Tras el lavado de un filtro de arena, el agua sucia se enviará al depósito de almacenamiento de agua de lavado por gravedad a través de una tubería de PVC DN 500mm. El objeto de dicho depósito será la recepción, desarenado y almacenamiento de las aguas de lavado para permitir la sedimentación de las partículas en suspensión que lleven. Tras la sedimentación de las aguas, éstas saldrán por gravedad hasta el cauce receptor tal y como estaba previsto en el proyecto original.

Para la extracción de las arenas se instalará en su pasarela una bomba vertical tipo Air -Lift que impulsará la mezcla de agua y arenas fuera del recinto al cauce receptor de forma que se protejan los siguientes procesos de la línea de lodos. Las ventajas de la bomba propuesta es que no tiene ninguna necesidad de mantenimiento ni de motor eléctrico y las arenas no podrán erosionarla. Su rendimiento es bajo pero suficiente para la extracción de las arenas. Para su funcionamiento se necesitará la inyección de aire comprimido en la parte inferior de la tubería de descarga que está sumergida en el desarenador.

El aire comprimido se mezclará con el líquido haciendo que la mezcla aire-agua sea menos densa que el resto del líquido que lo rodea y, por lo tanto, se desplaza hacia arriba a través del tubo de descarga por el líquido circundante de mayor densidad. Las arenas serán arrastradas y se descargarán tras el vertedero de salida del depósito. El aire comprimido será aportado por sopladores instalados en el edificio de deshidratación de lodos cuya función será aportar aire para la bomba air lift. La capacidad unitaria de los soplantes será de 150 m³/h de caudal aspirado a una presión de 0.7 bar.

El depósito de recuperación de agua de lavado de los filtros será construido en concreto reforzado, con un volumen útil equivalente a varias operaciones de lavado de los filtros.

1.3.3.1.1. Cálculo del Volumen de Agua del Depósito

Aqua de lavado FILTROS EXISTENTES (m³/día) (2 lavados) 114.8m³

Aqua de lavado FILTROS NUEVOS (m³/día) (2 lavados) 135.2m³

TOTAL, VOLUMEN NECESARIO (2+2) LAVADOS 250,0 m³

El consumo estimado de lavado en los filtros existentes es de 114.8 m³ (suponiendo que se produjeran dos lavados consecutivos), y el volumen estimado de dos lavados consecutivos en los filtros nuevos será de unos 114.88 m³. Es decir que en total se estima que el volumen necesario del depósito de recuperación de agua de lavado de filtros debería ser de unos 250m³ (volumen calculado suponiendo cuatro lavados consecutivos). Es decir que la superficie proyectada sería de unos 64 m².

Las dimensiones del depósito proyectado son las siguientes:

Calado útil 4.0m

Longitud útil 8.0m

Anchura útil 8.0m

Superficie 64.0 m²

Volumen útil 256.0m³

1.3.3.2. Cálculo de Producción de Lodos

A continuación, se adjunta tabla de la estimación de los lodos generados en la PTAP, ver figura N°3. El cálculo de la producción de lodos se ha realizado con el dato de los sólidos totales disueltos aportados por el IDAAN de la PTAP de Santiago Veraguas.

Se adjunta una columna con la proyección futura de producción de fangos para el caso de que se amplíe en el futuro a la capacidad de la PTAP hasta 20 MGD.

ESTIMACIÓN PRODUCCIÓN DE LODOS				
PROYECCIÓN	Diseño		Futuro	
Caudales de la PTAP	56,782.8 m ³ /d	15.0 MGD	75,710.4 m ³ /d	20.0 MGD
Producción de lodos	Media	Punta	Media	Punta
Concentración SS entrada	42.0 mg/l	55.0 mg/l	42.0 mg/l	55.0 mg/l
Producción de lodos	2,384.9 kgSS/d	3,123.1 kgSS/d	3,179.8 kgSS/d	4,164.1 kgSS/d
Concentración de lodos	0.8%	0.8%	0.8%	0.8%
Caudal de lodos	289.4 m ³ /d	379.0 m ³ /d	385.9 m ³ /d	505.3 m ³ /d

Figura N°3: Proyección Futura de Fangos para el caso en que se amplíe en el futuro la capacidad de la planta de tratamiento de agua potable (PTAP) a 20MGD. Fuente: Documento técnico de ASTEISA, sobre Mejoras propuestas a la línea de lodos del proyecto, Noviembre 2018.

1.3.3.3. Pozo de Bombeo de Fangos

Los fangos procedentes de los decantadores lamelares se purgarán de forma secuencial mediante apertura y cierre de válvulas automáticas de 3" de accionamiento eléctrico. Los fangos extraídos, tanto de los decantadores nuevos como de los existentes, confluirán en un pozo de rotura de carga desde el que se conducirán por gravedad mediante una conducción de 8" de PVC hasta un pozo de elevación de lodos a espesador.

El objeto de este bombeo será la regulación de lodos al espesador, así como permitir su llegada puesto que el espesador se ubicará de forma elevada en el terreno.

Las dimensiones del pozo de bombeo son las siguientes:

Calado útil	2.0m
Longitud útil	1.7m
Anchura útil	1.7m
Superficie	2.88m ²
Volumen útil	5.77m ³

El pozo de bombeo de lodos se construirá anexo al espesador de gravedad.

1.3.3.4. Espesador de Lodos por Gravedad

Los lodos serán sometidos a un proceso de espesamiento con la finalidad de reducir su volumen mediante su concentración, o eliminación parcial de agua de arrastre.

Mediante el espesado se conseguirá reducir la capacidad de los equipos de deshidratación de fangos. Además de ello, el espesador de gravedad se ha dimensionado de forma holgada para

su correcto funcionamiento tanto en la etapa actual como la futura. En este sentido podrá ser utilizado como depósito regulador para momentos punta de producción de lodos.

Para el espesamiento de los fangos procedentes de decantadores lamelares y del depósito de almacenamiento de agua de lavado de filtros, se ha optado por un espesador de gravedad, con accionamiento central con rasqueta de fondo diametral.

La acometida de los fangos al espesador, se realizará superficialmente, en la parte central, siendo equirepartido y dirigido por un cilindro metálico suspendido de la plataforma de acceso.

El barrido de los fangos se realiza mediante dos brazos radiales, con concentradores de fondo, construidos en chapa de acero y terminados en neopreno. El sistema barredor es accionado por una cabeza de mando central, con motorreductor exterior, soportando sobre una viga-pasarela diametal de hormigón.

Los fangos espesados serán purgados desde el fondo del aparato, mientras que el sobrenadante es recogido en un canal perimetral de concreto, provisto de una tubería de salida que conduce este líquido al drenaje general de la PTAP.

El espesador se dimensiona con 8.0 m de diámetro y 3.5 m de altura cilíndrica útil. Esto proporciona un volumen útil unitario de 189.3 m³, con lo que el tiempo de retención hidráulico es de 15.7 h y el de retención de fangos de 35.7 horas. Se considera una concentración de salida del fango de 30 kg/m³.

Los fangos espesados por gravedad se purgarán a través de una conducción en HD de 4" e impulsados a deshidratación mediante dos (1+1) ud bombas de tornillo helicoidal (de reserva una), de 10 m³/h de capacidad unitaria. El caudal de estas bombas será variable mediante variador mecánico. Ver figuras N°5.

Dimensionamiento:

Dimensionamiento:

Superficie necesaria:	T. Alta	T.Baja
En función carga hidráulica	15,8	16,1 m2.
En función carga de Sólidos	22,3	17,0 m2.
Se adopta la superficie mayor	22,3 m2.	
Número de unidades		1,0
Diámetro necesario		5,3 m
Diámetro adoptado	8,0 m	
Superficie real	50,3 m2	
Altura cilíndrica útil		3,5 m.
Volumen zona cilíndrica		175,9 m3.
Diámetro poceta central		1,0 m.
Pendiente solera		5,0 :1
Altura zona cónica		0,7 m.
Volumen zona cónica		13,4 m3.
Volumen total unitario		189,3 m3.
Volumen total útil	189,3 m3.	

Figura N°5: Dimensionamiento del Espesador de Lodos.

Fuente: Documento técnico de ASTEISA, sobre Mejoras propuestas a la línea de lodos del proyecto, Noviembre 2018.

1.3.3.5. Deshidratación de Fangos

Una vez espesados los lodos, éstos se someten a un proceso de deshidratación, de forma tal que se reduce su volumen, facilitando su posterior manejo.

Se proyecta realizar la deshidratación de los lodos mediante centrífugas con la que se obtendrá una sequedad de los fangos igual o superior al 22%.

Las instalaciones de deshidratación se han proyectado para las cargas de lodos que se producirán en la PTAP tanto en la fase actual como en la posible ampliación futura. Se instalará dos (2 ud) decantador centrífugo una de las cuales permanecerá en reserva, sin embargo, en condiciones punta o por exigencias de la operación de la planta, podrán utilizarse las dos unidades. Ver figura N°6.

Las instalaciones que conforman este apartado son las siguientes:

- ✓ *Bombeo de fangos a deshidratar*
- ✓ *Acondicionamiento de fangos*
- ✓ *Decantadoras centrífugas*

- ✓ *Tornillo de fango deshidratado*
- ✓ *Contenedor de almacenamiento de fango*



Figura N°6: Decantador Centrífugo

Previo a la deshidratación el lodo debe ser acondicionado para facilitar el drenaje del agua. Para acondicionamiento químico de este tipo de lodos se utiliza polielectrolito catiónico. Este reactivo, que se suministra en polvo, se preparará en un equipo de preparación compacto automático formado por tres compartimentos, en dos de los cuales se disponen agitadores, hasta conseguir su dilución al 0,5 %. La salida de esta cuba alimenta a dos (I+IR) bombas de tornillo helicoidal con un caudal máximo de 348 l/h. Estas bombas inyectan la solución en la tubería de alimentación de fangos a las centrífugas, quedando una de ellas en reserva.

La separación tiene lugar en un rotor cilíndrico horizontal equipado con un tornillo sinfín. La alimentación entra en el rotor a través de un tubo de entrada estacionario y se acelera suavemente mediante un rotor de entrada. Las fuerzas centrífugas hacen que los sólidos se sedimenten en la pared del rotor. El tornillo sinfín gira en la misma dirección que el rotor, pero a distinta velocidad, con lo cual los sólidos se mueven hacia el extremo cónico del rotor. El diseño permite que la presión hidráulica dentro del rotor aumente el desplazamiento a través de la estrecha abertura. Sólo la parte más seca de la torta sale del rotor a través de las

aberturas para descarga de sólidos que hay en la carcasa. La separación tiene lugar a lo largo de toda la parte cilíndrica del rotor, y el líquido depurado sale del rotor a través de diques de placa ajustables practicados en la carcasa.

El equipo está diseñado y construido para operar a la máxima velocidad con material de proceso contenido sólidos con densidades de hasta 1200 kg/m^3 . El rotor, el tornillo sinfín, la carcasa, el tubo de entrada, las salidas y otras piezas en contacto con los medios implicados en el proceso están hechos de AISI 316 y acero inoxidable duplex. Los sellos, anillos o retenedores son hechos en nitrilo o neopreno.

1.3.3.5.1. Principio de Funcionamiento

La separación se produce en un rotor cilíndrico horizontal provisto de un tornillo transportador. La alimentación se realiza a través de un tubo de entrada fijo y se acelera suavemente mediante un rotor de entrada. Las fuerzas centrífugas hacen que los sólidos sedimenten en las paredes del rotor. Ver figura N°7.

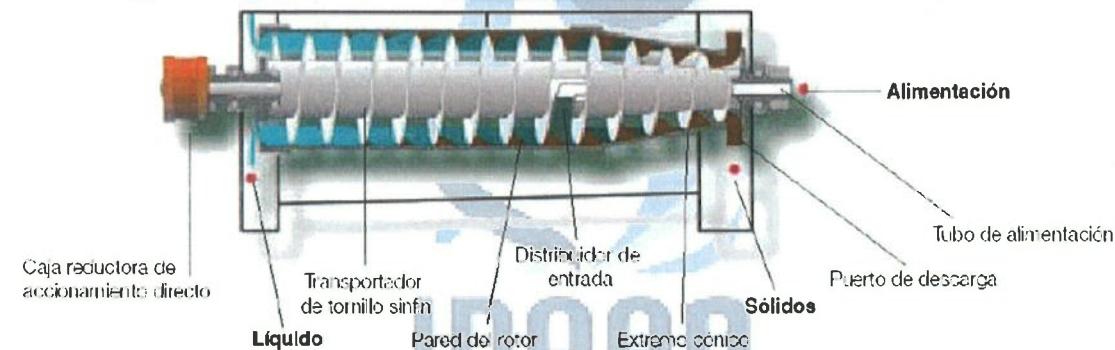


Figura N°7: Detalles del Decantador Centrífugo

El tornillo sinfín gira en la misma dirección que el rotor, pero a distinta velocidad desplazando así los sólidos hacia el extremo cónico del rotor. Sólo la parte más seca de la torta sale del rotor a través de las aberturas para descarga de sólidos que hay en la carcasa. La separación tiene lugar a lo largo de toda la parte cilíndrica del rotor. El líquido depurado sale del rotor a través de diques de placa.

Se proyectan dos centrífugas de capacidad unitaria $8 \text{ m}^3/\text{h}$, lo que permitirá operar con una unidad en servicio y una en reserva, para tratar la producción prevista de fangos. Como se ha comentado anteriormente en caso de necesidad las dos máquinas podrán funcionar.

1.3.3.5.2. Sistema de Accionamiento

El rotor se acciona mediante un motor eléctrico y una transmisión por correa trapezoidal. El método de arranque es estrella triángulo. El tornillo sinfín recibe energía a través de una caja reductora de engranajes planetarios de dos etapas. La diferencia de velocidad entre el rotor y el tornillo sinfín se regula mediante un eficiente sistema de tracción trasera (Backdrive) para las opciones de velocidad variable

1.3.3.5.3. Diseño

Una carcasa compacta, soporta el rotor con rodamientos en ambos extremos. Bajo la carcasa se encuentran los amortiguadores. El rotor está cubierto por una tapa, provista de una sección inferior donde están integradas las salidas para sólidos y líquidos.

1.3.3.5.4. Materiales

El rotor, el tornillo sinfín, el tubo de entrada, las salidas, la tapa y otros componentes en contacto directo con el lodo están fabricados en acero inoxidable AISI 316. Las salidas de descarga, los álabes del sinfín las paletas del transportador y la zona de alimentación están protegidos con material altamente resistente a la erosión. El bastidor está fabricado en acero al carbono con acabado de resina epoxy.

Se proyectan dos centrífugas de capacidad unitaria de $8 \text{ m}^3/\text{h}$, lo que permite operar con una unidad en servicio y una en reserva, para tratar la producción prevista de fangos. En caso de necesidad podrán operar las dos máquinas.

Los lodos secos de salida de la centrífuga se descargarán sobre un tornillo transportador que hasta un contenedor para su almacenamiento hasta su posterior gestión según las indicaciones del IDAAN.

1.3.3.6. Edificio de Deshidratación de Fangos

Se ha previsto albergar los equipos de deshidratación de lodos protegidos bajo cubierta por lo que se construirá un edificio de deshidratación de fangos proyectado de una sola altura, con planta rectangular de dimensiones exteriores $10.50 \times 6.50 \text{ m}$ y con una altura útil de 4.60m Dicho edificio albergará los siguientes equipos o estructuras:

- ✓ Equipo de deshidratación, dos centrífugas

- ✓ Cuadro eléctrico centrífugas
- ✓ Polipasto manual de 1,000 kg
- ✓ Dos bombas de alimentación de lodos a centrífugas
- ✓ Equipo de preparación de polielectrolito
- ✓ Dos bombas de dosificación de polielectrolito
- ✓ Zona de almacenamiento de polielectrolito en polvo

El edificio contará con las siguientes características

Cerramiento de fachada con bloque de concreto de 16 cm de espesor. El panel se pintará exteriormente para dar un acabado arquitectónico similar al de los edificios ya existentes en la planta.

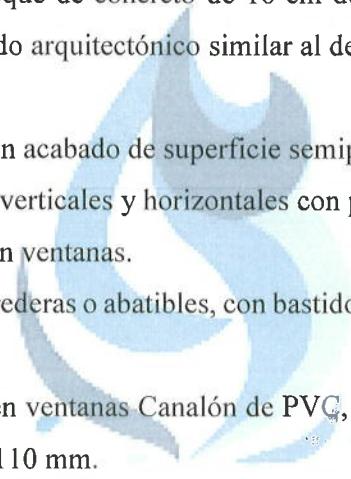
Pavimento para uso industrial con acabado de superficie semipulida.

Acabado interior de paramentos verticales y horizontales con pintura plástica en dos manos.

Vierteaguas de piedra artificial en ventanas.

Puertas exteriores metálicas, correderas o abatibles, con bastidor de perfiles tubulares y chapa plegada.

Carpintería de aluminio lacado en ventanas Canalón de PVC, cazoletas sifónicas y bajantes interiores en tubería de PVC de 110 mm.



IDAAN

1.3.3.7. Electricidad y Control

1.3.3.7.1. Instalación en Baja Tensión

La alimentación a la instalación de fuerza en baja tensión se hará desde el centro de transformación al cuadro de distribución, desde donde se distribuye al Centro de Control de Motores de la línea de lodos y desde aquí a los distintos receptores y equipos de mando. El CCM de la línea de lodos se ubicará en el edificio de control central con el resto de CCM de la PTAP.

Se empleará conductor de tipo RV-K 0,6/1 KV, siendo las líneas de una sola pieza y dotadas de terminales y numeración. Las secciones mínimas vendrán fijadas por normativa vigente aplicable del Reglamento de Baja Tensión. No obstante, se seguirá el siguiente criterio en cuanto a secciones mínimas:

- ✓ Para fuerza 13 AWG
- ✓ Para mando y señalización 15 AWG
- ✓ Para instalaciones empotradas de alumbrado: 15 AWG
- ✓ Instalación de alumbrado exterior: 9 AWG

Para los motores alimentados por variador de frecuencia se utilizará cable apantallado.

El tendido de cables se realizará de forma subterránea o mediante bandeja y tubo.

Los cables enterrados discurrirán bajo tubería de PVC de diámetros adecuados, registrable por arquetas con tapa y fondo con drenaje, y a una profundidad igual o superior a 60 cm.

En el caso de que la instalación sea aérea, se utilizarán bandejas y tubos de PVC en el interior de edificios, y mediante tubos y bandejas perforadas de acero galvanizado en caliente en el exterior.

Los circuitos de fuerza a 220V y los de mando y señalización 24V se llevarán por canalizaciones diferentes.

1.3.3.7.2. Alumbrado

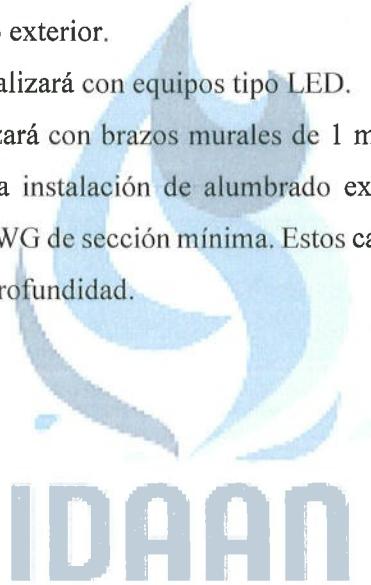
Además de la instalación de fuerza que alimenta a los distintos motores en la planta, se ha realizará la instalación de alumbrado del edificio.

El suministro de energía a esta instalación se hará desde armario general de alumbrado, situado en la sala cuadros general de la PTAP. De aquí saldrá la salida al cuadro local de alumbrado del edificio de deshidratación.

Se instalará en dicho edificio un cuadro general de alumbrado metálico que dispondrá de un interruptor de protección general. Además, incluirá un conjunto de interruptores con protección magnetotérmica y diferencial. Dispondrá además de interruptor horario para el mando del circuito de alumbrado exterior.

La iluminación del edificio se realizará con equipos tipo LED.

La iluminación exterior se realizará con brazos murales de 1 m de longitud, con luminaria cerrada y lámpara tipo LED. La instalación de alumbrado exterior se hará con cable de aislamiento 0,6/1 KV, de n x 9 AWG de sección mínima. Estos cables discurrirán bajo tubería de PVC enterrada a 0,60 m. de profundidad.



2. DESCRIPCIÓN DE LOS FACTORES FÍSICOS, BIOLÓGICOS Y SOCIOECONÓMICOS DEL SITIO DEL PROYECTO.

Para el desarrollo de esta sección, es importante mencionar que para la modificación planteada es válida la información presentada tanto en el Estudio de Impacto Ambiental aprobado mediante la Resolución IA-ARAV-005-2015, así como en la modificación aprobada mediante la Resolución MOD-IA-MARV-018-2016 del 16 de marzo de 2016, razón por la cual, ésta será utilizada como referencia en el presente documento.

2.1. Factores Físicos

2.1.1. Formaciones Geológicas Regionales

El proyecto se ubica sobre las formaciones volcánicas Tucué (18.57%) y San Pedrito (79.64%) y sobre la formación sedimentaria Santiago, abarcando un 1.79%. En la siguiente tabla, se resume la geología regional.

Tabla N°1 Geología Regional

Geología Regional					
Formaciones Volcánicas					
Simbología	Grupo	Formación	Descripción	Sup Ha	Sup (%)
TM-CATu	Cañazas	Tucué	Andesitas/basaltos, lavas, brechas, tobas y plugs.	7277.71	18.57
TM-SP	San Pedrito	San Pedrito	Tobas y aglomerados.	31213.18	79.64
Formaciones Sedimentarias					
Simbología	Grupo	Formación	Descripción	Sup Ha	Sup (%)
TM-SA	N/A	Santiago	Arenisca, conglomerados.	702.06	1.79

Fuente: Modificación de Estudio de Impacto Ambiental Cat. 1-Rehabilitación de la Planta Potabilizadora de Santiago, Veraguas, elaborado por Louis Berger Group Inc.

2.1.1.1. Unidades Geológicas Locales

El área en la cual se desarrolla el proyecto corresponde a formaciones geológicas pertenecientes al periodo terciario.

Las zonas pertenecientes al periodo Terciario corresponden a zonas deprimidas, constituidas por rocas sedimentarias marinas. La topografía varía de aplanada a poco ondulada, con declives que oscilan entre muy débil y débil. Relieves residuales (colinas aisladas y diques) irregularizan el paisaje de estas unidades. En el área de influencia del proyecto, se presenta la unidad geológica San Pedrito en un 100%. Ver Tabla 2.

Tabla 2: Unidades Geológicas Locales

Periodo	Grupo	Formación	Forma	Símbolo	Descripción-Sedimentarias	Sup Ha	% AID
Terciario	San Pedrito	San Pedrito	Volcánicas	TM-SP	Tobas y Aglomerados	168.81	100

Fuente: Modificación de Estudio de Impacto Ambiental Cat. 1-Rehabilitación de la Planta Potabilizadora de Santiago, Veraguas, elaborado por Louis Berger Group Inc.

2.1.2. Descripción del Uso de Suelo

Con la caracterización del suelo se busca evaluar taxonómicamente las distintas propiedades que identifican los suelos en las áreas de influencia directa e indirecta del proyecto. Utilizando como referencia la información del Catastro Rural de Tierras y Aguas de Panamá (CARTAP), se presentan las características de drenaje, profundidad, textura, erosión, material de origen de los suelos y pedregosidad, en la Tabla 3:

Tabla 3: Características de los Suelos según CARTAP

Área de Influencia	Código	Drenaje	Profundidad (Mts)	Textura
Indirecta	OXMCf1IeD11VI	Moderadamente Bien Drenados	Muy Profundos	Arcillosa Fina
	OXNCf1FtB20IV	Drenaje Imperfecto	Muy Profundos	
	OXWCF3IeD10VI	Bien Drenado	Moderadamente Profundo	
	OCNCf2IeB10III	Drenaje Imperfecto	Profundos	
Directa	OCNCf2IeB10III	Drenaje Imperfecto	Profundos	Arcillosa Fina

Fuente: Modificación de Estudio de Impacto Ambiental Cat. 1-Rehabilitación de la Planta Potabilizadora de Santiago, Veraguas, elaborado por Louis Berger Group Inc.

Como se observa en la tabla anterior, en el área de influencia directa del proyecto predominan los suelos muy profundos, moderadamente profundos y profundos, con textura arcillosa fina y con drenaje variable.

2.1.3. Deslinde de la Propiedad

El área del proyecto se encuentra en el distrito de Santiago, las obras se ubicarán en el terreno de la Planta Potabilizadora de Santiago, que pertenece a la Finca N°22524, Rollo 28199 Documento 1 perteneciente al IDAAN con 2 Has. Específicamente en el corregimiento de Canto del Llano.

Con el desarrollo de la optimización del sistema de lodos no se hace necesaria la utilización de la Finca 972, Rollo: 28199, Tomo: 205, Folio 56, propiedad de AGROGANADERA SANTA MONICA S.A., razón por la cual la propuesta de desarrollo se mantiene dentro de del terreno del IDAAN, tal como lo señalaba el Estudio de Impacto Ambiental aprobado.

2.1.4. Capacidad de Uso y Aptitud

La capacidad de los suelos del área de influencia directa se ubica en la Clase III. Son suelos arables con severas limitaciones en la selección de las plantas, mientras que área de influencias indirecta se caracteriza por suelos de clase III, IV y VI. En la tabla se puede observar la capacidad y actitud de los suelos según el área de influencia.

Tabla 4: Capacidad de Uso y Aptitud de los Suelos del Área del Proyecto

Símbolo	Capacidad de Uso y Actitud de los Suelos			
	Área de Influencia Directa		Área de Influencia Indirecta	
	Sup. (Ha)	Sup. (%)	Sup. (Ha)	Sup. (%)
III	2.72	100.00	87.34	52.58
IV			14.92	8.98
VI			63.83	38.43

Fuente: Modificación de Estudio de Impacto Ambiental Cat. I-Rehabilitación de la Planta Potabilizadora de Santiago, Veraguas, elaborado por Louis Berger Group Inc.

2.1.5. Topografía

El área del Proyecto se distingue por presentar los siguientes rangos de elevación dentro del área de influencia del Proyecto:

Tabla 5: Rangos de Pendiente dentro del Área de Influencia del Proyecto

Rangos Elevación (metros)	AID		AII	
	Sup/ Ha	Sup %	Sup/ Ha	Sup %
58-66	2.72	100	101.85	61.32
67-75			31.42	18.92
76-83			18.77	11.30
84-92			10.80	6.50
93-101			3.26	1.96

Fuente: Modificación de Estudio de Impacto Ambiental Cat. 1-Rehabilitación de la Planta Potabilizadora de Santiago, Veraguas, elaborado por Louis Berger Group Inc.

2.1.6. Clima

Según la clasificación de climas de Koppen el área del Proyecto cuenta con un clima Tropical Húmedo (Ami); el cual presenta una corta y ligera estación seca. La temperatura está por encima de los 18°C y la precipitación es de 2,500 mm anuales. Se da la existencia de una vegetación de bosque a selva tropical. Prevalece en el país y se extiende por las colinas y montañas bajas de Chiriquí y Veraguas, igualmente por la cuenca del Chagres y por las montañas de San Blas, Chimán y Darién. Se extiende a lo largo de la vertiente atlántica del Istmo y en la cuenca del río Bayano y algunos lugares de la provincia de Los Santos.

2.1.7. Hidrología

El área de estudio se encuentra dentro de la Cuenca del Río Santa María (132), la cual se ubica en la vertiente del Pacífico, en las provincias de Veraguas, Coclé y Herrera. Sus coordenadas geográficas son 8° 00' y 8° 35' de latitud norte y 80° 30' y 81° 15' de longitud oeste.

Sus límites naturales son: al norte con la cuenca del Río Concepción; al sur con la cuenca del Río Parita; al este con la cuenca del Río Grande; y al oeste con las cuencas del Río San Pedro y San Pablo.

El área de drenaje total de la cuenca es de 3,400.63 Km², desde su nacimiento hasta la desembocadura en el mar (Bahía de Parita). La longitud del río principal es de 168 Km, su elevación media es de 200 msnm, y el punto más alto se encuentra en la Cordillera Central con una elevación de 1,528 msnm.

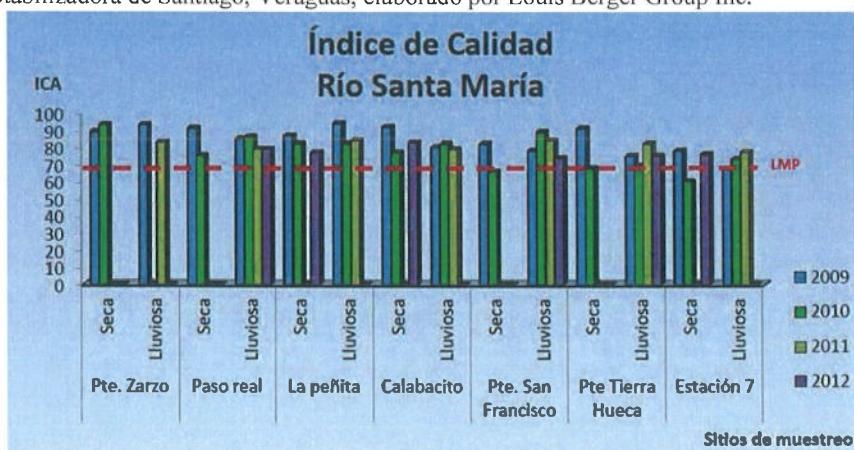
2.1.7.1. Calidad de las Aguas Superficiales

El Ministerio de Ambiente incluyó la cuenca hidrográfica del Río Santa María (Nº 132), en el programa de monitoreo para determinar la calidad del agua, el programa inicio a partir del año 2002, tomo como referencia cuatro Estaciones: Narices/ Puente Zarzo, Vía Guayabo; Paso real; Peñita Hernández y Puente San Francisco.

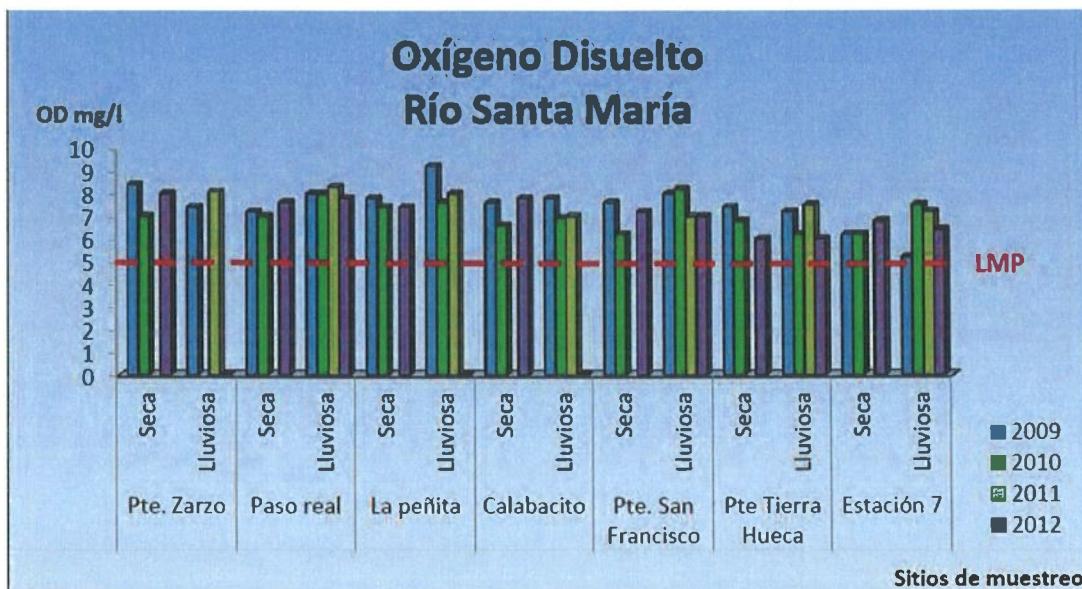
El índice de calidad de agua en general se ha mantenido en el rango de calidad aceptable y no contaminada para los 4 primeros sitios muestreados en la cuenca, se observa, para los demás sitios en algunos periodos, valores puntuales con calidad de agua aceptable y poco contaminada. En base a estos resultados, se puede sugerir que la calidad del agua en el río Santa María es apropiada para los siguientes usos: abastecimiento público, previo tratamiento de potabilización, industrial, agricultura, pesca y vida acuática; no es recomendable, en algunas de las estaciones, su uso para actividades recreativas de contacto directo. Ver Gráfica 1.

Grafica 1: Índice de Calidad de Agua del Río Santa María

Fuente: Modificación de Estudio de Impacto Ambiental Cat. 1-Rehabilitación de la Planta Potabilizadora de Santiago, Veraguas, elaborado por Louis Berger Group Inc.



Grafica 2. Concentración de Oxígeno Disuelto en el Río Santa María



LMP: Límite mínimo permitido para aguas destinadas para abastecimiento para consumo humano con tratamiento convencional.

Fuente: Modificación de Estudio de Impacto Ambiental Cat. I-Rehabilitación de la Planta Potabilizadora de Santiago, Veraguas, elaborado por Louis Berger Group Inc.

La demanda bioquímica de oxígeno se mantuvo por debajo del valor máximo recomendado para uso recreativo con contacto directo 3,0 mg/l y para abastecimiento para consumo humano con tratamiento convencional 5,0 mg/l.

2.1.7.2. Caudales

El sistema de agua potable de Santiago tiene su fuente de agua en el Río Santa María. Las coordenadas de la toma son: E 504378 N 907692.

La cuenca del río Santa María se encuentra localizada en la vertiente del Pacífico, en la provincia de Veraguas y parte de Herrera, entre las coordenadas 8° 00' y 8° 35' Latitud Norte y 80° 30' y 81° 15' Longitud Oeste. La cuenca registra una precipitación media anual de 2265 mm, la distribución espacial de las lluvias es heterogénea. Al Norte de la Cuenca se presenta un núcleo de altas precipitaciones que oscilan entre 2500 y 4000 mm. Del centro de la cuenca hacia el litoral la precipitación desciende hasta valores de 1300 mm/año. El 90% de la lluvia ocurre entre los meses de mayo a noviembre y el 10% restante se registra entre los meses de diciembre a abril.

2.1.7.3. Registro de Caudales en la Zona

El río Santa María cuenta con registros de caudales en varios puntos. Uno de estos puntos se encuentra situado en las proximidades de la toma. Esta estación de Santa María San Francisco se encuentra localizada en la margen derecha del puente sobre el río Santa María en la carretera de Santiago a San Francisco a tan solo 500 metros de donde se encuentra ubicada la toma. A continuación, se muestran los registros de caudales de la estación, Ver Tabla 6, Tabla 7 y Tabla 8.



Tabla 6. Caudales Mínimos Diarios

INSTITUTO DE RECURSOS HIDRAULICOS Y ELECTRIFICACION DEPARTAMENTO DE HIDROMETEOROLOGIA CAUDALES MINIMOS DIARIOS (m3/s) SANTA MARIA, SAN FRANCISCO													
Latitud:	08 13' N	Número:	132-01-03										
Longitud:	70 58' O	Provincia:	Veraguas										
Elevación:	55 msnm	Tipo de Estación:	Limnográfica										
Área de Drenaje:	1370 km ²												
Información desde:	Mayo 1955												
ANO	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAX ANUAL
1955-56	9.88	38.5	66.1	68.2	147	158	S/D	S/D	S/D	24.2	14.3	11.4	9.68
1956-57	15.2	27	10.9	47.3	60	132	59.1	50.8	31.2	17	10.3	7.17	7.17
1957-58	6.26	17.5	25.9	20.4	40.1	68.2	40.4	33.6	17.8	15.3	7.7	6.86	6.26
1958-59	9.52	45.6	48.3	66.1	72.5	97.8	45.6	31.2	17	11	6.55	7.91	6.55
1959-60	8.48	21.5	18.9	25.3	37.8	17.7	59.1	33.1	35.3	13.8	10.3	10.6	8.48
1960-61	11	48.2	72.5	51.6	86.4	73.6*	64	47.3	22	11	6.26	4.36	5.36
1961-62	7.49	8.14	15.2	25.9	91.3	55.3	67.1	27.6	22	12.6	8.62	40.6	7.49
1962-63	9.52	32.5	28.2	23.6	60	79.2	70.5	34.6	13.8	13.3	8.32	8.32	8.32
1963-64	12	19.1	19.7	42.3	48	112	72.9	34.1	15.9	10.5	7.97	7.15	7.15
1964-65	13.9	48.1	88.3	83	106	110	66.9	32.4	24.1*	18.5	11.3*	6.71	6.71
1965-66	7.11	13.2	16.2	15.6	40.8	69	57.2	32.4	21.7	26.5*	11.1*	7.79	7.11
1966-67	13.6	38.5*	89	51.4*	66	116	65.4	49.2	35.9	21.9	11.7	10.3	10.3
1967-68	16.5	48.4	41.1	61.1	84.1	115	73.3	36.2	19	S/D	S/D	8.97	8.97
1968-69	24.5	95	62.3	42.9	124	S/D	S/D	30.8	20.1	S/D	11*	11.8*	11
1969-70	9.5	26.5	26.3	64.4	60.2	94.8	102	42.7	30.4	29	S/D	14.9	9.5
1970-71	34.3	35.7	66.9	101	111	106	80.2	77.9	45.6	27.2	20.3	S/D	10.3
1971-72	S/D	S/D	36.7	53.3	134	151	92.1	53.9	S/D	S/D	S/D	S/D	36.7
1972-73	12.3	19.5	20.8	16	41.4	55.6	43.6	29.8	16	14.4	10.1	15	10.1
1973-74	13	26.2	41.4	73.1	126	157	101	56.9	30.6	18.3	8.96	7.95	7.35
1974-75	20.1	25	36.2	43.6	63.4	149	56.9	40.3	26.5	10.8	8.61	8.28	8.28
1975-76	10.1	20.8	62.1	83.3	119	102	143	86.3	S/D	S/D	S/D	7.33	7.33
1976-77	11.7	24.9	24.9	14.5	17.2	63.2	38.3	20.2	14	8.79	6.16	5.59	5.59
1977-78	6.76	32.8	26.4	36.4	41.4	66.1	55.6	24.9	16.4*	10.3	8.79	7.4	6.76
1978-79	10.3	55.6	42.2	10.2	77.1	107	58.1	31.1	14.5	12.1	8.43	15	8.43
1979-80	22.1	51.7*	43.2	53.2	84.2	68.7	71.5	37.3	22.8	14	11.2	6.76	6.76
1980-81	11.6	32	32.8	46.4	67.3	97.9	81.3	46.4	32	26.4	16	16.6	11.6
1981-82	46.4	68.7	64.6	60.6	61.9	82.8	81.3	41.2	25.6	15	10.8	8.43	8.43
1982-83	9.81	44.6	28.3	26.7	22.6	48.1	31.6	23.9	22.5*	6.83	6.26	4.32	4.32
1983-84	6.26	15.6	23.9	18.3	52.6	58.5	57.6	38.7	23.3	12.7	8.06	6.14	6.14
1984-85	4.54	33.9	63.1	78.2	111	88	61.4	42.7	26.6	15	11.4	8.06	4.54
1985-86	7.12	18.7	14.9	42.2	82	74.1	44.3	35.9	31.6	11	9.45	10	7.12
1986-87	7.2	13	24.7	18.4	25	99.3	43.2	22.6	14.6	12.5	6.4	6.26	6.26
1987-88	9.36	11.6	10.4	38.7	36.8	89	50.9	32.8	14.6	16.6	10.2	5.29	5.29
1988-89	8.07	35.6	415	67.4	105	148*	61.5*	50.7	44.8	17.2	10.6	9.09	8.07
1989-90	9.75	21.9	33.3	53.8	70.8	57.8	49.7	32	73.6	13.6	12.9	10.4	9.75
MIN	4.54	8.14	10.4	14.5	17.2	48.1	31.6	20.2	13.8	6.83	6.16	4.32	4.32

S/D: SIN DATOS
 *: DATO CORRELACIONADO

Fuente: Modificación de Estudio de Impacto Ambiental Cat. I-Rehabilitación de la Planta Potabilizadora de Santiago, Veraguas, elaborado por Louis Berger Group Inc.

Tabla 7. Caudales Promedio Mensuales

INSTITUTO DE RECURSOS HIDRAULICOS Y ELECTRIFICACION DEPARTAMENTO DE HIDROMETEOROLOGIA CAUDALES PROMEDIO MENSUALES (m3/s) SANTA MARIA, SAN FRANCISCO													
Latitud:	08 13' N	Número:	132-01-03										
Longitud:	70 58' O	Provincia:	Veraguas										
Elevación:	55 msnm	Tipo de Estación:	Limnográfica										
Área de Drenaje:	1370 km ²												
Información desde:	Mayo 1955												
AÑO	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAX ANUAL
1955-56	28.5	92.3	158	140	287	314	209*	94.1*	84.2*	39.7	28.2	215	125
1956-57	52.4	95.6	81.9	88.2	162	223	171	96	48.4	36.7	14.6	10.6	90.1
1957-58	24.2	50.6	46	33.4	88.3	133	81.8	97.5	56.2	45	13.1	9.86	56.5
1958-59	77.1	98.6	31.9	128	165	166	87.9	53.8	30.5	20.7	10	21	78.4
1959-60	18.1	77.9	42.9	65.7	66.8	250	101	78.6	42	26.5	32.4	18.6	58.4
1960-61	39.2	119	110	193	126	150*	173	137	45.8	15.3	9.98	12.3	94.2
1961-62	14.1	28.6	48	76.3	167	140	166	65.6	46.3	20.3	14.6	22	67.5
1962-63	18.1	73.8	57.5	83.6	102	142	123	61.1	25.1	25.7	13.9	65.9	66.6
1963-64	28.6	74.6	97.3	82.2	155	176	203	67.2	34.3	14.8	13.1	40.6	82.2
1964-65	27.8	126	184	146	179	268	129	50	48.3*	29.2*	16.4*	10.9	101
1965-66	34.8	25.9*	23.7	53	99.3	155	93.9	58.8	32.9	31.6*	22*	50.7	56.8
1966-67	83.4*	134*	156*	135*	141	252	141	95.4	49.4	87.4	23.5	33.2	111
1967-68	32.8*	116	81.1	92.7	143	180	111	64.3	32.5	56.6*	40.5*	30.2	81.8
1968-69	55.6	168	105	81.3	210	163*	114*	67.7*	33.4	27.1*	16*	17.3*	88.2
1969-70	31.1*	108	61.4	213	187	192	273	81.3	119	65.7	32.5*	58	118
1970-71	90.8	81.7	136*	189	237	220	135*	190	70	41.1	50.9*	27.4*	123
1971-72	39.9*	64.2*	64.8	129	237	266	155	76.2	62.6	47.3	17.3*	27.9*	99.1
1972-73	28	46.6	34.5	43.3	99.5	99.4	75.1	46	54.1	33.6	14.4*	14.5*	49.1
1973-74	46.6	85*	145*	235	209	264	184	108	47.3	34.7	20.5	18.5*	117
1974-75	48.6	69	56.1	91.8	151	284	94.7	54.2*	41.5*	22.8*	11.3	13.9	78.2
1975-76	26.3	60.1	116	164	215	205	311	130*	75.5*	58.5*	34*	12.8*	117
1976-77	29.9	55*	32	31.5	46.7	124	80.1	34.3	32.6	17.1	10.4	14.5	42.4
1977-78	29	68	46.4	72.2	82	117	111	36.9	24.8*	30.6	19.6	17.9	54.6
1978-79	53.3	110	92.8	80.3	163	200*	98.4	61.8	29.4	21.2	21.1	45.4	81.9
1979-80	46.4*	76.5*	95.9	137	151	233	165	61.5	61	33	14.5	15.5	90.9
1980-81	44.1	92.8	64.4	108	132	158	159	84.8	59.8*	44.6*	36	45.6	85.8
1981-82	81.3	146	113	126	111	159	140	95.1	38.1	26.5	24.1	15.4	89.6
1982-83	40.6	79.4	43.8	41.2	68.3	105	73.8	43.6	35*	10.4*	10.9	8.08	46.6
1983-84	29.2	43.4	42.1	33.5	94.6	113	112	70.8	36.2	25.3	18.5	8.45	52.3
1984-85	33.5	87.8	152	156	215	136	113	57.9	45.3	29.4	28.9	13.4	89.1
1985-86	18.4	51.8	43.6	109	142	149	93.9	59.8	66.3	21	17.7	18.2	65.9
1986-87	25.9	58.6	47.1	48.5	102	205	69.4	39.8	30.3	26.3	10.9	25.7	57.5
1987-88	32.1	20.9	47.5	84.3*	87.9	199	84.1	49.2	29.7	33.6	20	8.99	58.1
1988-89	29.7	80	92.8	184	171	296*	127*	74.1	66.7	54.3	24.7	16	101
1989-90	26.1	52.2	75.9	96	119	107	103	82.5	149	26.6	28.4	15.1	74
PROM	39.2	80.7	62.1	106	146	167	133	75.1	51	33.7	21	23	81.8
MAX	90.8	168	184	235	287	314	311	190	149	87.4	50.9	65.9	314
MIN	14.1	20.9	23.7	31.5	46.7	99.4	69.4	34.3	24.8	10.4	9.98	8.08	8.08
DESV	19.3	33.7	42	53.7	55.7	59.7	54.6	314	25.9	16	9.7	14.7	23.3
CV	0.493	0.418	0.512	0.498	0.381	0.319	0.409	0.419	0.508	0.475	0.462	0.639	0.285

S/D: SIN DATOS

*: DATO CORRELACIONADO

Fuente: Modificación de Estudio de Impacto Ambiental Cat. I-Rehabilitación de la Planta Potabilizadora de Santiago, Veraguas, elaborado por Louis Berger Group Inc.

Tabla 8. Caudales Máximos Instantáneos

INSTITUTO DE RECURSOS HIDRAULICOS Y ELECTRIFICACION DEPARTAMENTO DE HIDROMETEOROLOGIA CAUDALES MAXIMOS INSTANTANEOS (m ³ /s) SANTA MARIA, SAN FRANCISCO														
Latitud:	08 13' N		Número:	132-01-03										
Longitud:	70 58' O		Provincia:	Veraguas										
Elevación:	55 msnm		Tipo de Estación:	Limnográfica										
Área de Drenaje:	1370 km ²													
Información desde:	Mayo 1955													
ANO	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAX ANUAL	
1955-56	343	603	954	1750	2200	2350	3380	263*	84*	161	88.4	81.5	3380	
1956-57	411	816	437	532	1980	1430	1840	518	114	154	75.8	26.3	1980	
1957-58	383	352	234	177	457	788	501	614	243	322	73.8	71.6	788	
1958-59	2580	504	470	1350	1300	874	487	294	98.1	66.1	36.4	136	2580	
1959-60	136	1230	168	504	311	1490	392	437	109	184	211	145	1490	
1960-61	343	717	402	1890	402	596*	1710	812	141	215	19.4	91.3	1890	
1961-62	80.4	141	242	816	1070	1120	874	323	152	53.4	109	353	1120	
1962-63	114	792	682	891	655	981	575	209	104	284	34.6	456	981	
1963-64	232	476	1160	424	1720	827	1690	232	109	38.5	61.9	550	1720	
1964-65	98.8	1050	1330	815	876	1520	655	102	345*	128*	45.3*	52.9	1520	
1965-66	979	284*	714	685	839	1400	561	155	109	86.2	107	1160	1400	
1966-67	1020	1050*	S/D	627*	774	2130	1140	633	111	70*	63.2	102	2130	
1967-68	108*	578	932	629	1380	868	568	180	87.7	131*	83.5*	134	1380	
1968-69	261	953	802	385	1290	S/D	S/D	S/D	119	S/D	S/D	S/D	1290	
1969-70	S/D	897	758	2390	1300	983	2330	200	1750	276	115	485	2390	
1970-71	1080	271	770	1410	1470	1720	2370	1380	147	78.4	113*	102*	2970	
1971-72	S/D	S/D	325*	659	1610	1670	618	269	207	190	S/D	S/D	1670	
1972-73	200	289	360	383	1070	611	363	102	1300	205	39.3*	S/D	1300	
1973-74	165	S/D	647*	2390	931	1730	623	332	101	75.9	63.4	80.3	2390	
1974-75	287	416	279	944	1130	2010	324	210*	S/D	71.7*	35.2	81.8	2010	
1975-76	240	343	952	1100	1300	979	1810	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	1810	
1976-77	214	S/D	S/D	S/D	244	1030	530	84.2	161	44.3	22.1	94.8	1030	
1977-78	1000	440	244	434	398	793	1280	79.9	S/D	101	68.7	116	1280	
1978-79	909	1360	1790	939	2300	S/D	606	268	56.8	55.6	81.3	303	2300	
1979-80	S/D	S/D	639	1470	646	2130	1160	223	796	128	31.1	241	2130	
1980-81	1130	1690	357	862	772	1490	871	355	241*	131*	99.4	184	1690	
1981-82	547	1540	965	635	537	854	527	635	88.7	114	81.3	109	1540	
1982-83	708	336	152	201	525	365	433	115	S/D	S/D	38.7	95.2	965	
1983-84	245	284	232	542	360	1150	503	622	75.6	291	112	25.4	1150	
1984-85	1170	965	1800	1060	1200	853	697	120	189	66.6	78.3	61.4	1800	
1985-86	96.7	539	554	883	725	1140	403	240	341	60.1	60.1	60.1	1140	
1986-87	221	1140	173	952	1430	1090	185	161	165	111	26.1	218	1430	
1987-88	223	88	566	739	1090	749	203	186	137	92.3	136	19.4	1090	
1988-89	211	447	961	1330	1100	2492	S/D	132	130	239	177	123	2492	
1989-90	232	275	598	487	649	1114	1166	930	1642	80.3	112	56.3	1642	
MAX	2580	1690	1800	2390	2300	2492	3380	1380	1750	322	211	1160	3380	

S/D: SIN DATOS

*: DATO CORRELACIONADO

Fuente: Modificación de Estudio de Impacto Ambiental Cat. I-Rehabilitación de la Planta Potabilizadora de Santiago, Veraguas, elaborado por Louis Berger Group Inc.

Al realizar el análisis de la cuenca vemos que el punto donde se encuentra la toma de Agua para el Rio Santa María coincide con la extensión de la subcuenca que abarca la estación, ya que la subcuenca generada para la toma abarca una extensión de terreno de 1343.92 km² siendo el área de drenaje de la estación de 1370 km².



Para conocer mejor el comportamiento del Río Santa María y los caudales que trasiegan por el río a nivel de máximos se ha realizado un análisis estadístico. Para el análisis estadístico de la serie seleccionada de datos hidrológicos se utilizó el software HidroEsta ya que es una herramienta que facilita y simplifica los cálculos laboriosos, y el proceso del análisis de la abundante información que se deben realizar en los estudios hidrológicos.

El análisis de la serie de caudales máximos se realizó a través de la distribución de Gumbel para valores extremos. Donde el software (HidroEsta) dio el siguiente reporte de para los caudales máximos:



Tabla 9. Análisis Caudales Máximos Instantáneos

Serie de datos Q:	
Año	Q
1955	3360
1956	1980
1957	788
1958	2560
1959	1480
1960	1890
1961	1120
1962	981
1963	1720
1964	1520
1965	1400
1966	2130
1967	1380
1968	1290
1969	2390
1970	2970
1971	1670
1972	1300
1973	2390
1974	2010
1975	1810
1976	1030
1977	1280
1978	2300
1979	2130
1980	1690
1981	1540
1982	985
1983	1150
1984	1600
1985	1140
1986	1430
1987	1080
1988	2492
1989	1642

Resultados de los cálculos:

Número de años disponibles:	35
Prómedio Q:	1703.9429
Desviación estándar Q:	600.3062
Parámetro YN:	0.5408
Parámetro SN:	1.1305
Q máximo:	3868.0699
Delta Q:	605.3236
Intervalo variación Q:	3262.75 - 4473.39

Fuente: Modificación de Estudio de Impacto Ambiental Cat. 1-Rehabilitación de la Planta Potabilizadora de Santiago, Veraguas, elaborado por Louis Berger Group Inc.

Análisis Estadístico de los registros de Caudales

La estación que forma parte del análisis se encuentra localizada dentro de la Cuenca N°132 según el Registro de Cuencas Hidrográficas y presenta similares características hidromorfológicas a las del punto de estudio. Por consiguiente, usaremos estos registros para estimar el caudal que habrá en la subcuenca. A continuación, se muestra la tabla resumen de los caudales para la estación y que tal y como se ha explicado son aplicables al punto donde se ubica la toma.

Tabla 10. Caudales que generan las subcuencas de la zona (Subcuencas del río Santa María) por cada Km2 a partir de los registros obtenidos

Cuenca	Área km2	Años de Registro	Caudales Instantáneos MAX(m ³ /s)	Caudales Diarios MIN(m ³ /s)	Caudales Mensuales PROMEDIO (m ³ /s)
Veraguas	1370	35	3380	4.32	81.8

Fuente: Modificación de Estudio de Impacto Ambiental Cat. 1-Rehabilitación de la Planta Potabilizadora de Santiago, Veraguas, elaborado por Louis Berger Group Inc.

Extrapolación de Caudales

Las estaciones hidrológicas limnigráficas miden los caudales instantáneos que fluyen por el cauce de los ríos en las secciones donde se encuentran instaladas y representan el caudal que descarga la cuenca de aporte en este punto en función del tiempo. Estos caudales pueden ser extrapolados a cuencas con similares características morfológicas e hidrometeorológicas.

La extrapolación puede realizarse dentro de la misma cuenca para puntos aguas abajo o aguas arriba del punto de instalación del aforador.

Si las características de las cuencas y las áreas son similares se podría esperar que la extrapolación de valores razonables. Más aún cuando la cuenca donde se pretende definir el caudal no cuenta con información propia de caudales o de precipitaciones

Los caudales generados para la Cuenca del Río Santa María se deberían extraer al punto donde se ubica la toma de agua asumiendo que el escurrimiento es proporcional al crecimiento o disminución del área de aporte y utilizando los registros de las estaciones

elegidas. En este caso en particular al estar la estación en las proximidades de la toma se han tomado estos directamente para realizar el análisis

En la siguiente tabla se presentan caudales extrapolados para la cuenca del río Santa María en el punto de la toma de agua existente.

Tabla 11. Caudales Extrapolados para la Cuenca del Río Santa María en el punto de la Toma de Agua

Cuenca	Área km ²	Años de Registro	Caudales Instantáneos MAX(m ³ /s)	Caudales Diarios MIN(m ³ /s)	Caudales Mensuales PROMEDIO (m ³ /s)	Caudal Ecológico (m ³ /s)
Veraguas	1370	35	3380	4.32	81.8	0.864

Fuente: Modificación de Estudio de Impacto Ambiental Cat. 1-Rehabilitación de la Planta Potabilizadora de Santiago, Veraguas, elaborado por Louis Berger Group Inc.

Cálculo del Caudal Ecológico y Disponibilidad de Extracción de Agua

A los efectos de la caracterización del caudal mínimo para suministro de agua potable, se utilizará la probabilidad de excedencia del 99% (período de retorno de una vez en cien años) como valor de diseño. Se calculó el caudal ecológico y se determinó la disponibilidad de agua para uso como fuente de agua. Ello significa que el caudal mínimo elegido corresponde, en promedio, al valor mínimo diario sólo superado por defecto una vez cada 100 años. Ese valor, de acuerdo con la distribución utilizada, es de 0.86 m³/s. Considerando una extracción máxima del 80% (caudal remanente del 20%), se dispondría de 3.456 m³/s (78.99 MGD) para el Río Santa María.

2.1.8. Calidad de Aire

En términos generales se puede decir que la calidad del aire dentro del área de influencia del proyecto es buena. Este proyecto en una zona abierta rodeada de fincas dispuesta para ganado con árboles dispersos que permite la dispersión de partículas que puedan ocasionar las actividades del proyecto.

Durante la construcción se generarán partículas en suspensión (polvo) producto de las excavaciones para las zanjas donde se colocarán las nuevas tuberías, las nuevas edificaciones, además de la operación del equipo pesado. Las implicaciones que pueden traer este incremento de partículas en suspensión en las áreas de trabajo son la afectación de la salud de los trabajadores, si estos no cuentan con el equipo de protección necesario y afectación de la salud de los residentes de las viviendas más cercanas al área del proyecto.

Las emisiones de gases y partículas resultantes de la combustión de los motores del equipo y maquinaria utilizada, significarán un aporte menor de agentes contaminantes a la calidad del aire actual, aunque este aporte adicional no afectará significativamente la calidad del aire si se cumple con los mantenimientos programados a la maquinaria de la construcción.

2.1.9. Ruido

En el área de influencia del proyecto no se ubican fuentes generadoras de contaminación de ruido. El ruido que se presenta en el área del proyecto proviene del paso irregular de vehículos por la carretera contigua a la planta y del ambiente natural como animales, insectos, entre otros.

Con la construcción del proyecto, se incrementará el ruido por el uso de equipo y maquinaria pesada, en los sitios donde se realicen las actividades de construcción. Lo anterior afectará directamente al personal que esté involucrado en ejecutar el trabajo, por lo que los trabajadores deberán utilizar el respectivo equipo de protección; debemos recalcar que este impacto será temporal (durante las horas de construcción) y tampoco será permanente, además se prevén las medidas correctivas en el Plan de Manejo Ambiental.

2.1.10. Olores

En el área de estudio no se perciben olores molestos, con la excepción de aquellos emitidos por la flota vehicular del área; durante la fase de construcción y operación de la obra, no se darán afectaciones.

2.2. Factores Biológicos

Debido a que los cambios en la configuración del Proyecto del Rehabilitación de la Planta Potabilizadora de Santiago se concentran dentro del Área de influencia directa, las condiciones biológicas del área se mantienen iguales que las descritas en el EsIA aprobado. Estas se describen a continuación:

2.2.1. Características de la Flora

El área del proyecto se caracteriza por ser una zona urbana que presenta una baja diversidad de flora a causa de la alteración de la cobertura vegetal producto de las actividades antropogénicas presentes.

El área está formada por un sistema vegetativo intervenido, debido a las actividades mencionadas anteriormente, el área de la planta presenta una línea de árboles predominado la especie Acacia, sin embargo, el área de influencia indirecta presenta zonas ganaderas con árboles dispersos.

El área del proyecto se ubica en la zona de vida del Bosque Húmedo Tropical, los cuales constituyen las zonas de vida más extendidas en las tierras bajas de Panamá, abarcando aproximadamente el 62% (46,509 km²) de la superficie total de la República, hasta una elevación aproximada de 400 a 600 msnm.

Es evidente que esta área del país posee una marcada diversidad biótica, que poco a poco ha disminuido, por la presión antropogénica y la necesidad de las comunidades locales por extender su frontera agrícola y ganadera para obtener sus productos de subsistencia.

2.2.2. Inventario de Flora

En la siguiente tabla se muestran a detalle los árboles inventariados y se indica el número de especies encontradas en el área, su nombre común y científico, y los datos del diámetro a la altura del pecho y altura comercial y altura total.

Tabla 12. Inventario Forestal dentro del área de influencia del proyecto

Nº de Árbol	Especie		Diám. (cm)	Altura (mts)	
	Nombre Común	Nombre Científico		hC	hT
1	Marañón	<i>Anacardium occidental</i>	54	1	3
2	Marañón	<i>Anacardium occidental</i>	39	1	4
3	Pino	<i>Pinus Caribeae</i>	34	1	12
4	Pino	<i>Pinus Caribeae</i>	35	6	12
5	Pino	<i>Pinus Caribeae</i>	28	8	12
6	Pino	<i>Pinus Caribeae</i>	27	8	13
7	Pino	<i>Pinus Caribeae</i>	32	5	12
8	Ficus	<i>Ficus cordata</i>	32	1	10
9	Ficus	<i>Ficus cordata</i>	41	1	10
10	Ficus	<i>Ficus cordata</i>	30	1	10
11	Ficus	<i>Ficus cordata</i>	35	1	10
12	Pino	<i>Pinus Caribeae</i>	32	8	12
13	Pino	<i>Pinus Caribeae</i>	34	5	12
14	Corotú	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	91	2	12
15	Corotú	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	92	2	12
16	Corotú	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	98	2.5	12
17	Corotú	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	85	2	12
18	Ficus	<i>Ficus cordata</i>	28	3	9
19	Ficus	<i>Ficus cordata</i>	28	1.5	9
20	Ficus	<i>Ficus cordata</i>	34	3	10
21	Ficus	<i>Ficus cordata</i>	73	1.4	9
22	Ficus	<i>Ficus cordata</i>	31	1.5	8
23	Ficus	<i>Ficus cordata</i>	28	2.5	8
24	Ficus	<i>Ficus cordata</i>	41	3	9
25	Ficus	<i>Ficus cordata</i>	38	3	9
26	Ficus	<i>Ficus cordata</i>	34	1	8
27	Ficus	<i>Ficus cordata</i>	33	1.5	9
28	Ficus	<i>Ficus cordata</i>	40	3	9
29	Ficus	<i>Ficus cordata</i>	36	22	8

Inventario Forestal

Nº de Árbol	Especie		Diám. (cm)	Altura (mts)	
	Nombre Común	Nombre Científico		hC	hT
30	Ficus	<i>Ficus cordata</i>	34	2	9
31	Ficus	<i>Ficus cordata</i>	45	1	9
32	Ficus	<i>Ficus cordata</i>	56	2	9
33	Ficus	<i>Ficus cordata</i>	46	1	9
34	Ficus	<i>Ficus cordata</i>	48	1	9
35	Ficus	<i>Ficus cordata</i>	42	1.5	9.5
36	Ficus	<i>Ficus cordata</i>	29	2.5	9.5
37	Ficus	<i>Ficus cordata</i>	27	3	9
38	Ficus	<i>Ficus cordata</i>	50	1	1
39	Ficus	<i>Ficus cordata</i>	31	5	9
40	Ficus	<i>Ficus cordata</i>	37	1	9
41	Ficus	<i>Ficus cordata</i>	45	1.5	9
42	Ficus	<i>Ficus cordata</i>	53	1	9
43	Ficus	<i>Ficus cordata</i>	45	1.5	8
44	Ficus	<i>Ficus cordata</i>	33	1.5	8
45	Ficus	<i>Ficus cordata</i>	30	1	9
46	Ficus	<i>Ficus cordata</i>	33	3	8
47	Ficus	<i>Ficus cordata</i>	42	0.5	9
48	Ficus	<i>Ficus cordata</i>	34	1.5	8.5
49	Ficus	<i>Ficus cordata</i>	36	1	8.5
50	Ficus	<i>Ficus cordata</i>	41	1	7
51	Ficus	<i>Ficus cordata</i>	30	1.5	7
52	Ficus	<i>Ficus cordata</i>	33	1	7
53	Ficus	<i>Ficus cordata</i>	34	1	7
54	Ficus	<i>Ficus cordata</i>	53	1	8
55	Marañón	<i>Anacardium occidentale</i>	26	1	7
56	Marañón	<i>Anacardium occidentale</i>	18	1	7
57	Marañón	<i>Anacardium occidentale</i>	25	1	7
58	Nance	<i>Byrsonima crassifolia</i>	25	1	7
59	Ficus	<i>Ficus cordata</i>	25	1	7
60	Ficus	<i>Ficus cordata</i>	30	1	6.5
61	Ficus	<i>Ficus cordata</i>	26	1	7

Inventario Forestal

Nº de Árbol	Especie		Diám. (cm)	Altura (mts)	
	Nombre Común	Nombre Científico		hC	hT
62	Acacia	<i>Acacia mangium</i>	39	3.5	12
63	Acacia	<i>Acacia mangium</i>	71	1.5	11
64	Acacia	<i>Acacia mangium</i>	44	1.5	8
65	Acacia	<i>Acacia mangium</i>	39	3.5	12
66	Acacia	<i>Acacia mangium</i>	71	1.5	11
67	Acacia	<i>Acacia mangium</i>	44	1.5	8
68	Acacia	<i>Acacia mangium</i>	39	1	10
69	Acacia	<i>Acacia mangium</i>	43	3	10
70	Acacia	<i>Acacia mangium</i>	61	1.5	11
71	Acacia	<i>Acacia mangium</i>	48	2.5	9
72	Ficus	<i>Ficus cordata</i>	41	1	9
73	Ficus	<i>Ficus cordata</i>	36	1	9
74	Ficus	<i>Ficus cordata</i>	35	1	9
75	Ficus	<i>Ficus cordata</i>	45	1	9
76	Ficus	<i>Ficus cordata</i>	58	1	9
77	Ficus	<i>Ficus cordata</i>	53	1	10
78	Ficus	<i>Ficus cordata</i>	87	1	8
79	Ficus	<i>Ficus cordata</i>	56	1.5	8
80	Ficus	<i>Ficus cordata</i>	46	1	8.5
81	Naranja	<i>Citrus sinensis</i>	43	1	7
82	Marañón	<i>Anacardium occidentale</i>	27	1	7
83	Naranja	<i>Citrus sinensis</i>	28	1	6
84	Marañón	<i>Anacardium occidentale</i>	34	1	7
85	Ficus	<i>Ficus cordata</i>	53	1	9
86	Ficus	<i>Ficus cordata</i>	38	1	9
87	Mango	<i>Mangifera indica</i>	64	1.5	10
88	Mango	<i>Mangifera indica</i>	54	1.5	9
89	Acacia	<i>Acacia mangium</i>	43	1	10
90	Ficus	<i>Ficus cordata</i>	44	1	9
91	Ficus	<i>Ficus cordata</i>	55	1	10
92	Marañón curazao	<i>Anacardium occidentale</i>	29	1	10
93	Naranja	<i>Citrus sinensis</i>	25	2.5	10
94	Naranja	<i>Citrus sinensis</i>	25	1	4.5

Nº de Árbol	Especie		Diámr. (cm)	Altura (mts)	
	Nombre Común	Nombre Científico		hC	hT
95	Naranja	<i>Citrus sinensis</i>	24	1	4
96	Naranja	<i>Citrus sinensis</i>	20	1	4.5
97	Ficus	<i>Ficus cordata</i>	42	1.5	10
98	Ficus	<i>Ficus cordata</i>	38	3	10
99	Ficus	<i>Ficus cordata</i>	36	4	11
100	Ficus	<i>Ficus cordata</i>	46	6	11
101	Ficus	<i>Ficus cordata</i>	40	2	8
102	Ficus	<i>Ficus cordata</i>	40	2.5	10
103	Acacia	<i>Acacia mangium</i>	39	2	9
104	Acacia	<i>Acacia mangium</i>	28	2.5	11
105	Acacia	<i>Acacia mangium</i>	35	2.5	11
106	Acacia	<i>Acacia mangium</i>	24	2	9
107	Acacia	<i>Acacia mangium</i>	33	7	11
108	Acacia	<i>Acacia mangium</i>	37	3	10
109	Acacia	<i>Acacia mangium</i>	25	4	10
110	Acacia	<i>Acacia mangium</i>	58	5	10
111	Acacia	<i>Acacia mangium</i>	47	2	8
112	Acacia	<i>Acacia mangium</i>	38	3	8
113	Acacia	<i>Acacia mangium</i>	41	2.5	8
114	Acacia	<i>Acacia mangium</i>	42	1	8.5
115	Acacia	<i>Acacia mangium</i>	47	2	10
116	Acacia	<i>Acacia mangium</i>	43	2.5	7
117	Acacia	<i>Acacia mangium</i>	35	2.5	10
118	Acacia	<i>Acacia mangium</i>	36	3	9
119	Acacia	<i>Acacia mangium</i>	41	4	11
120	Acacia	<i>Acacia mangium</i>	46	3	11
121	Acacia	<i>Acacia mangium</i>	28	3	10
122	Acacia	<i>Acacia mangium</i>	40	1.5	11
123	Acacia	<i>Acacia mangium</i>	41	2	10.5

Listado de árboles afectados por el proyecto **Rehabilitación de la Planta Potabilizadora de Santiago**. EsIA aprobado y por la modificación al EsIA aprobado.

Fuente: Modificación de Estudio de Impacto Ambiental Cat. I-Rehabilitación de la Planta Potabilizadora de Santiago, Veraguas, elaborado por Louis Berger Group Inc.

Es importante señalar que con la modificación propuesta de la optimización del sistema de tratamiento de lodos, no se requerirá de la utilización de la finca colindante a los terrenos del

proyecto, por lo cual no se afectarán más árboles de los identificados en el inventario forestal, lo cual es un impacto positivo de nuestra propuesta.

2.2.3. Características de la Fauna

Debido a la intensidad de las actividades de construcción que se realizan para el desarrollo del presente proyecto, podemos indicar que durante nuestro recorrido no observamos la presencia de especies indicadoras, amenazadas, vulnerables, endémicas o en peligro de extinción.

Las especies encontradas resultaron pocas: los insectos (abejas, hormigas, comején) y algunos reptiles (borrigueros, lagartijas), lo que refleja una fuerte intervención por actividades antrópicas en el área.

2.3. Factores Socioeconómicos

El área de influencia socioeconómica del proyecto se mantiene igual, ubicándose en el corregimiento de Canto del Llano, Distrito de Santiago. En el siguiente acápite se describen los principales factores socioeconómicos.

2.3.1. Uso de la Tierra en Sitios Colindantes

Las obras de Rehabilitación de la planta potabilizadora (EsIA aprobado) y la construcción del nuevo sistema de tratamiento de Lodos se mantendrán en el terreno de la actual planta potabilizadora de Santiago, que pertenece a la Finca N°22524, Rollo 28199 Documento 1 perteneciente al IDAAN; la misma cuenta con 2 has., ubicado en el corregimiento de Canto del Llano, Distrito de Santiago, provincia de Veraguas. Las fincas colindantes son empleadas como fincas ganaderas.

2.3.2. Características de la Población

Según el Censo Nacional de Población y Vivienda del año 2010, el Distrito de Santiago cuenta con 89,997 habitantes con un porcentaje de cambio de 14% en el periodo 2000-2010 y una densidad de 91.7 habitantes por Km² con un promedio de 3.6 habitantes por vivienda. En el caso del corregimiento de Canto del Llano, éste cuenta con 13,331 habitantes, con una densidad poblacional de 168,53 hab/km² y una superficie aproximada de 79.1 km². Acerca de la edad, la población que vive en el área aledaña a la obra está conformada en un 66.68%

por personas en el rango de edad de 15-64 años, 27.43% en el rango de 0-14 años y el 5.89%, se ubica en edades mayores a 65. Ver Tabla 13.

Tabla 13. Rango de Edad de la Población que vive aledaña al área del proyecto

Área	Rangos de edad		
	0-14	15-64	65 >
Distrito de Santiago	25.94	66.13	7.93
Corregimiento de Canto del Llano	27.43	66.68	5.89

Fuente: Censos Nacionales 2010. Vol I. Lugares Poblados. Cuadro 5. INEC. Contraloría General de la República

Sobre el género, el 50.75% de la población del Corregimiento de Canto del Llano pertenece al género femenino y el 49.25%, al masculino. Ver Tabla 14.

Tabla 14. Población de las comunidades impactadas categorizadas por género

Corregimiento	Nº de Habitantes	Hombres		Mujeres	
		13,331	6,565	49.25%	6,766
Canto del Llano	13,331	6,565	49.25%	6,766	50.75%

Fuente: Censos Nacionales 2010. Vol I. Lugares Poblados. Cuadro 5. INEC. Contraloría General de la República



2.3.3. Servicios Básicos de las Viviendas

Según el Censo de Población y Vivienda del año 2010, el número total de viviendas en Canto del Llano es de 3,524; de las cuales 10 no disponen de agua potable, 39 no poseen servicio sanitario, y 171 viviendas no cuentan con luz eléctrica. Ver Tabla 15.

Tabla 15. Déficit de Equipamiento de Servicios en los corregimientos del área de influencia del Proyecto

Corregimiento	Total de viviendas	Sin agua potable	Sin servicio sanitario	Sin Luz Eléctrica
Canto del Llano	3524	10	39	171

Fuente: Censos Nacionales 2010. Vol I. Lugares Poblados. Cuadro 5. INEC. Contraloría General de la República

2.3.4. Descripción del Paisaje

En el distrito de Santiago se encuentran los mismos servicios que se pueden encontrar en la capital del país tales como restaurantes, supermercados, farmacias, rentas de autos, hoteles, servicio de aeropuerto internacional, banca nacional e internacional, hospitales, clínicas, servicios telefónicos, centros comerciales, terminal de transporte terrestre, etc, ya que se ha desarrollado como un área urbana.

Tiene zonas extensas zonas que se encuentran sometidas a actividades agropecuarias como ganaderas. Incluye áreas para cultivos anuales semi-permanentes y permanentes, pastos naturales y mejorados, terrenos en desuso cubiertos de vegetación secundaria pionera y los bosques de galería.

2.3.5. Percepción Local del Proyecto

Al observar las consultas realizadas en el Estudio de Impacto Ambiental aprobado, se emplearon dos herramientas participativas, siendo estas la aplicación de 90 encuestas y una reunión con expertos de Louis Berger y personal del IDAAN, Regional de Santiago. En el total de las encuestas aplicadas se estableció la cobertura de la red de distribución del sistema de Agua Potable de Santiago, cuya fuente es la Planta Potabilizadora desde donde inicia la red de distribución. El sistema abastece a los corregimientos de Santiago, Canto del Llano,

Carlos Santana, Edwin Fábrega, San Martín de Porres, Urraca y parte de San Antonio y Atalaya ya que están conectados a la red de acueducto.

Las encuestas que fueron aplicadas en los hogares reflejaron los siguientes hallazgos más relevantes sobre la percepción de los usuarios en cuanto al sistema de potabilización de aguas:

- Las dos principales problemáticas de la comunidad afectada es la pobreza y la inseguridad,
- La mayoría de los encuestados tiene conexión a el IDAAN; consideran que el servicio de agua en general es bueno y la frecuencia del agua principalmente varía entre 24/7 y algunas horas al día.
- La mayoría afirma que reciben su cobro por agua y que si se diera un incremento del costo no estarían de acuerdo.
- La mayoría de los encuestados están de acuerdo con el proyecto y consideran que será positivo sin embargo la mayoría expresa habrá oposición.
- Entre los impactos más relevantes que beneficiaría el proyecto mencionan que mejoraría la distribución de agua y por ende mejorar la calidad de vida, opinan también que esto afectara la entrada a las residencias, se romperán las calles y la tarifa de agua se elevará.

2.3.6. Sitios Históricos, Arqueológicos y Culturales

El área de influencia del proyecto se encuentra ubicada dentro del Área Cultural del Gran Coclé, el cual incluye cinco Conjuntos Históricos y 23 Sitios Arqueológicos. Sin embargo, de acuerdo al Atlas Ambiental de Panamá (MiAmbiente, 2010), no existen representaciones arqueológicas dentro del Área del proyecto.