

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN – TARAPOTO
FACULTAD DE ECOLOGÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE CIENCIAS AMBIENTALES Y SANITARIA



**PROPUESTA DE DISEÑO DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS
RESIDUALES CON DECANTACIÓN DE FLUJO RADIAL PARA REDUCIR
EL GRADO DE CONTAMINACIÓN DEL CUERPO RECEPTOR,
DISTRITO DE YANTALÓ – MOYOBAMBA, 2015**

TESIS
PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO SANITARIO

Autor

BACH. JHORLIN ELÍ RODAS HERNÁNDEZ

Asesor

ING. M. SC. SANTIAGO ALBERTO CASAS LUNA

MOYOBAMBA – PERÚ

2017

Código N° 06054315

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN – TARAPOTO
FACULTAD DE ECOLOGÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE CIENCIAS AMBIENTALES Y SANITARIA



**PROPUESTA DE DISEÑO DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS
RESIDUALES CON DECANTACIÓN DE FLUJO RADIAL PARA REDUCIR
EL GRADO DE CONTAMINACIÓN DEL CUERPO RECEPTOR,
DISTRITO DE YANTALÓ – MOYOBAMBA, 2015**

**TESIS
PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO SANITARIO**

Autor

BACH. JHORLIN ELÍ RODAS HERNÁNDEZ

Asesor

ING. M. SC. SANTIAGO ALBERTO CASAS LUNA

MOYOBAMBA – PERÚ

2017

Código N° 06054315



ACTA DE SUSTENTACIÓN PARA OBTENER EL TÍTULO
PROFESIONAL DE INGENIERO SANITARIO

En la sala de conferencia de la Facultad de Ecología de la Universidad Nacional de San Martín-T sede Moyobamba y siendo las **diez de la mañana del día martes 31 de Enero del dos mil diecisiete**, se reunió el Jurado de Tesis integrado por:

Ing. M.Sc. YRWIN FRANCISCO AZABACHE LIZA	PRESIDENTE
Ing. GERARDO CACERES BARDALEZ	SECRETARIO
Ing. ÁNGEL TUESTA CASIQUE	MIEMBRO
Ing. M Sc. SANTIAGO ALBERTO CASAS LUNA	ASESOR

Para evaluar la Sustentación de la Tesis Titulado “PROPUESTA DE DISEÑO DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES CON DECANTACIÓN DE FLUJO RADIAL PARA REDUCIR EL GRADO DE CONTAMINACIÓN DEL CUERPO RECEPTOR, DISTRITO DE YANTALÓ- MOYOBAMBA 2015”; presentado por el Bachiller en Ingeniería Sanitaria JHORLIN ELÍ RODAS HERNNÁNDEZ, según Resolución Consejo de Facultad N° 186-2015-UNSM-T-FE-CO de fecha 08 de octubre del 2015.

Los señores miembros del Jurado, después de haber escuchado la sustentación, las respuestas a las preguntas formuladas y terminada la réplica; luego de debatir entre sí, reservada y libremente lo declaran: **APROBADO** por **UNANIMIDAD** con el calificativo de **MUY BUENO** y nota **DIECISEIS (16)**.

En fe de la cual se firma la presente acta, siendo las **12:15 p.m.** horas del mismo día, con lo cual se dio por terminado el presente acto de sustentación.


.....
Ing. M.Sc. YRWIN FRANCISCO AZABACHE LIZA
Presidente


.....
Ing. GERARDO CACERES BARDALEZ
Secretario


.....
Ing. ÁNGEL TUESTA CASIQUE.
Miembro


.....
Ing. M Sc. SANTIAGO ALBERTO CASAS LUNA
Asesor

- **Dedicatoria**

A mis padres:

Sabina Hernández Monsefú y Luis Gonzaga Rodas Cueva

Por ser las personas más maravillosas de este mundo, por poner su vida a mi servicio, porque siempre se han sacrificado y trabajado arduamente para sacar adelante a la familia.

Por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien.

Por los ejemplos de perseverancia y constancia que les caracterizan y que me ha infundado siempre, por el valor mostrado para salir adelante, pero más que nada, por su amor.

A mis hermanos:

Por formar parte de mi familia y por ser las personas con quienes he compartido muchos momentos bonitos de mi vida, por sus consejos y por enseñarme a ver que todo es posible, con esfuerzo y perseverancia.

- ***Agradecimiento***

A Dios.

Por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor.

Al Ing. M. Sc. Santiago Alberto Casas Luna

Mi más sincero agradecimiento, por su dedicatoria, su valioso aporte y orientación como asesor del presente trabajo de investigación.

Al Blgo. M. Sc. Alfredo Ivan Díaz Visitación

Por su orientación y tiempo brindado para apoyarme en el desarrollo del presente trabajo de investigación.

ÍNDICE

	Pag.
DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO	ii
RELACIÓN DE TABLAS	v
RELACIÓN DE GRÁFICOS	vi
RELACIÓN DE PLANOS	vii
RESUMEN	viii
ABSTRACT	x
CAPÍTULO I: El problema de investigación	
1.1 Planteamiento del problema	14
1.2 Objetivos	16
1.3 Fundamentación teórica	17
1.3.1 Antecedentes de la investigación	17
1.3.2 Bases teóricas	19
1.3.2.1. Las aguas residuales	19
1.3.2.2. Características de las aguas residuales	19
1.3.2.3. Características de las aguas residuales domesticas	22
1.3.2.4. Planta de tratamiento de aguas residuales	25
1.3.2.5 Sistemas de tratamiento de aguas residuales.....	26
1.3.2.6 Vertido de efluentes	31
1.3.2.7. Decantación de flujo radial	32
1.3.2.8. Descripción del sistema de tratamiento de aguas residuales del distrito de Yantaló	35
1.3.2.9. Descripción del sistema de tratamiento de aguas residuales propuesto para el Distrito de Yantaló	36
1.3.3 Definición de términos	38
1.4 Variables	41
2.1. Hipótesis	42
CAPÍTULO II: Marco Metodológico	
2.2. Tipo de investigación	43
2.3. Diseño de investigación	43

2.4. Población y muestra	42
2.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	43
2.6. Técnicas de procesamiento y análisis de datos	43
CAPÍTULO III: Resultados	
3.1. Resultados	45
3.1.1 Caracterización de las aguas residuales del distrito de Yantalo	45
3.1.2 Memoria de cálculo y dimensionamiento para los componentes	
3.1.3 de la planta de tratamiento de aguas residuales propuesto	54
3.1.4 Diseño de la planta de tratamiento de aguas residuales propuesto	60
3.2. Discusiones	72
3.3. Conclusiones	75
3.4. Recomendaciones	76
4	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS
5	ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

	Pag.
1. Tabla N° 01: Límites Máximos Permisibles (LMP's) para los efluentes de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales	45
2. Tabla N° 02: Informe de ensayo N° 01, determinación de los parámetros básicos según el Ministerio del ambiente	45
3. Tabla N° 03: Informe de ensayo N° 02, determinación de los parámetros básicos según el Ministerio del ambiente	46
4. Tabla N° 04: Informe de ensayo N° 03, determinación de los parámetros básicos según el Ministerio del ambiente	47
5. Tabla N° 05: Informe de ensayo N° 04, determinación de los parámetros básicos según el Ministerio del ambiente	48
6. Tabla N° 06: Resumen de la determinación de los parámetros básicos analizados	49
7. Tabla N° 07: Comparación de los parámetros medidos con los Límites Máximos Permisibles establecidos por el Ministerio del ambiente	53
8. Tabla N° 08: Valores de las constantes empíricas a y b	59
9. Tabla N° 09: Valores a usar para calcular la carga orgánica	59
10. Tabla N° 10: Remoción teórica de la DBO ₅ y SST	75

ÍNDICE DE CUADROS

	Pag.
1. Cuadro N° 01: Origen y características comunes de las aguas residuales domiciliarias	24

ÍNDICE DE GRÁFICOS

	Pag.
1. Gráfico N° 01: Sistemas de tratamiento de aguas residuales	30
2. Gráfico N° 02: Decantador de flujo radial	33
3. Gráfico N° 03: Diagrama de Flujo de la Planta de Tratamiento	37
4. Gráfico N° 03: Concentración de la DBO ₅ en comparación con los LMP's	50
5. Gráfico N° 04: Concentración de la DQO en comparación con los LMP's	50
6. Gráfico N° 05: Concentración de los SST en comparación con los LMP's	51
7. Gráfico N° 06: Concentración de los AyG en comparación con los LMP's	51
8. Gráfico N° 07: Concentración de los CT en comparación con los LMP's	52
9. Gráfico N° 08: Concentración del pH en comparación con los LMP's	52
10. Gráfico N° 09: Concentración de la T° en comparación con los LMP's	51

ÍNDICE DE PLANOS

1. Plano de ubicación	61
2. Planta general	62
3. Planta y corte del desarenador	63
4. Planta y corte de la trampa de grasas	64
5. Planta decantador de flujo radial	65
6. Corte decantador de flujo radial	66
7. Planta mamparas de cloración	67
8. Corte mamparas de cloración	68
9. Planta lecho de secado	69
10. Corte lecho de secado	70
11. Corte lecho de secado	71

RESUMEN

El presente trabajo titulado “Propuesta de diseño de una planta de tratamiento de aguas residuales con decantación de flujo radial para reducir los grados de contaminación del cuerpo receptor, distrito de Yantalo – Moyobamba, 2015”, es el resultado de la investigación, cálculos, dimensionamiento y diseño, de los análisis realizados a las aguas residuales del distrito ya mencionado.

La problemática ambiental que se presenta en los municipios del Perú actualmente, es la contaminación ambiental por vertimiento de aguas residuales sin tratamiento alguno, es por ello que, se realizó una visita al municipio de Yantaló con el fin de monitorear los vertimientos de aguas residuales y hacer la correspondiente caracterización de estas aguas residuales, para establecer la tecnología más apropiada utilizando la metodología propuesta por el Ministerio del Ambiente y a partir de este análisis realizar los cálculos, dimensionamientos y finalmente el diseño de la Planta de Tratamiento de Agua Residual, los cuales incluyen pre tratamiento, tratamiento primario y tratamiento terciario

Los parámetros principales para medir la eficiencia de la planta de tratamiento en el presente estudio, de acuerdo al D.S N° 003-2010-MINAM. Aprueba Límites Máximos Permisibles para los efluentes de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domesticas o Municipales, publicado en el diario Oficial el Peruano el 17 de marzo de 2010, son: la DBO5, DQO, Solidos Suspendidos, Aceites y Grasas, Coliformes Totales, pH y temperatura.

Al caracterizar las aguas residuales del distrito de Yantaló, se obtuvo resultados promedios, producto de 4 muestras analizadas en el Laboratorio Regional del Agua – Departamento de Cajamarca: 184.5 mg/L de DBO5, 318.5 mg/l de DQO, 191.13 de SST, 58.25×10^4 NMP/100ml de Coliformes Totales, 51 mg/l de aceites y grasas, los cuales se encuentran fuera de los Límites Máximos Permisibles (LMP's) para su descarga final.

La tecnología de tratamiento seleccionada para esta propuesta de diseño de una planta de tratamiento de aguas residuales consta de 5 componentes, Cámara de Rejas, desarenador, trampa de grasas, decantación primaria y desinfección (mamparas de cloración), de los cuales se tiene los siguientes valores de remoción: Rejilla (DBO5=5%, SST=25%), Desarenador (DBO5=15%, SST=30%), Desengrasador (DBO5=25%, SST=30%), Decantador de flujo radial (DBO5=49%, SST=70%), Desinfección (DBO5=15%, SST=0%).

Se dimensionó el sistema de tratamiento de agua residual, que consista de un canal de 2 m. de largo y 0.30 m., con una rejilla en su estructura central a una inclinación de 45°, un desarenador de 6 m. con By-pass, y con canal parshall para medición de caudal, trampa de grasas, seguido de un decantador de flujo radial de 5.13 m. de diámetro y un área superficial de 20.70 m², finalmente un sistema de cloración con 10 mamparas de 0.60 m. de ancho, un ancho total de 2.10 m y un largo total de 3.10 m; también se consideró un área para el tratamiento de los lodos producidos en los diversos componentes de la planta de tratamiento, este es un lecho de secado de 9.80 m. de largo y 5.20 m. de ancho.

Palabras clave: Límites Máximos Permisibles, tecnología, sistema.



CENTRO DE IDIOMAS



ABSTRACT

The present work entitled "Design Proposal for a wastewater treatment plant with decantation of radial flow to reduce the degree of contamination of the body receiver, Yantalo district - Moyobamba, 2015", it is the result of the investigation, calculations, dimensioning and design of the analyzes to the wastewater from the district already mentioned.

The environmental problems that are presented in Peru municipalities it is currently the environmental pollution by dumping of sewage without any treatment, that is why, a visit was made to the municipality of Yantalo in order to monitor the dumping of sewage and make appropriate characterization of these wastewater, to establish the most appropriate technology using the methodology proposed by the Ministry of the environment and on the basis of this analysis the calculations, Sizing and finally the design of the plant for the treatment of residual water, which include pre-treatment, primary treatment and tertiary treatment.

The main parameters to measure the efficiency of the treatment plant in the present study, according to D.S No. 003-2010-MINAM. Approves Maximum Permissible Limits for effluents of Wastewater Treatment Plants of domestic or municipal, published in the Official Journal the Peruvian on March 17, 2010, are: DBO₅, DQO, Suspended Solids, Oils and Fats, Total Coliforms, pH and Temperature.

By characterizing the wastewater of the Yantalo district, average results were obtained, product of 4 samples analyzed in the Regional Water Laboratory - Cajamarca Department: 184.5 mg/L of DBO₅, 318.5 mg/l of DQO, 191.13 of SST, 58.25x10⁴ NMP/100ml of Total Coliforms, 51 mg/l of oils and fats, which are outside of the Maximum Permissible Limits (LMP's) for its final discharge.

The treatment technology selected for this design proposal of a wastewater treatment plant consists of 5 components, bars camera, Sand remover, grease trap, primary decantation and disinfection (chlorination screens), which has the following removal values: grill (DBO₅=5%, SST=25%), Sand remover



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN-TARAPOTO

FACULTAD DE ECOLOGÍA

CENTRO DE IDIOMAS



(DBO5=15%, SST=30%), Degreaser (DBO5=25%, SST=30%), Radial Flow Separator (DBO5=49%, SST=70%), Disinfection (DBO5=15%, SST=0%).

The wastewater treatment system, consisting of a 2 m channel, was dimensioned. Long and 0.30 m., with a grid in its central structure at an inclination of 45 °, a sand-maker of 6 m. With by-pass, and with parshall channel for flow measurement, grease trap, followed by a 5.13 m radial flow decanter. Diameter and a surface area of 20.70 m², Finally a chlorination system with 10 screens of 0.60 m. wide, a total width of 2.10 m and a total length of 3.10 m; Was also considered an area for the treatment of sludge produced in the various components of the treatment plant, this is a drying bed of 9.80 m. Long and 5.20 m. wide.

Key words: Permissible Maximum Limits, technology, system

CAPITULO I: El problema de investigación

1.1 Planteamiento del problema

El tratamiento de aguas residuales, es un proceso de tratamiento que incorpora transformaciones físicas, químicas y biológicas, con el objeto de tratar y remover los contaminantes físicos, químicos y biológicos del agua, efluente del uso humano. El objetivo del tratamiento es producir agua ya limpia o reutilizable en el ambiente y un residuo sólido o fango que puede utilizarse para diversos y diferentes propósitos. Las aguas residuales están constituidas fundamentalmente por las aguas de abastecimiento después de haber pasado por las diversas actividades o usos por parte de la población y son generadas por residencias, instituciones y locales comerciales e industriales. Las características de las aguas nos indicaran que tipos de tratamiento se aplicara para tratar a estas mismas y reducir los niveles de contaminación del cuerpo receptor. En México cerca del 80% de las aguas residuales municipales e industriales, se vierten ten a los cuerpos de agua sin recibir tratamiento alguno. (*Fernández, E. 2010*).

En el Perú no somos ajenos a este tipo de casos, en nuestro país al igual que en México y algunos otros países las aguas residuales se vierten en cuerpos de agua sin recibir tratamiento alguno.

En nuestro país no hay plantas de tratamiento que funcionen al 100%, pero se tienen algunas que su funcionamiento es regular, una de ellas es la planta de tratamiento de aguas residuales El Cortijo de la ciudad Trujillo, lo cual se pudo observar en una visita técnica en el año 2014, que su funcionamiento es deficiente y que debería mejorarse para cumplir con sus objetivos que son producir un efluente final con parámetros que se encuentren por debajo de los LMP.

En nuestra región casi en todas por no decir en todas las provincias las aguas residuales se vierten a cuerpos de agua sin algún tratamiento previo.

Algunas iniciativas se han dado para tratar las aguas residuales municipales, algunos de ellos son, lagunas de oxidación de (Soritor, Segunda Jerusalén y Calzada), estas últimas ya no están operativas porque colapsaron debido a un mal proceso de

operación y mantenimiento, además de no usar una tecnología apropiada y económicamente sostenible, realidades observadas en visitas técnicas en los cursos de Tratamiento de aguas residuales domésticas e industriales, y Saneamiento Ambiental.

En la actualidad la tecnología va adquiriendo gran importancia para el tratamiento de los efluentes que genera toda localidad.

En muchos países se han hecho diversos estudios para mejorar el tratamiento de las aguas residuales municipales, es por ello que se han planteado nuevas tecnologías para optimizar el tratamiento de estos efluentes. Uno de estos métodos es el tratamiento mediante tanque de decantación primaria o decantación de flujo radial, que no solo funciona para la decantación sino también para la clarificación y floculación. (*Metcalf & Eddy, 1996*).

Uno de los problemas que enfrentamos en la región y casi todo el mundo como ya se explicó, es el vertido de las aguas residuales municipales a cuerpos de aguas (ríos, lagos o lagunas, quebradas, etc.) sin previo tratamiento. Por ello se planea presentar una propuesta de diseño de una planta de tratamiento de aguas servidas con tecnologías apropiadas, nuevas y económicamente sostenibles.

El diseño de la planta presenta un tratamiento poco utilizado, con el cual se pretende reducir los costos a comparación al de un tratamiento común y generar una menor inversión económica que cumpla con los parámetros establecidos acorde a la normatividad, y que satisfaga las necesidades que presenta la localidad.

Enfocándonos a los problemas de contaminación del agua que se presentaran en la localidad producto de un mal vertido de las aguas residuales municipales, se formula la siguiente pregunta,

¿En qué consiste la propuesta de diseño de una planta de tratamiento de aguas residuales con decantación de flujo radial?

1.2 Objetivos

Objetivo general

- ✓ Proponer el diseño de una planta de tratamiento de aguas residuales con decantación de flujo radial para reducir los grados de contaminación del cuerpo receptor de estas aguas

Objetivos específicos

- ✓ Caracterizar las aguas residuales municipales del distrito de Yantaló, por medio de la medición de sus principales parámetros contaminantes (pH, Demanda Bioquímica de Oxígeno, Demanda Química Oxígeno, Sólidos suspendidos totales, Aceites y grasas y Coliformes totales).
- ✓ Determinar y realizar los cálculos para el dimensionamiento del sistema de tratamiento de aguas residuales propuesto para el distrito de Yantaló en el sector Yanayacu.
- ✓ Diseñar la planta de tratamiento de aguas residuales, mediante el uso de software's de ingeniería.

1.3 Fundamentación teórica

1.3.1 Antecedentes de la investigación

A. Muñoz, (2008): En su trabajo Monográfico, para obtener el título profesional de Ingeniero Industrial, “Caracterización y tratamiento de aguas residuales”, concluye que, se considera importante al tratamiento de aguas residuales como una respuesta de gran peso a la problemática que se vive hoy en día sobre la contaminación del ambiente. El tema de la contaminación y la escasez de agua ha ocurrido en el pasado, ocurre actualmente y con seguridad se agravará en un futuro cercano. El consumo de este recurso aumentará, las fuentes serán cada vez más escasas y en consecuencia, los vertidos aumentarán no únicamente en cantidad, sino también en su composición debido a que su concentración de carga contaminante y sus componentes serán cada vez más nocivos y más difíciles de tratar. Además las normas y requisitos ambientales serán justificablemente más estrictos.

Egocheaga y Moscoso, (2004): En su trabajo de investigación, Lagunas de estabilización en Honduras “Manual de diseño, construcción, operación y mantenimiento, monitoreo y sostenibilidad”, concluyó que, de los 52.000.000 m³/día de aguas residuales que se recolectan en América Latina, se estima que solamente 3.100.000 m³/día, o 6%, reciben tratamiento adecuado antes de ser dispuestas en cuerpos de agua o campos agrícolas. Encima de este serio problema, hay una tendencia de usar para riego agua residual sin tratar (uso directo) o diluida con otra fuente de agua (uso indirecto); en toda América Latina hay un mínimo de 981.445 hectáreas regadas con agua residual cruda o diluida.

C. Duran y E. Díaz, (2008): En su trabajo de investigación para obtener el Título profesional de Ingeniero Civil, “Manual para el diseño de unidades de tipo biológico en Plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas en El salvador”; concluyo que, es necesaria la implementación de una investigación mucho más amplia, donde se realicen mediciones directas en las plantas de tratamiento y se estimen los parámetros necesarios para el diseño, a fin de que se cuente con datos obtenidos en el país y no se tenga la necesidad de recurrir a los encontrados por medio de la experimentación en otros países. Esto se

conseguirá por medio de la inversión en plantas pilotos donde se observe el comportamiento de la planta de tratamiento, ya que estas actúan como un ser vivo y a fin de comprender su comportamiento es necesario la aplicación de los conceptos teóricos en la experimentación.

E. Espinoza, (2010): En su trabajo de investigación para obtener la maestría en Gestión y Auditoría Ambientales, “Planta De Tratamiento De Aguas Residuales San Juan De Miraflores”, dice que, para que una PTAR sea diseñada adecuadamente el ingeniero responsable del diseño debe: (i) caracterizar el afluente (DBO₅, SST, pH, presencia de tóxicos). (ii) decidir el grado de tratamiento requerido en base a las diferentes posibilidades de disposición final y/o reúso. (iii) Analizar las posibles alternativas para el grado de tratamiento deseado y el área disponible. (iv) Comparar los costos tanto de capital como de operación y mantenimiento de las diversas alternativas. (v) Completar el diseño con las especificaciones técnicas correspondientes.

Ing. J. C. Moscoso, (2011): En su trabajo, como consultor externo en aguas residuales, presentó el “Estudio de opciones de tratamiento de aguas residuales en Lima Metropolitana”, en el cual dice que, actualmente cuenta con 41 plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas, que tratan todas ellas los desagües domésticos recolectados por Sedapal. Concluye que el caudal actualmente tratado es de 3,178 l/s, equivale a solo el 17% de los 18,850 l/s de desagües que recolecta Sedapal en la ciudad. Por tal razón esta Empresa pretende elevar su cobertura de tratamiento al 100% mediante la implementación de los Megaproyectos de La Taboada y La Chira, que juntos tendrían una capacidad de 20 m³/s.

J. Pinchi, (2013): En su trabajo de investigación para obtener el Título profesional de Ingeniero Sanitario, “Evaluación del sistema de tratamiento de aguas residuales en la disminución de la DQO, en industrias de Shanusi, Yurimaguas 2013”, concluye que, los resultados obtenidos en este estudio muestran que el Sistema de tratamiento de aguas residuales de industrias del Shanusi, si cumple con las condiciones para que el agua post-tratamiento sea utilizada para consumo y riego de cultivos por su nivel de contaminación.

1.3.2 Bases teóricas

1.3.2.1 Las aguas residuales

Se puede incluir bajo esta definición a la mezcla de aguas residuales domésticas con aguas de drenaje pluvial o con aguas residuales de origen industrial, siempre que estas cumplan con los requisitos para ser admitidas en los sistemas de alcantarillado de tipo combinado. *Reglamento Nacional de Edificaciones, 2006.*

Dentro de las distintas clasificaciones que pueden establecerse de las aguas residuales, uno de los esquemas más generalmente usado por su simplicidad, es el que las identifica por su procedencia. (*Hernández, 2000*).

- Drenaje
- Escorrentía
- Domésticas
 - Fecales
 - Limpieza
- Industriales
 - Comerciales
 - Industriales
- Agrarias
 - Agrícolas
 - Ganaderías

1.3.2.2 Características de las aguas residuales

La caracterización de las aguas residuales puede hacerse de muchas maneras, dependiendo de su propósito específico; sin embargo, vale la pena anotar que toda caracterización de las aguas residuales implica un programa de muestreo apropiado para asegurar representativamente el cumplimiento de normas estándares que aseguran precisión y exactitud en los resultados.

➤ **Origen y Clasificación de las Aguas Residuales.**

La composición de las aguas residuales resulta de la combinación de líquidos y residuos sólidos transportados por el agua, que proviene de residencias,

oficinas, edificios comerciales e instituciones, junto con los residuos de las industrias y de recreo, así como de las aguas subterráneas, superficiales o de precipitación que también pueden agregarse eventualmente al agua residual **(Rolim M., Sergio 1987)**

Así, de acuerdo con su origen, las aguas residuales pueden ser clasificadas como:

➤ **Aguas Residuales de Origen Doméstico.**

Son aquellas aguas utilizadas con fines higiénicos (sanitarios, cocinas, lavando, etc.) Consistentes básicamente en residuos descargados por los humanos, que llegan a las redes de alcantarillado por medio de las descargas de las instalaciones hidráulicas de los hogares, establecimientos comerciales, públicos y similares. *(Ayala C. y Díaz E., 2008).*

➤ **Aguas Residuales de Origen Industrial.**

Las aguas residuales industriales son aquellas que proceden de cualquier actividad o negocio en cuyo proceso de producción, transformación o manipulación se utilice el agua. Son enormemente variables en cuanto a caudal y composición, difiriendo las características de los vertidos, no sólo de una industria a otra, sino también dentro de un mismo tipo de industria. Éstas son más contaminadas que las aguas residuales urbanas, además, con una contaminación mucho más difícil de eliminar.

A veces, las industrias no emiten vertidos de forma continua, sino únicamente en determinadas horas del día o incluso únicamente en determinadas épocas de año, dependiendo del tipo de producción y del proceso industrial. También son habituales las variaciones de caudal y carga a lo largo del día.

Su alta carga unida a la enorme variabilidad que presentan, hace que el tratamiento de las aguas residuales industriales sea complicado, siendo preciso un estudio específico para cada caso. *(Ayala C. y Díaz E., 2008).*

Clasificación de las industrias según sus vertidos

Las industrias se pueden clasificar en cinco grupos de acuerdo con los contaminantes específicos que arrastran las aguas residuales. (*Muñoz, A 2008*).

1. Industrias con efluentes principalmente orgánicos.

- Papeleras.
- Azucareras.
- Mataderos.
- Curtidos.
- Conservas (vegetales, carnes, pescado, etcétera).
- Lecherías y subproductos (leche en polvo, mantequilla, queso, etcétera).
- Fermentación (fabricación de alcoholes, levaduras, etcétera).
- Preparación de productos alimenticios (aceites y otros).
- Bebidas.
- Lavanderías.

2. Industrias con efluentes orgánicos e inorgánicos.

- Refinerías y Petroquímicas.
- Coquerías.
- Textiles.
- Fabricación de productos químicos, varios.

3. Industrias con efluentes principalmente inorgánicos.

- Limpieza y recubrimiento de metales.
- Explotaciones mineras y salinas.
- Fabricación de productos químicos, inorgánicos.

4. Industrias con efluentes con materias en suspensión.

- Lavaderos de mineral y carbón.
- Corte y pulido de mármol y otros minerales.
- Laminación en caliente y colada continua.

5. Industrias con efluentes de refrigeración.

- Centrales térmicas
- Centrales nucleares.

➤ **Aguas Residuales de Origen Agrícola.**

Son aguas procedentes de actividades agrícolas y ganaderas. El tratamiento de este tipo de aguas no debe pasar por desapercibido debido al grado de contaminación que pueden originar.

Además de contener sustancias similares a los vertidos de origen doméstico, pueden contener productos característicos de la actividad agropecuaria, tales como fertilizantes, biocidas, estiércol, etc. En cuanto a los fertilizantes es importante resaltar que antes eran de origen orgánico y en la actualidad son casi sustituidos por abonos de origen inorgánico, tales como sulfato, nitratos, fosfatos, etc., de especial incidencia en la contaminación de aguas. (*Ayala C. y Díaz E., 2008*).

1.3.2.3 Características de las Aguas Residuales Domésticas

A continuación se describen brevemente los constituyentes físicos, químicos y biológicos de las aguas residuales, los contaminantes importantes de cara al tratamiento de las aguas, los métodos de análisis, y las unidades que se emplean para caracterizar la presencia de cada uno de los contaminantes en el agua residual. (*Ayala C. y Díaz E., 2008*).

➤ **Característica física:** La característica física más importante del agua residual es el contenido total de sólidos, término que engloba la materia en suspensión, la materia sedimentable, la materia coloidal y la materia disuelta. Otras características físicas importantes son el olor, la temperatura, la densidad, el color y la turbiedad.

➤ **Características químicas:** Son principalmente el contenido de materia orgánica e inorgánica, y los gases presentes en el agua residual. La medición del contenido de la materia orgánica se realiza por separado por su importancia en la gestión de la calidad del agua y en el diseño de las instalaciones de tratamiento de aguas.

○ **Materia Orgánica**

Los compuestos orgánicos están formados por combinaciones de carbono, hidrógeno y oxígeno, con la presencia, en algunos casos de

nitrógeno. También pueden estar presentes otros elementos como azufre, fósforo o hierro. Los principales grupos de sustancias orgánicas presentes en el agua residual son las proteínas (40-60%), hidratos de carbono (25-50%) y grasas y aceites (10%).

A lo largo de los años, se han desarrollado diferentes ensayos para la determinación del contenido orgánico de las aguas residuales. En general, los diferentes métodos pueden clasificarse en dos grupos, los empleados para determinar altas concentraciones de contenido orgánico, mayores a 1 mg/l, y los empleados para determinar las concentraciones de .001 mg/l a 1 mg/l. El primer grupo incluye los siguientes ensayos de laboratorio:

- a) Demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅)
- b) Demanda química de oxígeno (DQO) y
- c) Carbono orgánico total (COT).
- d) Determinar el impacto en el medio receptor.

En el segundo grupo de ensayos, los empleados para determinar concentraciones a nivel de traza, por debajo de 1 mg/l, se emplean métodos instrumentales que incluyen la cromatografía de gases y la espectroscopia de masa.

- **Materia Inorgánica**

Son varios los componentes inorgánicos de las aguas residuales y naturales que tienen importancia para la determinación y control de la calidad del agua. Las concentraciones de las sustancias inorgánicas en el agua aumentan tanto por el contacto del agua con las diferentes formaciones geológicas, como por las aguas residuales, tratadas o sin tratar, que a ella se descargan. Las aguas naturales disuelven parte de las rocas y minerales con los que entran en contacto.

Las aguas residuales, salvo el caso de determinados residuos industriales, no se suelen tratar con el objetivo específico de eliminar los constituyentes inorgánicos que se incorporan durante el ciclo de uso.

- **Características biológicas:** Para el tratamiento biológico se deben de tomar en cuenta las siguientes características del agua residual: principales grupos de microorganismos presentes, tales como bacterias, hongos, algas,

y organismos patógenos, los cuales son los principales causantes de enfermedades gastrointestinales como fiebre tifoidea, diarreas, disenterías y cólera. Debido a la alta infecciosidad de estos organismos, cada año son responsables de gran número de muertes en países con escasos recursos sanitarios, especialmente en zonas tropicales

Cuadro N° 01: Origen y características comunes de las aguas residuales domiciliarias

ORIGEN DE LAS AGUAS RESIDUALES DOMICILIARIAS	CARACTERISTICAS	
CUARTO DE BAÑO	Microbiológico	Concentración variable de microorganismos.
	Biológico	Baja concentración de materia orgánica biodegradable.
	Físico	Alta concentración de sólidos, pelo, pelusa y valores altos de turbidez.
	Químico	Sodio, fosfatos, boro, agentes tensioactivos, amoníaco y nitrógeno.
LAVANDERIA	Microbiológico	Concentración variable de microorganismos dependiendo del tipo de ocupantes.
	Biológico	Alta concentración de materia orgánica biodegradable.
	Físico	Alta concentración de sólidos, pelusa y valores altos de turbidez.
	Químico	Sodio, fosfatos, boro, agentes tensioactivos, amoníaco y nitrógeno, todo procedente de los detergentes (sobre todo el polvo) y de la suciedad de la ropa.
COCINA	Microbiológico	Concentración variable de microorganismos.
	Biológico	Alta concentración de materia orgánica biodegradable.
	Físico	Restos de comida, aceites, grasas y turbidez.
	Químico	Detergentes y otros productos de limpieza.

Fuente: Ignacio Javier Palma Carazo, 2009. Reutilización de las aguas grises en la edificación.

➤ **Contaminantes de importancia en el tratamiento del agua residual**

El agua residual vertida sobre cualquier fuente de agua natural originará en ella cierto grado de contaminación, por ello debemos controlar los efectos indeseables a fin que el cuerpo receptor no altere sus propiedades, y sus

características se vuelvan inaceptables para el uso en el que fue propuesto.

Razones de su importancia: (*Alasino Noelia, 2009*)

- **Sólidos suspendidos:** Desarrollan depósitos de lodos y condiciones anaerobias cuando se descarga agua residual cruda a algún medio acuático.
- **Materia orgánica biodegradable:** Puede producir el agotamiento del oxígeno disuelto (OD) del cuerpo receptor el cual es desfavorable para la flora y fauna presente en dicho cuerpo, se mide en términos de DBO₅ y DQO, y está compuesta de proteínas carbohidratos y grasas.
- **Patógenos:** Producen enfermedades.
- **Nutrientes:** El C, N, P son nutrientes que pueden ocasionar vida acuática indeseable y descargados sobre el suelo, pueden contaminar el agua subterránea.
- **Metales pesados:** Proviene del agua residual doméstica e industrial, deben ser removidos si se desea reutilizar el agua.
- **Sólidos inorgánicos disueltos:** El calcio, sodio y sulfatos son agregados al suministro doméstico original como resultado del uso y deben ser removidos para la reutilización del agua.

1.3.2.4 Planta de tratamiento de aguas residuales

Con respecto a la planta de tratamiento, se deberá buscar en todo momento, un diseño eficiente y económico que satisfaga la necesidad de la población específica en un tiempo específico, incluyendo un plan de mantenimiento y revisión constante. En nuestra sociedad, hemos podido observar a través de la historia, la carencia de una cultura de operatividad y mantenimiento en los sistemas de agua y desagüe. Es así que también se busca en una planta de tratamiento, que el diseño se amolde a la realidad nacional, sin que esta involucre efectos secundarios como por ejemplo malos olores, que incomoden y hagan peligrar la salud de las personas que habitan cerca. Finalmente, en el diseño de una planta de tratamiento se busca tener mucho cuidado en aspectos como el caudal, el uso final del agua tratada, el área empleada, la viabilidad económica, entre otros. (*FONAM, 2010*).

Procesos y operaciones unitarias del tratamiento de aguas residuales

El grado de tratamiento necesario puede determinarse comparándose las características del agua residual cruda con las exigencias del efluente correspondiente, como vimos anteriormente que existen características física, químicas, y biológicas, dando lugar a los procesos y operaciones unitarias, que estas dan lugar también, al tratamiento primario, secundario y terciario o avanzado, que se describen a continuación: (*Egocheaga y Moscoso, 2005*).

- **Operaciones físicas unitarias:** son los métodos de tratamiento en donde predomina la acción de fuerzas físicas como: el desbaste, mezclado, floculación, sedimentación, flotación, transferencia de gases y filtración.
- **Procesos químicos unitarios:** son los métodos de tratamientos en los cuales la eliminación o conversión de los contaminantes se consiguen con la adición de productos químicos o gracias al desarrollo de ciertas reacciones químicas; así tenemos la precipitación, adsorción, y la desinfección.
- **Procesos biológicos unitarios:** son los procesos de tratamiento en los que la eliminación de contaminantes se lleva a cabo gracias a la actividad biológica; por ejemplo tenemos la eliminación de sustancias orgánicas biodegradables presentes en el agua residual en forma, tanto coloidal, como en disolución.

1.3.2.5 Sistemas de tratamiento de aguas residuales

➤ Pre tratamiento

Pretende separar del agua residual tanto con operaciones físicas como operaciones mecánicas, la mayor cantidad de materias que por su naturaleza o por su tamaño generen problemas (obstrucción de tuberías y bombas, depósitos de áreas, rotura de equipos, etc.) en tratamientos posteriores, consta de los siguientes procesos, (*Muñoz A., 2008*)

- **Cribado:** Es la operación utilizada para separar material grueso del agua, mediante el paso de ella por una criba o rejilla, esta puede ser de cualquier material agujereado ordenadamente. De acuerdo con el método de limpieza, las rejillas son de limpieza manual o mecánica.

Según el tamaño de las aberturas se clasifican como rejillas finas o gruesas, siendo estas últimas las empleadas en el tratamiento de aguas residuales.

El canal de acceso a la rejilla debe diseñarse para prevenir la acumulación de arena u otro material pesado, antes y después de la rejilla, este debe ser perpendicular a la rejilla, para promover una distribución uniforme a los sólidos retenidos.

- **Desarenadores:** Se usan para remover arena, grava, partículas u otro material sólido pesado que tenga velocidad de asentamiento o peso específico bastante mayor que el de los sólidos orgánicos degradables de las aguas residuales, protegiendo el equipo del desbaste y evitando la formación de depósitos pesados en conductos.

Los Desarenadores pueden ser de limpieza o manual y su diseño depende del tipo de flujo y del equipo de limpieza seleccionado, de acuerdo al flujo se clasifican en desarenador tipo aireado y desarenador de flujo horizontal.

- **Igualamiento:** Consiste en amortiguar las variaciones del caudal para lograr un caudal aproximadamente constante. Tiene los siguientes propósitos; superar problemas operacionales causados por las variaciones de caudal de tiempo seco, de invierno en alcantarillados, sanitarios de alcantarillados combinados y controlar el pH para minimizar requerimientos en procesos de neutralización mejorando la eficacia del tratamiento biológico.
- **Desengrasado:** El objetivo en este paso es eliminar grasas, aceites, espumas y demás materiales flotantes más ligeros que el agua, que podrían distorsionar los procesos de tratamiento posteriores.

➤ **Tratamiento primario**

Es llamado también clarificación, sedimentación o decantación. Ya que en esta etapa de tratamiento el agua residual se deja decantar durante un periodo de aproximadamente 2 horas en un tanque de decantación y producir así un efluente líquido clarificado y un fango líquido-sólido llamado fango primario. El objetivo es producir un efluente líquido de calidad aprovechable para la siguiente etapa de tratamiento. En dicho

tratamiento se lleva a cabo una sedimentación en reposo con recogida de materia flotante y grasa así como la eliminación del lodo sedimentado. Algunos de los procesos se muestran a continuación. (Mejías Z., 2010).

- **Neutralización:** Es la adición de álcali o de un ácido a un residuo, para obtener un rango de pH cercano a 7.0 y se usa para proteger fuentes receptoras de descargas alcalinas o ácidos fuertes; asegurando una capacidad tampona suficiente para mantener dicho pH, el cual es importante para ejercer control de la corrosión y la presencia de orín en las tuberías y accesorios de fontanería.

La neutralización de aguas ácidas se hace agregando cal, óxido de cal, hidróxido de magnesio o hidróxido de sodio; siendo la cal la más usada por su bajo costo, sin embargo, la gran cantidad de lodo producido es un problema significativo. El hidróxido de sodio, aunque costoso, es una forma conveniente para neutralización de residuos ácidos en plantas pequeñas y minimiza la cantidad de lodo producido.

- **Sedimentación:** Los diferentes tipos de sedimentación ocurren con base en la concentración y tipo de partículas; ya sea por sedimentación primaria o secundaria; de acuerdo a su limpieza puede ser manual o mecánica. Los 3 tipos básicos de tanques de sedimentación son de flujo horizontal, de flujo radial y de flujo ascensional.

En el diseño de estos tanques se debe proveer una distribución uniforme del afluente; suministrar rápida recolección de lodo sedimentado y de la espuma; minimizar las corrientes de salida; determinar una profundidad suficiente para almacenar lodo permitiendo su espesamiento; dejar un borde libre de 30 centímetros; reducir efectos del viento mediante pantallas y vertederos y repartir uniformemente el caudal entre las unidades de sedimentación.

- **Tanques primarios de decantación:** Son aquellos que reciben aguas residuales crudas de tratamiento biológico secundario, estos pueden ser rectangulares o circulares, siendo estos últimos los más usados ya que la barredora de lodos requiere menos partes móviles que el mecanismo de arrastre y los muros pueden ser más delgados que en un tanque rectangular.

- **Tanques secundarios de decantación:** Generalmente son circulares, su mecanismo de remoción más usado es el tipo cadena y paletas metálicas actualmente preferibles de plástico, permitiendo remoción continua de sólidos.

Entre otros tratamientos son:

- a) Sistemas de fosa séptica
- b) Tanque Imhoff

➤ **Tratamiento secundario**

El objetivo principal de esta etapa es la reducción del valor de la DBO₅ que no se beneficia de la sedimentación primaria tanto como los SS. En otras palabras, el tratamiento secundario debe ser un proceso capaz de biodegradar la materia orgánica en productos no contaminantes, como por ejemplo H₂O, CO₂ y biomasa. El efluente líquido final debe estar bien estabilizado o bien oxigenado de tal manera que no proporcione una fuente de alimento para las bacterias aerobias en el medio acuático receptor. Algunos procesos se detallan a continuación. (*Marín, A. y Osés M., 2013*).

- **Lodos activados:** Es un medio colonizado por microorganismos muy variados como bacterias, hongos, protozoos, metazoos, materia orgánica muerta y materiales inorgánicos; siendo las bacterias el grupo más importante por su función en la estabilización del material orgánico y en la formación de floc de lodo activo, los géneros de bacterias más comunes son Alcalígenes flavobacterium, Bacillus y Pseudomonas. La comunidad de lodos activados depende de la naturaleza de suministro alimenticio, concentración de alimento, turbulencia, temperatura, tiempo de aireación y concentración de lodos.

Posee una superficie altamente activa para la adsorción de materiales coloidales y suspendidos por lo tanto su resultado es una porción de materia orgánica, susceptible de descomposición biológica, convertida en compuestos inorgánicos; es un proceso estrictamente aerobio ya que

el floc microbial se mantiene siempre en suspensión en la mezcla aireada del tanque, en presencia de oxígeno disuelto.

Los dos tipos de sistemas de aireación usados son por difusión subsuperficial y mecánica, los cuales tienen costos altos de inversión y operación debido a la baja eficiencia de transferencia de oxígeno de los equipos y de las condiciones de funcionamiento.

- **Filtros percoladores:** Son tanques que contienen un lecho de material grueso, compuesto de materiales sintéticos o piedras de diversas formas, de alta relación área/volumen, sobre el cual son aplicadas las aguas residuales por medio de brazos distribuidores fijos o móviles; alrededor de este lecho se encuentra adherida una población bacteriana que descompone las aguas residuales a medida que estas percolan hacia el fondo del tanque.
- **Biodiscos:** Sistema de tratamiento biológico secundario para aguas residuales domésticas e industriales biodegradables, del tipo de crecimiento adherido o reactor de película fija; las películas biológicas crecen sobre discos, en rotación a través del agua residual, montados sobre un eje horizontal. Los principales factores de influencia sobre el proceso son las características del agua residual, carga hidráulica, carga orgánica, velocidad rotacional de los discos, profundidad de sumersión, tiempo de retención y temperatura.

Dentro de las ventajas se tienen la simplicidad, alta eficiencia de remoción de carbono y nitrógeno, tiempos de retención cortos, bajo consumo energético, bajos costos de operación y mantenimiento y lodos de buena sedimentabilidad. Entre las desventajas se señalan las fallas en los discos, los ejes y los motores, fugas de lubricantes y criterios de diseño muy distintos.

Otros tipos de tratamiento secundario

- a) Lagunas de estabilización
- b) Decantadores secundarios
- c) Reactores anaerobios de flujo ascendente (RAFA)

➤ Tratamientos terciarios

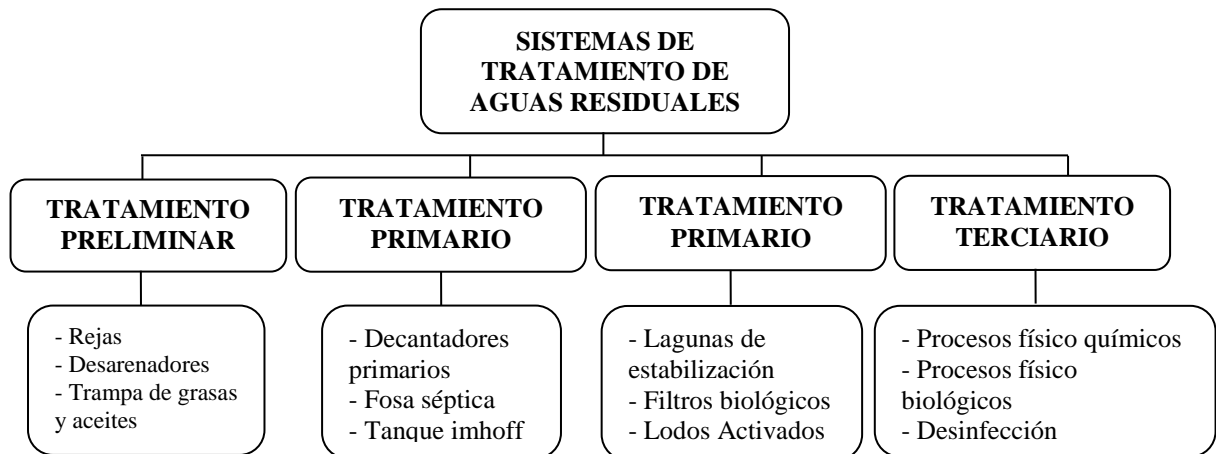
Complementa los procesos anteriores siempre que las condiciones locales exijan eventualmente un grado más elevado de depuración o la remoción de nutrientes, para evitar la eutrofización en el cuerpo receptor. (Ayala C. y Díaz E., 2008).

- **Cloración:** La desinfección se aplica a aquellos procesos en los cuales microorganismos patógenos son destruidos. El propósito de la desinfección del agua es el de impedir la diseminación de enfermedades hídricas. El cloro ha sido usado principalmente como desinfectante para control de microorganismos en aguas de consumo, aguas residuales, piscinas, lodos, entre otros.

Los procesos complementarios que pueden ser aplicados son:

- a) Procesos físico-químicos
- b) Procesos físico-biológicos
- c) Desinfección

Gráfico N° 1: Sistemas de tratamiento de aguas residuales



1.3.2.6 Vertidos de efluentes

Una vez tratada, las aguas residuales se pueden reutilizar o bien se pueden reintroducir en el ciclo hidrológico por evacuación del medio ambiente por lo tanto la evacuación de las aguas residuales, se puede considerar como el primer paso de un proceso de reutilización indirecto a largo plazo; los métodos más comunes de evacuación son: (Metcalf & Eddy, 1996).

- Vertido y dilución del agua al medio ambiente (algún cuerpo receptor, que pueden ser en su mayoría ríos).
- Aplicación al terreno.

1.3.2.7 Decantación de flujo radial

Es un proceso en el cual se elimina un 65% de los sólidos en suspensión del agua residual de entrada. Dado que en la composición de dichos sólidos hay materia orgánica, su eliminación lleva asociada una reducción de la DBO₅ de entrada de aproximadamente el 35%. (*Metcalf & Eddy, 1996*).

Se entiende por decantación a la remoción por efecto gravitacional de las partículas en suspensión presentes en el agua. Estas partículas deberán tener un peso específico mayor que el fluido.

Los tanques de decantación de flujo radial o decantación primaria contribuyen de manera importante al tratamiento del agua residual. Cuando se utilizan como único medio de tratamiento, su objetivo principal es la eliminación de: (*Díaz, P. 2009*).

1. sólidos sedimentables capaces de formar depósitos de fango en las aguas receptoras.
2. Aceite libre, grasas y otras materias flotantes, y
3. Carga orgánica vertida a las aguas receptoras.

Cuando los tanques se emplean como paso previo de tratamientos biológicos, el cual es el caso del proyecto, su función es la reducción de la carga afluente a los reactores biológicos. (*Díaz, P. 2009*).

➤ Decantadores circulares o de flujo radial

Los elementos fundamentales de todo decantador son: (*Díaz, P. 2009*).

a) Entrada del afluente: Deben proyectarse en forma tal que la corriente de alimentación se difunda homogéneamente por todo el tanque desde el primer momento. En general, el agua entra por el centro del decantador y es recogida en toda la periferia del mismo. Frente a este sistema se ha desarrollado el de alimentación periférica con salida del agua bien central o bien periférica. Se evita las perturbaciones producidas por la disipación de la energía del agua en

la entrada mediante la instalación de deflectores o corona de reparto en los circulares. (Díaz, P. 2009).

b) Deflectores: Suelen colocarse a la entrada y salida de la balsa sirviendo, el primero, para conseguir una buena repartición del caudal afluente, y el segundo para retención de las sustancias flotantes, grasas y espumas. (Díaz, P. 2009).

c) Vertedero de salida: Su nivelación es muy importante para el funcionamiento correcto de la clarificación. Por otro lado, para no provocar levantamiento de los fangos sedimentados, la relación del caudal afluente a la longitud total de vertidos debe ser menor de $10 - 12 \text{ m}^3 / \text{h} / \text{m}$.

La salida habitual del agua es a través de un vertedero triangular, que aunque no es el óptimo desde el punto de vista del reparto (al considerar el posible error de nivelación) sí lo es al considerar las amplias variaciones del caudal. (Díaz, P. 2009).

d) El equipo de rasquetas: Puede adoptar principalmente dos alternativas diferenciadas por su sistema de accionamiento: Central o periférico (Un puente radial al que van unidas las rasquetas y que gira a través de una rueda tractora accionada por un motorreductor y que rueda por la coronación del muro periférico del decantador). A su vez, la estructura de las rasquetas puede ser variada, siendo la básica la de espina de pez, consistente en varias rasquetas equidistantes formando un ángulo constante con el radio del decantador, y que arrastran una partícula desde la periferia al centro del decantador, haciendo pasar la partícula de una rasqueta a otra. (Díaz, P. 2009).

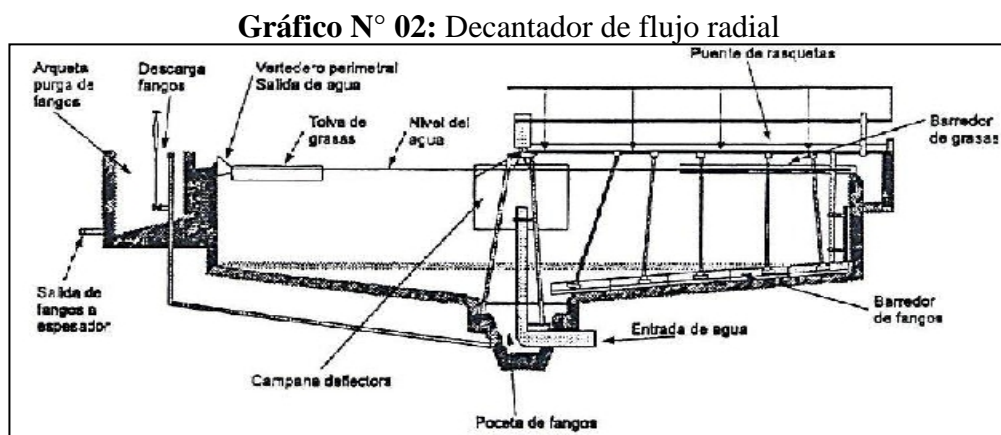
e) La eliminación de flotantes: Se realiza disponiendo delante del vertedero de salida una chapa deflectora que evita la salida de los flotantes. Para su acumulación los sistemas de rasquetas disponen generalmente de barredores superficiales que los arrastran hasta el punto de extracción, consistente, en una tolva que a veces dispone de una rampa por donde sube parte de la barredora. (Díaz, P. 2009).

La evacuación de los fangos puede contener tres pasos: Acumulación, almacenamiento y extracción.

f) La acumulación de fangos: Puede realizarse de dos formas básicas: por gravedad o mediante equipos mecánicos. La primera se realiza mediante el fondo inclinado en forma de tolva del decantador, pero cuando las dimensiones de éste son excesivamente grandes hay que recurrir a equipos mecánicos que acumulen el fango sedimentado, por arrastre, en uno o varios puntos fijos de extracción, mediante rasquetas que barren la solera del decantador, o bien mediante la extracción de los fangos por succión (bien por depresión hidráulica o por vacío) sin necesidad de acumulación, pero esta práctica es principalmente usada en la decantación secundaria del proceso de fangos activos. (Díaz, P. 2009).

g) El almacenamiento: Se realiza normalmente en pocetas ubicadas en la solera del decantador, situadas en el centro del decantador circular en el que a veces se coloca un sistema de rasquetas de paletas de espesamiento, en esta poceta, para aumentar la concentración del fango antes de su extracción. (Díaz, P. 2009).

e) La extracción o purga del fango: Se puede realizar automáticamente de dos formas (Nunca es aconsejable la extracción manual, ni aún en las pequeñas depuradoras). En ambos casos, la extracción es periódica, por lo que el automatismo consiste en la temporización regular de los tiempos de funcionamiento y parada del sistema de extracción. Éste se materializa bien en válvulas automáticas o bien en bombas especiales para fangos. (Díaz, P. 2009).



Fuente: Metcalf & Eddy, “Ingeniería de aguas residuales, tratamiento, vertido y reutilización.”

1.3.2.8 Descripción del sistema de tratamiento de aguas residuales del Distrito de Yantaló

Esta descripción se realiza de acuerdo a lo observado en el trabajo de campo que se realizó durante la toma de muestras.

✓ Tanque Imhoff

Tiene un (1) tanque Imhoff, en cual ya cumplió su periodo de vida para el cual fue diseñado; actualmente no funciona adecuadamente, producto de eso el tratamiento de aguas residuales domiciliarias del distrito de Yantaló es deficiente, debido a esto, la quebrada Yanayacu está recibiendo cargas contaminantes que están fuera de los LMP como se demuestra en los análisis realizados (*Ver anexos, análisis de laboratorio*).

✓ Lecho de secados

No se encuentra operativo, producto de una mala operación y mantenimiento, fue dejado en abandono y producto de ello empezó a crecer yerbas y monte alto (*Ver anexos*), los cuales no permiten que se haga uso de este componente.

✓ Cámara de Rejas

Tiene una (1) cámara de rejas, actualmente en uso pero su operatividad es insuficiente y a la vez deficiente, producto de un mal mantenimiento, a veces se encuentra lleno de sólidos gruesos, los cuales al no ser removidos, obstruyen el paso del agua provocando un colapso en este componente.

✓ Tanque Séptico

Tiene dos (2) tanques sépticos, los cuales colapsaron, debido a un mal mantenimiento, lo que se sumó a su periodo de diseño, que ya cumplió, y los caudales para los cuales fueron diseñados aumentaron, lo mismo que causó su colapso total.

✓ Pozo Percolador

Consta de dos (2) pozos de percolación, su funcionamiento es deficiente, puesto que cumplió con su periodo de vida útil, lo que aumenta la deficiencia es que los componentes anteriores a estos

pozos no están funcionando correctamente, por lo que, complica la eficiencia de su funcionamiento.

1.3.2.9 Descripción del sistema de tratamiento de aguas residuales propuesto para el Distrito de Yantaló

✓ Rejas

Se propone una (01) cámara de rejas. Para retener sólidos de hasta 6 mm., para así no tener problemas en los siguientes componentes de tratamiento del agua. Las dimensiones y diseño se detallan en los resultados y anexos.

✓ Desarenador

Se propone un (01) desarenador. Principalmente para sedimentar arenas, de tal manera que el tratamiento posterior sólo trabaje para lo que fue diseñado. Las dimensiones y diseño se detallan en los resultados y anexos.

✓ Trampa de grasas

Se propone una (01) trampa de grasas. Para retener grasas, aceites y espumas, de manera que no se distorsione el tratamiento posterior. Las dimensiones y diseño se detallan en los resultados y anexos.

✓ Decantador de flujo radial

Se propone un (01) decantador de flujo radial. Principal componente de la planta de tratamiento, su función principal es clarificar el agua, en este componente se elimina toda la carga contaminante presente en el agua residual, decantando todo tipo de sólido suspendido de menor tamaño, permitiendo el paso de la formación de lodos, además de espumas, los cuales posteriormente son extraídos hacia un tratamiento especial. Las dimensiones y diseño se detallan en los resultados y anexos.

✓ Desinfección

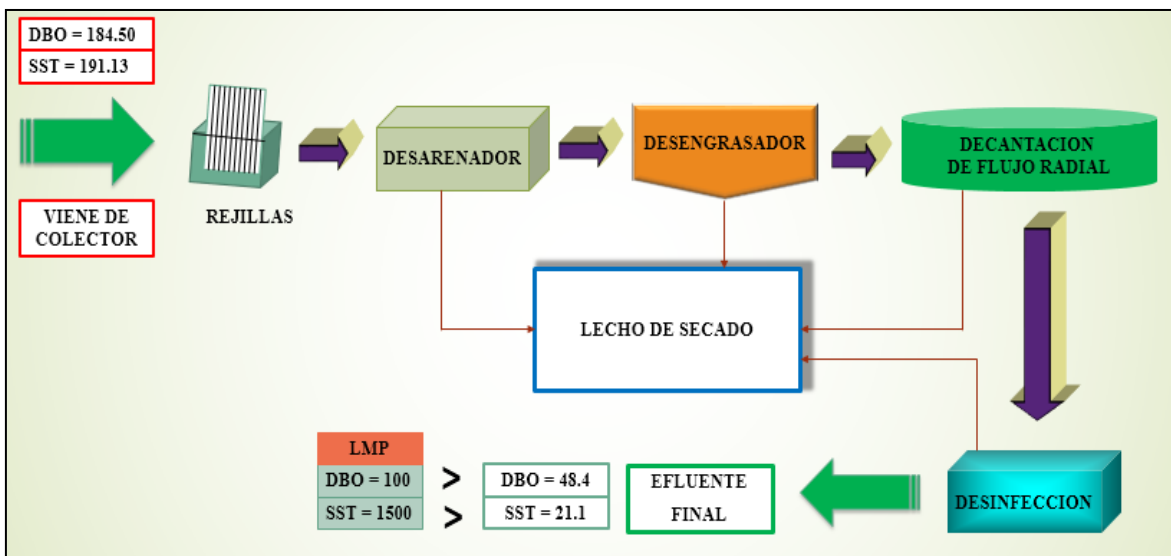
Se propone un (01) sistema de mamparas de cloración. Uno de los componentes más importantes en tratamiento, puesto que acá se eliminan principalmente bacterias y virus, mediante la inyección

de cloro. Las dimensiones y diseño se detallan en los resultados y anexos.

✓ **Lecho de secado de lodos**

Se propone un (01) sistema de tratamiento para los lodos producidos en los procesos de tratamiento mencionados anteriormente. Su principal función es la deshidratación de los lodos producidos en cada uno de los componentes de la planta de tratamiento.

Grafico N° 03: Diagrama de Flujo de la Planta de Tratamiento



1.3.3 Definición de términos

Reglamento Nacional de Edificaciones, (2006). Norma OS. 090 “*Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales*”.

- ✓ **Afluente:** Líquido que ingresa a un sistema de tratamiento.
- ✓ **Agua:** Líquido transparente, insípido e inodoro. El agua alcanza su densidad máxima a una temperatura de 4°C. Cuando el agua se enfría y se congela, el sólido que resulta ocupa un volumen mayor que el del líquido del que proviene; disminuye su densidad de 1 g/cm³ en el agua líquido a 0.9 g/cm³ en el hielo.
- ✓ **Agua residual:** Agua que ha sido usada por una comunidad o industria que contiene material orgánico o inorgánico disuelto o en suspensión.
- ✓ **Agua residual doméstica:** Agua de origen doméstico, comercial e institucional que contiene desechos y otros provenientes de la actividad humana.
- ✓ **Agua residual municipal:** Son aguas residuales domésticas. Se puede incluir bajo esta definición a la mezcla de aguas residuales domésticas con aguas de drenaje pluvial o con aguas residuales de origen industrial, siempre que estas cumplan con los requisitos para ser admitidas en los sistemas de alcantarillado de tipo combinado.
- ✓ **Análisis:** El examen de una sustancia para identificar sus componentes.
- ✓ **Barredor de fondo:** Es el conjunto de elementos destinado a barrer el lodo depositado en el fondo del sedimentador, llevándolo en sucesivas pasadas hacia la tolva de descarga, ubicada en el centro del recipiente.
- ✓ **Calidad de agua:** Referido a la composición del agua en la medida en que esta es afectada por la concentración de sustancias producidas por los procesos naturales y actividades humanas.
- ✓ **Campana de reparto:** Es por donde entra el afluente. Deben proyectarse de forma tal que toda la corriente de alimentación se difunda homogéneamente por el tanque desde el primer momento. En los tanques circulares, el sistema de flujo es radial (a diferencia del flujo horizontal que se da en los tanques rectangulares).
- ✓ **Caudal:** Volumen de agua por unidad de tiempo.
- ✓ **Coliformes:** Bacterias Gram negativas no esporuladas de forma alargada capaces de fermentar lactosa con producción de gas a 35 +/- 0,5 °C

(Coliformes totales). Aquellas que tienen las mismas propiedades a 44.5 +/- 0,2 °C en 24 horas se denominan coliformes fecales (ahora también denominados coliformes termotolerantes).

- ✓ **Contaminación de agua:** Modificación, generalmente provocada por el hombre, de la calidad del agua, haciéndola impropia o peligrosa para el consumo humano, la agricultura, la pesca y las actividades recreativas, así como para los animales domésticos y la vida natural (Carta del agua, Europa 1968).
- ✓ **Cuerpo receptor:** Es todo aquel manantial, zona de recarga, ríos, quebradas, arroyos permanente o no, lago, laguna, marisma, embalse natural o artificial, estuario, manglar, turbera, pantano, agua dulce, salobre o salda, donde se vierten aguas residuales.
- ✓ **Decantación:** Es la separación un sólido o líquido más denso de otro fluido (líquido o gas) menos denso y que por lo tanto ocupa la parte superior de la mezcla.
- ✓ **Decantación primaria:** Proceso en el cual se elimina un 65% de los sólidos en suspensión del agua residual de entrada. Dado que en la composición de dichos sólidos hay materia orgánica, su eliminación lleva asociada una reducción de la DBO₅ de entrada de aproximadamente el 35%.
- ✓ **Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅):** Cantidad de oxígeno que requieren los microorganismos para la estabilización de la materia orgánica bajo condiciones de tiempo y temperatura específicos (generalmente 5 días a 20°C).
- ✓ **Diseñar:** Proceso de creación y desarrollo para producir un nuevo objeto o medio de comunicación (objeto, proceso, servicio, conocimiento o entorno) para uso humano.
- ✓ **Diseño:** Se refiere al plan final o proposición determinada fruto del proceso de diseñar: dibujo, proyecto, plano o descripción técnica, maqueta al resultado de poner ese plan final en práctica (la imagen, el objeto a fabricar o construir).
- ✓ **Efluente:** líquido que sale de un proceso de tratamiento.
- ✓ **Eficiencia del tratamiento:** Relación entre la masa o concentración removida y la masa o concentración aplicada, en un proceso o planta de

tratamiento y para un parámetro específico. Puede expresarse en decimales o porcentaje.

- ✓ **Flujo radial:** Se define como el flujo que tiene el agua en forma circular, esto permite una mayor eficiencia y uniformidad del líquido entrante.
- ✓ **Planta de tratamiento:** Infraestructura y procesos que permiten la depuración de aguas residuales.
- ✓ **Puente decantador:** Gira lentamente ($v < 120$ m/h) y puede tener dos o cuatro brazos equipados con rascadores de fondo. Los puentes también incluyen rascadores superficiales para la eliminación de espumas.
- ✓ **Sistemas de tratamiento de aguas residuales:** son un conjunto integrado de operaciones y procesos físicos, químicos y biológicos que se utilizan con la finalidad de depurar las aguas residuales hasta un nivel tal que permita alcanzar la calidad requerida para su disposición final, o su aprovechamiento mediante el reúso.
- ✓ **Sólidos en suspensión:** Formación de depósitos de lodos y condiciones anaerobias en los cuerpos de agua receptores.
- ✓ **Tratamiento de aguas residuales:** El tratamiento de aguas residuales consiste en una serie de procesos físicos, químicos y biológicos que tienen como fin eliminar los contaminantes físicos, químicos y biológicos presentes en el agua efluente del uso humano.
- ✓ **Velocidad de arrastre:** Es importante en las operaciones de decantación. Las fuerzas actuantes sobre las partículas sedimentadas son causadas por la fricción del agua que fluye sobre las mismas.
- ✓ **Vertimiento:** Evacuación deliberada de desechos u otras sustancias al ambiente.

1.4 Variables

Variable dependiente

Diseño de la planta de tratamiento de aguas residuales mediante decantación flujo radial.

Variables Independientes

A. Caracterización de las aguas residuales

Indicadores

- Sólidos en suspensión
- Demanda Química de Oxígeno
- Demanda Bioquímica de Oxígeno
- Coliformes fecales y totales
- Temperatura
- pH

B. Dimensionamiento de la planta de tratamiento

Indicadores

- Caudal
- Tiempo de retención hidráulico
- Sólidos suspendidos totales (SST)
- Demanda Bioquímica de Oxígeno

1.5 Hipótesis

H_i: Mediante el diseño de una planta de tratamiento de aguas residuales con decantación de flujo radial, se reducen significativamente los grados de contaminación de este cuerpo receptor, en el distrito de Yantaló.

H₀: Mediante el diseño de una planta de tratamiento de aguas residuales con decantación de flujo radial, no se reducen significativamente los grados de contaminación de este cuerpo receptor, en el distrito de Yantaló.

CAPITULO II: Marco Metodológico

2.1 Tipo de investigación

De acuerdo a la orientación.

Aplicada

De acuerdo a la técnica de contrastación.

Descriptiva

2.2 Diseño de investigación

No experimental

Método longitudinal: Es el diseño de investigación que recolecta datos a través del tiempo en puntos o períodos especificados, para hacer inferencias respecto al cambio, sus determinantes y consecuencias.

2.3 Población y muestra

Población: Aguas residuales vertidas a esta quebrada.

Muestra: Volumen determinado de aguas residuales vertidas, en este caso se tomará los siguientes volúmenes para medir los parámetros especificados:

- pH : 50 mL
- DBO₅ : 1000 mL
- DQO : 100 mL
- Aceites y grasas : 1000 mL
- SST : 100 mL
- Coliformes : 250 mL

Fuente: *Anexo III, requisitos para toma de muestra de agua residual y preservación de las muestras para el monitoreo. Oficina de medio ambiente, Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento.*

2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

- Observación
 - Ficha técnica
 - Tomar fotografías para ver el estado en que se encuentra el cuerpo receptor.
- Experimentación
 - Recolección de muestras – procesos de análisis en laboratorio
- Documentos oficiales
 - Contraste de criterios técnicos y normatividad vigente.
 - Reglamento nacional de edificaciones. Norma OS. 090
 - Límites máximos permisibles, establecidos en la ley general del ambiente N° 28611.

2.5 Técnicas de procesamiento y análisis de datos

- Análisis en laboratorio
 - Recolección de muestra y envió al Laboratorio Regional del Agua - Cajamarca
 - Comparar las muestras obtenidas y analizadas, con los parámetros establecidos en los límites máximos permisibles del D.S. N° 003-2010-MINAM.
- Cálculos matemáticos
 - Obtener los volúmenes y concentraciones de los parámetros necesarios para dimensionar.
 - Dimensionamiento de los componentes de la planta de tratamiento de aguas residuales.
- Programas de ingeniería.
 - Excel 2013: Para el cálculo y dimensionamiento de las estructuras de la planta de tratamiento.
 - AutoCAD: Para el diseño de los componentes de la planta de tratamiento de aguas residuales.

CAPITULO III: Resultados

3.1 Resultados

3.1.1 Caracterización de las aguas residuales del distrito de Yantaló

Las aguas residuales domesticas del distrito de Yantaló, se caracterizaron mediante el método longitudinal, se extrajeron muestras en 4 tiempos, durante un mes, para poder observar el comportamiento de los parámetros, obteniéndose así concentraciones máximas y mínimas, lo que ayudará para realizar un mejor cálculo de los componentes que se usaran para el tratamiento de las aguas residuales de esta localidad.

Tabla N° 01: Límites Máximos Permisibles (LMP) para los efluentes de Planta de tratamiento de aguas Residuales

PARAMETRO	UNIDAD	LMP
Aceites y grasas	mg/L	20
Coliformes termotolerantes (CT)	NMP/100mL	10000
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mgO ₂ /L	100
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mgO ₂ /L	200
pH	unidad	6.5-8.5
Sólidos Totales en Suspensión (STS)	mg/L	150
Temperatura	°C	<35

Fuente: Decreto Supremo N° 003-2010-MINAM. Aprueba Límites Máximos Permisibles para los efluentes de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domesticas o Municipales. Publicado en el diario Oficial el Peruano el 17 de marzo de 2010.

A continuación se detallan los análisis de los parámetros que se realizaron en el laboratorio.

Tabla N° 02: Informe de ensayo N° 01, determinación de los parámetros básicos según el Ministerio del ambiente.

INFORME DE ENSAYO N° 01				
PARAMETRO	UNIDAD	RESULTADOS	PARAMETROS DE CAMPO	
			pH	Temperatura
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mgO ₂ /L	203	7.09	26.4
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mgO ₂ /L	531		
Sólidos Totales Suspendidos	mg/L	459		
Coliformes termotolerantes	NMP/100mL	16x10 ⁶		
Aceites y grasas	mg/L	49		

Fuente: Resultados de análisis en el laboratorio y mediciones en campo 2016.

Interpretación:

- ✓ Según los resultados mostrados en la tabla N° 02, la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅), muestra una concentración de 203 mgO₂/l, lo que representa un exceso a los LMP establecidos en la Tabla N° 02.
- ✓ La Demanda Química de Oxígeno (DQO), muestra una concentración de 531 mgO₂/L, lo que representa una concentración considerablemente alta con respecto a los LMP establecidos en la tabla N° 02.
- ✓ Los Sólidos Totales Suspendidos, muestran una concentración de 459 mg/L, representando exceso con respecto a los LMP establecidos en la Tabla N° 02.
- ✓ Coliformes Termotolerantes, con una concentración de 16x10⁶ NMP/100mL, siendo su concentración límite 10x10³ NMP/100mL establecido en los LMP de la Tabla N° 02.
- ✓ Aceites y grasas, con una concentración de 49 mg/L, su concentración límite es de 20 mg/L según los LMP establecido en la Tabla N° 02
- ✓ El pH y Temperatura, parámetros medidos en campo, los cuales arrojaron resultados que se encuentran dentro de los LMP establecidos en la Tabla N° 02.

Tabla N° 03: Informe de ensayo N° 02, determinación de los parámetros básicos según el Ministerio del ambiente.

INFORME DE ENSAYO N° 02				
PARAMETRO	UNIDAD	RESULTADOS	PARAMETROS DE CAMPO	
			pH	Temperatura
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mgO ₂ /L	197	7.11	25.7
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mgO ₂ /L	271		
Sólidos Totales Suspendidos	mg/L	65.5		
Coliformes termotolerantes	NMP/100mL	35x10 ⁶		
Aceites y grasas	mg/L	52		

Fuente: Resultados de análisis en el laboratorio y mediciones en campo 2016.

Interpretación:

- ✓ Según los resultados mostrados en la tabla N° 02, la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅), muestra una concentración de 197 mgO₂/l, lo que representa un exceso a los LMP establecidos en la Tabla N° 02.
- ✓ La Demanda Química de Oxígeno (DQO), muestra una concentración de 271 mgO₂/L, lo que representa una concentración no muy alta con respecto a los LMP establecidos en la tabla N° 02.

- ✓ Los Sólidos Totales Suspendidos, muestran una concentración de 65.5 mg/L, por lo que no representa ningún exceso y se encuentra dentro de los LMP establecidos en la Tabla N° 02.
- ✓ Coliformes Termotolerantes, con una concentración de 35×10^6 NMP/100mL, siendo su concentración limite 10×10^3 NMP/100mL establecido en los LMP de la Tabla N° 02.
- ✓ Aceites y grasas, con una concentración de 52 mg/L, su concentración limite es de 20 mg/L según los LMP establecido en la Tabla N° 02
- ✓ El pH y Temperatura, parámetros medidos en campo, los cuales arrojaron resultados que se encuentran dentro de los LMP establecidos en la Tabla N° 02.

Tabla N° 04: Informe de ensayo N° 03, determinación de los parámetros básicos según el Ministerio del ambiente.

INFORME DE ENSAYO N° 03				
PARAMETRO	UNIDAD	RESULTADOS	PARAMETROS DE CAMPO	
			pH	Temperatura
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mgO ₂ /L	186	7.02	25.4
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mgO ₂ /L	288		
Sólidos Totales Suspendidos	mg/L	116		
Coliformes termotolerantes	NMP/100mL	22×10^6		
Aceites y grasas	mg/L	48		

Fuente: Resultados de análisis en el laboratorio y mediciones en campo 2016.

Interpretación:

- ✓ Según los resultados mostrados en la tabla N° 02, la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅), muestra una concentración de 186 mgO₂/l, lo que representa un exceso a los LMP establecidos en la Tabla N° 02.
- ✓ La Demanda Química de Oxígeno (DQO), muestra una concentración de 288 mgO₂/L, lo que representa una concentración no muy alta con respecto a los LMP establecidos en la tabla N° 02.
- ✓ Los Sólidos Totales Suspendidos, muestran una concentración de 116 mg/L, por lo que no representa ningún exceso y se encuentra dentro de los LMP establecidos en la Tabla N° 02.
- ✓ Coliformes Termotolerantes, con una concentración de 22×10^6 NMP/100mL, siendo su concentración limite 10×10^3 NMP/100mL establecido en los LMP de la Tabla N° 02.

- ✓ Aceites y grasas, con una concentración de 48 mg/L, su concentración límite es de 20 mg/L según los LMP establecido en la Tabla N° 02
- ✓ El pH y Temperatura, parámetros medidos en campo, los cuales arrojaron resultados que se encuentran dentro de los LMP establecidos en la Tabla N° 02.

Tabla N° 05: Informe de ensayo N° 04, determinación de los parámetros básicos según el Ministerio del ambiente.

INFORME DE ENSAYO N° 04				
PARAMETRO	UNIDAD	RESULTADOS	PARAMETROS DE CAMPO	
			pH	Temperatura
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mgO ₂ /L	152	7.08	25.42
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mgO ₂ /L	184		
Sólidos Totales Suspendidos	mg/L	124		
Coliformes termotolerantes	NMP/100mL	16x10 ⁷		
Aceites y grasas	mg/L	55		

Fuente: Resultados de análisis en el laboratorio y mediciones en campo 2016.

Interpretación:

- ✓ Según los resultados mostrados en la tabla N° 02, la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅), muestra una concentración de 152 mgO₂/l, lo que representa un exceso a los LMP establecidos en la Tabla N° 02.
- ✓ La Demanda Química de Oxígeno (DQO), muestra una concentración de 184 mgO₂/L, no representa ningún exceso, se encuentra dentro de los LMP establecidos en la tabla N° 02
- ✓ Los Sólidos Totales Suspendidos, muestran una concentración de 124 mg/L, por lo que no representa ningún exceso y se encuentra dentro de los LMP establecidos en la Tabla N° 02.
- ✓ Coliformes Termotolerantes, con una concentración de 16x10⁷ NMP/100mL, siendo su concentración límite 10x10³ NMP/100mL establecido en los LMP de la Tabla N° 02.
- ✓ Aceites y grasas, con una concentración de 55 mg/L, su concentración límite es de 20 mg/L según los LMP establecido en la Tabla N° 02
- ✓ El pH y Temperatura, parámetros medidos en campo, los cuales arrojaron resultados que se encuentran dentro de los LMP establecidos en la Tabla N° 02.

Tabla N° 06: Resumen de la determinación de los parámetros básicos analizados

PARAMETRO	UNIDAD	RESULTADOS				□
		MUESTRA N° 01	MUESTRA N° 02	MUESTRA N° 03	MUESTRA N° 04	
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	mgO ₂ /L	203	197	186	152	184.50
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mgO ₂ /L	531	271	288	184	318.50
Sólidos Totales Suspendidos	mg/L	459	65.5	116	124	191.13
Coliformes termotolerantes	NMP/100mL	16x10 ⁶	35x10 ⁶	22x10 ⁶	16x10 ⁷	58.25x10 ⁶
Aceites y grasas	mg/L	49	52	48	55	51
pH	Unidad	7.09	7.11	7.02	7.08	7.08
Temperatura	°C	26.4	25.7	25.4	26.2	25.93

Fuente: Resultados de análisis en el laboratorio y mediciones en campo 2016.

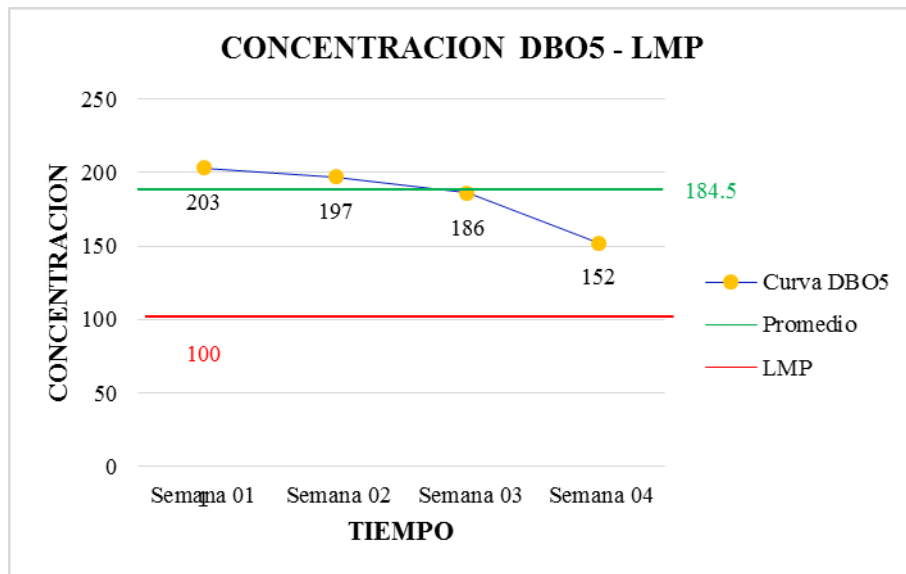
Interpretación

En la tabla N° 06, se presenta el resumen de los parámetros medidos al agua residual que llega hasta la planta de tratamiento, las mismas que son vertidas a la quebrada Yanayacu, del distrito de Yantaló, sin cumplir con los LMP establecidos en la tabla N° 02

- ✓ La Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅), muestra una concentración promedio de 184.50 mgO₂/l, lo que representa un exceso a los LMP establecidos en la Tabla N° 02.
- ✓ La Demanda Química de Oxígeno (DQO), muestra una concentración promedio de 318.50 mgO₂/L, representa exceso, por lo se encuentra fuera de los LMP establecidos en la tabla N° 02
- ✓ Los Sólidos Totales Suspendidos, muestran una concentración promedio de 191.13 mg/L, la misma que representa exceso y se encuentra fuera de los LMP establecidos en la Tabla N° 02.
- ✓ Coliformes Termotolerantes, con una concentración promedio de 58.25x10⁶ NMP/100mL, significativamente alta comparando con los LMP establecidos en la Tabla N° 02.
- ✓ Aceites y grasas, con una concentración promedio de 51 mg/L, significativamente alta comparando con los LMP establecidos en la tabla N° 02.
- ✓ El pH y Temperatura, parámetros medidos en campo, arrojaron resultados promedios que se encuentran dentro de los LMP establecidos en la Tabla N° 02.

A continuación se muestran gráficos con las concentraciones de los parámetros, en comparación con los Límites Máximos Permisibles (LMP).

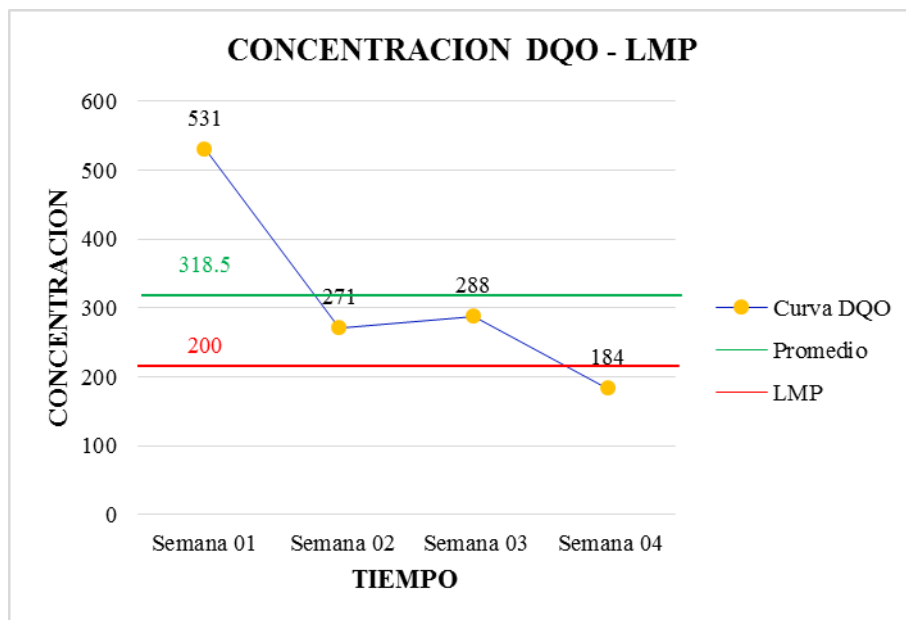
Gráfico N° 03: Concentración de la DBO₅ en comparación con los LMP



Interpretación

Del gráfico anterior se puede decir que la concentración mínima que se determinó fue de 152 mgO₂/L, una máxima de 203 mgO₂/L, teniéndose como concentración promedio 184.5 mgO₂/L, lo que indica una concentración alta y por encima del LMP que es de 100 mgO₂/L.

Gráfico N° 04: Concentración de la DQO en comparación con los LMP

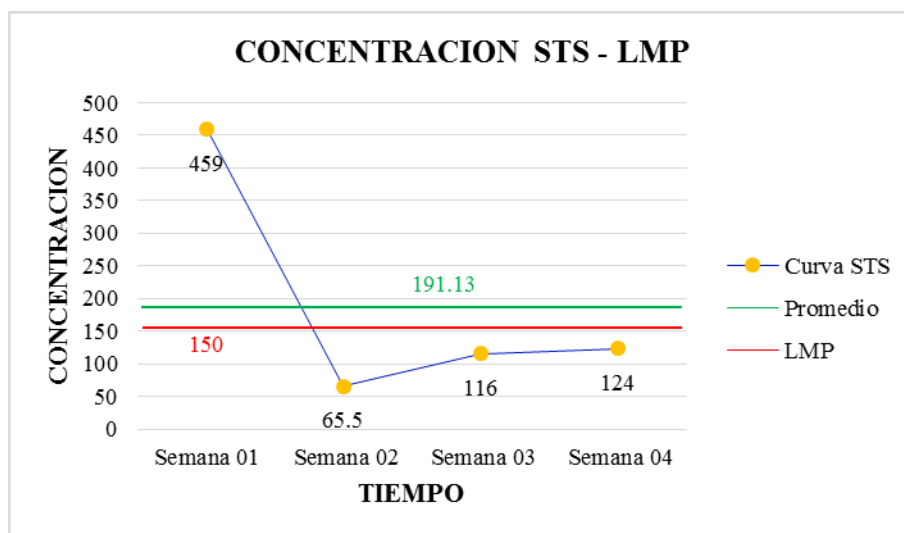


Interpretación

Del gráfico anterior se puede decir que la concentración mínima de la DQO que se determinó fue de 184 mgO₂/L, una máxima de 531 mgO₂/L, teniéndose como

concentración promedio 318.5 mgO₂/L, lo que indica una concentración alta y por encima del LMP que es de 200 mgO₂/L.

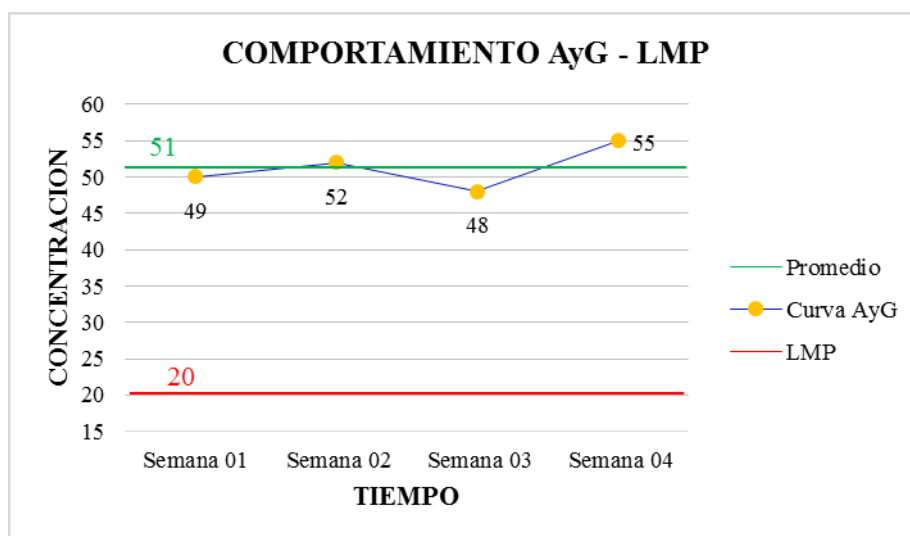
Gráfico N° 05: Concentración de los SST en comparación con los LMP



Interpretación

Del gráfico anterior se puede decir que la concentración mínima que se determinó fue de 124 mg/L, una máxima de 459 mg/L, teniéndose como concentración promedio 191.13 mg/L, lo que indica una concentración por encima del LMP que es de 150 mg/L.

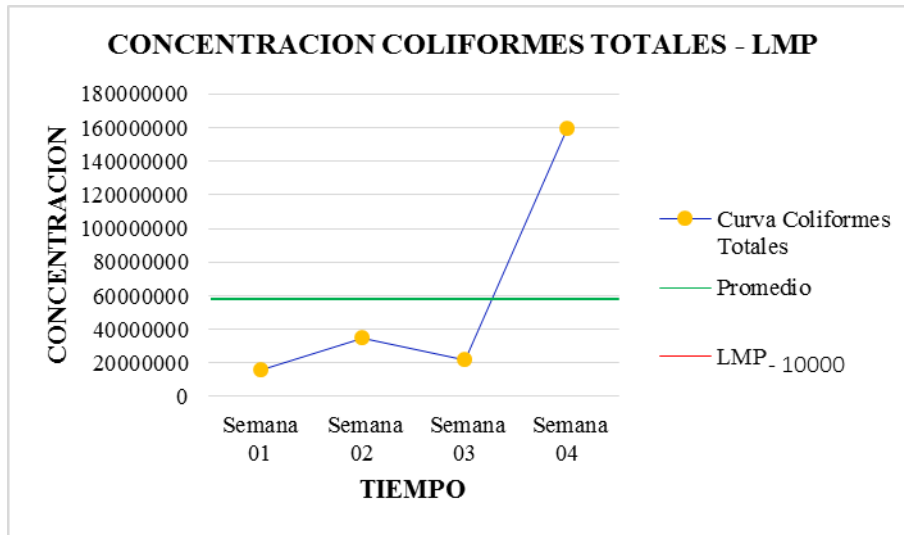
Gráfico N° 06: Concentración de los AyG en comparación con los LMP



Interpretación

Del gráfico anterior se puede decir que la concentración mínima que se determinó fue de 48 mg/L, una máxima de 55 mg/L, teniéndose como concentración promedio 51 mg/L, lo que indica una concentración por encima del LMP que es de 20 mg/L.

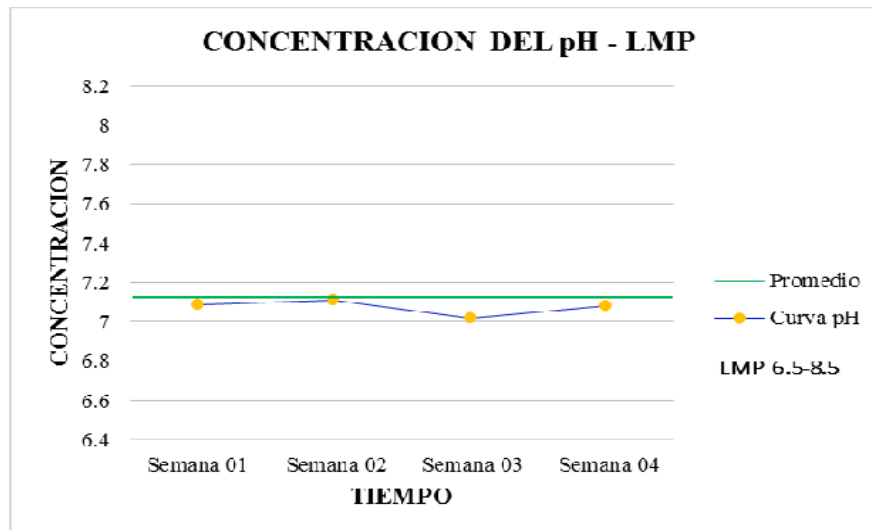
Gráfico N° 07: Concentración de los CT en comparación con los LMP



Interpretación

Del gráfico anterior se puede decir que la concentración mínima que se determinó fue de 16×10^6 NMP/100mL, una máxima de 16×10^7 NMP/100mL, teniéndose como concentración promedio 58.25×10^6 NMP/100mL, lo que indica una concentración muy alta y por encima del LMP que es de 10000 NMP/100mL.

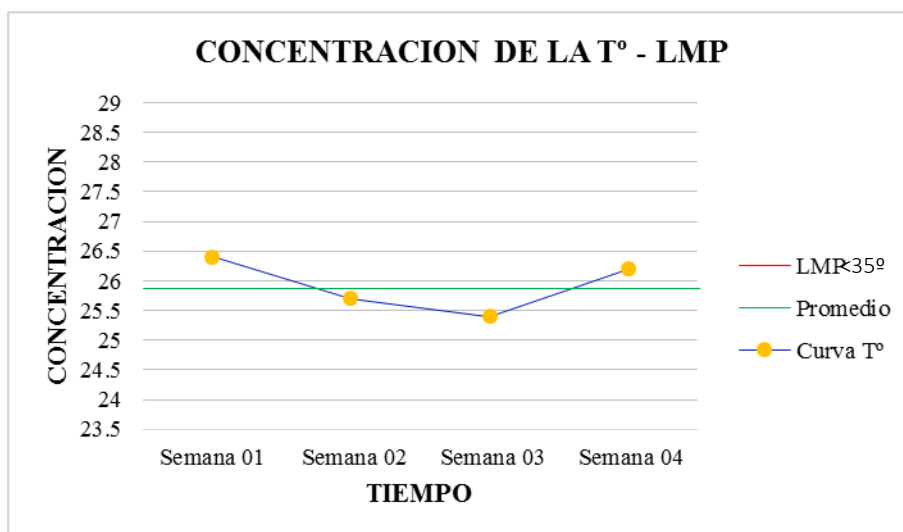
Gráfico N° 08: Concentración del pH en comparación con los LMP



Interpretación

Del gráfico anterior se puede decir que la concentración mínima que se determinó fue de 7.02 unidades, una máxima de 7.11 unidades, teniéndose como concentración promedio 7.08 unidades, lo que indica una concentración que se encuentra dentro de los LMP que está entre el rango de 6.5 – 8.5

Gráfico N° 09: Concentración de la T° en comparación con los LMP



Interpretación

Del gráfico anterior se puede decir que la concentración mínima que se determinó fue de 25.4 °C, una máxima de 26.4 °C, teniéndose como concentración promedio 25.95 °C, lo que indica una concentración que se encuentra dentro de los LMP que es <math>< 35^{\circ}\text{C}</math>.

Tabla N° 07: Comparación de los parámetros medidos con los Límites Máximos Permisibles establecidos por el Ministerio del ambiente.

PARAMETRO	UNIDAD	PROMEDIO	LMP	CONDICION
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mgO ₂ /L	184.50	100	FUERA
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mgO ₂ /L	318.50	200	FUERA
Sólidos Totales Suspendidos	mg/L	191.13	150	FUERA
Coliformes termotolerantes	NMP/100mL	58.25x10 ⁶	10000	FUERA
Aceites y grasas	mg/L	51	20	FUERA
pH	Unidad	7.08	6.5-8.5	DENTRO
Temperatura	°C	25.93	<math>< 35</math>	DENTRO

Fuente: Resultados de análisis en el laboratorio, y mediciones en campo.

Interpretación:

En la Tabla N° 07 se presentan las comparaciones con los Límites Máximos Permisibles establecidos en la Tabla N° 02, los mismos que regulan el vertimiento de las aguas residuales antes de ser vertidas a algún cuerpo receptor ya sea Río, lago, etc.

- ✓ La concentración promedio para la Demanda Bioquímica de Oxígeno es de 184.50 mgO₂/L, encontrándose **FUERA** de los Límites Máximos Permisibles.
- ✓ La concentración promedio para la Demanda Química de Oxígeno es de 318.50 mgO₂/L, encontrándose **FUERA** de los Límites Máximos Permisibles.
- ✓ La concentración promedio para los Sólidos Totales Suspendidos es de 191.13, encontrándose **FUERA** de los Límites Máximos Permisibles.
- ✓ La concentración promedio para los Coliformes Termotolerantes es de 58.25x10⁶, encontrándose **FUERA** de los Límites Máximos Permisibles.
- ✓ La concentración promedio para los Aceites y Grasas es de 51 mg/L, encontrándose **FUERA** de los Límites Máximos Permisibles.
- ✓ Las concentraciones promedio para el pH y la Temperatura están **DENTRO** de los Límites Máximos Permisibles.

3.1.2 Memoria de cálculo y dimensionamiento para los componentes de la planta de tratamiento de aguas residuales propuesto

La relación DBO₅/DQO, ayuda a determinar el tipo de tratamiento adecuado para un agua específica.

Para las aguas residuales, si la relación DBO₅/DQO es igual o menor de 0.59, se considera como un vertido de tipo inorgánico (sin posibilidad de un tratamiento biológico); si la relación DBO₅/DQO es igual o mayor a 0.60, se considera un vertido de tipo orgánico (apto para tratamiento biológico). (*Metcalf & Eddy, 1996*).

$$\text{DBO}_5/\text{DQO} = 184.5/318.5 = 0.57 < 0.60$$

En este caso tenemos un valor de 0.57, el cual es un valor próximo a 0.60, pero analizando las características de las aguas residuales del distrito de Yantalo, además del tipo de población, la planta de tratamiento no requerirá tratamiento biológico. A continuación se presenta la memoria de cálculo para la planta de tratamiento propuesto.

MEMORIA DE CÁLCULO – PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS

RESIDUALES

➤ DATOS DE DISEÑO

POBLACIÓN	= 3249	Hab.
DOTACIÓN	= 96.96	lts/hab/día
APORTE UNITARIO DE AGUAS RESIDUALES	= 77.57	lts/hab/día
% DE CONTRIBUCION DE AGUAS RESIDUALES	= 80.00	% según RNE

➤ CAUDALES DE DISEÑO

Caudal de agua residual	= 315.0	m ³ /d
Caudal medio horario	= 13.12	m ³ /h
equivale a	= 3.64	l/s
Caudal punta	= 32.29	m ³ /h
equivale a	= 8.97	l/s
CAUDAL DE DISEÑO- PTAR	= 0.009	m ³ /s

1. PRETRATAMIENTO

DATOS DE DISEÑO

Caudal medio:	$Q_m = 8.97$ lps =	775 m ³ /d
Caudal máximo de diseño:	$Q_d = 8.97$ lps =	775 m ³ /d
Caudal mínimo;	$Q_{mín} = 4.48$ lps =	387 m ³ /d

Velocidad máxima en el canal desarenador:

$$v_{máx} = 0.30 \text{ m/s}$$

Velocidad que permite que la arena se sedimente Metcalf & Eddy

DIMENSIONAMIENTO

➤ DESARENADOR

Se recomienda que el desarenador ubicado en la entrada de la planta, inmediatamente después del último punto de la red colectora, entre la cámara de rejillas y el medidor Parshall, dimensionado para una frecuencia entre limpiezas, de una semana.

Fórmula aplicable para el cálculo del caudal según la carga H:

Carga máxima en el canal:

$$H_{máx} = \left[\frac{1.1 \cdot Q_{máx}}{2.27 \cdot W} \right]^{2/3}$$

$$Q_{máx} = 0.009 \text{ m}^3/\text{seg}$$

$$W = 0.075 \text{ mts}$$

$$\text{Asumir} = 0.100 \text{ mts}$$

de donde:

$$H_{máx} = 0.12 \text{ mts}$$

Factor R: $R = \frac{Q_{m\acute{a}x}}{Q_{m\acute{i}n}}$ de donde: **R = 2.00**

Factor C_r : $C_r = \frac{R^{1/3} - 1}{R}$ de donde: **$C_r = 0.13$**

Resalto: $Z = C_r \cdot H_{m\acute{a}x} =$ de donde: **Z = 0.02 mts**
 Profundidad máxima de agua en el canal: = $H_{m\acute{a}x} - Z$ donde: **$P_{m\acute{a}x} = 0.11$ mts**

Ancho del canal: $a_d = \frac{Q_{m\acute{a}x}}{P_{m\acute{a}x} \cdot v_{m\acute{a}x}}$ de donde: **$a_d = 0.28$ mts**
 adoptar: **0.30 mts**

Longitud del canal:
 La relacion largo/ancho debe ser entre 10 y 20. CEPIS-OPS
 $10(a_d)$ y $20(a_d)$
 y **$20(a_d) = 6.00$ mts**
 seleccionar: **L = 6.00 mts**

VOLUMEN Y PROFUNDIDAD DE SÓLIDOS ARENOSOS

Tiempo entre limpieza adoptado:	$t_{op} = 15$ días
Caudal medio diario:	$Q_m = 775$ m³/d
Carga de sólidos arenosos:	$C_{sd} = 0.085$ m³/1000m³
Volumen de sólidos arenosos:	$V_{sa} = 0.001 * t_{op} \cdot Q_{med} \cdot C_{sp} = 0.99$ m³

Profundidad de sólidos arenosos: $P_{sa} = \frac{V_{sa}}{a_d \cdot L} =$ **0.55 mts, usar = 0.10 mts**

Se disena la cota del canal aguas debajo de la canaleta Parshall para que la carga en el canal sea igual o menor de 12 cm de la carga ($H_{m\acute{a}x}$) en el desarenador, todas medidas con referencia a la base de la canaleta Parshall, para asegurar el flujo libre en la canaleta.

➤ CAMARA DE REJAS

Ancho de la rejilla adoptado:	$a_b = 10$ mm
Abertura de la rejilla recomendada:	$e_b = 8$ mm

Canal de aproximación:
 Ancho del canal: $a_{canal} = \frac{Q_{m\acute{a}x}}{0.6P_{m\acute{a}x}} \left[\frac{a_b + e_b}{e_b} \right] =$ **0.31 mts = 0.30 mts**

Longitud del canal de aproximación: **2.00 mts**

Se consideran rejillas con pletinas rectangulares de 2" x 1/4" (50mm x 10mm), instaladas en el extremo aguas arriba del canal de aproximación

Ancho del canal:	$B = 300 \text{ mm} = 0.30 \text{ mts}$
Espesor de la pletina:	$t = 10 \text{ mm} = 0.010 \text{ mts}$
Separación entre ejes de pletinas:	$e = 18 \text{ mm} = 0.018 \text{ mts}$
Número nominal de pletinas:	$n = B/e = 16.7 \text{ und.}$
Número adoptado de pletinas:	$n = 17 \text{ und.}$
Separación efectiva entre pletinas:	$s = (e - t) = 8 \text{ mm}$
Carga sobre las barras:	$H = 0.12 \text{ mts}$
Área útil con rejas limpias:	$A_{RL} = (B - tn)H = 0.037 \text{ m}^2$
Área útil con rejas sucias:	$A_{RS} = 40\%A_{RL} = 0.015 \text{ m}^2$
Velocidad con rejas limpias:	$V_{RL} = Q/A_{RL} = 0.24 \text{ mts/seg}$
Velocidad con rejas sucias:	$V_{RS} = Q/A_{RS} = 0.60 \text{ mts/seg}$
Área en canal de aproximación:	
Con rejas limpias:	$A_{CRL} = B(H + 0.02) = 0.04 \text{ m}^2$
Con rejas sucias:	$A_{CRS} = B(H + 0.04) = 0.02 \text{ m}^2$
Velocidad en canal de aproximación:	
Con rejas limpias:	$v_{RL} = Q/A_{CRL} = 0.21 \text{ mts/seg}$
Con rejas sucias:	$v_{RS} = Q/A_{CRS} = 0.52 \text{ mts/seg}$
Pérdida de carga a través de las rejas:	
Fórmula aplicable:	
donde:	
h = pérdida de carga en la reja	
V = velocidad entre las aberturas de las barras	
v = velocidad de aproximación en el canal	$h = 1.4286(V^2 - v^2) \frac{1}{2g}$
g = aceleración de la gravedad	
Para rejas limpias:	$h_{RL} = 0.11 \text{ cm}$
Para rejas sucias:	$h_{RS} = 0.69 \text{ cm}$

2. TRATAMIENTO PRIMARIO

➤ CÁLCULO DE TANQUE DECANTADOR

CAUDAL DISEÑO	= 0.009 m ³ /s
DBO5	= 184.5 mg/lit
VELOCIDAD	= 0.250 m/s
TIEMPO	= 5280 seg. 1.28 hra.

➤ DIMENSIONAMIENTO DEL TANQUE

VOLUMEN DEL TANQUE	= 32.29 m ³
AREA SUPERFICIAL	= 20.70 m ²
TIRANTE	= 1.560 m
DIÁMETRO	= 5.130 m
LONG. VERTEDERO PERIMETRAL	= 16.13 m

➤ **CALCULO DE VOLUMEN DE LODOS**

DBO₅	= 0.1845	kg/m³
RUGOSIDAD	= 0.52	
CAUDAL	= 0.009	m³/s
DENSIDAD DEL AGUA	= 1000	kg/m³
GRAVEDAD ESP. DE LODOS	= 1.03	m/s²
PORCENTAJE DE SÓLIDOS	= 0.06	%
MASA DE SÓLIDOS	= 74.34	kg/día
VOLUMEN DE SÓLIDOS	= 1.203	m³
TIRANTE DE LODO	= 0.058	m
ALTURA DE LA RASTRA	= 0.205	m
ALTURA DEL TANQUE	= 3.325	m
POTENCIA DEL MOTOR	= 0.223	HP

➤ **CALCULO DEL PORCENTAJE DE REMOCION TEORICA**

$$RT = \frac{Tr}{a + (b * Tr)}$$

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

$$Tr = 1.25$$

$$Tr = 75 \text{ min.}$$

$$RT\text{-}DBO_5 = 49.41$$

$$RT\text{-}SST = 70.92$$

V : Volumen

Q : Caudal

Tr : Tiempo de retención

Tabla 09: Valores de las constantes empíricas a y b

VARIABLE	a	b
DBO₅	0.018	0.02
SST	0.0075	0.014

Fuente: Crites y Tchobanoglous, 2000

Tabla 10: Valores a usar para calcular la carga orgánica

CARACTERISTICAS	INTERVALO	TIPICO
Sedimentación primaria		
* Tiempo de retención, h	1.5 - 2.5	2
Carga de superficie, m ³ /m ² /*día		
A caudal medio	30-50	40
A caudal punta	80-120	100
* Carga sobre vertedero, m ³ /m* ² día	125-500	250

Fuente: Metcalf & Eddy, 1996

3. TRATAMIENTO TERCIARIO

➤ CLORACIÓN

CAUDAL	= 0.009	m3/s
EFICIENCIA	= 99.80	%
TIEMPO DE RETENCION	= 720	seg
VOLUMEN	= 6.46	m3
PROPONRIENDO ALTURA	= 0.50	m
ÁREA SUPERFICIAL	= 12.91	m2

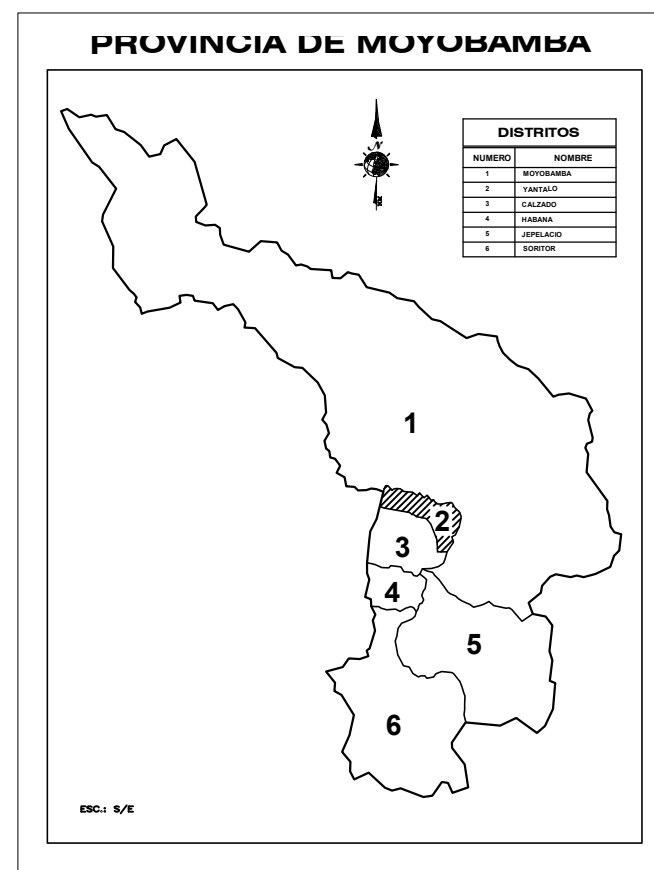
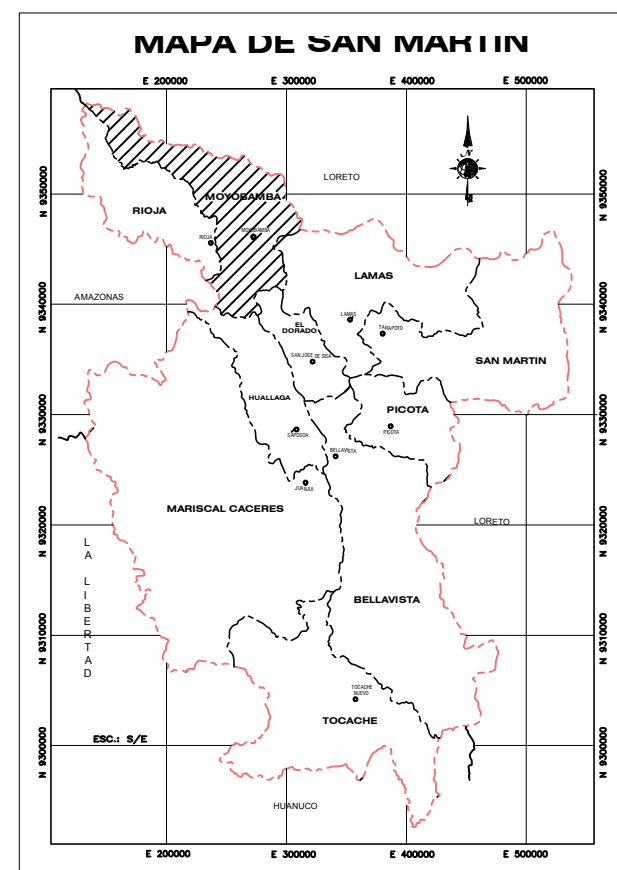
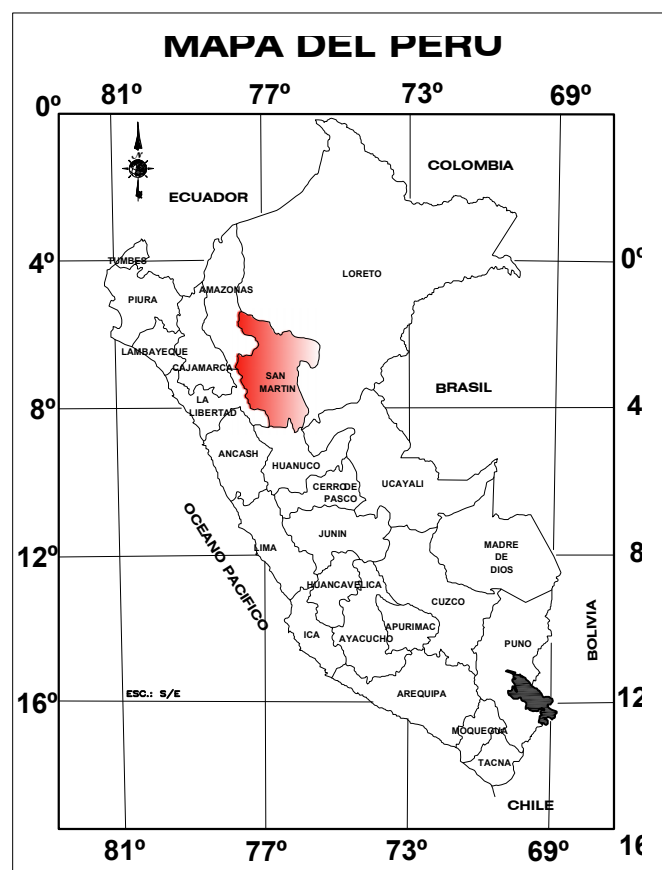
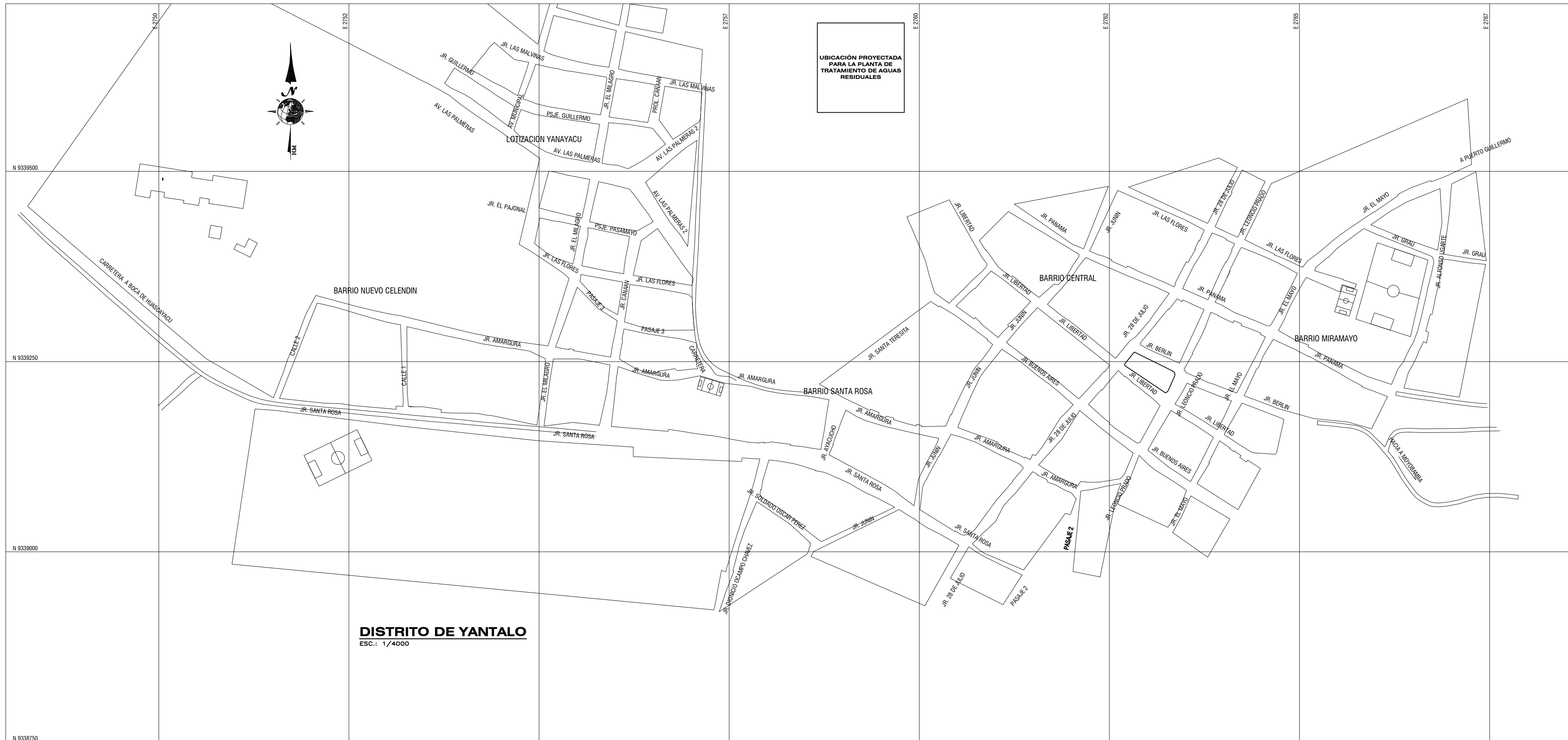
➤ DIMENSIONES

ANCHO	= 2.07	m
LARGO	= 6.2	m

➤ PROPONIENDO MAMPARAS CADA 60cm

NUMERO DE MAMPARAS	= 10.37	= 10
PROPONIENDO 6mg/lit DE CLORO		
	Q = 154.98	m3/día
	Q = 0.93	kg/día
CONSUMO AL MES	= 27.90	kg/mes
CONCUMO AL AÑO	= 334.75	kg/año

3.1.3 Diseño de la planta de tratamiento de aguas residuales propuesto



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN-T
FACULTAD DE ECOLOGIA
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA SANITARIA

PROYECTO:
 DISEÑO DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES, CON DECANTACIÓN DE FLUJO RADIAL, PARA REDUCIR LOS GRADOS DE CONTAMINACIÓN DEL CUERPO RECEPTO, DISTRITO DE YANTALO, 2015

DISTRITO: YANTALO **PROVINCIA:** MOYOBAMBA **REGION:** SAN MARTÍN

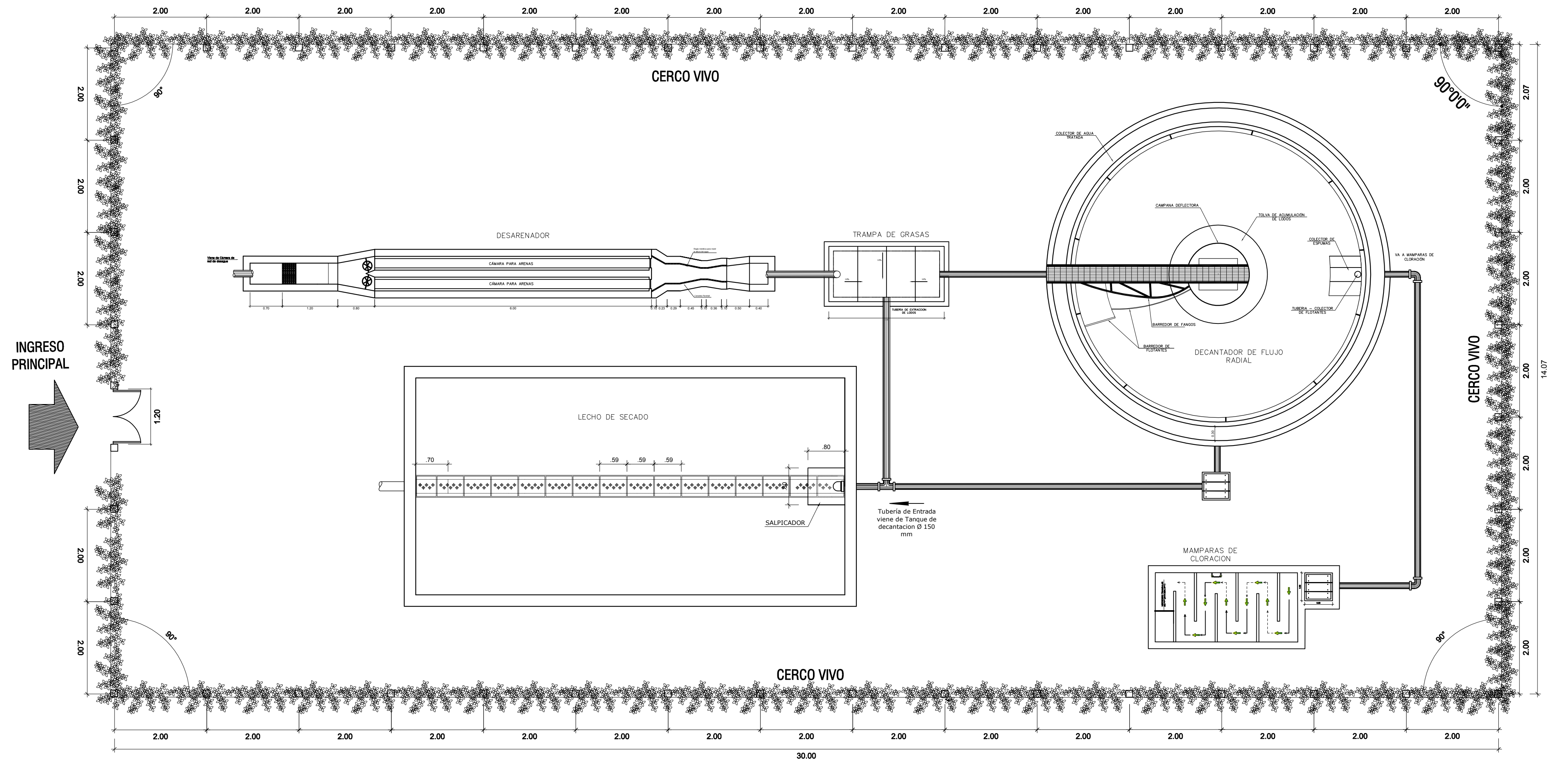
INSTITUCION: MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE YANTALO **DISEÑO:** JERH **ESPECIALIDAD:** INGENIERIA SANITARIA

CAD: JHORLIN RODAS **FECHA:** MARZO - 2017 **ESCALA:** INDICADA **LÁMINA:** UBICACION




PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

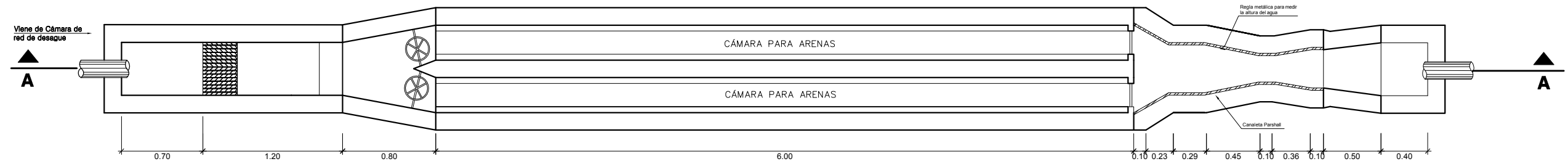
ESC.: S/E



INSTITUCION: UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN-T FACULTAD DE ECOLOGIA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA SANITARIA			
PROYECTO: DISEÑO DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES, CON DECANTACION DE FLUJO RADIAL, PARA REDUCIR LOS GRADOS DE CONTAMINACION DEL CUERPO RECEPTO, DISTRITO DE YANTALO, 2015			
DISTRITO: YANTALO	PROVINCIA: MOYOBAMBA	REGION: SAN MARTIN	
INSTITUCION: MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE YANTALO	DISEÑO: JERH	ESPECIALIDAD: INGENIERIA SANITARIA	LÁMINA: PGOI
CAD: JHORLIN RODAS	FECHA: MARZO - 2017	ESCALA: INDICADA	PLANO: PLANTA GENERAL

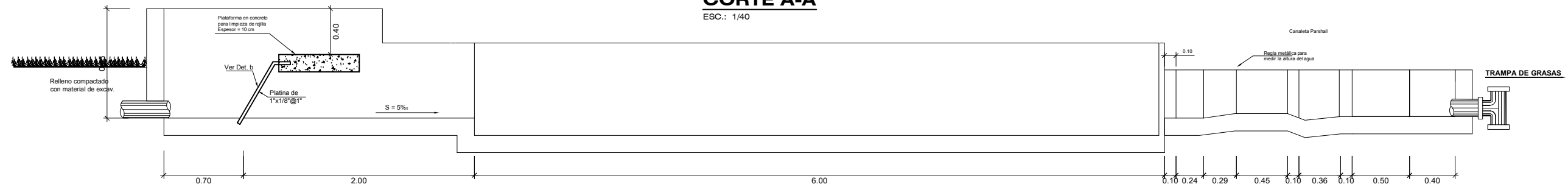
DESARENADOR

ESC.: 1/40



CORTE A-A

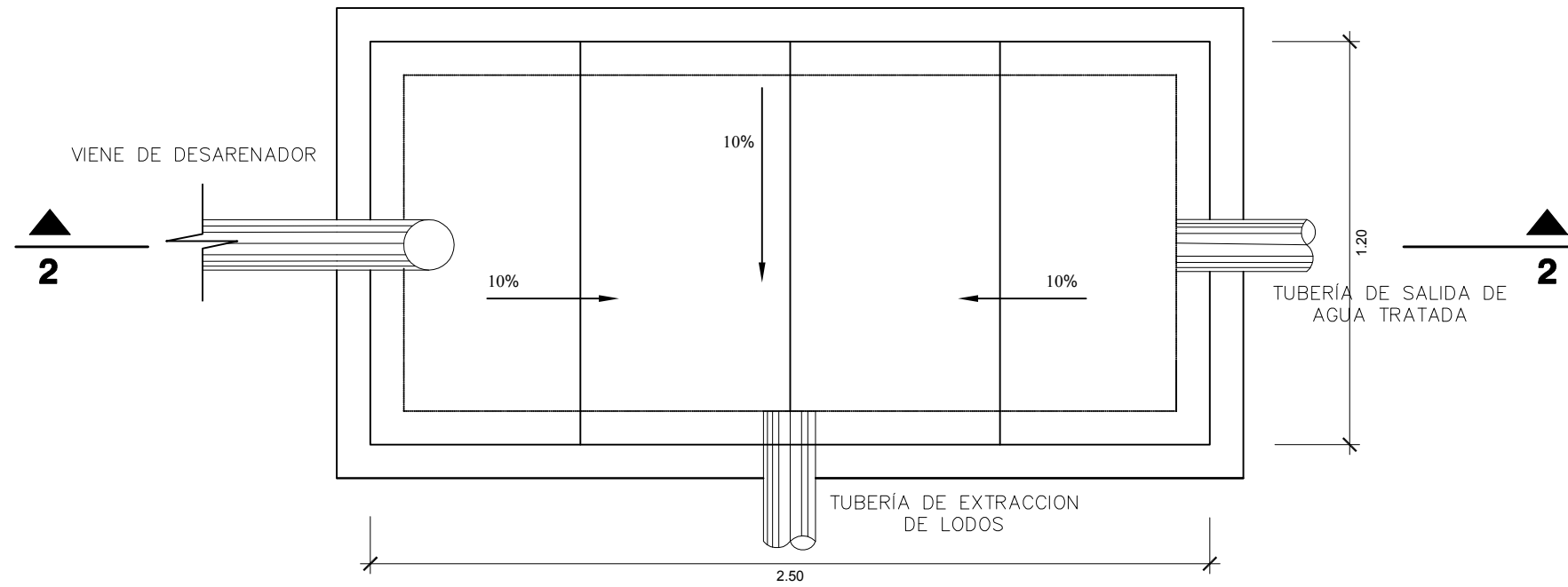
ESC.: 1/40



INSTITUCIÓN: UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN-T FACULTAD DE ECOLOGÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA			
	PROYECTO: DISEÑO DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES, CON DECANTACIÓN DE FLUJO RADIAL, PARA REDUCIR EL GRADO DE CONTAMINACIÓN DEL CUERPO RECEPTOR, DISTRITO DE YANTALO - 2015		
	DISTRITO: YANTALO	PROVINCIA: MOYOBAMBA	REGION: SAN MARTÍN
INSTITUCIÓN: MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE YANTALO	DISEÑO: JERH	ESPECIALIDAD: INGENIERIA SANITARIA	LÁMINA: P-01
CAD: JHORLIN RODAS	FECHA: MARZO - 2017	ESCALA: INDICADA	PLANO: PLANTA Y CORTES DESARENADOR

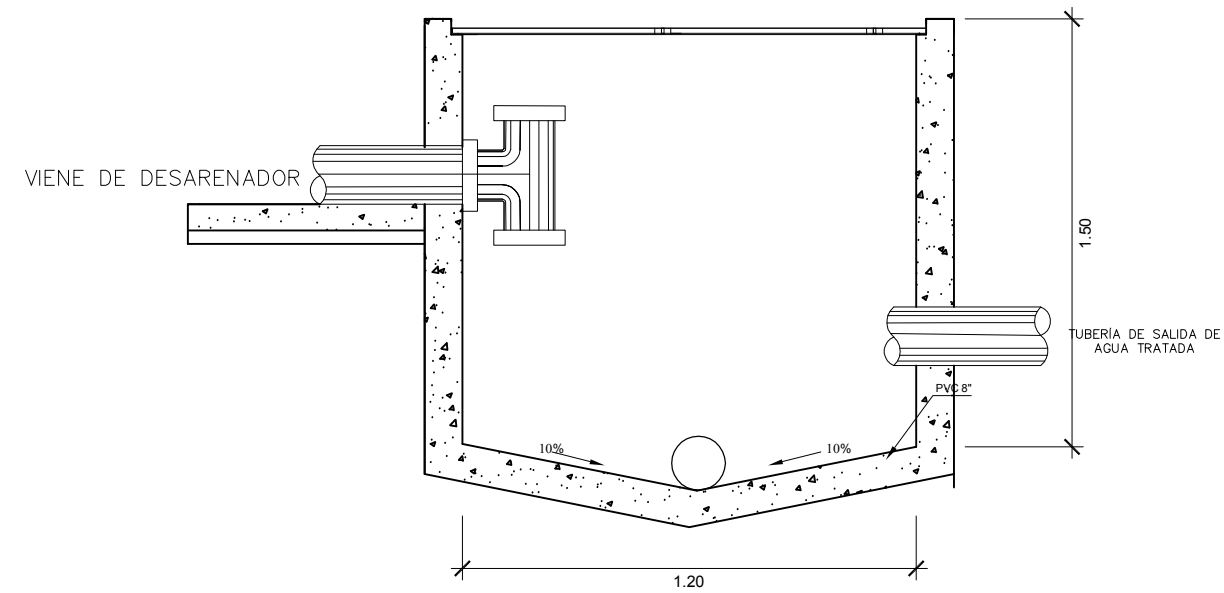
TRAMPA DE GRASAS

ESC.: 1/20



CORTE 2-2

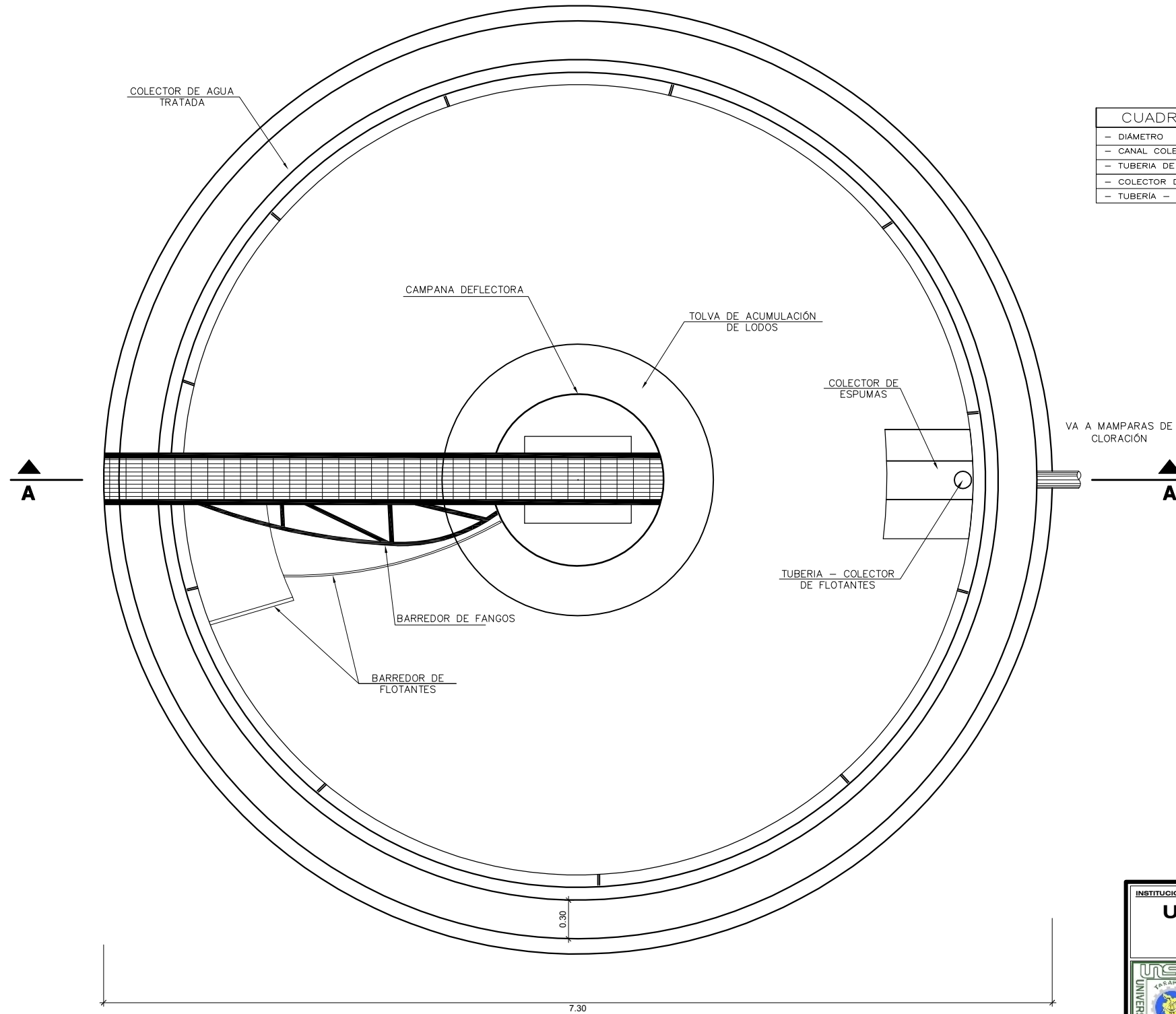
ESC.: 1/20



INSTITUCIÓN: UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN-T FACULTAD DE ECOLOGÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA			
	PROYECTO: DISEÑO DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES, CON DECANTACIÓN DE FLUJO RADIAL, PARA REDUCIR EL GRADO DE CONTAMINACIÓN DEL CUERPO RECEPTOR, DISTRITO DE YANTALO - 2015		
	DISTRITO: YANTALO	PROVINCIA: MOYOBAMBA	REGION: SAN MARTÍN
INSTITUCIÓN: MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE YANTALO	DISEÑO: JERH	ESPECIALIDAD: INGENIERÍA SANITARIA	LÁMINA: P-01
CAD: JHORLIN RODAS	FECHA: MARZO - 2017	ESCALA: INDICADA	PLANO: PLANTA Y CORTE TRAMPA DE GRASAS

DECANTADOR DE FLUJO RADIAL

ESC.: 1/40

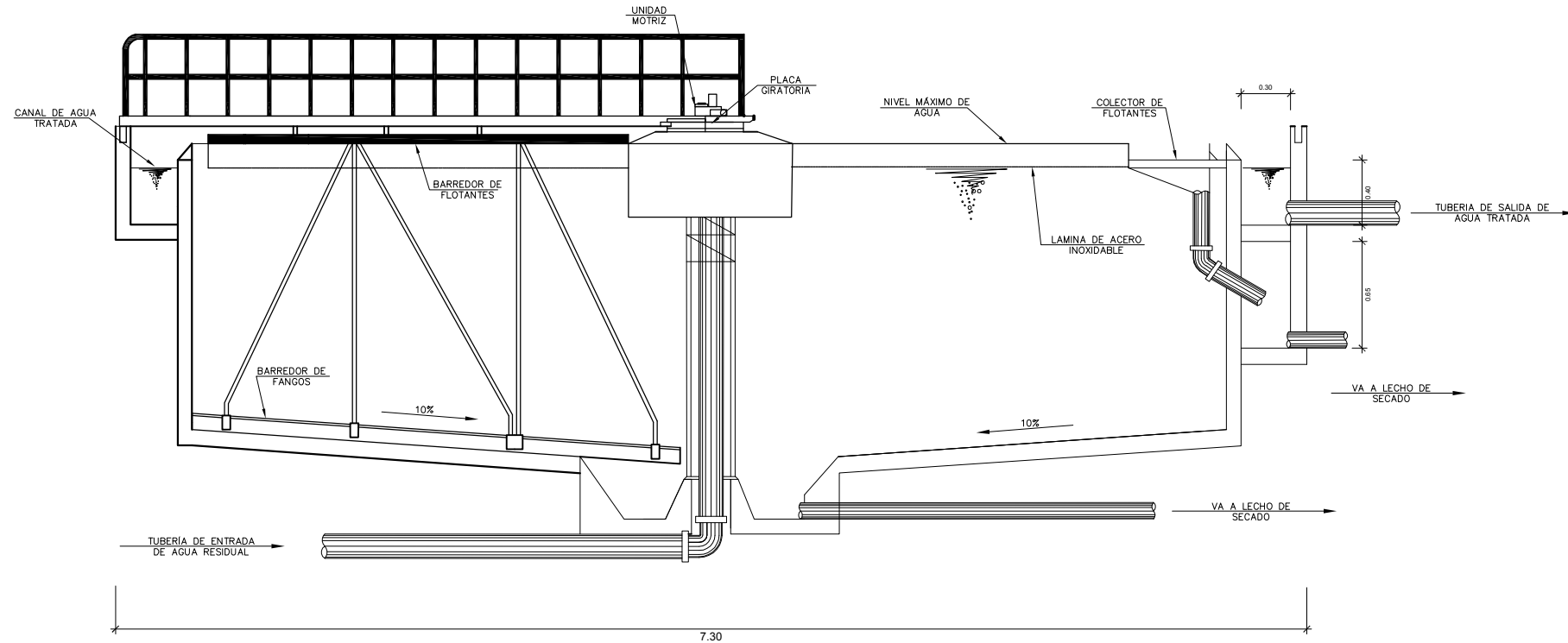


- DIÁMETRO	7.30 m
- CANAL COLECTOR DE AGUA TRATADA	0.30 m
- TUBERIA DE SALIDA DE AGUA TRATADA	150.00 mm
- COLECTOR DE FLOTANTES (0.50x0.80)m	-
- TUBERIA - COLECTOR DE FLOTANTES	110.00 mm

INSTITUCIÓN: UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN-T FACULTAD DE ECOLOGÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA			
PROYECTO: DISEÑO DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES, CON DECANTACIÓN DE FLUJO RADIAL, PARA REDUCIR EL GRADO DE CONTAMINACIÓN DEL CUERPO RECEPTOR, DISTRITO DE YANTALO - 2015			
DISTRITO: YANTALO	PROVINCIA: MOYOBAMBA	REGION: SAN MARTÍN	
INSTITUCIÓN: MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE YANTALO	DISEÑO: JERH	ESPECIALIDAD: INGENIERÍA SANITARIA	LÁMINA: P-01
CAD: JHORLIN RODAS	FECHA: MARZO - 2017	ESCALA: INDICADA	PLANO: PLANTA - TANQUE DE DECANTACIÓN

DECANTADOR DE FLUJO RADIAL CORTE A-A

ESC.: 1/40

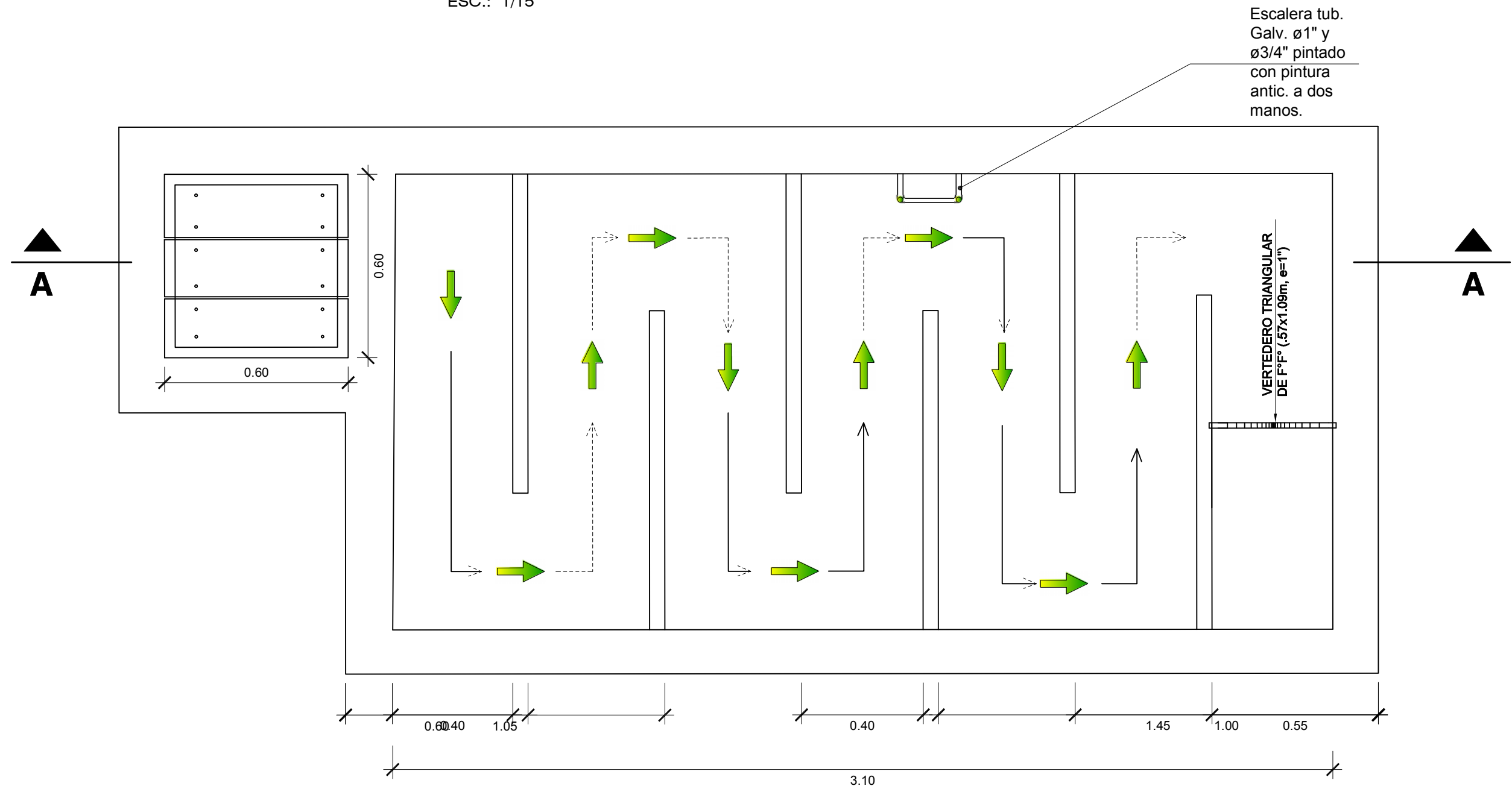


CUADRO DEL ESPEFICIACIONES	
- DIÁMETRO	7.45 m
- CANAL COLECTOR DE AGUA TRATADA	0.30 m
- TUBERÍA DE SALIDA DE AGUA TRATADA	150.00 mm
- COLECTOR DE FLOTANTES (0.50x0.80)m	-
- TUBERÍA - COLECTOR DE FLOTANTES	110.00 mm
- TUBERÍA DE ENTRADA DE AGUA RESIDUAL	150.00 mm

INSTITUCION: UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN-T FACULTAD DE ECOLOGIA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA SANITARIA			
PROYECTO: DISEÑO DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES, CON DECANTACIÓN DE FLUJO RADIAL, PARA REDUCIR EL GRADO DE CONTAMINACIÓN DEL CUERPO RECEPTOR, DISTRITO DE YANTALO - 2015			
DISTRITO: YANTALO		PROVINCIA: MOYOBAMBA	
REGION: SAN MARTÍN			
INSTITUCION: MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE YANTALO		DISEÑO: JERH	
CAD: JHORLIN RODAS		FECHA: MARZO - 2017	
ESCALA: INDICADA		ESPECIALIDAD: INGENIERIA SANITARIA	
PLANO: CORTE - TANQUE DE DECANTACIÓN		LÁMINA: COI	

CÁMARA DE CONTACTO DE CLORO

ESC.: 1/15



INSTITUCIÓN: UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN-T FACULTAD DE ECOLOGÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA			
PROYECTO: DISEÑO DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES, CON DECANTACIÓN DE FLUJO RADIAL, PARA REDUCIR EL GRADO DE CONTAMINACIÓN DEL CUERPO RECEPTOR, DISTRITO DE YANTALO - 2015			
DISTRITO: YANTALO		PROVINCIA: MOYOBAMBA	
REGION: SAN MARTÍN			
INSTITUCIÓN: MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE YANTALO		DISEÑO: JERH	
CAD: JHORLIN RODAS		ESPECIALIDAD: INGENIERIA SANITARIA	
FECHA: MARZO - 2017		PLANO: PLANTA - MAMPARAS DE CLORACION	
ESCALA: INDICADA		LÁMINA: P-01	

TUBERIA DE ENTRADA D=6"

TAPA PRE-FABRICADA DE c°a° 0.60x0.60 e=1"

NIVEL DE AGUA

Escalera tub. Galv. ø1" y ø3/4" pintado con pintura antic. a dos manos.

0.50

0.40

0.85

0.85

0.85

3.10

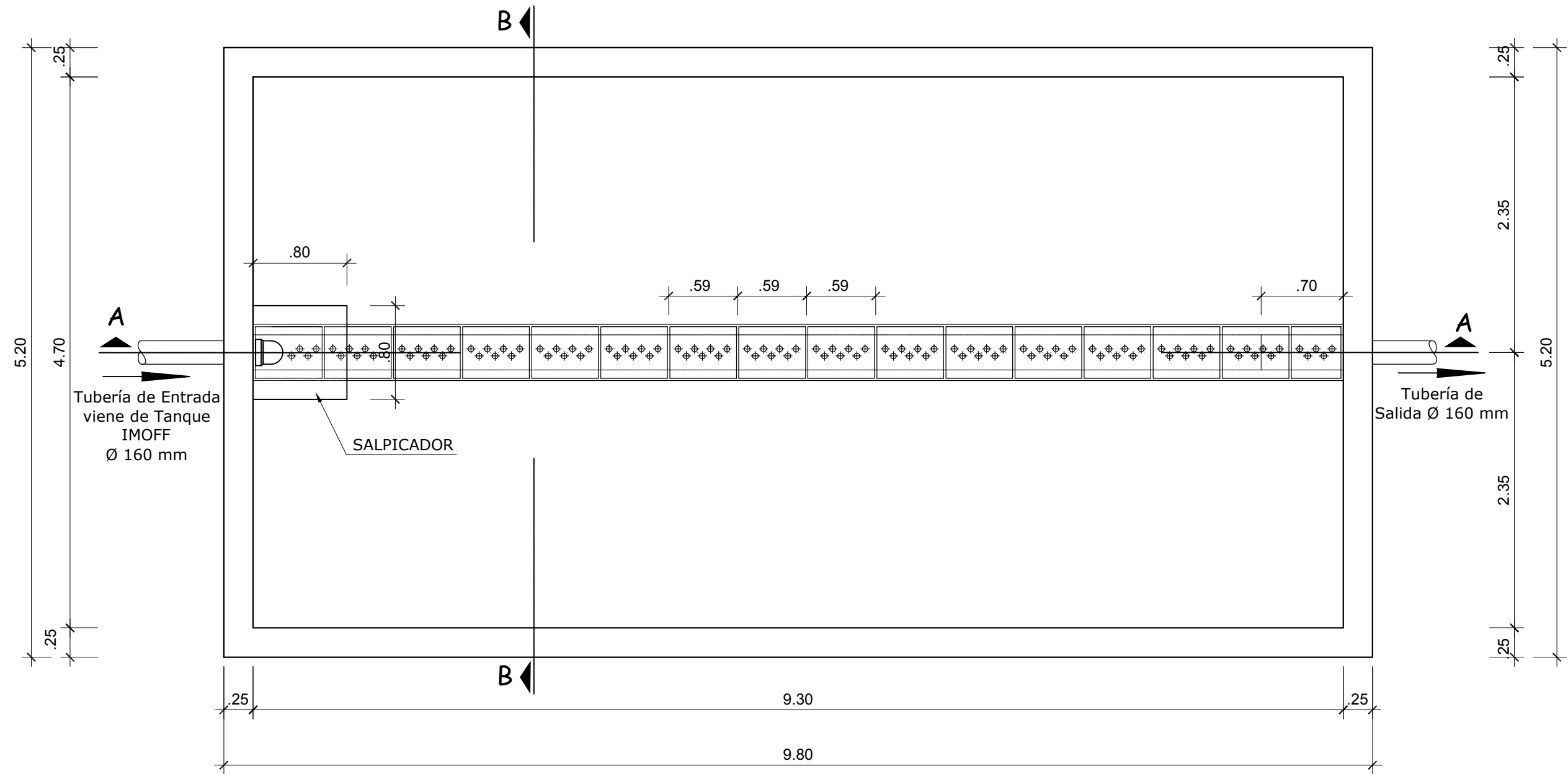
CORTE A-A

ESC.: 1/15

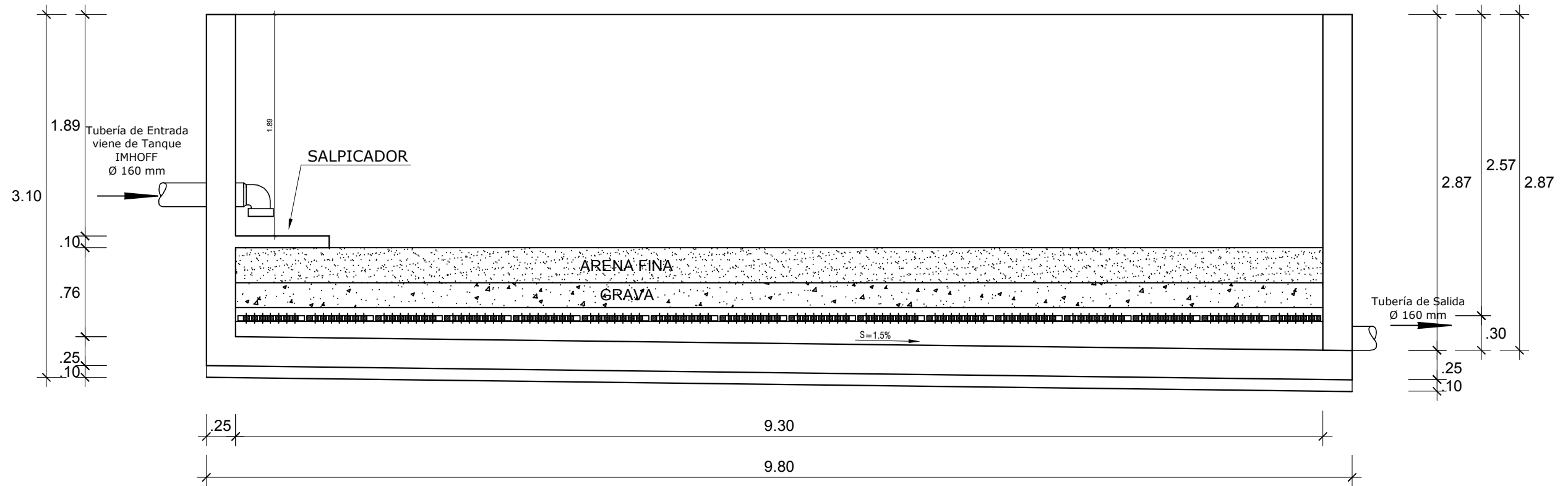
INSTITUCION: UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN-T FACULTAD DE ECOLOGIA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA SANITARIA			
PROYECTO: DISEÑO DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES, CON DECANTACIÓN DE FLUJO RADIAL, PARA REDUCIR EL GRADO DE CONTAMINACIÓN DEL CUERPO RECEPTOR, DISTRITO DE YANTALO - 2015			
DISTRITO: YANTALO		PROVINCIA: MOYOBAMBA	
REGION: SAN MARTÍN			
INSTITUCION: MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE YANTALO		DISEÑO: JERH	
CAD: JHORLIN RODAS		ESPECIALIDAD: INGENIERIA SANITARIA	
FECHA: MARZO - 2017		PLANO: CORTE - MAMPARAS DE CLORACION	
ESCALA: INDICADA		LÁMINA: C-01	

PLANTA - LECHO DE SECADO

ESC: 1/40



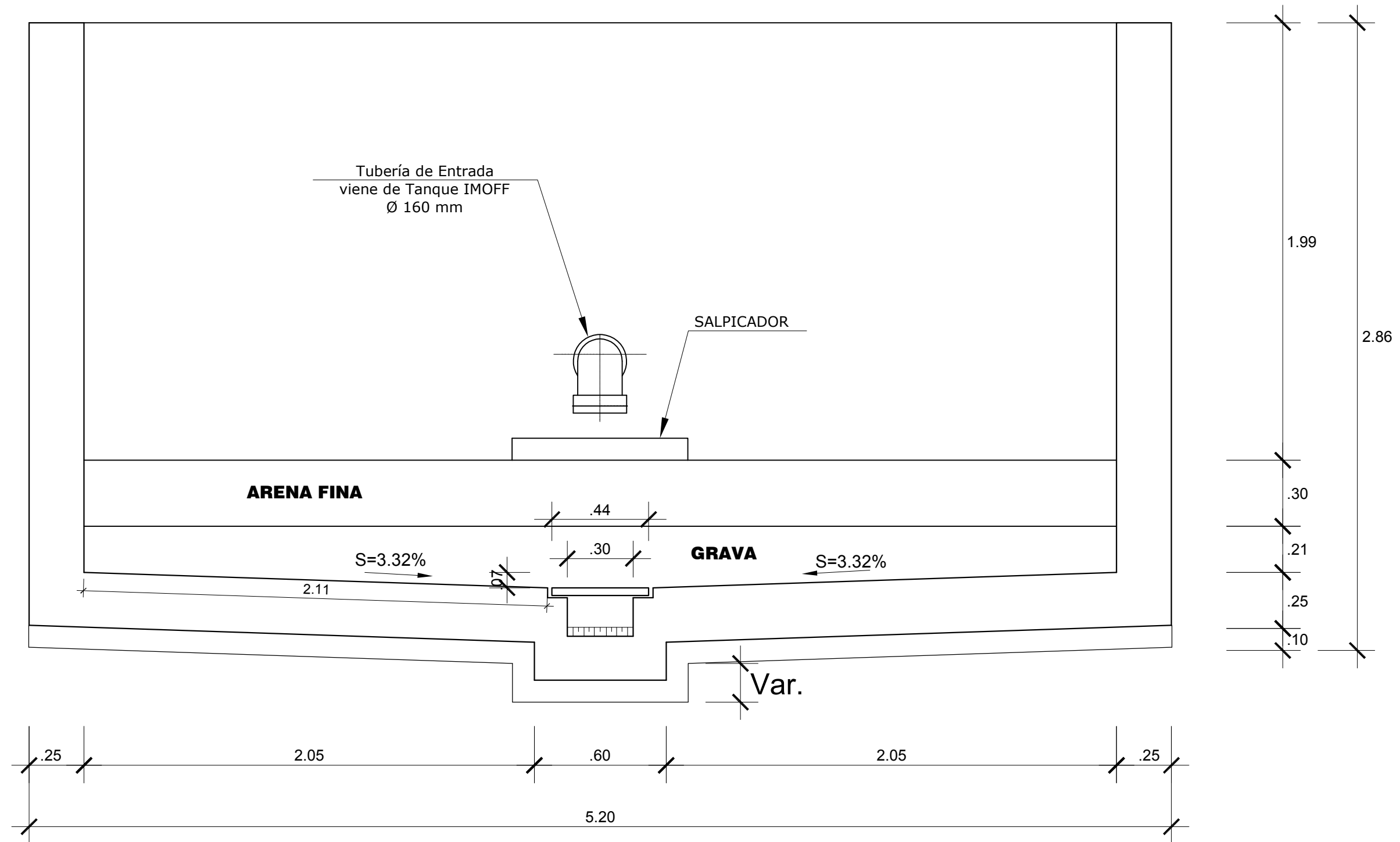
INSTITUCION: UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN-T FACULTAD DE ECOLOGIA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA SANITARIA			
	PROYECTO: DISEÑO DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES, CON DECANTACIÓN DE FLUJO RADIAL, PARA REDUCIR EL GRADO DE CONTAMINACIÓN DEL CUERPO RECEPTOR, DISTRITO DE YANTALO - 2015		
	DISTRITO: YANTALO	PROVINCIA: MOYOBAMBA	REGION: SAN MARTÍN
INSTITUCION: MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE YANTALO	DISEÑO: JERH	ESPECIALIDAD: INGENIERIA SANITARIA	
CAD: JHORLIN RODAS	FECHA: MARZO - 2017	ESCALA: INDICADA	PLANO: PLANTA - LECHO DE SECADO
			LÁMINA: P-01



CORTE A-A

ESC: 1/40

INSTITUCION: UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN-T FACULTAD DE ECOLOGIA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA SANITARIA			
PROYECTO: DISEÑO DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES, CON DECANTACIÓN DE FLUJO RADIAL, PARA REDUCIR EL GRADO DE CONTAMINACIÓN DEL CUERPO RECEPTOR, DISTRITO DE YANTALO - 2015			
DISTRITO: YANTALO	PROVINCIA: MOYOBAMBA	REGION: SAN MARTÍN	
INSTITUCION: MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE YANTALO	DISEÑO: JERH	ESPECIALIDAD: INGENIERIA SANITARIA	LÁMINA: COI
CAD: JHORLIN RODAS	FECHA: MARZO - 2017	ESCALA: INDICADA	PLANO: CORTE - LECHO DE SECADO



CORTE B- B
ESC: 1/20

INSTITUCION: UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN-T FACULTAD DE ECOLOGIA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA SANITARIA			
	PROYECTO: DISEÑO DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES, CON DECANTACIÓN DE FLUJO RADIAL, PARA REDUCIR EL GRADO DE CONTAMINACIÓN DEL CUERPO RECEPTOR, DISTRITO DE YANTALO - 2015		
	DISTRITO: YANTALO	PROVINCIA: MOYOBAMBA	REGION: SAN MARTÍN
INSTITUCION: MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE YANTALO	DISEÑO: JERH	ESPECIALIDAD: INGENIERIA SANITARIA	
CAD: JHORLIN RODAS	FECHA: MARZO - 2017	ESCALA: INDICADA	LÁMINA: C-02
PLANO: CORTE - LECHO DE SECADO			

3.2. Discusiones

- ✓ El Fondo Nacional del Ambiente, en el libro Oportunidades de Mejoras Ambientales por el Tratamiento de Aguas Residuales en el Perú, opina, con respecto a la planta de tratamiento, se deberá buscar en todo momento, un diseño eficiente y económico que satisfaga la necesidad de la población específica en un tiempo específico, incluyendo un plan de mantenimiento y revisión constante. En nuestra sociedad, hemos podido observar a través de la historia, la carencia de una cultura de operatividad y mantenimiento en los sistemas de agua y desagüe. Es así que también se busca en una planta de tratamiento, que el diseño se amolde a la realidad nacional, sin que esta involucre efectos secundarios como por ejemplo malos olores, que incomoden y hagan peligrar la salud de las personas que habitan cerca. Finalmente, en el diseño de una planta de tratamiento se busca tener mucho cuidado en aspectos como el caudal, el uso final del agua tratada, el área empleada, la viabilidad económica, entre otros (*FONAM, 2010*).

En tal sentido, al caracterizar las aguas residuales del distrito de Yantalo, se obtuvo resultados promedios, producto de 4 muestras analizadas en el Laboratorio Regional del Agua – Departamento de Cajamarca: 184.5 mg/L de DBO₅, 318.5 mg/l de DQO, 191.13 de SST, 58.25×10^4 NMP/100ml de Coliformes Totales, 51 mg/l de aceites y grasas, los cuales se encuentran fuera de los Límites Máximos Permisibles (LMP's) para su descarga final que están establecidos en el D.S. 003-2010-MINAM; se realizó los cálculos de una manera precisa, para adoptar un sistema de tratamiento de acuerdo al propósito del presente trabajo de investigación, el cual es identificar y describir los beneficios que el diseño de un sistema de tratamiento de agua residual posee, y los cuales son básicamente ambientales, ya que desde el punto de vista económico los sistemas de tratamiento de agua residual destinadas a minimizar y/o evitar la generación de residuos, no conllevan beneficios, por lo contrario representan gastos económicos.

- ✓ El diseño y cálculo Hidráulico de la planta de tratamiento está considerado dentro de las normas técnicas que rigen para construcción de plantas de tratamiento con la finalidad de obtener un efluente acorde con los valores permisibles de los componentes físico químicos que posee el agua residual y que exige la ley de preservación del ambiente y uso del suelo en el Estado de Nuevo León para

aprovechar el recurso agua residual como agua de riego agrícola, concluyó, **Torres Cáceres, Ernesto W. (1994).**

En tal sentido el presente trabajo de investigación de hizo de acuerdo al Reglamento Nacional de Edificaciones, Norma OS. 090 “Diseño de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales”, con el cual se optó por un sistema que consta de las siguientes etapas, tratamiento preliminar (rejilla, un desarenador con canal Parshall, una trampa de grasas), Tratamiento primario y principal componente del sistema adoptado (Decantador de flujo radial), Tratamiento terciario (sistema de mamparas de cloración), finalmente se consideró un lecho de secado, para el tratamiento de los lodos producidos durante todo el proceso del sistema de tratamiento, para obtener una muestra de remoción, se consultó en apuntes del curso Tratamiento de Aguas Residuales Industriales, para elaborar una tabla de remoción teórica, de la cual se tiene los siguientes valores de remoción: Rejilla (DBO₅=5%, SST=25%), Desarenador (DBO₅=15%, SST=30%), Desengrasador (DBO₅=25%, SST=30%), Decantador de flujo radial (DBO₅=49%, SST=70%), Desinfección (DBO₅=15%, SST=0%), para explicar que con estos componentes si se cumple que el efluente final esté por debajo de los Límites Máximos Permisibles.

- ✓ La calidad del efluente que produce el municipio de Marín puede ser tratado mediante un proceso sistemático operacional como el que proporcionará la planta de tratamiento Proyectada mediante las operaciones unitarias que se realizarán. **Torres Cáceres, Ernesto W. (1994).** Después de la caracterización de aguas residuales del distrito de Yantaló, y de acuerdo a la relación DBO₅/DQO, ayuda a determinar el tipo de tratamiento adecuado para un agua específica.

Para las aguas residuales, si la relación DBO/DQO es igual o menor a 0.59, se considera como un vertido de tipo inorgánico (sin posibilidad de un tratamiento biológico); si la relación DBO₅/DQO es igual o mayor a 0.60, se considera un vertido de tipo orgánico (apto para tratamiento biológico), concluyó (**Metcalf & Eddy, 1996**).

$$\text{DBO}_5/\text{DQO} = 184.5/318.5 = 0.57 < 0.60$$

Por tal motivo, se logró dimensionar el sistema de tratamiento, que consiste en un canal de 2 m. de largo y 0.30 m., con una rejilla en su estructura central a una

inclinación de 45° , un desarenador de 6 m. con By-pass, y con canal parshall para medición de caudal, trampa de grasas, seguido de un decantador de flujo radial de 5.13 m. de diámetro y un área superficial de 20.70 m^2 , finalmente un sistema de cloración con 10 mamparas de 0.60 m. de ancho, un ancho total de 2.10 m y un largo total de 3.10 m; también se consideró un área para el tratamiento de los lodos producidos en los diversos componentes de la planta de tratamiento, este es un lecho de secado de 9.80 m. de largo y 5.20 m. de ancho.

3.3. Conclusiones

- ✓ Al caracterizar las aguas residuales del distrito de Yantalo, se obtuvo resultados promedios, producto de 4 muestras analizadas en el Laboratorio Regional del Agua – Departamento de Cajamarca: 184.5 mg/L de DBO₅, 318.5 mg/l de DQO, 191.13 de SST, 58.25x10⁴ NMP/100ml de Coliformes Totales, 51 mg/l de aceites y grasas, los cuales se encuentran fuera de los Limites Máximos Permisibles (LMP's) para su descarga final que están establecidos en el D.S. 003-2010-MINAM.
- ✓ En base a los resultados de la caracterización del agua residual, se dimensionó el sistema de tratamiento de agua residual, que consista de un canal de 2 m. de largo y 0.30 m., con una rejilla en su estructura central a una inclinación de 45°, un desarenador de 6 m. con By-pass, y con canal parshall para medición de caudal, trampa de grasas, seguido de un decantador de flujo radial de 5.13 m. de diámetro y un área superficial de 20.70 m², finalmente un sistema de cloración con 10 mamparas de 0.60 m. de ancho, un ancho total de 2.10 m y un largo total de 3.10 m; también se consideró un área para el tratamiento de los lodos producidos en los diversos componentes de la planta de tratamiento, este es un lecho de secado de 9.80 m. de largo y 5.20 m. de ancho.
- ✓ Los componentes diseñados para el tratamiento son, una rejilla, un desarenador con canal Parshall, una trampa de grasas, un tanque de decantación de flujo radial y un sistema de mamparas de cloración, para demostrar la remoción teórica de estos componentes se elaboró una tabla con 2 de los parámetros que aportan la mayor cantidad de carga orgánica contaminante al agua residual.

Tabla N° 11: Remoción teórica de la DBO₅ y SST

COMPONENTE PTAR	% DE REMOCION		DBO	SST
	DBO	SST	184.5	191.13
Rejillas	5	25	175.3	143.3
Desarenador	15	30	149.0	100.3
Desengrasador	25	30	111.7	70.2
Decantador de flujo circular	49	70	49.7	21.1
Desinfección clorinación	15		48.4	
LMP			100	150

3.4. Recomendaciones

- ✓ A la Universidad Nacional de San Martín: Observando la importancia que está adquiriendo el tratamiento de aguas residuales en el Perú y el mundo, es necesario la implementación de maestrías y programas de estudio más intensos, que den como resultado profesionales más capacitados en el diseño, operación y mantenimiento de plantas de tratamiento.

- ✓ A otros investigadores: Para realizar un diseño adecuado de las unidades de una planta de tratamiento de aguas residuales domésticas, se recomienda el uso de parámetros, procesos y criterios que representen las condiciones del entorno, del tipo de agua y población para los que se efectuará el diseño.

- ✓ Para la municipalidad distrital de Yantalo: Se recomienda optimizar el dimensionamiento de la planta de tratamiento de aguas residuales, mediante estudios definitivos de localización, suelos, hidrología; además se recomiendo investigar sobre alternativas de, rehúso y reaprovechamiento de aguas recuperadas en la agricultura o para otros fines.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alasino, Noelia. (2009). *Síntesis y diseño de plantas de tratamiento de aguas residuales*. Tesis de doctorado. Universidad Nacional del Litoral, Santa Fe - Argentina, Facultad de Ingeniería Química,
- Araujo, D. y Araujo, Y. (2011). *Alternativas para el manejo de las aguas residuales municipales en la Parroquia La Puerta, Municipio Valera, Estado Trujillo*. Tesis de Titulación. Universidad de los Andes. Departamento de Ingeniería. Pampanito – Estado Trujillo.
- Arce, L. (2013). *Urbanizaciones sostenibles: Descentralización del tratamiento de aguas residuales residenciales*. Tesis de Titulación. Pontificia Universidad Católica del Perú. Facultad de ciencias e ingeniería.
- Behar, D. (2008). *Metodología de la investigación*. Editorial Shalom 2008
- Crites, Ron y Tchobanoglous George (2000). *Tratamiento de aguas residuales en pequeñas poblaciones*. Colombia: Editorial McGraw-Hill.
- Duran, C. y Díaz, E. (2008): *Manual para el diseño de unidades de tipo biológico en Plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas en El salvador*. Tesis de grado. Universidad de El Salvador – Facultad de Ingeniería y Arquitectura.
- Egocheaga y Moscoso, (2005). *Manual de diseño, construcción, operación y mantenimiento, monitoreo y sostenibilidad*”.
- Espinoza, E. (2010): *“Planta De Tratamiento De Aguas Residuales San Juan De Miraflores*. Piura
- Hernández, R. (2003). *Metodología de la Investigación*. 3ra. Ed. McGraw-Hill Interamericana.
- J. Pinchi, (2013): *Evaluación del sistema de tratamiento de aguas residuales en la disminución de la DQO, en industrias de Shanusi, Yurimaguas 2013*. Universidad Nacional de San Martín – Facultad de Ecología.
- Marín, A. y Osés M. (2013). *“Operación y mantenimiento de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales con el proceso de Lodos Activados, Tomo 2”*. Comisión Estatal de Jalisco, México.
- Mejias Barrios, Zaidith A. (2010). *“Evaluación de las plantas de tratamiento de Aguas residuales de las urbanizaciones el Tamarindo y el moriche”*. Barcelona.
- Metcalf & Eddy. (1998) *“Ingeniería de aguas residuales, tratamiento, vertido y reutilización*. (3ra. Ed.) New York: McGraw Hill Book Co.

- Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento. Protocolo De Monitoreo De La Calidad De Los Efluentes De Las Plantas De Tratamiento De Aguas Residuales Domésticas o Municipales. *Anexo III*. Resolución Ministerial N° 273-2013-MVCS.
- Moscoso, J. (2011): *Estudio de opciones de tratamiento de aguas residuales en Lima Metropolitana*. Lima.
- Organización Panamericana de la salud (OPS) y Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS), (2005). “*Guía para el diseño de Desarenadores y sedimentados*”, Lima.
- Quiroz, Pedro (2009). “*Planta de Tratamiento de aguas residuales para riego en la Universidad Nacional Mayor de San Marcos*”. [Tesis de titulación]. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Facultad de Química e Ingeniería Química. Lima.
- Reglamento Nacional de Edificaciones, (2006). Norma OS. 090 “*Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales*”. Lima.
- Rolim Mendoza, Sergio (1987). “*Sistemas de Lagunas de Estabilización*”. Colombia Editorial Mc Graw Hill.
- Torres Cáceres, Ernesto W. (1994). “*Proyecto de una planta de tratamiento de aguas residuales domésticas para reúso del agua en la agricultura*”. México.

ANEXOS

- ✓ Toma de muestra para el envío al laboratorio

Fotografía N° 01



Fotografía N° 02



Fotografía N° 03



Fotografía N° 04



Fotografía N° 05



Fotografía N° 06



Fotografía N° 07



Fotografía N° 08



Fotografía N° 09



Fotografía N° 10



**✓ Resultados de los análisis realizados
a las aguas residuales del Distrito de
Yantalo**

INFORME DE ENSAYO N° 047-2016/ANAQUIMICOS/CC


SOLICITANTE : JHORLIN RODAS HERNÁNDEZ
PROYECTO : Tesis
PUNTO DE MUESTREO : Sector Yanayacu – Distrito de Yantaló
MUESTRA : Agua residual Doméstica.
FECHA DE TOMA DE MUESTRA : 08-04-2016.
HORA TOMA DE MUESTRA : 9:25 a.m
MUESTREADO POR : Solicitante.
FECHA DE EMISIÓN : 13-04-2016

RESULTADOS DE LA CARACTERIZACIÓN

ITEM	PARÁMETRO	UNIDAD	RESULTADO
01	Aceites y Grasas	mg/L	49.0

- Metodología: Métodos Normalizados para el Análisis de Aguas Superficiales y Residuales – American Public Health Association, American Water Works Association Water Pollution Control Federation 20th Edition, 1998

ANAQUÍMICOS SERVICIOS GENERALES E.I.R.L.


.....
Ing. Samuel López Chávez
CIP: N° 140674
TITULAR GERENTE



INFORME DE ENSAYO N°

IE 0416114

Razón Social del Cliente: **Persona Natural**
Dirección: **Moyobamba**
Ciudad: **San Martín/Moyobamba**
Atención: **Jhorlin Eli Rodas Hernandez**

Presente:

Anexo al presente me permito remitir a usted el Informe con resultados de Ensayos realizados a la(s) muestra(s) de agua(s). De acuerdo con la cadena de custodia N° CC. 114 - 16, se recepcionan las muestras en las instalaciones de nuestro laboratorio el día 01 de Abril de 2016, para la determinación de parámetros Físico-Químicos y Microbiológicos.

El informe contiene la descripción de fecha/hora y punto de recepción de muestras, Métodos de ensayo y resultados de laboratorio, hoja de control de calidad y observaciones generales.

Sin otro particular de momento, nos es grato reiterarle un cordial saludo.

Atentamente

GOBIERNO REGIONAL DE CAJAMARCA
LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA

Juan V. Díaz Saenz
Blgo. Juan V. Díaz Saenz
RESPONSABLE
CBP 7385

Cajamarca, 08 de Abril de 2016.



IE 0416114

INFORME DE ENSAYO N°

DATOS DEL CLIENTE/USUARIO

Empresa/Institución	Persona Natural		
N° RUC	-	Teléfono	-
Dirección	Moyobamba		
Persona de contacto	Jhorlin Eli Rodas Hernandez	DNÍ	
Correo Electrónico		Celular	
Ciudad/Provincia/Distrito	San Martín/Moyobamba		

DATOS DE LA MUESTRA

Fecha y Hora del Muestreo	31.03.16	Hora:	11:45
Tipo de Muestreo	Simple		
Número de Muestra	01 Muestra	N° Frascos x muestra	03
Ensayos solicitados	Fisico-Químicos y Microbiológicos		
Breve descripción del estado de la muestra	Las muestras cumplen con los requisitos de volumen y preservación.		
Responsable de la toma de muestra	Las muestras fueron tomadas por el usuario.		

DATOS DE CONTROL DEL LABORATORIO

N° Contrato	SC - 105	Cadena de Custodia	CC-114-16	
N° Orden de Trabajo	0416114			
Fecha y Hora de Recepción	01.04.16	16:40	Inicio de Ensayo	01.04.16 16:45
Fecha Término de Ensayo	07.04.16	16:30	Reporte Resultado	08.04.16 10:00
Condiciones Ambientales de Trabajo				
Temperatura ambiental (°C)	20	Humedad Relativa (%) 50		
Presión atmosférica (mmHg)	554			

Cajamarca, 08 de Abril de 2016.





INFORME DE ENSAYO N° IE 0416114

ENSAYOS			FISICOQUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS			
Código Cliente			Planta de Tratamiento	-	-	-
Código Laboratorio			0416114	-	-	-
Matriz de Agua			RESIDUAL	-	-	-
Descripción			Doméstica	-	-	-
Localización de la Muestra			Sector Yanayacu	-	-	-
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados			
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg O ₂ /L	6.0	203	-	-	-
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg O ₂ /L	8.3	531	-	-	-
Sólidos Totales Suspendidos (TSS)	mg/L	2.5	459	-	-	-
Numeración de Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	1.8	16x 10 ⁶	-	-	-

Ensayo	Unidad	Método de Ensayo Utilizados
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg O ₂ /L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 22 nd Ed. 2012: Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5-Day BOD Test
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg O ₂ /L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 22 nd Ed. 2012: Chemical Oxygen Demand (COD). Closed Reflux, Colorimetric Method
Sólidos Totales Suspendidos (TSS)	mg/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 22 nd Ed. 2012: Solids. Total Suspended Solids Dried at 103 - 105°C
Numeración de Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 B2,C,E1. 22 nd Ed. 2012: Multiple - Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure.

OBSERVACIONES

BFL: Blanco fortificado de Laboratorio, MFL: Matriz fortificada de Laboratorio, RSD: Desviación estandar relativa
 NA: No aplica ND: No determinado LDM: Límite Detección del Método, LCM: Límite de Cuantificación del Método.
 Los resultados Químicos <LCM, significa que la concentración son muy bajas, en algunos casos puede ser cero.

NOTAS FINALES

- ✓ Los resultados indicados en este informe concierne única y exclusivamente a las muestras recibidas y sometidas a ensayo en este Laboratorio Regional del Agua.
- ✓ La reproducción parcial de este informe no está permitida sin la autorización por escrito del Laboratorio Regional del Agua, su autenticidad será válida sólo si tiene firma y sello original.
- ✓ Este informe no será válido si presenta tachaduras o enmiendas.
- ✓ El Sistema de Gestión de Calidad del Laboratorio Regional del Agua, está ACREDITADO en base a la norma NTP ISO/IEC 17025:2006.
- ✓ La incertidumbre de medición se expresa cuando los resultados están dentro del alcance del método.
- ✓ Los resultados del informe no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que la produce.



Cajamarca, 08 de Abril de 2016.

INFORME DE ENSAYO N° 050-2016/ANAQUIMICOS/CC

SOLICITANTE : **JHORLIN RODAS HERNÁNDEZ**
PROYECTO : **Tesis**
PUNTO DE MUESTREO : **Sector Yanayacu – Distrito de Yantaló**
MUESTRA : **Agua residual Doméstica.**
FECHA DE TOMA DE MUESTRA : **30-04-2016.**
HORA TOMA DE MUESTRA : **10:00 a.m**
MUESTREADO POR : **Solicitante.**
FECHA DE EMISIÓN : **04-05-2016**

RESULTADOS DE LA CARACTERIZACIÓN

ITEM	PARÁMETRO	UNIDAD	RESULTADO
01	Aceites y Grasas	mg/L	52.0

- Metodología: Métodos Normalizados para el Análisis de Aguas Superficiales y Residuales – American Public Health Association, American Water Works, Association Water Pollution Control Federation 20th Edition, 1998”

ANAQUIMICOS SERVICIOS GENERALES S.R.L.


Ing. Samuel López Chávez
CIP: N° 140674
TITULAR GERENTE



LABORATORIO REGIONAL AGUA

INFORME DE ENSAYO N° IE 0416140

Razón Social del Cliente: **Persona Natural**
 Dirección: **Moyobamba**
 Ciudad: **San Martín/Moyobamba**
 Atención: **Jhorlin Eli Rodas Hernandez**

Presente:

Anexo al presente me permito remitir a usted el Informe con resultados de Ensayos realizados a la(s) muestra(s) de agua(s).

De acuerdo con la cadena de custodia N° CC. 140 - 16, se recepcionan las muestras en las instalaciones de nuestro laboratorio el día 21 de Abril de 2016, para la determinación de parámetros Físico-Químicos y Microbiológicos.

El informe contiene la descripción de fecha/hora y punto de recepción de muestras, Métodos de ensayo y resultados de laboratorio, hoja de control de calidad y observaciones generales.

Sin otro particular de momento, nos es grato reiterarle un cordial saludo.

Atentamente

GOBIERNO REGIONAL DE CAJAMARCA
LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA

Juan V. Díaz Saenz
Bigo. Juan V. Díaz Saenz
RESPONSABLE
CBP 7385

LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA

Cajamarca, 30 de Abril de 2016.



IE 0416140

INFORME DE ENSAYO N°

DATOS DEL CLIENTE/USUARIO

Empresa/Institución	Persona Natural		
N° RUC	-	Teléfono	-
Dirección	Moyobamba		
Persona de contacto	Jhorlin Eli Rodas Hernandez	DNI	
Correo Electrónico		Celular	
Ciudad/Provincia/Distrito	San Martín/Moyobamba		

DATOS DE LA MUESTRA

Fecha y Hora del Muestreo	20.04.16	Hora:	16:00
Tipo de Muestreo	Simple	N° Frascos x muestra	03
Número de Muestra	01 Muestra		
Ensayos solicitados	Fisico-Químicos y Microbiológicos		
Breve descripción del estado de la muestra	Las muestras cumplen con los requisitos de volumen y preservación.		
Responsable de la toma de muestra	Las muestras fueron tomadas por el usuario.		

DATOS DE CONTROL DEL LABORATORIO

N° Contrato	SC - 135	Cadena de Custodia	CC-140-16
N° Orden de Trabajo	0416140		
Fecha y Hora de Recepción	21.04.16 16:50	Inicio de Ensayo	21.04.16 17:00
Fecha Término de Ensayo	28.04.16 16:30	Reporte Resultado	29.04.16 10:00
Condiciones Ambientales de Trabajo			
Temperatura ambiental (°C)	20	Humedad Relativa (%)	50
Presión atmosférica (mmHg)	554		

LABORATORIO REGIONAL
DEL AGUA

Cajamarca, 30 de Abril de 2016.





INFORME DE ENSAYO N° IE 0416140

ENSAYOS			FISICOQUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS				
Código Cliente			Planta de Tratamiento	-	-	-	-
Código Laboratorio			0416140-01	-	-	-	-
Matriz de Agua			RESIDUAL	-	-	-	-
Descripción			Doméstica	-	-	-	-
Localización de la Muestra			Sector Yanayacu	-	-	-	-
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados				
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg O ₂ /L	6.0	197	-	-	-	-
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg O ₂ /L	8.3	271	-	-	-	-
Sólidos Totales Suspendidos (TSS)	mg/L	2.5	65.5	-	-	-	-
Numeración de Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	1.8	35 x 10 ⁶	-	-	-	-

Ensayo	Unidad	Método de Ensayo Utilizados
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg O ₂ /L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 22 nd Ed. 2012: Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5-Day BOD Test
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg O ₂ /L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 22 nd Ed. 2012: Chemical Oxygen Demand (COD). Closed Reflux, Colorimetric Method
Sólidos Totales Suspendidos (TSS)	mg/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 22 nd Ed. 2012: Solids. Total Suspended Solids Dried at 103 - 105°C
Numeración de Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 B2,C,E1, 22 nd Ed. 2012: Multiple - Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure.

OBSERVACIONES

BFL: Blanco fortificado de Laboratorio, MFL: Matriz fortificada de Laboratorio, RSD: Desviación estandar relativa

NA: No aplica ND: No determinado LDM: Limite Detección del Método, LCM: Limite de Cuantificación del Método.

Los resultados Químicos <LCM, significa que la concentración son muy bajas, en algunos casos puede ser cero.

NOTAS FINALES

- ✓ Los resultados indicados en este informe concierne única y exclusivamente a las muestras recibidas y sometidas a ensayo en este Laboratorio Regional del Agua.
- ✓ La reproducción parcial de este informe no está permitida sin la autorización por escrito del Laboratorio Regional del Agua, su autenticidad será válida sólo si tiene firma y sello original.
- ✓ Este informe no será válido si presenta tachaduras o enmiendas.
- ✓ El Sistema de Gestión de Calidad del Laboratorio Regional del Agua, está ACREDITADO en base a la norma NTP ISO/IEC 17025:2006.
- ✓ La incertidumbre de medición se expresa cuando los resultados están dentro del alcance del método.
- ✓ Los resultados del informe no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que la produce.

Cajamarca, 30 de Abril de 2016.



INFORME DE ENSAYO N° 056-2016/ANAQUIMICOS/CC


SOLICITANTE : **JHORLIN RODAS HERNÁNDEZ**
PROYECTO : **Tesis**
PUNTO DE MUESTREO : **Sector Yanayacu – Distrito de Yantaló**
MUESTRA : **Agua residual Doméstica.**
FECHA DE TOMA DE MUESTRA : **06-05-2016.**
HORA TOMA DE MUESTRA : **9:50 a.m**
MUESTREADO POR : **Solicitante.**
FECHA DE EMISIÓN : **09-05-2016**

RESULTADOS DE LA CARACTERIZACIÓN

ITEM	PARÁMETRO	UNIDAD	RESULTADO
01	Aceites y Grasas	mg/L	48.0

- Metodología: Métodos Normalizados para el Análisis de Aguas Superficiales y Residuales – American Public Health Association, American Water Works, Association Water Pollution Control Federation 20th Edition, 1998”

ANAQUÍMICOS SERVICIOS GENERALES E.I.R.L.


.....
Ing. Samuel López Chávez
CIP: N° 140674
TITULAR GERENTE



INFORME DE ENSAYO N°

IE 0416152

Razón Social del Cliente: **Persona Natural**
Dirección: **Moyobamba**
Ciudad: **San Martín/Moyobamba**
Atención: **Jhorlin Eli Rodas Hernandez**

Presente:

Anexo al presente me permito remitir a usted el Informe con resultados de Ensayos realizados a la(s) muestra(s) de agua(s).
De acuerdo con la cadena de custodia N° CC. 152 - 16, se recepcionan las muestras en las instalaciones de nuestro laboratorio el día 29 de Abril de 2016, para la determinación de parámetros Físico-Químicos y Microbiológicos.

El informe contiene la descripción de fecha/hora y punto de recepción de muestras, Métodos de ensayo y resultados de laboratorio, hoja de control de calidad y observaciones generales.

Sin otro particular de momento, nos es grato reiterarle un cordial saludo.

Atentamente

GOBIERNO REGIONAL DE CAJAMARCA
LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA


Bigo. Juan V. Diaz Saenz
RESPONSABLE
CBP 7305

Cajamarca, 06 de Mayo de 2016.



IE 0416152

INFORME DE ENSAYO N°

DATOS DEL CLIENTE/USUARIO

Empresa/Institución	Persona Natural	Teléfono	-
N° RUC	-		
Dirección	Moyobamba		
Persona de contacto	Jhorlin Eli Rodas Hernandez	DNI	
Correo Electrónico		Celular	
Ciudad/Provincia/Distrito	San Martín/Moyobamba		

DATOS DE LA MUESTRA

Fecha y Hora del Muestreo	27.04.16	Hora:	11:15
Tipo de Muestreo	Simple		
Número de Muestra	01 Muestra	N° Frascos x muestra	03
Ensayos solicitados	Fisico-Químicos y Microbiológicos		
Breve descripción del estado de la muestra	Las muestras cumplen con los requisitos de volumen y preservación.		
Responsable de la toma de muestra	Las muestras fueron tomadas por el usuario.		

DATOS DE CONTROL DEL LABORATORIO

N° Contrato	SC - 155	Cadena de Custodia	CC-152-16
N° Orden de Trabajo	0416152		
Fecha y Hora de Recepción	29.04.16	10:00	Inicio de Ensayo 29.04.16 10:10
Fecha Término de Ensayo	05.05.16	16:30	Reporte Resultado 06.05.16 10:00
Condiciones Ambientales de Trabajo			
Temperatura ambiental (°C)	20	Humedad Relativa (%)	50
Presión atmosférica (mmHg)	554		

LABORATORIO REGIONAL
DEL AGUA

Cajamarca, 06 de Mayo de 2016.





INFORME DE ENSAYO N° IE 0416152

ENSAYOS			FISICOQUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS			
Código Cliente			Planta de Tratamiento			
Código Laboratorio			0416152-01			
Matriz de Agua			RESIDUAL			
Descripción			Doméstica			
Localización de la Muestra			Sector Yanayacu			
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados			
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg O ₂ /L	6.0	186			
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg O ₂ /L	8.3	288			
Sólidos Totales Suspendidos (TSS)	mg/L	2.5	116			
Numeración de Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	1.8	22 x 10 ⁶			

Ensayo	Unidad	Método de Ensayo Utilizados
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg O ₂ /L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 22 nd Ed. 2012: Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5-Day BOD Test
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg O ₂ /L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 22 nd Ed. 2012: Chemical Oxygen Demand (COD). Closed Reflux, Colorimetric Method
Sólidos Totales Suspendidos (TSS)	mg/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 22 nd Ed. 2012: Solids. Total Suspended Solids Dried at 103 - 105°C
Numeración de Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 B2,C,E1, 22 nd Ed. 2012: Multiple - Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure.

OBSERVACIONES

BFL: Blanco fortificado de Laboratorio, MFL: Matriz fortificada de Laboratorio, RSD: Desviación estandar relativa

NA: No aplica ND: No determinado LDM: Límite Detección del Método, LCM: Límite de Cuantificación del Método.

Los resultados Químicos <LCM, significa que la concentración son muy bajas, en algunos casos puede ser cero.

NOTAS FINALES

- ✓ Los resultados indicados en este informe concierne única y exclusivamente a las muestras recibidas y sometidas a ensayo en este Laboratorio Regional del Agua.
- ✓ La reproducción parcial de este informe no está permitida sin la autorización por escrito del Laboratorio Regional del Agua, su autenticidad será válida sólo si tiene firma y sello original.
- ✓ Este informe no será válido si presenta tachaduras o enmiendas.
- ✓ El Sistema de Gestión de Calidad del Laboratorio Regional del Agua, está ACREDITADO en base a la norma NTP ISO/IEC 17025:2006.
- ✓ La incertidumbre de medición se expresa cuando los resultados están dentro del alcance del método.
- ✓ Los resultados del informe no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que la produce.



Cajamarca, 06 de Mayo de 2016.

INFORME DE ENSAYO N° 059-2016/ANAQUIMICOS/CC


SOLICITANTE : **JHORLIN RODAS HERNÁNDEZ**
PROYECTO : **Tesis**
PUNTO DE MUESTREO : **Sector Yanayacu – Distrito de Yantaló**
MUESTRA : **Agua residual Doméstica.**
FECHA DE TOMA DE MUESTRA : **19-05-2016.**
HORA TOMA DE MUESTRA : **10:35 a.m**
MUESTREADO POR : **Solicitante.**
FECHA DE EMISIÓN : **22-05-2016**

RESULTADOS DE LA CARACTERIZACIÓN

ITEM	PARÁMETRO	UNIDAD	RESULTADO
01	Aceites y Grasas	mg/L	55.0

- Metodología: Métodos Normalizados para el Análisis de Aguas Superficiales y Residuales – American Public Health Association, American Water Works, Association Water Pollution Control Federation 20th Edition, 1998”

ANAQUIMICOS SERVICIOS GENERALES E.I.R.L.


Ing. Samuel López Chávez
CIP: N° 140674
TITULAR GERENTE



INFORME DE ENSAYO N° IE 0516174

DATOS DEL CLIENTE/USUARIO

Empresa/Institución **Persona Natural**
N° RUC **-** Teléfono **-**
Dirección **Moyobamba**
Persona de contacto **Jhorlin Eli Rodas Hernandez** DNI **-**
Correo Electrónico **-** Celular **971375159**
Ciudad/Provincia/Distrito **San Martín/Moyobamba**

DATOS DE LA MUESTRA

Fecha y Hora del Muestreo **11.05.16** Hora: **15:30**
Tipo de Muestreo **Simple**
Número de Muestra **01 Muestra** N° Frascos x muestra **04**
Ensayos solicitados **Físico-Químicos y Microbiológicos**
Breve descripción del estado de la muestra **Las muestras cumplen con los requisitos de volumen y preservación.**
Responsable de la toma de muestra **Las muestras fueron tomadas por el usuario.**

DATOS DE CONTROL DEL LABORATORIO

N° Contrato **SC - 183** Cadena de Custodia **CC-174-16**
N° Orden de Trabajo **0516174**
Fecha y Hora de Recepción **12.05.16 16:40** Inicio de Ensayo **12.05.16 17:10**
Fecha Término de Ensayo **18.05.16 14:30** Reporte Resultado **18.05.16 16:00**
Condiciones Ambientales de Trabajo
Temperatura ambiental (°C) **20** Humedad Relativa (%) **50**
Presión atmosférica (mmHg) **554**

LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA



Cajamarca, 19 de Mayo de 2016.



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA

INFORME DE ENSAYO N° IE 0516174

ENSAYOS			FISICOQUIMICOS Y MICROBIOLÓGICOS			
Código Cliente			Muestra 01	-	-	-
Código Laboratorio			0516174-01	-	-	-
Matriz de Agua			RESIDUAL	-	-	-
Descripción			Doméstica	-	-	-
Localización de la Muestra			Sector Yanayacu	-	-	-
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados			
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg O ₂ /L	6.0	152	-	-	-
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg O ₂ /L	8.3	184	-	-	-
Sólidos Totales Suspendidos (TSS)	mg/L	2.5	124	-	-	-
Numeración de Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	1.8	16 x 10 ⁷	-	-	-

Ensayo	Unidad	Método de Ensayo Utilizados
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg O ₂ /L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 22 nd Ed. 2012: Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5-Day BOD Test
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg O ₂ /L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 22 nd Ed. 2012: Chemical Oxygen Demand (COD). Closed Reflux, Colorimetric Method
Sólidos Totales Suspendidos (TSS)	mg/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 22 nd Ed. 2012: Solids. Total Suspended Solids Dried at 103 - 105°C
Numeración de Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 B2,C,E1, 22 nd Ed. 2012: Multiple - Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure.

OBSERVACIONES

BFL: Blanco fortificado de Laboratorio, MFL: Matriz fortificada de Laboratorio, RSD: Desviación estandar relativa

NA: No aplica ND: No determinado LDM: Límite Detección del Método, LCM: Límite de Cuantificación del Método.

Los resultados Químicos <LCM, significa que la concentración son muy bajas, en algunos casos puede ser cero.

NOTAS FINALES

- ✓ Los resultados indicados en este informe concierne única y exclusivamente a las muestras recibidas y sometidas a ensayo en este Laboratorio Regional del Agua.
- ✓ La reproducción parcial de este informe no está permitida sin la autorización por escrito del Laboratorio Regional del Agua, su autenticidad será válida sólo si tiene firma y sello original.
- ✓ Este informe no será válido si presenta tachaduras o enmiendas.
- ✓ El Sistema de Gestión de Calidad del Laboratorio Regional del Agua, está ACREDITADO en base a la norma NTP ISO/IEC 17025:2006.
- ✓ La incertidumbre de medición se expresa cuando los resultados están dentro del alcance del método.
- ✓ Los resultados del informe no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que la produce.



Cajamarca, 19 de Mayo de 2016.

- ✓ **Cadena de custodia, utilizada para tomar datos de las muestras enviadas al laboratorio**

La manera de tomar la muestra puede ser de dos formas:
A= Automático (Equipos automuestreadores)
Ma= Manual (Realizado por una persona)

Tipo de muestra
S= Simple (Una toma en un punto)
C= Compuesta (Varias tomas en el mismo punto)
I= Integrada (Varias tomas en distintos puntos)

Tipo Recipiente en el que se tomara la muestra
V= Vidrio: 250, 500 y 1000mL
P= Plástico: 500/1000mL
B= Bolsa

Tipo Preservante necesario para conservar la muestra según su ensayo
1= HNO ₃ (Para llevar hasta: pH ≤ 2)
2= H ₂ SO ₄ (Para llevar hasta: pH ≤ 2)
3= NaOH (Para llevar hasta: pH ≥ 12)
4= Na ₂ S ₂ O ₅ (Para remover el cloro)
5= EDTA (Agente quelante)
6= Conservar: 0-6°C

MATRIZ DE AGUA
AN: AGUAS NATURALES
S= Superficial
Sb= Subterránea
AR: AGUA RESIDUAL
D= Domestica
I= Industrial
M= Municipal
AUCH: USO Y CONSUMO HUMANO
B= Bebida
P= Piscina

Prámetros	Parametros que pueden ir juntos	Volumen mínimo	Preservante o conservante
Turbidez	A	500mL	T°C ≤6
Aniones	A		
pH	A		
Conductividad	A	500mL	T°C ≤6
Acidez	A		
Alcalinidad	A		
Metales	B	500mL	50gtas de HNO ₃ ó H ₂ SO ₄ prop 1:1
Mercurio	B		
Cianuro Total	C		
Cianuro Libre	C	500mL	NaOH
Cianuro Wad	C		
DBO ₅	D	1000mL	T°C ≤6
Dureza	E		
DQO	E	500mL	50gtas de HNO ₃ ó H ₂ SO ₄ prop 1:1
Solidos disueltos	F		
Solidos suspendidos	F	1000mL	T°C ≤6
Solidos totales	F		
N-amoniaco	G	250mL	250mL
Amoniaco	G		
Oxigeno disuelto	H	300mL	Azida de sodio, H ₂ SO ₄
Coliformes Totales	I		
Coliformes Termotolerantes	I	500mL	T°C ≤6
Bacterias Heterotrófas	I		
Escherichia coli	I		

RECOMENDACIONES PARA LA TOMA DE MUESTRAS DE AGUAS

Toma de Muestras para Análisis Microbiológicos

- Utilizar guantes descartables antes de recolectar la muestra.
- Conserve la botella de muestreo cerrada hasta el momento del muestreo.
- Retire la envoltura de aluminio o papel kraf, evitando contaminar la tapa y el cuello de la botella.
- Cuando la muestra es colectada dejar un espacio de al menos 2,5 cm para facilitar la mezcla por agitación antes del análisis.
- Llene el recipiente sin enjuagar y tape inmediatamente el recipiente y coloque nuevamente la envoltura asegurándolo alrededor del cuello de la botella.

Toma de Muestras para Análisis Químicos.

- Se recomienda que los frascos no tengan preservantes antes de realizar la toma de muestras de agua.
- Colocarse los guantes descartables antes del inicio de la toma de muestra y desechar luego de culminado el muestreo en cada punto.
- En todo momento evitar tomar la muestra cogiendo el frasco por la boca.
- Enjuagar los frascos con el agua a ser recolectada de dos a tres veces con la finalidad de eliminar posibles sustancias existentes en su interior.
- Considerar un espacio de alrededor del 1% aprox. de la capacidad del envase.
- Para el caso de muestras para análisis de metales totales, agregar 2mL de HNO₃(aprox. 20 gotas).
- Para el caso de muestras para análisis de cianuro, agregar NaOH (aprox. 4 perlitas).
- Conservar las muestras a temperatura ≤6°C.

- ✓ **Anexo III, requisitos para toma de muestra de agua residual y preservación de las muestras para el monitoreo. Oficina de medio ambiente, Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento.**

Anexo N° III

REQUISITOS PARA TOMA DE MUESTRA DE AGUA RESIDUAL Y PRESERVACIÓN DE LAS MUESTRAS PARA EL MONITOREO

Determinación/Parámetro	Recipiente	Volumen mínimo de muestra (1)	Preservación y concentración	Tiempo máximo de duración
Fisicoquímico				
Temperatura	P,V	1000 mL	No es posible	15 min
pH (2)		50 mL	No es posible	15 min
DBO ₅ (3)	P,V	1000 mL	Refrigerar a 4°C	48 horas
DQO (3)	P,V	100 mL	Analizar lo más pronto posible, o agregar H ₂ SO ₄ hasta pH<2; refrigerar a 4°C	28 días
Aceites y grasas	V, ámbar boca ancha calibrado	1000 mL	Agregar HCl hasta pH<2, refrigerar a 4°C	28 días
Sólidos suspendidos Totales (SST)	P,V	100 mL	Refrigerar a 4°C	7 días
Microbiológico				
Coliformes termotolerantes (NMP)	V, esterilizado	250 mL	Refrigerar a 4°C Agregar tiosulfato en plantas con cloración	6 horas

(1) No hay restricción para el volumen máximo de la muestra.

(2) En el caso de lagunas de estabilización, la medición del efluente debe realizarse entre las 10:00 y las 11:00 horas para evitar la interferencia del desequilibrio del sistema carbonatado por alta actividad fotosintética que se da en las horas de mayor radiación solar.

(3) En caso de lagunas de estabilización, filtrar las muestras de los efluentes (filtro no mayor a 1 micra de porosidad, lo cual debe ser reportado con los resultados del ensayo) para eliminar la interferencia de algas, determinando de este modo la DBO y DQO, soluble o filtrada. No se debe filtrar las muestras si los efluentes son vertidos en cuerpos de agua lenticos (lagunas, lagos, bahías, etc.).

Leyenda: P = frasco de plástico o equivalente;
V = frasco de vidrio

✓ **Decreto Supremo N° 003-2010-
MINAM, aprueba los Límites
Máximos Permisibles para los
Efluentes de Aguas Residuales
Domesticas o Municipales**

AMBIENTE

Aprueba Límites Máximos Permisibles para los efluentes de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas o Municipales

DECRETO SUPREMO Nº 003-2010-MINAM

EL PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA

CONSIDERANDO:

Que, el artículo 3º de la Ley Nº 28611, Ley General del Ambiente, dispone que el Estado, a través de sus entidades y órganos correspondientes, diseña y aplica, las políticas, normas, instrumentos, incentivos y sanciones que sean necesarias para garantizar el efectivo ejercicio de los derechos y el cumplimiento de las obligaciones y responsabilidades contenidas en dicha ley;

Que, el numeral 32.1 del artículo 32º de la Ley General del Ambiente define al Límite Máximo Permissible - LMP, como la medida de concentración o grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, que caracterizan a un efluente o una emisión, que al ser excedida causa o puede causar daños a la salud, al bienestar humano y al ambiente. Su determinación corresponde al Ministerio del Ambiente. Su cumplimiento es exigible legalmente por el Ministerio del Ambiente y los organismos que conforman el Sistema Nacional de Gestión Ambiental. Los criterios para la determinación de la supervisión y sanción serán establecidos por dicho Ministerio;

Que, el numeral 33.4 del artículo 33º de la Ley Nº 28611 en mención dispone que, en el proceso de revisión de los parámetros de contaminación ambiental, con la finalidad de determinar nuevos niveles de calidad, se aplique el principio de la gradualidad, permitiendo ajustes progresivos a dichos niveles para las actividades en curso;

Que, el literal d) del artículo 7º del Decreto Legislativo Nº 1013, Ley de Creación, Organización y Funciones del Ministerio del Ambiente - MINAM, establece como función específica de dicho Ministerio, elaborar los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) y Límites Máximos Permisibles (LMP), de acuerdo con los planes respectivos. Deben contar con la opinión del sector correspondiente, debiendo ser aprobados mediante Decreto Supremo;

Que, mediante Resolución Ministerial Nº 121-2009-MINAM, se aprobó el Plan de Estándares de Calidad Ambiental (ECA) y Límites Máximos Permisibles (LMP) para el año fiscal 2009 que contiene dentro de su anexo la elaboración del Límite Máximo Permissible para los efluentes de Plantas de Tratamiento de fuentes domésticas;

Que el artículo 14º del Reglamento de la Ley del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA) aprobado mediante Decreto Supremo Nº 019-2009-MINAM, establece que el proceso de evaluación de impacto ambiental comprende medidas que aseguren, entre otros, el cumplimiento de los Estándares de Calidad Ambiental, los Límites Máximos Permisibles y otros parámetros y requerimientos aprobados de acuerdo a la legislación ambiental vigente; del mismo modo, en su artículo 28º el citado reglamento señala que, la modificación del estudio ambiental o la aprobación de instrumentos de gestión ambiental complementarios,

implica necesariamente y según corresponda, la actualización de los planes originalmente aprobados al emitirse la Certificación Ambiental;

De conformidad con lo dispuesto en el numeral 8) del artículo 118º de la Constitución Política del Perú, y el numeral 3 del artículo 11º de la Ley Nº 29158, Ley Orgánica del Poder Ejecutivo;

DECRETA:

Artículo 1º.- Aprobación de Límites Máximos Permisibles (LMP) para efluentes de Plantas de Tratamiento de Agua Residuales Domésticas o Municipales (PTAR)

Aprobar los Límites Máximos Permisibles para efluentes de las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas o Municipales, los que en Anexo forman parte integrante del presente Decreto Supremo y que son aplicables en el ámbito nacional.

Artículo 2º.- Definiciones

Para la aplicación del presente Decreto Supremo se utilizarán los siguientes términos:

- **Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas o Municipales (PTAR):** Infraestructura y procesos que permiten la depuración de las aguas residuales Domésticas o Municipales.

- **Límite Máximo Permissible (LMP):** Es la medida de la concentración o del grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, que caracterizan a una emisión, que al ser excedida causa o puede causar daños a la salud, al bienestar humano y al ambiente. Su cumplimiento es exigible legalmente por el MINAM y los organismos que conforman el Sistema de Gestión Ambiental.

- **Protocolo de Monitoreo:** Procedimientos y metodologías establecidas por el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento en coordinación con el MINAM y que deben cumplirse en la ejecución de los Programas de Monitoreo.

Artículo 3º.- Cumplimiento de los Límites Máximos Permisibles de Efluentes de PTAR

3.1 Los LMP de efluentes de PTAR que se establecen en la presente norma entran en vigencia y son de cumplimiento obligatorio a partir del día siguiente de su publicación en el Diario Oficial El Peruano.

3.2 Los LMP aprobados mediante el presente Decreto Supremo, no serán de aplicación a las PTAR con tratamiento preliminar avanzado o tratamiento primario que cuenten con disposición final mediante emisario submarino.

3.3. Los titulares de las PTAR que se encuentren en operación a la dación del presente Decreto Supremo y que no cuenten con certificación ambiental, tendrán un plazo no mayor de dos (02) años, contados a partir de la publicación del presente Decreto Supremo, para presentar ante el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento su Programa de Adecuación y Manejo Ambiental; autoridad que definirá el respectivo plazo de adecuación.

3.4 Los titulares de las PTAR que se encuentren en operación a la dación del presente Decreto Supremo y que cuenten con certificación ambiental, tendrán un plazo no mayor de tres (03) años, contados a partir de la publicación del presente Decreto Supremo, para presentar ante el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, la actualización de los Planes de Manejo Ambiental de los Estudios Ambientales; autoridad que definirá el respectivo plazo de adecuación.

Artículo 4º.- Programa de Monitoreo

4.1 Los titulares de las PTAR están obligados a realizar el monitoreo de sus efluentes, de conformidad con el Programa de Monitoreo aprobado por el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. El Programa de Monitoreo especificará la ubicación de los puntos de control, métodos y técnicas adecuadas; así como los parámetros y frecuencia de muestreo para cada uno de ellos.



4.2 El Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento podrá disponer el monitoreo de otros parámetros que no estén regulados en el presente Decreto Supremo, cuando existan indicios razonables de riesgo a la salud humana o al ambiente.

4.3 Sólo será considerado válido el monitoreo conforme al Protocolo de Monitoreo establecido por el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, realizado por Laboratorios acreditados ante el Instituto Nacional de Defensa del Consumidor y de la Propiedad Intelectual - INDECOPÍ.

Artículo 5º.- Resultados de monitoreo

5.1 El Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento es responsable de la administración de la base de datos del monitoreo de los efluentes de las PTAR, por lo que los titulares de las actividades están obligados a reportar periódicamente los resultados del monitoreo de los parámetros regulados en el Anexo de la presente norma, de conformidad con los procedimientos establecidos en el Protocolo de Monitoreo aprobado por dicho Sector.

5.2 El Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento deberá elaborar y remitir al Ministerio del Ambiente dentro de los primeros noventa (90) días de cada año, un informe estadístico a partir de los datos de monitoreo presentados por los Titulares de las PTAR, durante el año anterior, lo cual será de acceso público a través del portal institucional de ambas entidades.

Artículo 6º.- Fiscalización y Sanción

La fiscalización del cumplimiento de los LMP y otras disposiciones aprobadas en el presente Decreto Supremo estará a cargo de la autoridad competente de fiscalización, según corresponda.

Artículo 7º.- Refrendo

El presente Decreto Supremo será refrendado por el Ministro del Ambiente y por el Ministro de Vivienda, Construcción y Saneamiento.

DISPOSICIÓN COMPLEMENTARIA FINAL

Única.- El Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, en coordinación con el MINAM, aprobará el Protocolo de Monitoreo de Efluentes de PTAR en un plazo no mayor a doce (12) meses contados a partir de la vigencia del presente dispositivo.

Dado en la Casa de Gobierno, en Lima, a los dieciséis días del mes de marzo del año dos mil diez.

ALAN GARCÍA PÉREZ
Presidente Constitucional de la República

ANTONIO JOSÉ BRACK EGG
Ministro del Ambiente

JUAN SARMIENTO SOTO
Ministro de Vivienda, Construcción y Saneamiento

ANEXO

LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES PARA LOS EFLUENTES DE PTAR

PARÁMETRO	UNIDAD	LMP DE EFLUENTES PARA VERTIDOS A CUERPOS DE AGUAS
Aceites y grasas	mg/L	20
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 mL	10,000
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	100
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	200
pH	unidad	6.5-8.5
Sólidos Totales en Suspensión	mL/L	150
Temperatura	°C	<35