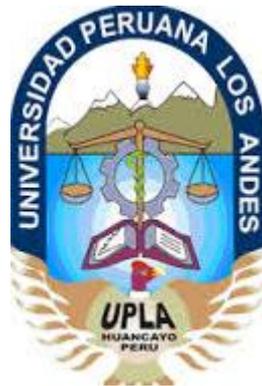


UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

**APLICACIÓN DEL MODELO DOYOO
YOOKASOO PARA EL MEJORAMIENTO DE
PLANTAS DE TRATAMIENTO DE LODOS
ACTIVADOS**

Línea de investigación: Salud y Gestión de la Salud – Hidráulica

PRESENTADO POR:

Bach. Rocío Del Pilar Rivera Ramos

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

HUANCAYO – PERÚ

2018

Ing. Vladimir, ORDOÑEZ CAMPOSANO
ASESOR

Mg. Jacqueline, SANTOS JULCA
ASESOR

DEDICATORIA Y AGRADECIMIENTO

Dedico la presente tesis a mis hijos, los que con su amor, hacen que cada día valga la pena si es estar a su lado.

A mi familia, por su participación constante en mi formación profesional y apoyo incondicional.

A mis docentes y amigos por su apoyo y aliento para seguir con mis metas en el transcurso del camino a seguir.

HOJA DE CONFORMIDAD DE JURADOS

DR. CASIO AURELIO, TORRES LÓPEZ
PRESIDENTE

ING. JUAN JOSÉ, BULLÓN ROSAS
JURADO

ING. RANDO, PORRAS OLARTE
JURADO

ING. CARLOS ALBERTO, JESÚS SEDANO
JURADO

MG. MIGUEL ÁNGEL, CARLOS CANALES
SECRETARIO DOCENTE

ÍNDICE

DEDICATORIA Y AGRADECIMIENTO	iii
RESUMEN	xii
ABSTRACT	xiii
INTRODUCCIÓN.....	xiv
CAPÍTULO I	15
EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN.....	15
1.1. Planteamiento del problema.....	15
1.2. Formulación y sistematización del problema	17
1.2.1. Problema general	17
1.2.2. Problemas específicos.....	17
1.3. Justificación	18
1.3.1. Justificación social.....	18
1.3.2. Justificación Teórica	18
1.3.3. Justificación Práctica	18
1.4. Delimitaciones.....	19
1.4.1. Espacial.....	19
1.4.2. Temporal	19
1.4.3. Económica	19
1.5. Limitaciones	19
1.5.1. Espacial.....	20
1.5.2. Temporal	20
1.5.3. Económica	20
1.6. Objetivos	20
1.6.1. Objetivo General	20
1.6.2. Objetivos específicos.....	21
CAPÍTULO II	22
MARCO TEÓRICO.....	22
2.1. Antecedentes	22
2.1.1. Antecedentes Nacionales.....	22
2.1.2. Antecedentes Internacionales	25
2.2. Marco conceptual	26
2.2.1. Tratamiento con lodos activados.....	26

2.2.1.2. Planta de tratamiento de aguas residuales.....	32
2.2.2. El sistema Doyoo Yookasoo:	38
2.3. Marco Normativo	48
2.5. Hipótesis.....	57
2.5.1. Hipótesis General	57
2.5.2. Hipótesis Específicas	57
2.6. Variables.....	57
2.6.1. Definición conceptual de la variable	57
2.6.2. Definición operacional de la variable.....	58
2.6.3. Operacionalización de la variable	58
CAPÍTULO III	59
METODOLOGÍA	59
3.1. Método de investigación.....	59
3.2. Tipo de investigación	59
3.3. Nivel de investigación.....	60
3.4. Diseño de la investigación.....	60
3.5. Población de muestra	61
3.5.1. Población.....	61
3.5.2. Muestra	61
3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	62
3.6.1. Técnica de recolección de datos	62
3.6.2. Instrumentos de recolección de datos.....	63
3.7. Técnicas y análisis de datos.....	63
3.8. Procedimiento de la Investigación.	65
3.8.1. Etapa de planteamiento y organización (Pre-campo):.....	65
3.8.2. Etapa de campo:.....	65
CAPÍTULO IV	71
RESULTADOS	71
4.1. RESULTADOS ESPECÍFICOS	71
4.1.1. Resultados de parámetros de calidad del agua	71
4.1.2. Diseño de planta de tratamiento con el modelo Doyoo Yookasoo	76
4.1.3. RESULTADOS DE ANÁLISIS COSTOS PRESUPUESTO	104
CAPÍTULO V	107
DISCUSIÓN DE RESULTADOS	107
CONCLUSIONES	111

RECOMENDACIONES.....	112
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	114
ANEXOS.....	116
MATRIZ DE CONSISTENCIA.....	117
INFORMES DE LABORATORIO.....	118
PANEL FOTOGRÁFICO.....	119
CÁLCULO ESTRUCTURAL.....	120
PLANOS.....	121

ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1: Principales contaminantes en aguas residuales.....</i>	<i>37</i>
<i>Tabla 2: Operacionalización de variables.....</i>	<i>58</i>
<i>Tabla 3: Materiales y recursos</i>	<i>64</i>
<i>Tabla 4: Censos</i>	<i>70</i>
<i>Tabla 5: Coordenadas de afluente</i>	<i>71</i>
<i>Tabla 6: Resultados del Afluente - LMP.....</i>	<i>72</i>
<i>Tabla 7: Coordenadas del Efluente.....</i>	<i>72</i>
<i>Tabla 8: Resultados de parámetros del Efluente-LMP</i>	<i>73</i>
<i>Tabla 9: Resultado de los parámetros del efluente con el Sistema Doyoo Yookasoo</i>	<i>74</i>
<i>Tabla 10: parámetros de Río Mantaro.....</i>	<i>75</i>
<i>Tabla 11: Resultados de Balance de Masa.....</i>	<i>75</i>
<i>Tabla 12: Datos para el diseño.....</i>	<i>78</i>
<i>Tabla 13: Resultado de cálculos para el Diseño</i>	<i>104</i>
<i>Tabla 14. RESUMEN DE PRESUPUESTO.....</i>	<i>105</i>
<i>Tabla 15. Diferencia de costos por habitante</i>	<i>106</i>

ÍNDICE DE IMÁGENES

<i>Imagen 01. Vista de planta de tratamiento.....</i>	<i>39</i>
<i>Imagen 02: Ubicación de planta de tratamiento.....</i>	<i>62</i>
<i>Imagen 03. Vista Satelital de Sicaya – PTAR.....</i>	<i>67</i>
<i>Imagen 04: Levantamiento topográfico de zona propuesta para diseño.....</i>	<i>68</i>
<i>Imagen 05. Toma de muestras de agua</i>	<i>69</i>
<i>Imagen 06: Muestras de afluente.....</i>	<i>69</i>

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 01. Etapas del tratamiento biológico del tipo Lodos activados.....</i>	<i>27</i>
<i>Figura02. Flujograma de aireación extendida.....</i>	<i>28</i>
<i>Figura03. Flujograma de aireación por etapas.....</i>	<i>30</i>
<i>Figura04. Flujograma del proceso SBR.....</i>	<i>32</i>
<i>Figura05. Esquema de proceso de tratamiento de aguas residuales.....</i>	<i>33</i>
<i>Figura 06. Relación entre la disposición filtrante y sus microorganismos.....</i>	<i>41</i>
<i>Figura 07. Representacion esquemática del diseño.....</i>	<i>42</i>
<i>Figura 08. Diagrama de Flujo Básico.....</i>	<i>42</i>

ABREVIATURAS Y ACRÓNIMOS

m.s.n.m.	Metros sobre el nivel del mar.
%	Porcentaje.
Km ²	Kilómetros cuadrados.
M	Metros
M ²	Metro cuadrado.
M ³	metro cúbico
°C	Grados centígrados.
SENAMHI	Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú.
SENCICO	Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción.
MINAM	Ministerio nacional del Ambiente.
LPM	Límites máximos permisibles.
ECA	Estándares de Calidad Ambiental.
M	Metros
L/d	Litros por día m ³ Metros cúbicos
HP	Caballos de Fuerza
PTAR	Planta de tratamiento de aguas residuales.
Ph	Potencial de hidrogeno
DQO	Demanda Química de oxígeno mg/L.
DBO	Demanda Bioquímica de oxígeno mg/L.
STS	Solidos totales en suspensión mg/L.
CT	Coliformes termotolerantes. NMP/100mL
T°	Temperatura.
KW	Kilowatts
RNE	Reglamento Nacional de Edificaciones.

RESUMEN

La investigación “Aplicación del modelo Doyoo Yookasoo para el mejoramiento de plantas de tratamiento de lodos activados”, en donde la unidad representativa fue una planta de tratamiento de aguas residuales del Distrito de Sicaya, por lo que el problema general fué: ¿De qué manera la aplicación del modelo Doyoo Yookasoo mejora las plantas de tratamiento de lodos activados? se planteó el objetivo: Determinar la mejora de la aplicación del modelo Doyoo Yookasoo en las plantas de tratamiento de lodos activados. La hipótesis general fue: La aplicación del modelo Doyoo Yookasoo mejora significativamente las plantas de tratamiento de lodos activados.

La siguiente investigación es del tipo Aplicada, nivel Descriptivo - Aplicativo y diseño Cuasi experimental, donde la población de la investigación, son el conjunto de sistemas de tratamiento de aguas residuales del Distrito de Sicaya – provincia de Huancayo; cuya muestra del tipo no probabilística; es una planta de tratamiento de aguas residuales. Para la investigación se realizó la recopilación de información documental y de campo: libros, manuales, normas, toma de muestras, análisis de laboratorio, levantamiento topográfico, teniendo como instrumentos, informes de laboratorio, planos varios y de estos se diseñó la estructura e investigó el sistema propuesto.

De esto se pudo concluir : que la aplicación del modelo propuesto, Dooyoo Yookasoo, mejora significativamente la calidad del agua efluente y diseño de la estructura, en tanto el presupuesto se mantuvo en un rango ya establecido por las plantas de tipo convencional de lodos activados.

Palabras claves: Plantas de tratamiento de aguas residuales, modelo Doyoo Yookasoo, Lodos activados.

ABSTRACT

The research "Application of the Doyoo Yookasoo model for the improvement of activated sludge treatment plants", where the representative unit was a wastewater treatment plant of the Sicaya District, so the general problem was: How does it work? Does the application of the Doyoo Yookasoo model improve activated sludge treatment plants? the objective was set: Determine the improvement of the application of the Doyoo Yookasoo model in activated sludge treatment plants. The general hypothesis was: The application of the Doyoo Yookasoo model significantly improves activated sludge treatment plants.

The following research is of the Applied type, Descriptive - Applicative level and Quasi-experimental design, where the research population is the set of wastewater treatment systems of the District of Sicaya - province of Huancayo; whose sample of the non-probabilistic type; It is a wastewater treatment plant. For the research, the compilation of documentary and field information was carried out: books, manuals, standards, sampling, laboratory analysis, topographic survey, having as instruments, laboratory reports, various plans and the structure was designed and researched the proposed system.

From this it was possible to conclude: that the application of the proposed model, Dooyoo Yookasoo, significantly improves the quality of effluent water and design of the structure, while the budget remained in a range already established by conventional activated sludge plants.

Keywords: Wastewater treatment plants, Doyoo Yookasoo model, activated sludge.

INTRODUCCIÓN

La tesis titulada: “Aplicación del modelo Doyoo Yookasoo para el mejoramiento de plantas de tratamiento de lodos activados” tiene como objetivo, determinar cuáles son las mejoras de las plantas de tratamiento de lodos activados, aplicando el modelo Doyoo Yookasoo, el cual es un sistema para plantas de tratamiento de aguas residuales utilizados en Japón para poblaciones menores a 10 000 habitantes.

Se divide en cinco capítulos, cuyo contenido es el siguiente:

Capítulo I, Trata del Problema de la investigación que plantea el problema, formulación, delimitación, justificación, las limitaciones y objetivos de la investigación, general y específicas.

Capítulo II, Trata del Marco Teórico: Se presentan antecedentes, marco conceptual, marco normativo, hipótesis y variables.

Capítulo III, Trata de la Metodología: Sobre el método de investigación, tipo de investigación, nivel de investigación, diseño de investigación, población y muestra, técnicas y análisis de datos, procedimiento de la investigación.

Capítulo IV, Trata de los Resultados: Se presenta los resultados obtenidos en el desarrollo de la investigación.

Capítulo V, Trata de la Discusión de resultados: Se presenta la afirmación o negación con respecto a los antecedentes mencionados y los resultados.

Finalmente las conclusiones, recomendaciones, referencias bibliográficas y anexos.

La Autora.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Planteamiento del problema

Es de conocimiento que actualmente la mayoría de las actividades que realiza el ser humano con el agua, genera aguas residuales, por ende a medida que crece la demanda global del agua, también aumenta el volumen de aguas residuales generadas y su nivel de contaminación en un constante aumento en todo el mundo.

Según UNESCO, (2017) refiere que en promedio los países con ingresos altos, tratan un aproximado del 70% de las aguas residuales municipales e industriales que generan, no siendo así en países de ingresos medios-altos con un 38% y a un 28% los países medios-bajos. Con lo cual se hace hincapié a la aproximación que se cita comúnmente en el mundo la cual infiere que más del 80% de las aguas residuales son vertidas sin el cumplimiento de los estándares de calidad Física, química y bacteriológica, lo que es muy preocupante por ser de interés mundial.

Actualmente la ciudad de Huancayo cuenta con sistemas de tratamiento de aguas residuales con un sistema convencional, la cual con una serie de procesos ayudan a eliminar contaminantes presentes en el agua, para posteriormente devolver el resultado de tratamiento del agua a los ríos, o

en algunos casos utilizarlo para riego de parque jardines o plantas de tallo alto. Según sea el caso y el tratamiento que este haya empleado para reutilizar el agua proveniente de aguas residuales doméstica y/o industriales o en su defecto y lo que comúnmente se realiza, la devolución a un cuerpo receptor, río, lago, etc.

No obstante se sabe que el servicio de agua es un bien necesario el cual, en ocasiones no es de inmediato acceso a la población, hablando en épocas de estiaje principalmente, por lo que la población que tiene terrenos de cultivo desespera en su intento por conseguir agua para dicha faena. Otro punto muy importante, es el estado del agua residual que se vierte al río, lo cual hace referencia a la calidad del agua que no cumple con los LMP establecidos por el MINAM, perjudicando la calidad del agua de nuestro río y por ende generando contaminación.

Ante esta situación, se propone un mejoramiento de calidad del agua y su aprovechamiento, todo esto referido a uno de tipos de planta de tratamiento mejor conocido como Planta de Tratamiento de Aguas Residuales del tipo “Lodos Activados” con el sistema “Doyoo Yookasoo” utilizado en Japón en donde se ha implementado como una solución al saneamiento en pequeñas comunidades de ese País.

El modelo aportaría ventajas a las comunidades en nuestra ciudad, ya que este modelo pretendería la reducción de malos olores, los cuales son normales en una planta de tratamiento convencional y que por tal hecho se realizaría en zonas alejadas de las viviendas. Aparte el modelo sugiere la utilización del espacio abierto por encima de las instalaciones de la planta de tratamiento, la cual es aprovechada para formar áreas verdes o jardines en la zona destinadas a construcción.

Siendo estas algunas de las ventajas a considerar como la poca producción de lodos, operación y mantenimiento de la misma son poco complicadas, no utilización de otros sistemas de deodorización, entre otros. Como resultado de la aplicación tendríamos un ahorro de agua para la comunidad la cual podría utilizarse para riego en jardines, centros de cultivo, o devolución al río, colaborando de esta manera con nuestro medio ambiente

y con la economía de la comunidad debido a la reutilización de la misma y a su calidad respectivamente comprobada con sus LMP.

Es un bien necesario utilizar el agua potable para las necesidades básicas de una comunidad, y esto se realizará siempre y cuando la población sea sensibilizada y tenga conciencia del uso racional del elemento vital agua. No obstante el mejoramiento de un sistema de plantas de tratamiento nos abriría campo a nuevas tecnologías y por ende a la aplicación de ellas para un mejor funcionamiento en cuanto a calidad, economía y por consiguiente un desarrollo sostenible satisfaciendo necesidades sin comprometer recursos y posibilidades de futuras generaciones, proponiendo un equilibrio económico, social y ecológico con el cual todos como ciudadanos estamos íntegramente comprometidos.

1.2. Formulación y sistematización del problema

1.2.1. Problema general

¿De qué manera la aplicación del modelo Doyoo Yookasoo mejora las plantas de tratamiento de lodos activados?

1.2.2. Problemas específicos

- A. ¿De qué manera la aplicación del modelo Doyoo Yookasoo mejora la calidad del agua en las plantas de tratamiento de lodos activados?
- B. ¿De qué manera la aplicación del modelo Doyoo Yookasoo mejora el dimensionamiento de plantas de tratamiento de lodos activados?
- C. ¿De qué manera la aplicación del modelo Doyoo Yookasoo mejora los costos y presupuesto de plantas de tratamiento de lodos activados?

1.3. Justificación

Es necesario exponer aquellas razones que motivan al estudio. La mayoría de investigaciones se efectúan con un propósito antes definido, el cual ha de ser suficientemente fuerte para que justifique la realización. (Sampieri, 2014)

1.3.1. Justificación social

La presente investigación contribuye en el bienestar social y ambiental, de más de 4000 habitantes del Distrito, poniendo en práctica la propuesta de mejoramiento del sistema de plantas de tratamiento de lodos activados, para el mejoramiento de la calidad de aguas residuales.

1.3.2. Justificación Teórica

El trabajo de investigación logrará obtener conocimientos adicionales sobre las mejoras positivas de la implementación de un sistema ya conocido, como el de lodos activados, por lo que la información será de gran apoyo para posteriores investigaciones permitiendo conocer el comportamiento de plantas de tratamiento de aguas residuales utilizando el sistema Doyoo Yookasoo.

1.3.3. Justificación Práctica

La presente investigación se realiza por que existe la necesidad de resolver un problema real, tal como el mejoramiento de la calidad de agua de efluentes de plantas de tratamiento de aguas residuales y su vertimiento.

1.4. Delimitaciones

1.4.1. Espacial

El desarrollo de la investigación tiene lugar en la Region Junín, ciudad de Huancayo, distrito de Sicaya, la cual se ubica en la parte Sur este del valle del Mantaro, a 11 Km. Al Norte de la ciudad de Huancayo, tomando como muestra a la planta de tratamiento de aguas residuales esxistente.

1.4.2. Temporal

La investigación se desarrolló durante el periodo de cuatro meses, entre los cuales se recopiló la información necesaria y los ensayos pertinentes en la zona para poder procesar los datos obtenidos y posteriormente, mediante los mismos obtener información de los resultados para el posterior diseño.

1.4.3. Económica

Los recursos que se utilizaron para la realización de la investigación del proyecto acuerdo al monto propuesto asciende a S/. 12 000.00 soles, los cuales se utilizaron para estudios previos tales como: levantamiento topográfico, análisis de agua para el análisis correspondiente, movilidad, etc. Lo que fue financiado con recursos propios.

1.5. Limitaciones

Las limitaciones del estudio se presentan en el elevado costo por realizar estudios de agua y la demostración de los resultados mediante un prototipo de la planta, así como estudios topográficos, etc. posteriormente el

diseño propuesto de la planta de tratamiento mediante el proceso de los datos obtenidos durante la investigación a través de programas.

Así mismo las limitaciones:

1.5.1. Espacial

El acceso a la zona de investigación se encuentra en el distrito de Sicaya ubicado a 11 kilómetros de la ciudad de Huancayo.

1.5.2. Temporal

La investigación por ser del diseño cuasi experimental, demanda de tiempo asignado para el dicho procesamiento de los datos obtenidos; tanto en laboratorio como en gabinete.

1.5.3. Económica

En la presente investigación el uso del factor económico es determinante y muy importante debido a los requerimientos de resultados en laboratorio y en prototipo de planta de aguas residuales; son necesarios para descripción de resultados.

1.6. Objetivos

1.6.1. Objetivo General

Determinar la mejora de la aplicación del modelo Doyoo Yookasoo en las plantas de tratamiento de lodos activados.

1.6.2. Objetivos específicos

- A.** Analizar la mejora de la aplicación del modelo Doyoo Yookasoo en la calidad del agua en las plantas de tratamiento de lodos activados.

- B.** Identificar la mejora de la aplicación del modelo Doyoo Yookasoo en el dimensionamiento de plantas de tratamiento de lodos activados.

- C.** Determinar la mejora de la aplicación del modelo Doyoo Yookasoo en los costos y presupuesto de plantas de tratamiento de lodos activados.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

En cuanto a la revisión de antecedentes bibliográficos, se tomó en cuenta las investigaciones que proponen diseños de lodos activados y el uso de la propuesta del sistema Doyoo Yookasoo.

2.1.1. Antecedentes Nacionales

Ramos, (2014), en su tema de investigación *“Modelo de tratamiento de aguas residuales lodos activados convencional en el valle del Mantaro”* para obtener el título de Ingeniero Civil en la Universidad Nacional del Centro del Perú planteó lo siguiente: Con respecto al **planteamiento del problema**: “El tratamiento de aguas residuales domésticas o municipales en el valle del Mantaro alcanza los estándares de soluciones medio ambientales establecida por el ministerio del ambiente MINAM?

Mediante el planteamiento establece el **objetivo** general: Proponer un modelo de tratamiento de aguas residuales tratadas en el valle del Mantaro empleando el sistema de lodos activados. Con el que se complementan los siguientes objetivos específicos de los cuales tenemos: Realizar el estudio comparativo del desenvolvimiento actual de los sistemas de tratamiento de

aguas residuales más comunes en el valle del Mantaro, identificando si este cumple con los Límites máximos Permisibles (LMP) y Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para los efluentes de planta de tratamiento de aguas residuales domésticas o municipales, establecida por el Ministerio del Ambiente (MINAM), del cual tenemos los siguientes objetivos específicos:

Para los objetivos planteados propuso las siguientes **Hipótesis**: El tratamiento de aguas residuales Domésticas o Municipales del Valle del Mantaro en su mayoría cumplen los estándares medioambientales y la propuesta de Lodos Activados optimiza estándares establecidos por el Ministerio del Ambiente (MINAM). En el aspecto socio-económico existe la disconformidad de diversas plantas de tratamiento en el Valle del Mantaro y esto es originado por que algunos de los sistemas han colapsado, por falta de adecuada operación y mantenimiento los que por consecuencia producen los malos olores y enfermedades las cuales son transmitidas por insectos y a su vez pasan a convertirse en focos infecciosos.

Como **conclusiones** pudo plantear lo siguiente: El tratamiento de las aguas residuales no viene siendo la óptima ya que en su mayoría no cumple con los estándares medioambientales y esto se debe porque no existe una política de operación y mantenimiento, ya que se diagnosticó plantas inoperativas en donde las aguas residuales son vertidas al río Mantaro o subcuencas, contaminando de esta manera su entorno; además que del 100% de plantas de tratamiento el 28.6 % están operativas y un 71.4% inoperativas. Con respecto a las plantas de tratamiento que se encuentran en funcionamiento; específicamente la laguna de estabilización de Jauja se pudo verificar que no cumple con los estándares establecidos por el MINAM, y respecto a la planta de tratamiento de lodos activados en concepción cumple solo con parámetros físico químicos y no con los exámenes bacteriológicos.

Dávila (2013) en su tema de investigación *“Evaluación comparativa en una planta a escala piloto de lodos activados de aireación prolongada en el tratamiento de lixiviado de relleno sanitario municipal diluido con agua residual”* para obtener el grado de Ingeniero Sanitario en la Universidad Nacional de Ingeniería planteó lo siguiente: Con respecto al **Problema**: Se

planteó comparar en un sistema de tratamiento utilizando la tecnología de lodos activados, haciendo uso de dos reactores de lodos activados con aireación prolongada, con y sin recirculación de lodo proveniente de la zona de sedimentación, con el objetivo de encontrar cuál de las dos alternativas planteadas resulta más eficiente en el tratamiento de dicho sustrato. Por lo que, evaluó si la recirculación de lodo proveniente de la zona de sedimentación hará más eficaz el tratamiento de lixiviado de relleno sanitario Municipal diluido con Agua residual.

Luego del planteamiento propuso los **Objetivos**: Comparar, la remoción de la DBO5 y DQO al ir variando la concentración de la mezcla Lixiviado-Agua Residual, entre un proceso de Lodos Activados con aireación prolongada con recirculación de lodo proveniente de la zona de sedimentación y un proceso de Lodos Activados con aireación prolongada sin recirculación de lodo. Luego caracterizar el lixiviado a emplear en el proceso de tratamiento a escala piloto. Para los objetivos planteados se realizaron las siguientes **Hipótesis**. En el tratamiento de lixiviados de Relleno Sanitario Municipal diluido con agua residual doméstica, a escala piloto, usando la tecnología de lodos activados con aireación prolongada con recirculación de lodo, proveniente de la zona de sedimentación secundaria, se alcanzará mayor remoción de la carga orgánica que un sistema sin retorno de lodo.

Para las **conclusiones**, de acuerdo a su investigación afirmó que el empleo de lodos activados con aeración prolongada y recirculación de lodo es una mejor alternativa que el mismo proceso sin circulación de lodo, por lo que llegó a obtener 0.63% hasta 0.10% de diferencia en porcentaje de remoción (promedio) para la DBO5 para cierta dilución que varía de 0% a 8%. Según los valores de pH obtenidos en los reactores (zona de aireación), el valor del pH fluctuó entre 7.07 a 8.79 para el reactor R1 y entre 7.09 y 8.54 para el reactor R2, el hecho de que el pH se encuentre en el rango óptimo es importante, debido a que este influye sobre el crecimiento y reproducción de los microorganismos. La compresora y los difusores de aire utilizados para el suministro de oxígeno lograron que se realice la una mezcla adecuada dentro del reactor (zona de aireación).

2.1.2. Antecedentes Internacionales

Analuisa, (2016), En su tema de tesis “*Diseño del sistema de alcantarillado sanitario y del tratamiento de sus aguas residuales con el método Doyoo Yookasoo para el barrio el cristal, parroquia totoras, cantón Ambato, provincia de Tungurahua*” para obtener el título de Ingeniero Civil en la Universidad técnica de Ambato – Ecuador. Planteó lo siguiente: Con respecto a los **objetivos** propuso: Diseñar el sistema de alcantarillado sanitario y del tratamiento de sus aguas residuales con el método Doyoo Yookasoo para el barrio el Cristal, parroquia Totoras, cantón Ambato, provincia de Tungurahua. Cumplir normas de evacuación de aguas residuales domésticas. Plantear el sistema de depuración acorde a las condiciones del sitio. Modelar la planta de depuración para obtener resultados acordes a los parámetros de diseño.

Finalmente llegó a las siguientes **conclusiones**: El barrio el Cristal al contar con un Sistema de Alcantarillado Sanitario está encaminado a mejorar la calidad de vida de sus pobladores y del medio ambiente del sector, ya que permitirá la evacuación adecuada de aguas residuales producidas diariamente por sus habitantes. Es muy importante contar con una planta de tratamiento terciario o de tercera generación como el Sistema Doyoo Yookasoo que proporciona y aumenta la calidad del agua antes que sea descargado en el Río Pachanlica. La planta de tratamiento Doyoo Yookasoo elimina la carga orgánica residual y otras sustancias contaminantes (nutrientes, fósforos y nitrógeno) que no elimina la depuración secundaria, además el agua de salida cumple con el DBO que exige la norma.

Díaz, (2000), En su tema de investigación “*Planta de tratamiento de aguas residuales domésticas por el proceso de lodos activados - La Esperanza*” para obtener el título de Ingeniero Civil en la Universidad Nacional Autónoma de México planteo lo siguiente: Con respecto a los **objetivos**: Relacionar las diversas áreas de Ingeniería civil y aplicarlos en el desarrollo de la ingeniería básica de un proyecto ejecutivo de sistema de

tratamiento de aguas residuales municipales. Como objetivos específicos propuso: Elaborar un diagnóstico del manejo de agua residual en la localidad de estudio. Determinar los parámetros de diseño del sistema de tratamiento a través de los estudios específicos correspondientes.

Finalmente llegó a las siguientes **conclusiones**: Durante el desarrollo de la ingeniería básica de la planta de tratamiento de aguas residuales de la ciudad de Nezahualcoyotl se realizaron diagnósticos del manejo de agua hidráulica sanitaria, mecánica de suelos.

2.2. Marco conceptual

2.2.1. Tratamiento con lodos activados

Entre los principales procesos biológicos de cultivos en suspensión para el tratamiento de aguas se encuentra el proceso de lodos activados, el cual resulta ser una tecnología de amplia aplicación utilizada a nivel mundial.

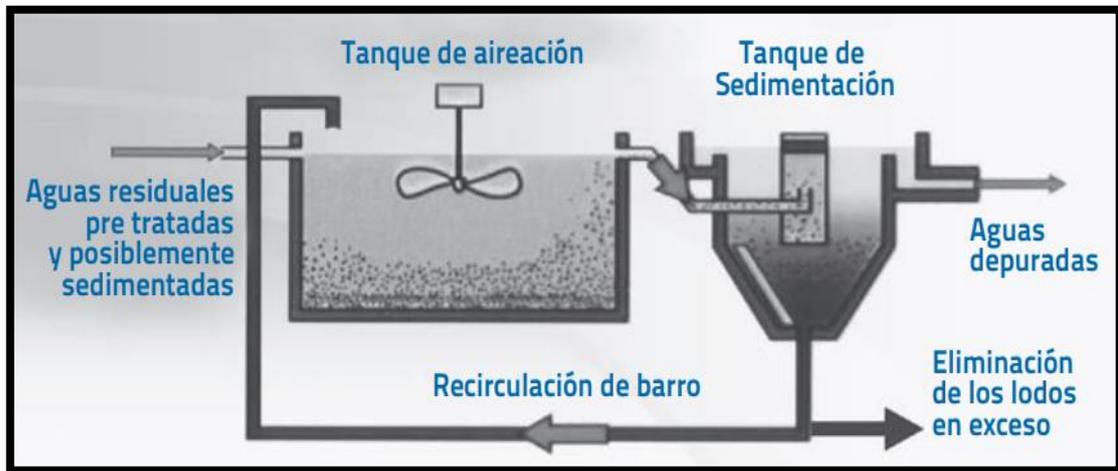
Este proceso fue desarrollado en Inglaterra por los años 1914 por Arden y Lockett; su nombre proviene de la producción de masa activada de microorganismos los cuales son capaces de estabilizar algún residuo por vía aerobia.

El nombre de este proceso proviene de la producción de una masa “activada” (viva) la cual se refiere a la capacidad del mismo para metabolizar la materia orgánica soluble y coloidal transformándola a dióxido de carbono y agua. Los lodos activados están comprendidos dentro de un proceso biológico de tratamiento de aguas residuales en la que se utilizan microorganismos para lograr la descomposición de los residuos que se encuentran en el agua. Puesto que estos microorganismos llegan a crecer y se mezclan por agitación del aire para posteriormente agruparse formando flóculos, estos posteriormente forman una masa microbiana la cual denominamos” lodo activado”.

Este es un tipo de tratamiento secundario el cual se utiliza para eliminar desechos y sustancias que en la sedimentación no se pudieron

eliminar. Este proceso consiste en acelerar la descomposición de los contaminantes orgánicos.

Figura 01. Etapas del tratamiento biológico del tipo Lodos activados



Fuente: OEFA, Fiscalización Ambiental de aguas residuales.

2.2.1.1. Tipos de Lodos Activados

A. Lodos activados de aireación extendida.

Los lodos activados de aireación extendida son una variación del proceso convencional del proceso lodos activados, el cual básicamente consiste en convertir la materia orgánica del efluente, en partículas sólidas y aglomeradas o aglutinadas.

El agua residual ingresa a un proceso de pretratamiento, rejas, tamices, desarenadores para lograr la separación física de los sólidos gruesos y finos, en algunos casos aceites y grasas con la utilización de trampas de grasa.

Seguidamente, el agua pasa a un estanque de aireación, en donde se inyecta el aire mediante soplador, impulsado desde el fondo hacia la superficie a través de difusores, para poder mezclar y suspender la materia orgánica, transfiriendo oxígeno a las materias que la degradan.

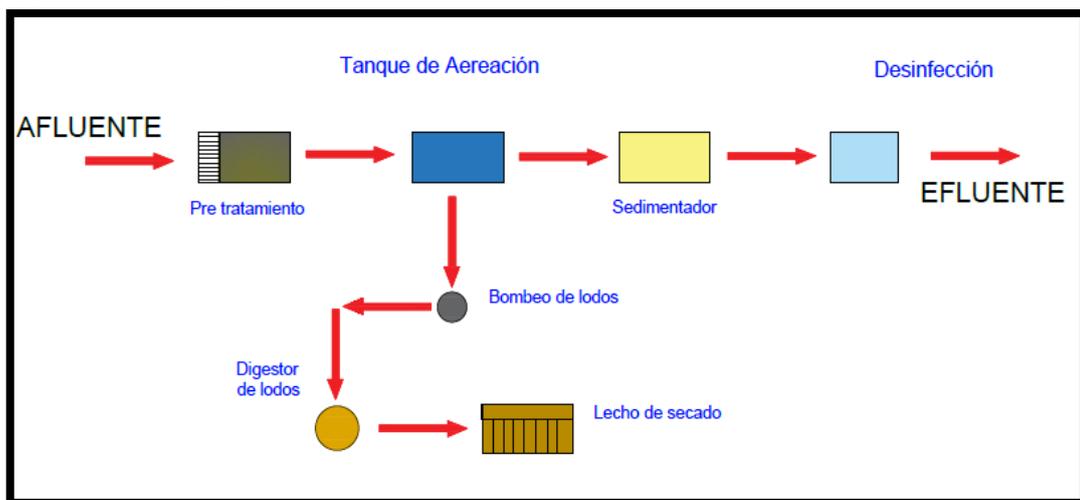
Las bacterias aeróbicas que se encuentran presentes en este medio, se desarrollan rápidamente debido a los nutrientes que contienen y forman

a pasar una masa activa llamada “lodos activados” los cuales pueden depurar las aguas residuales y reducir la carga orgánica presente en forma eficiente.

Posteriormente, el líquido que se trata pasa a un estanque de sedimentación secundaria en donde permanece el reposo para ayudar a la sedimentación del lodo activado en el fondo del estanque. Una pequeña fracción del lodo obtenido recircula al tanque de aireación para mantener una concentración. Mientras que el resto del lodo es dirigido a un estanque de digestión de lodos para su estabilización y posterior deshidratación.

Finalmente, para renovar microorganismos patógenos el agua resultante de este proceso es tratada por una etapa de filtración y desinfección para lograr un efluente clarificado con muy baja concentración de patógenos, por lo que se puede utilizar en riegos.

Figura 02. Flujograma de aireación extendida



Fuente: Elaboración propia (2018)

B. Lodos activados convencionales.

Por lo general este tipo de tratamiento incluye un clarificador primario el cual trabaja con una retención hidráulica (6 – 7.5 horas).

Con respecto a la relación: cociente carga orgánica e inventario de biomasa (f/m), por lo general es superior a 0.2 incluso con frecuencia es mayor.

Al ser este sistema un modelo clásico de gran envergadura requiere por lo tanto, purga regular del clarificador primario, como la biomasa excedente del secundario.

En mención a la alternativa de aireación extendida, esta solo incluye la separación previa por medio de rejas o malla; hidráulicamente trabaja con tiempos de detención de 24 horas y con cocientes:

C. Lodos activados completamente mezclados.

Este viene a ser una modificación del diseño de técnicas del mezclado del tanque, realizado para asegurar una distribución homogénea del oxígeno disuelto y de los lodos activados recirculados del agua residual.

Lo mencionado anteriormente se logra instalando difusores a lo largo y ancho del tanque de aeración e introduciendo el agua residual y los lodos activados recirculados en varios puntos del mismo, la aeración es generalmente más eficiente ya que los aereadores se encuentran distribuidos dentro del tanque.

D. Proceso por contacto / estabilización.

Este proceso utiliza dos tanques para el tratamiento del agua residual y para la estabilización de los lodos activados, estos lodos activados ya estabilizados se mezclan con el agua residual del efluente en un tanque de contacto.

Posteriormente el licor mezclado se decanta en un sedimentador secundario para separar el lodo el cual es aereado en otro reactor para poder estabilizar su materia orgánica. Para tal efecto el volumen del tanque

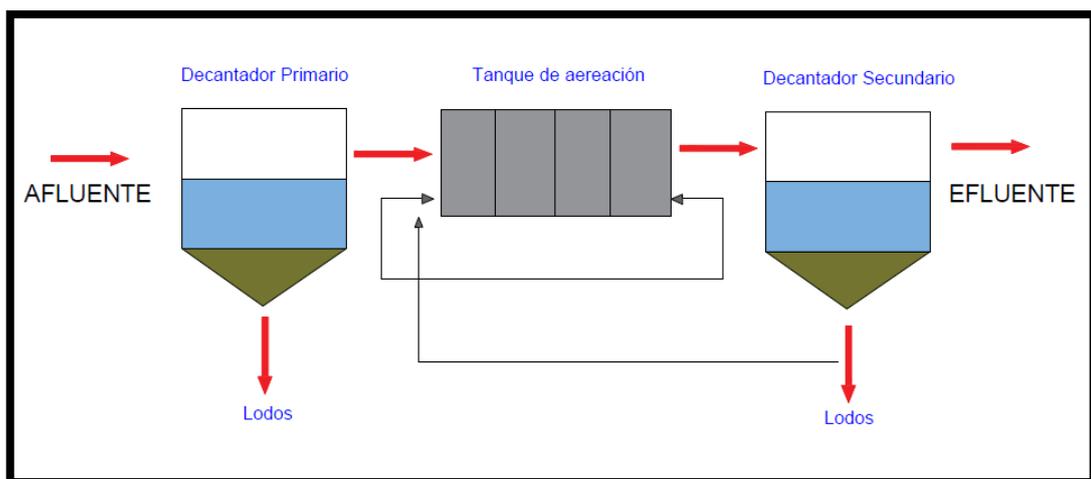
de aeración es 50% menos que en el proceso convencional, lo que conlleva a un caudal incrementado con relación a una instalación convencional.

E. Proceso por aeración en etapas.

En este proceso el lodo recirculado pasa a mezclarse con una parte del agua residual y es redirigido a la cabeza del tanque de aeración.

Lo ventajoso de este tipo de plantas de tratamientos es que conlleva una mejor compensación de la carga orgánica, baja demanda de oxígeno y mejor distribución del mismo a lo largo del tanque además de que el volumen del tanque de aireación es más pequeño

Figura 03. Flujograma de aireación por etapas



Fuente: Elaboración propia, (2018)

F. Proceso de lodos activados de alta tasa

En el proceso de lodos activados de alta Tasa concierne un mantenimiento de una baja concentración de lodos activados en el tanque de aeración. En este punto, la velocidad de degradación es alta debidos a que la producción de bacterias también lo es. Sin embargo cabe mencionar que en el proceso de se pueden generar el crecimiento disperso de los

microorganismos, es decir; aquellas que no van a formar flóculos, lo cual ocasiona que en el sedimentador secundario no haya una adecuada separación de sólidos-líquidos.

G. Proceso SBR (Secuencial Batch Reactor)

Este es un sistema que utiliza ciclos de llenado y descarga por lo que el agua residual entra a un único reactor y recibe el tratamiento adecuado para remover componentes indeseables, seguidamente se descarga.

En este reactor único se realizan la homogeneización de caudales, aireación y la sedimentación; para optimizar el desempeño del mismo se utilizan reactores en secuencia.

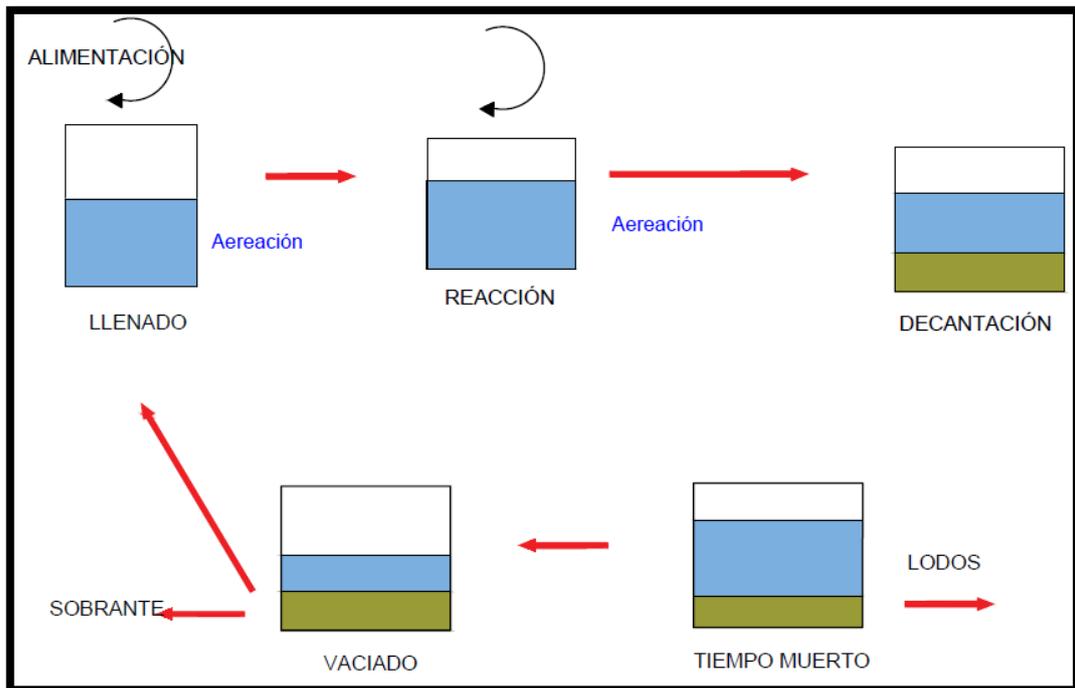
En cuanto a los procesos SBR y los sistemas convencionales de lodos activados son relativamente iguales. La diferencia como ya antes se menciona es que se realizan los procesos de homogeneización de caudales, tratamiento biológico y sedimentación secundaria en un tanque único en el que se usa una secuencia de tiempo controlado a lo que en un sistema convencional de lodos activados convencional, estos procesos serian realizados en tanques por separado.

Seguidamente el agua residual entra a un siguiente reactor que contiene masa ya aclimatada a los componentes del agua residual durante los ciclos anteriores, una vez lleno el reactor este se opera como un sistema convencional de lodos activados pero sin un flujo continuo o descarga del efluente.

Luego de completarse las reacciones biológicas se descontinúan la aeración y la mezcla para sedimentar la biomasa y remover el sobrenadante. Cabe mencionar que el exceso de biomasa se purga en cualquier punto de este ciclo. La purga hace que, de un ciclo al siguiente, se mantenga una relación de masa estable y constante entre el afluente y la biomasa. El reactor SBR permite que el sistema tolere cargas máximas en el afluente y sea homogeneizado dentro del reactor.

Se lleva a cabo de una manera secuencial: llenado, reacción, decantación y periodo de tiempo muerto en donde se produce el vaciado. Este proceso es ventajoso cuando se tienen aguas problemáticas del tipo industrial, para la eliminación de nutrientes como el nitrógeno y el fósforo, o cuando existen problemas de flotación de lodos.

Figura 04. Flujo del proceso SBR



Fuente: Marín, (2018)

2.2.1.2. Planta de tratamiento de aguas residuales

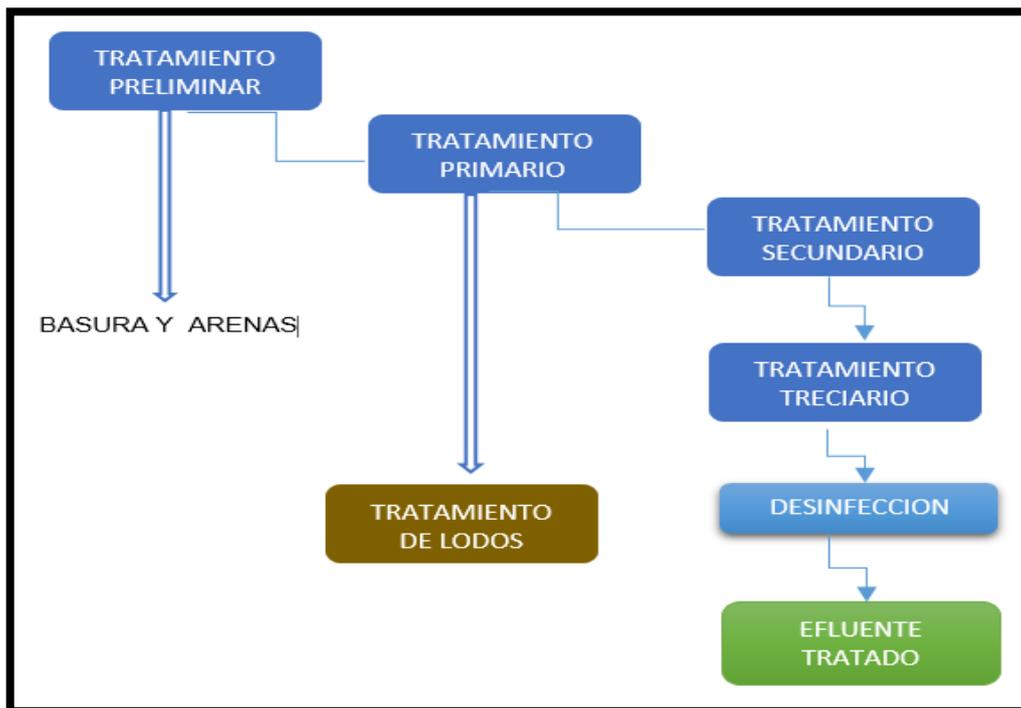
El RNE, (2017), se define como planta de tratamiento a la infraestructura y procesos que permiten la depuración de aguas residuales.

Otra definición de planta de tratamiento de aguas residuales lo define también como a un conjunto de estructuras y unidades diseñadas para extraer total o parcialmente aquellos contaminantes que se encuentran en el agua después de ser utilizada, los cuales son perjudiciales para el medio ambiente y población.

Para conseguir estos resultados es necesaria la utilización de diversos procesos, así como variantes de estos, los cuales pueden ser aprovechados para obtener los requerimientos necesarios de tratamiento dando como resultado un tratamiento de aguas residuales a bajo costo y con una calidad requerida para su devolución al río principal o para regar plantas, según sea el caso por el cual se construye la planta en mención.

Mediante esta premisa podremos identificar objetivos generales para una planta de tratamiento tales como: evitar la contaminación del medio que recepcionará el efluente de la planta, producir un efluente cuyas características permitan su reutilización según sea el caso y poder cumplir la normatividad y estándares de calidad ambiental vigente con el fin común de proteger al medio ambiente y beneficiar a una población específica.

Figura 05. Esquema de proceso de tratamiento de aguas residuales



Fuente: Elaboración propia (2018)

2.2.1.3. Aguas Residuales

Según la Norma O.S 090 define a aguas residuales como aquella agua que ha sido utilizada por una comunidad o industria y que contiene material orgánico o inorgánico la cual se encuentra disuelta o en suspensión.

Se denomina también como una mezcla compleja con contenido orgánico y contaminante ya que representan un peligro para el uso del hombre por lo cual debe ser tratada; éstas aguas residuales se colectan en un sistema de alcantarillado público; su concentración no siempre es la misma y es que ella depende del tipo de descarga de la cual se originó dentro de su proceso de recolección.

A. Características de las aguas residuales

Las aguas residuales domésticas frescas, son un líquido turbio de color gris y con olor. Se pueden observar sólidos flotantes de gran tamaño (materia fecal, papel, desperdicios de cocina, etc.), y sólidos desintegrados de menor tamaño. Con respecto a su aspecto se le observa como turbio, y esto es debido a la presencia de sólidos muy pequeños que se encuentran en suspensión coloidal. (Ocampo, 2013)

a. Características físicas:

- Encontramos materia sólida contenida en el agua, puede estar disuelta o en suspensión; estos sólidos pueden estar constituidos por arena, arcillas, materia orgánica, etc. Todo esto en suspensión.
- El olor producido en este tipo de agua, es debido a los gases que se liberan durante el proceso de descomposición de la materia orgánica contenida.
- La temperatura por lo general tiende a elevarse, lo cual se debe a la entrada de aguas con mayor temperatura que provienen de diferentes usos y en diferentes puntos lo que ocasiona el cambio.

- Con respecto al color, este viene a ser determinante para calificarla cualitativamente.
- La turbiedad se emplea para determinar la calidad de aguas vertidas, en relación con la materia coloidal y residual en suspensión.

b. Características Químicas:

- Corresponde a la materia orgánica proveniente del reino animal y vegetal.
- Estos compuestos orgánicos contienen en su estructura química: Carbono, Hidrogeno, Oxígeno y presencia de Nitrógeno en algunos casos.
- Los parámetros más utilizados para cuantificar la materia orgánica son: La demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) y la demanda Química de Oxígeno (DQO).
- También contiene materia inorgánica.

c. Características Biológicas:

- Esta característica se refiere a los principales grupos de organismos presentes tanto en aguas residuales como en aguas superficiales.

B. Tratamiento de aguas residuales

Ramalho, (2013) menciona que para el tratamiento de aguas residuales, se debe tener en consideración diversos factores, entre los más destacados:

- Características del agua residual: DBO, Potencial de Hidrogeno pH, Solidos suspendidos SS.
- Caracterización de la calidad del efluente del tratamiento.
- Espacio y costos del tratamiento.
- Consideración de los límites de calidad del vertido para tratamientos sofisticados a futuro.
- Coste local del agua.

C. Composición de las aguas residuales

Esencialmente aguas residuales consisten de agua, sólidos disueltos y sólidos suspendidos. En este tipo de agua la cantidad de sólidos es muy pequeña; por lo general siempre son menores a un gramo por litro de agua. Siendo la fracción de sólidos en el agua muy pequeña, es ésta la causa de diversidad de problemas en los sitios de descarga por lo que los sólidos deberán ser removidos por tratamiento o disposición adecuada.

En este tipo de agua, los sólidos de las aguas residuales pueden clasificarse en dos grupos. De acuerdo a su "composición" se dividen en orgánicos e inorgánicos; de acuerdo a su "condición física", resultante de su tamaño, se dividen en sólidos suspendidos y sólidos disueltos.

Tabla 1: Principales contaminantes en aguas residuales.

CONTAMINANTE	PARÁMETRO	EFFECTO / IMPORTANCIA	ORÍGEN
BASURA	Basura	Impiden los usos del cuerpo de agua. Efectos estéticos.	Residuos domésticos. Deficiencia en los sistemas de recolección de basura.
ARENAS	Arenas	Producen Azolves. Erosión de equipo mecánico.	Arrastres pluviales.
GRASAS Y ACEITES	Grasas y Aceites	Impiden el paso de Luz y oxígeno. Se adhieren a superficies de tanques y equipos.	Residuos domésticos. Residuos de restaurantes, mercados, industrias, etc.
MATERIAL SUSPENDIDO	Sólidos Suspendidos Totales (SST)	Producen la obstrucción del lodo. Se descomponen generando olores.	Residuos domésticos (materia fecal). Residuos de restaurantes, mercados, industrias, etc.
MATERIA ORGÁNICA	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)	Agotan el oxígeno disuelto, impidiendo la vida acuática. En ausencia de oxígeno disuelto generan olores (septicidad).	Residuos domésticos (materia fecal y comida). Residuos de restaurantes, mercados, industrias, etc.
MICROORGANISMOS PATÓGENOS	Coliformes fecales	Transmiten enfermedades; cólera, hepatitis, diarrea, amibiasis, etc.	Residuo fecal Humano y animal.
NUTRIENTES	Nitrógeno (N) y Fósforo (P)	Crecimiento de especies no deseadas en los cuerpos de agua; algas, lirio y maleza. (eutroficación)	Nitrógeno: Orina, material fecal y fertilizantes. Fósforo: detergentes y fertilizantes.

Fuente: Operación y mantenimiento de plantas de tratamiento de lodos activados - TOMO I Marín Ocampo, (2013).

2.2.2. El sistema Doyoo Yookasoo:

(CONAGUA, 2013), define este sistema como un proceso mixto de medio fijo y suspendido el cual sería una variación o mejoramiento del proceso Lodos Activados, con medio de contacto fijo sumergido y aireado, en la cual se incorpora empaque plástico o grava a sus unidades de tratamiento, donde y con ayuda de aire inyectado, la zooglea microbiana formada transforma la materia orgánica contaminante para poder así obtener efluentes de buena calidad y por consiguiente los desechos de lodo con mayor grado de estabilización, para su posterior disposición final y deshidratación. En este proceso se menciona la utilización de difusores de aire con un tipo de burbuja fina, lo que hace que al estar en contacto con el medio fijo, incrementa el tiempo de contacto lo cual favorece la eficiencia de oxigenación.

En este sistema las instalaciones y los tanques quedan bajo tierra con una cubierta superficial de tierra mejorada, lo cual es aprovechado para eliminar los malos olores que quedarían en una planta de tratamiento de sistema convencional; la superficie que queda en la parte superior del sistema de tratamiento es aprovechada para formar áreas verdes o jardines lo cual sería considerado una novedad ya que no se utilizan este tipo de sistemas en nuestro país.

El paisaje de este tipo de plantas se divisa con el entorno de un jardín de modo que no se distingue como una planta de tratamiento; normalmente este tipo de estructuras se construye a cierta distancia de la población beneficiada; sin embargo debido a su gran efecto deodorizador este puede ser instalado sin ningún problema cerca de las viviendas.

Imagen 01: Vista de planta de tratamiento



Fuente: Manual de sistemas de tratamiento de aguas residuales utilizados en Japón.

A. Algunas Ventajas del proceso:

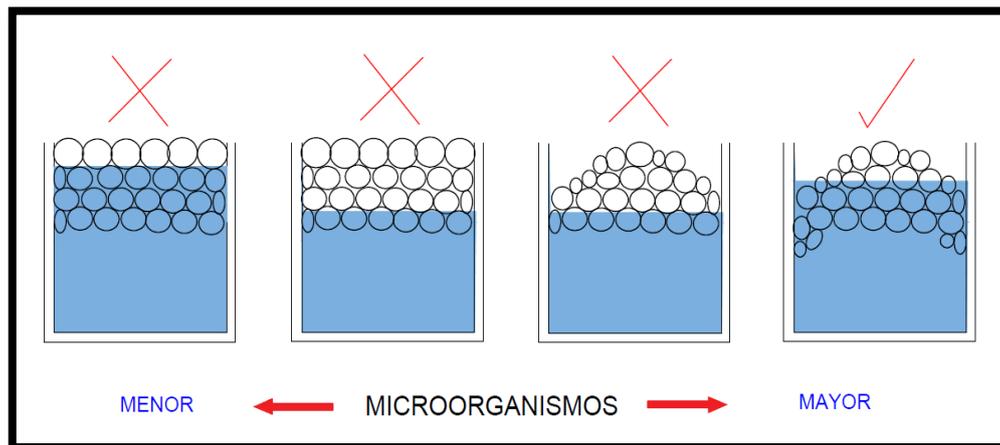
- En cuanto a operación y mantenimiento se puede decir que son poco complicados. En esta parte del proceso de mantenimiento conlleva a realizar charlas con un personal calificado para capacitar a los responsables del mantenimiento, también se realizan los manuales de operación y mantenimiento los cuales quedan a cargo de la comunidad pertinente como instructivo.
- Como se mencionó anteriormente los tanques quedan bajo tierra, debido a este proceso se reduce la emisión del mal olor, dispersión de microbios y ruido molesto, los cuales son características de plantas de tratamiento de sistema convencional utilizados en nuestro País.
- No son necesarias instalaciones de deodorización.

- Debido a este sistema se tiene como resultado poca producción de lodos aproximadamente el 60% de los lodos en comparación con el sistema de lodos activados convencional.
- La calidad del efluente se mantendría estable, generando la reutilización de dicha agua el regar áreas verdes, jardines o devolverlo al río.
- Debido a este sistema, al quedar enterradas las instalaciones de la planta, el espacio abierto por encima de ellas se puede utilizar como área libre, área de jardín o incluso área de sano esparcimiento para la comunidad proyectada.
- La cantidad de energía que se utiliza para eliminar la DBO es igual o menor que en el sistema de lodos activados.

B. Relación entre la disposición del medio filtrante y la activación biológica de los microorganismos.

- La fetidez se puede desprender por el espacio entre el concreto y el medio.
- Debido a la capa de filtración extendida sobre la superficie el mal olor podría presentarse en época de lluvia.
- El método del tratamiento de cubierta por medio del suelo con una distancia mayor a 10 cm entre la superficie y el borde del tanque emite olores.
- El método del tratamiento de cubierta por medio del suelo sería el óptimo para que haya más crecimiento de microorganismos.

Figura 06. Relación entre la disposición filtrante y sus microorganismos



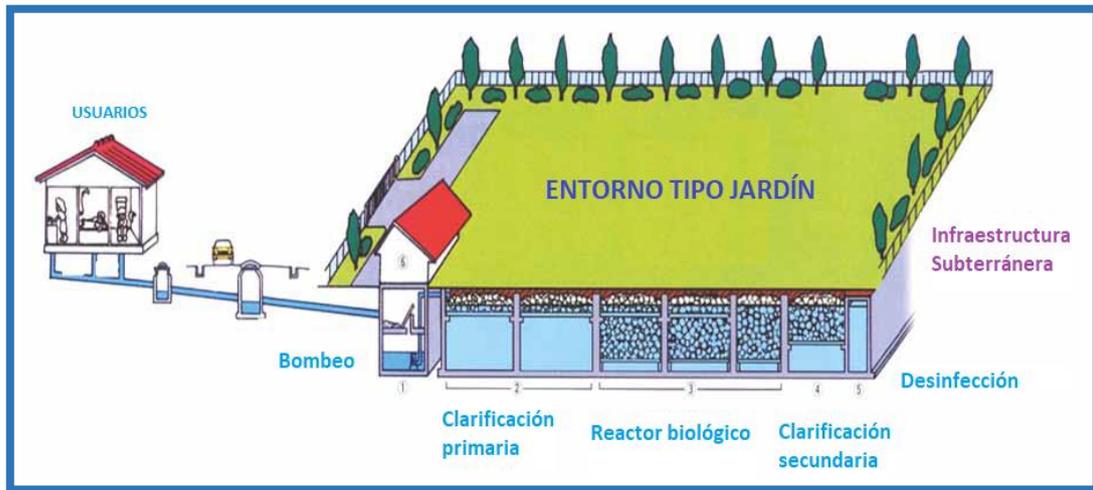
Fuente: Manual de tratamiento de aguas residuales utilizados en Japón (2013)

2.2.2.1. Diseño

Con respecto al diseño; se propone el entorno tipo jardín ya mencionado, con una infraestructura de tratamiento subterránea en donde se aprecia el inicio del tratamiento con el afluente proveniente de la tubería de usuarios y de acuerdo a condiciones con un bombeo pasando por una clarificación primaria, reactor biológico, una clarificación secundaria y como final un proceso de desinfección el cual será el resultado final como efluente.

En la figura N° 07, mostrada a continuación se puede apreciar el propósito final del modelo a proyectar con las características antes ya mencionadas.

Figura 07. Representación esquemática del diseño

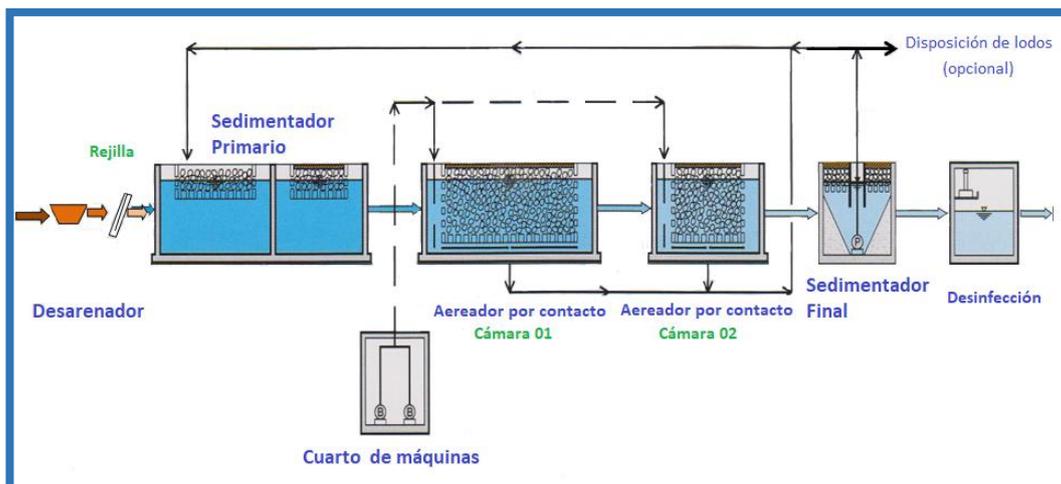


Fuente: Manual de sistemas de tratamiento de aguas residuales utilizados en Japón. (2013)

2.2.2.2. Diagrama de flujo básico

En el país de Japón se ha utilizado esta tecnología para poblaciones de 50 a 7000 habitantes como se muestra a continuación.

Figura 08. Diagrama de Flujo Básico.



Fuente: Manual de sistemas de tratamiento de aguas residuales utilizados en Japón. (2013)

2.2.2.3. Rangos de diseño

Los rangos de diseño oscilan desde:

- De 46 m³/día a 99m³/día.
- De 200 m³/día.
- De 200 m³/día a 700m³/día.

En todos estos rangos según el diseño se puede considerar módulos paralelos, en cuanto al número de unidades se pueden calcular de acuerdo al diseño propuesto por el sistema, el cual a su vez puede modificarse según la forma geométrica del predio disponible para para el que se diseñará la planta.

2.2.2.4. Tratamiento de Lodos

En este sistema, el tratamiento de lodos se va acumulando por largo tiempo en los tanques de tratamiento para luego ser extraídos por medio de retro lavado con aire, el que a su vez es suministrado con sopladores o compresores.

Aquellos lodos acumulados por largo tiempo se mezclan para luego diluirse con el afluente por acción del aire que burbujea con ayuda de difusores de energía instalados en los tanques los cuales son extraídos por bombeo, este procedimiento es conocido como retro lavado.

Estos lodos poseen características que varían de acuerdo a donde se encuentren al momento de ser extraídos; por ejemplo:

- Los lodos de tipo orgánico digeridos o parcialmente estabilizados con una alta concentración de sólidos suspendidos muy densos los encontramos en los sedimentadores primarios.
- Mientras que en la aeración por contacto encontramos lodos excedentes que se componen de membranas con residuos orgánicos los cuales son

producto de la degradación de materia orgánica presentando baja concentración de sólidos suspendidos y densidad.

Haciendo una comparación del sistema tradicional de lodos activados se menciona que estos se acumulan en el fondo de sedimentadores primarios y secundarios que se recolectan con frecuencia para su posterior tratamiento, entonces, ya que estos lodos son retirados con frecuencia se obtienen lodos no digeridos generando gran cantidad de este material; prácticamente el 100 % de los sólidos suspendidos totales (SST) se convierte en lodos los cual es poco conveniente ya que genera más tratamiento del resultado final. Por el contrario en el proceso Doyoo Yookasoo, debido al largo tiempo de permanencia en los tanques, los lodos llegan a digerir mucho mejor y la generación de los mismos es menor que en el sistema convencional lo cual es conveniente.

Los lodos extraídos de los tanques se envían a un tanque de almacenamiento de lodos y posteriormente a un tanque espesador deshidratador como parte del tratamiento final de los lodos.

Se recomienda que la extracción periódica de lodos se realice cuando:

- La acumulación del lodo llega a 1/3 de la acumulación total del tanque sedimentador o reactor biológico.
 - La acumulación de lodos posea una altura de 0.5 m. O en tal caso analizar la posibilidad de realizarlo por lo menos una vez al año.
- (CONAGUA, 2013)

2.2.2.5. Descripción de las unidades de proceso

Este sistema de tratamiento se comprende por dos líneas: línea de agua y línea de lodos. Las unidades en esta planta de tratamiento se colocarán en serie y para obtener una capacidad de tratamiento promedio diaria en metros cúbicos ($m^3/día$) se deberá diseñar y construir de acuerdo a lo requerido.

Este diseño toma en cuenta la conservación del paisaje, prevención de malos olores con la posible dispersión de pequeños microorganismos los cuales generarían enfermedades o focos infecciosos; todo esto gracias a que el sistema contempla que los tanques estén enterrados casi por completo y estén cubiertos de tierra.

A. Caja de excedencias

La caja de excedencias viene a ser el colector del afluente, la cual se conecta a esta caja y está provista de la infraestructura necesaria para desviar el volumen de agua excedente y verterlo al cuerpo receptor más próximo según lo requiera. (Ocampo, 2013)

B. Pretratamiento

El pretratamiento incluye un cribado medio, el cual tiene por función retener residuos sólidos suspendidos de 1" (2.54 cm) de diámetro; consiste también de desarenador y medidor proporcional que le permite medir el gasto o caudal de agua así como para regular la velocidad entre 20 y 35 cm/seg. El efluente del pretratamiento se descarga a una caja vertedora de donde se distribuye en forma proporcional a cada sedimentador primario.

C. Sedimentador primario

Al tanque de sedimentación primaria llegan las aguas efluentes del pretratamiento, el que puede estar dividido de una a tres cámaras de diferentes tamaños que operan en serie y cuyo tiempo de retención total es del orden de 16 a 24 horas. En este sedimentador se remueve sólidos suspendidos del 50 al 75% y del 20 al 40% de la materia orgánica representada por DBO. El sedimentador cuenta con un falso fondo el cual es utilizado para sostener en la parte superior un empaque de grava que sirve de soporte a la malla sintética sobre la que descansará la cubierta vegetal

final, en la parte inferior solamente se ubican las tolvas para la retención de lodos.

Con respecto a estas unidades se deberán instalar antes de los tanques de aireación por contacto o reactores biológicos, con el fin de eliminar la mayor cantidad de sólidos y materia orgánica que pudieran causar la obstrucción o taponamiento de la grava de relleno del (de los) reactor(es) y regular la transferencia del efluente producido a la siguiente unidad de tratamiento.

Cabe mencionar que en este proceso es importante realizar un control adecuado del lodo sedimentado que se acumula en el fondo, ya que un buen manejo de esta operación permite la obtención de lodos digeridos o estabilizados.

Al darse el caso de una baja eficiencia de remoción u otros problemas, será conveniente tomar medidas adecuadas evitando así que la capacidad de tratamiento disminuya.

D. Reactor biológico

El efluente proveniente del tanque de sedimentación primaria alimenta al tanque de aireación por contacto para su respectivo tratamiento. Dicho proceso podría estar formado por uno o más tanques que pueden presentar diversos tamaños de acuerdo al diseño pero que siempre estén operando en serie, y con una retención total de 24 horas como máximo.

Estas unidades cuentan con un falso fondo, el cual cubre el área superficial del tanque, por debajo del cual se encuentran instalados los tubos difusores o burbujeadores de aire; estos inyectan el aire que asciende a través del lecho de grava. A través del empaque de grava fluye el agua y el aire donde se forma un cultivo biológico, el cual al estar en presencia del oxígeno disuelto produce la degradación de la materia orgánica, así como parte de los sólidos suspendidos. En este proceso se pueden alcanzar eficiencias globales de remoción superiores al 90% de DBO y SST. (CONAGUA, 2013)

La aireación deberá de proporcionarse las 24 horas del día, ya que esto evitará la sedimentación de sólidos biológicos ya formados, los que a

su vez son arrastrados y conducidos por la tubería de intercomunicación con la siguiente unidad.

El sistema de difusión se debe instalar en cada uno de los tanques y tiene como fin llevar a cabo la oxigenación del medio y la degradación de la materia orgánica.

E. Sedimentador secundario

Proviene del reactor biológico, posee un tiempo de retención de 6 horas. En este momento se remueven para quedar almacenados en el fondo obteniendo sólidos de carácter biológico formados lo cual produce efluentes de alta calidad y transparencia, los cuales presentan bajas concentraciones de DBO y de SST que pueden variar de 10 a 30 mg/l.

F. Desinfección

El tanque de desinfección se ubica a continuación del sedimentador secundario. En este proceso se agrega cloro al efluente final para eliminar las bacterias patógenas remanentes del proceso con el fin de descargar a los cuerpos de agua o posibilitar su reutilización.

El tanque de cloración está diseñado con la premisa de utilizar cloro en estado sólido (hipoclorito de calcio al 30% o 65%), éste se dosifica en forma de pastillas gracias a un hipoclorador que se instala dentro del agua, en la zona de entrada al tanque, donde se desprende y disuelve el cloro para destruir los organismos patógenos. (Ocampo, 2013)

G. Digestor de lodos

En el diseño original de Japón se considera un proceso de digestión Aerobia, sin embargo para la adaptación a este sistema se trataran en de forma individual, para su tratamiento en plantas de mayor capacidad.

H. Almacén de lodos

En este se depositan los lodos primarios y secundarios que genera el sistema para su envío a plantas de tratamiento de aguas residuales de mayor capacidad. Cuenta con un falso fondo que sirve para sostener en la parte superior un empaque de grava que sirve de soporte a la malla sintética sobre la que descansa la cubierta vegetal final, en la parte inferior solamente se ubican las tolvas para la retención de lodos. En este proceso es importante realizar un control adecuado del lodo sedimentado que se acumula en el fondo, ya que una buena operación de este permite la obtención de lodos estabilizados. En caso de baja eficiencia de remoción u otros problemas, será conveniente tomar medidas adecuadas para evitar que la capacidad de tratamiento disminuya.

Inusualmente este proceso demanda la instalación de un sistema de difusión que se instala en cada uno de los tanques para permitir la suspensión de los sólidos o del lodo durante el proceso de extracción. (CONAGUA, 2013)

2.3. Marco Normativo

- **D.S. N° 003 - 2010 – MINAM**

Con respecto a este decreto se establecen Límites Máximos Permisibles para efluentes de plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas o municipales.

- **R.M. N° 273-2013-VIVIENDA**

En esta resolución se establece el protocolo de monitoreo para Calidad de efluentes de plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas o municipales.

- **Ley N° 29338 del 31/03/2009, Ley de recursos Hídricos.**

Esta Ley, establece el marco jurídico institucional para la administración, conservación, uso, aprovechamiento sostenible y preservación en cuanto a calidad y cantidad del recurso hídrico existente en nuestro país, ya se encuentren a nivel de superficies, subterráneos residuales o de cualquier por lo que se garantice la protección de los demás recursos naturales, ecosistemas y medio ambiente.

- **Ley General del Ambiente N° 28611 del 13/09/2005**

El objetivo de esta Ley es establecer la gestión ambiental, en el Perú, mediante principios y normas básicas logrando asegurar el efectivo ejercicio para el derecho a un ambiente saludable.

- **Norma O.S 090 Plantas de tratamiento de aguas residuales.**

En esta norma se pone a conocimiento, los tipos de plantas de tratamiento, en niveles básico, preliminar y definitivo, con respecto a las instalaciones que requiere una planta de tratamiento de aguas residuales municipales, y los procesos que han de experimentar las aguas residuales antes de ser descargados al su cuerpo receptor o reutilización ya sea el caso, todo esto estableciendo parámetros normados.

- **D. S. N° 004 - 2017- MINAM, Estándares de calidad del agua**

En el presente Decreto Supremo, se establecen los parámetros físicos, químicos y biológicos del agua en su condición de cuerpo receptor, que no representa riesgo significativo para la salud de las personas ni del ambiente.

2.4. Definición de términos

a) Aguas residuales doméstica

Son aquellas que proceden de la orina y heces humanas, el aseo personal, cocina y limpieza del hogar. Con respecto a este tipo de aguas, contienen una gran cantidad de materia orgánica así como detergentes, lejías y grasas provenientes del uso diario en una vivienda común. (RNE, O.S. 090, 2009)

b) Aguas residuales municipales

Pueden definirse como una mezcla entre aguas residuales domésticas con aguas de drenaje pluvial o aguas residuales de origen industrial las cuales deberán cumplir con los requisitos establecidos para poder ser admitidas dentro de un sistema de alcantarillado. (RNE, O.S. 090, 2009)

c) Afluente

Este concepto define al agua o líquido que tiene ingreso a un reservorio o proceso de tratamiento según lo expuesto por la (O.S. 090, 2009)

d) Autoridad nacional del Agua (ANA)

Es entidad encargada de la autorización de vertimientos de aguas residuales tratadas con las opiniones previas técnicas en acuerdo con la Dirección general de Salud Ambiental del Ministerio de Salud. También tiene la autoridad ambiental sectorial.

Esta entidad se encarga de que se proceda con el cumplimiento de los ECA en los cuerpos de agua, esta entidad también impone sanciones y puede suspender las autorizaciones de vertimiento antes otorgadas, si es que acaso

se comprueba que el agua residual tratada afecta la calidad del acuerpo receptor, rio, lago, laguna etc. (OEFA, 2014)

e) Coliformes

Con respecto a los Coliformes; son bacterias negativas no esporuladas que tienen forma alargada, las cuales fermentan lactosa con producción de gas a 35 ± 0.5 °C denominados Coliformes totales, y a aquellos que poseen las mismas características pero a 44.5 ± 0.2 °C en 24 horas se llaman coliformes fecales o coliformes termotolerantes. (RNE, OBRAS DE SANEAMIENTO O.S. 090)

f) Digestión aerobia

Este proceso corresponde a la descomposición biológica de la materia orgánica de un lodo realizado en presencia del oxígeno.

Este tipo de digestión es la continuación del proceso de lodos activados. Y es cuando un cultivo de microorganismos heterótrofos aerobios hace el ingreso en un ambiente contenido de material orgánico donde se removerán y utilizarán la mayor cantidad de este material. La digestión aerobia se produce aireando los lodos orgánicos en un tanque abierto. (Ocampo, 2013)

g) Digestión anaerobia

Este proceso corresponde a la descomposición biológica de la materia orgánica de un lodo realizado en ausencia del oxígeno según la norma O.S 090. En el caso de tratamientos anaerobios de desechos complejos consideramos dos etapas. La primera etapa es denominada fermentación ácida; en esta primera etapa la materia orgánica se convierte en ácidos orgánicos, alcoholes y células bacterianas por lo que se observa poca estabilización del DBO y el DBQ. En una segunda etapa especies de bacterias anaerobias convierten los resultados finales de la primera etapa en gases como metano y bióxido de carbono.

h) Demanda química de oxígeno (DQO)

La demanda química de oxígeno es una estimación de la materia susceptible a oxidación, por un oxidante químico fuerte. Esto se refiere a la cantidad de oxígeno que se requiere para la oxigenación química de la materia orgánica del agua residual, para esto se usan oxidantes como: sales orgánicas de permanganato o dicromato de potasio. (Ocampo, 2013)

i) Demanda Bioquímica de oxígeno (DBO)

Es el parámetro que mide el contenido de materia orgánica biodegradable que posee un cuerpo de agua y la cantidad de oxígeno necesario para su descomposición y estabilización bajo condiciones de tiempo y temperatura específicos (5 días y a 20 °C).

Es parámetro mide la cantidad de materia orgánica que puede ser consumida u oxidada por una población bacteriana en una muestra de agua. Con respecto a los cinco días, se refiere al tiempo estándar destinado para que las bacterias puedan digerir la materia orgánica que se encuentre en dicha muestra de agua.

Si la DBO que ingresa a un cuerpo receptor es muy elevado este no será capaz de diluirlo hasta alcanzar un nivel óptimo por lo que la cantidad de oxígeno disuelto disminuye por lo que animales presentes en este medio, peces u otros microorganismos mueren por asfixia. (Ocampo, 2013)

La demanda Bioquímica de Oxígeno se usa como una medida de la cantidad requerido, de oxígeno para que la materia orgánica se biodegrade dándose como el resultado por oxidación bioquímica aerobia. (Ramalho, 1990)

j) Desinfección

El impacto de las aguas residuales no tratadas en las fuentes de agua comunitaria pone diversas problemáticas de salud y seguridad para poblaciones. Los organismos altamente problemáticos en el agua residual doméstica contienen bacterias entéricas, virus y quistes de protozoarios,

siendo estos los microorganismos más comunes que se encuentran presentes en el agua residual doméstica, causante de enfermedades. Por lo que, la desinfección se ha convertido en uno de los mecanismos más importantes para la destrucción de los organismos patógenos perjudiciales para la salud.

k) Efluente

Este concepto corresponde al agua o líquido que ha tenido un proceso de tratamiento y es el resultado de este. (RNE, O.S. 090, 2009)

l) Estándares de calidad del agua (ECA)

Los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) se definen como la concentración de los parámetros físicos, químicos y biológicos en el agua en su condición de cuerpo receptor, que no representa riesgo significativo para la salud de las personas ni del ambiente. El ECA es obligatorio en el diseño de las normas legales, las políticas públicas y en el diseño y aplicación de todos los instrumentos de gestión ambiental. Es por ello que el diseño de las PTAR parte de la definición del ECA para el tipo de uso que se le otorga al cuerpo de agua que recibirá sus efluentes. (OEFA, 2014)

m) Grasas y aceites

Las grasas y aceites llegan a ser compuestos orgánicos que están constituidos principalmente por ácidos grasos de origen animal y vegetal en donde también se le considera a los hidrocarburos del petróleo. Las principales fuentes aportadoras de grasas y aceites son: los usos domésticos, los talleres automotrices y los motores de lanchas y barcos, la industria del petróleo, las procesadoras de carnes y embutidos, la industria cosmética.

La determinación analítica mide un grupo de sustancias susceptibles a disolverse en hexano incluyendo jabones, grasas, ceras, hidrocarburos, o en referencia a sustancias que se pueden extraer con hexano.

Debido a que estos compuestos son menos densos que el agua, produce que se desplace en el agua ascendiendo a la superficie, de modo que con poca cantidad de grasas y aceites se pueda cubrir grandes superficies de

agua, lo cual con la obstrucción generada provoca la disminución de reoxigenación, disminuyendo el oxígeno disuelto y absorbiendo la radiación solar, provocando un efecto negativo en la actividad fotosintética. (Ocampo, 2013)

n) Hipoclorito de Calcio

El Hipoclorito de calcio se encuentra en distintas concentraciones, 70% y 65 % mayormente. Es un compuesto químico cuya fórmula es $\text{Ca}(\text{ClO})_2$. Se comprende como un agente oxidante fuerte, germicida, bactericida, desinfectante.

o) Límites Máximos Permisibles (LMP)

Los Límites Máximos Permisibles (LMP) se definen como la concentración de los parámetros físicos, químicos y biológicos que caracterizan un efluente, que al ser excedido causa o puede causar daños para la salud, bienestar humano y al ambiente. Su cumplimiento es exigible legalmente por la respectiva autoridad competente. (RNE, O.S. 090, 2009)

p) Muestro de aguas residuales

Existen dos tipos de muestra que se pueden tomar: las **muestras simples** que se usan cuando el caudal y su composición son relativamente constantes, cuando el flujo de agua residual es inminente y las muestras compuestas podrían ocultar condiciones extremas con respecto al Ph y temperatura. Por otro lado también tenemos **muestras compuestas** que son formadas por mezclas de muestras individuales que se toman en diferentes momentos. El volumen mínimo que requiere una muestra simple oscila entre 1 y 2 litros para su análisis. (Ramalho, 1990)

q) PH

Según la Norma O.S. 090 lo define como al logaritmo con signo negativo de la concentración de iones de hidrógeno expresados en moles por litro,

La determinación del pH proporciona un valor característico relacionado con el nivel de acidez intrínseca de la disolución examinada. El pH es un parámetro importante, para aguas naturales y aguas residuales. El agua residual que presenta concentraciones de ion Hidrógeno inadecuadas, tiene dificultades para el posterior tratamiento con procesos biológicos; y como resultado, el efluente puede modificar la concentración del ion Hidrógeno en las aguas naturales, por lo que se recomienda modificar antes de la evacuación del agua. El pH de los sistemas acuosos puede medirse con un potenciómetro. Este procedimiento se hace con soluciones indicadoras y también con papeles de pH; los cuales cambian de color a los distintos valores de pH para posteriormente compararlos con los colores de series normalizadas. El valor del pH es un parámetro que se regula por límites máximos permisibles (LMP), en casos de descargas de aguas residuales; este concepto también se usa como parámetro de calidad de agua para diferentes usos y actividades agrícolas para contacto primario y para el consumo humano (RNE, O.S. 090, 2009).

r) Sólidos suspendidos totales (SST)

Son sólidos conformados por sólidos sedimentables, sólidos y materia orgánica en suspensión y/o coloidal, los cuales son retenidos en el elemento filtrante adecuado. También se define como la porción de sólidos retenidos por un filtro de fibra de vidrio, el cual posteriormente pasa a secarse a una temperatura de 103- 105°C logrando un peso constante. El aumento en cuanto al peso del filtro nos da como resultado el total de los sólidos suspendidos.

Este método se aplica en agua potable, aguas salinas, aguas residuales domésticas e industriales, lluvia ácida; todo esto en un intervalo determinado como parámetro, esto se aplica a este tipo de aguas en calidad de agua

residual. Estos sólidos suspendidos son en su mayoría de naturaleza orgánica, la mayor parte está conformada por desperdicios de alimentos, desechos humanos los cuales se forman como una masa de sólidos suspendidos. (Ocampo, 2013)

s) Sólidos disueltos totales (SDT)

Son sustancias orgánicas e inorgánicas solubles en el agua, estas sustancias no pueden ser retenidas en el material filtrante. Se hace referencia a materia suspendida o disuelta en un medio acuoso. Para determinar los sólidos disueltos totales, mide específicamente el total de residuos sólidos disueltos filtrables a través de una membrana con poros de $2.0\ \mu\text{m}$. Los sólidos que están disueltos afectan la calidad de un cuerpo de agua o de un efluente de manera negativa y en varias formas. El agua para consumo humano que contiene un alto contenido de sólidos disueltos, tienden a tener mal agrado para el paladar y pueden inducir una reacción fisiológica adversa en el consumidor, por lo que este indicador debe ser analizado y tomar las medidas del caso para su control en procesos de tratamiento. El promedio de sólidos disueltos totales, para los ríos de todo el mundo ha sido estimado en alrededor de 120ppm. La calidad de agua residual municipal, no debe exceder de 860 mg/l. (Ocampo, 2013)

t) Sedimentación

Con respecto a la sedimentación se utiliza en tratamientos de aguas residuales para la separación de los sólidos que se encuentran en suspensión y se basa en la diferencia de pesos específicos de las partículas sólidas y el líquido que lo contiene. Existen casos en los que la sedimentación llega a ser el único tratamiento al que es sometido el agua residual.

2.5. Hipótesis

2.5.1. Hipótesis General

La aplicación del modelo Doyoo Yookasoo mejora significativamente las plantas de tratamiento de lodos activados.

2.5.2. Hipótesis Específicas

- a) La aplicación del modelo Doyoo Yookasoo mejora significativamente la calidad del agua en las plantas de tratamiento de lodos activados.
- b) La aplicación del modelo Doyoo Yookasoo mejora significativamente el dimensionamiento de plantas de tratamiento de lodos activados.
- c) La aplicación del modelo Doyoo Yookasoo mejora significativamente los costos y presupuesto de plantas de tratamiento de lodos activados.

2.6. Variables

2.6.1. Definición conceptual de la variable

Se define como variable, a una propiedad que puede cambiar, es decir, puede adquirir diversos valores, esta variación es susceptible a medirse.

a) Variable Independiente (X):

El modelo Doyoo Yookasoo.

b) Variable Dependiente (Y):

Planta de tratamiento de lodos activados.

2.6.2. Definición operacional de la variable

Esta definición nos permite medir la manifestación empírica de las variables, descomponiéndolas en un proceso de deducción, es decir de lo más general a lo más específico.

2.6.3. Operacionalización de la variable

Tabla 2: Operacionalización de variables

Variable	Definición	Dimensiones	Indicadores	Und
Variable Independiente: Modelo Doyoo Yookasoo	Esta variable es el modelo propuesto, el cual es un mejoramiento de plantas de tratamiento de lodos activados.	Calidad del Agua	Parámetros	mg/L
			Límites máximos permisibles.	mg/L
		Dimensionamiento	Población futura.	Habs.
			Caudal	m3/día
Costos y presupuesto	Área	m2		
Variable Dependiente: Planta de Tratamiento de lodos activados	Esta variable es la planta de tratamiento del tipo Lodos activados, pero en su modelo convencional.	Calidad del Agua	Parámetros	mg/L
			Límites máximos permisibles.	mg/L
		Dimensionamiento	Población futura.	Habs.
			Caudal	m2
costos y presupuesto	Área	m2		

Fuente: Elaboración propia (2018)

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1. Método de investigación

En la presente investigación se utilizó el método científico, el cual es el conjunto de técnicas y procedimientos que se realizan por el investigador para poder obtener resultados. (Sampieri, 2014); Nos menciona que se requiere de considerable conocimiento del área a investigar para poder formular preguntas específicas que se busca responder mientras que Dhanke menciona que la descripción puede ser más o menos profunda, pero en cualquier caso se basa en la medición de uno o más atributos del fenómeno descrito.

3.2. Tipo de investigación

La siguiente investigación es de tipo aplicada; debido a que se distingue por tener propósitos prácticos inmediatos bien definidos, es decir se investiga para actuar, transformar o modificar cambios en un determinado sector. Para este tipo de investigación es muy necesario contar con ayuda de teorías científicas.

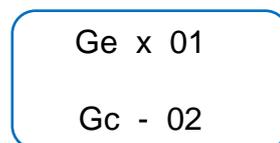
3.3. Nivel de investigación

La siguiente investigación fue de nivel descriptivo explicativo, los estudios descriptivos miden de manera más bien independiente con los que tienen que ver, aunque desde luego, pueden integrar las mediciones de cada una de dichas variables para decir como es y cómo se manifiesta al fenómeno de interés, su objetivo no es indicar como se relacionan las variable medidas si no descubrir y obtener respuestas a una o más preguntas formuladas.

3.4. Diseño de la investigación

En esta investigación, el diseño es cuasi-experimental porque se busca respuestas específicas a preguntas de interés, por lo que en la investigación se puede manipular la variable independiente de manera intencional para observar los resultados y analizarlos. Este diseño uno de los grupos recibe el estímulo experimental y el otro no, la post prueba se administra con el propósito de medir los efectos de la variable independiente sobre la dependiente.

Esquema del diseño de investigación:



Donde:

Ge = grupo experimental

Gc = grupo de control

X = Estimulo

- = No se aplica el estimulo

01 – 02 = Pos prueba

3.5. Población de muestra

3.5.1. Población

Para la presente investigación, se consideró como población, al conjunto de plantas de tratamiento de aguas residuales del Distrito de Sicaya.

3.5.2. Muestra

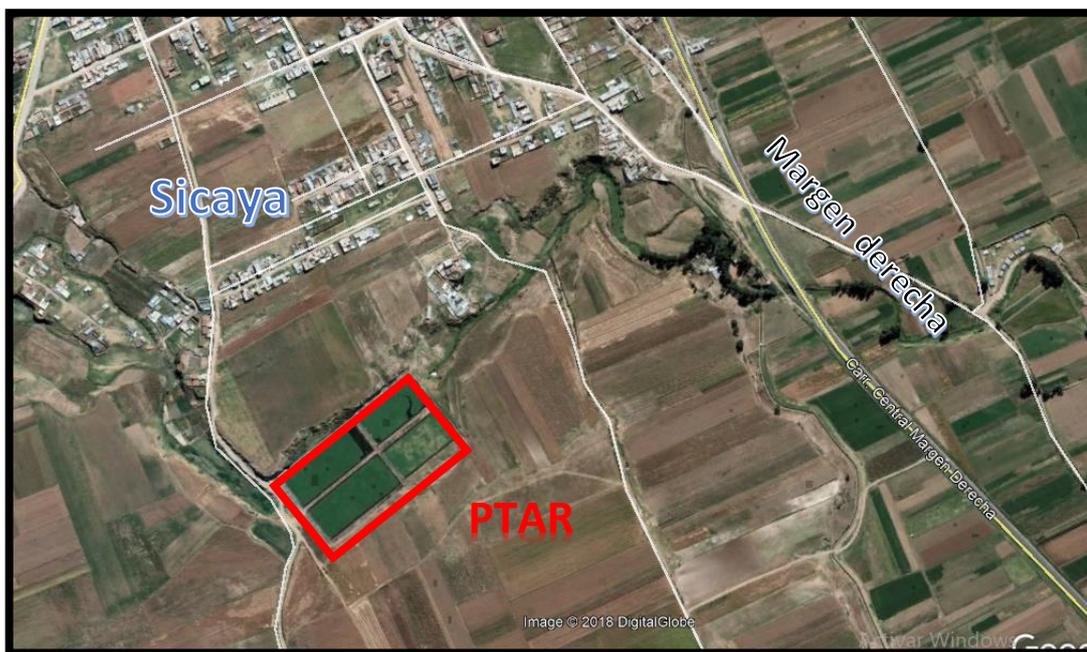
Nuestra muestra es del tipo no probabilístico – intencionada, en la que por criterio del investigador se optó por la muestra más adecuada y que se adapte a las características y requerimientos de la investigación.

Siendo la más representativa; la planta de tratamiento de aguas residuales del Distrito de Sicaya, la cual tiene una extensión territorial de 17 427.15 m², se encuentra ubicada a una altitud de 3232 m.s.n.m. con latitud Sur 12° 00´ 30” y latitud oeste 75° 16´ 45”.

Esta planta de tratamiento es del tipo: Lagunas facultativas, conformada por los siguientes componentes:

- Pre tratamiento
- Medidor de caudales tipo Parshall.
- Sistema de distribución de caudales conformados por cámaras con vertederos triangulares.
- Dos lagunas facultativas primarias, las cuales ocupan un área total de 0.77 Ha.
- Dos lagunas facultativas secundarias, las cuales ocupan un área total de 0.60 Ha.
- Canales de recolección para afluentes
- Cerco perimétrico en estado crítico.

Imagen 02: Ubicación de planta de tratamiento



Fuente: Google Earth – Adaptación del investigador (2018)

Como se observa en la imagen N° 2, se ubica la planta de tratamiento de aguas residuales, escogida como muestra para el trabajo de investigación.

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.6.1. Técnica de recolección de datos

- **Documental**, toma en cuenta los libros, manuales, normas, las cuales son utilizados como sustento para la recolección de datos necesarios en el desarrollo de la investigación.
- **No documental (de campo)**, se toma en cuenta los procedimientos para realizar obtención de datos necesarios para la investigación, entre los cuales tenemos: toma de muestras de efluente de PTAR, análisis de agua en laboratorio, levantamiento topográfico.

3.6.2. Instrumentos de recolección de datos

Se toma en cuenta los instrumentos obtenidos de datos necesarios para la investigación, entre los cuales tenemos: resultados de análisis de agua, plano topográfico,

3.7. Técnicas y análisis de datos

En esta etapa se puede realizar el contraste de hipótesis requiriendo de ciertos procedimientos, dicho esto, se determina el análisis de datos obtenidos previamente en la recolección de los mismos. En esta etapa se realiza el uso de softwares que se utilizan para analizar los datos, por lo cual se presentan a continuación los siguientes:

- **Microsoft Excel:** Software que permitió generar hojas de cálculos, tablas, gráficos estadísticos, cuadros comparativos, con datos obtenidos de campo, llegando resultados específicos para su posterior interpretación.
- **Microsoft Word:** Software que permitió la elaboración de la parte descriptiva de los datos procesados, permitiendo la interpretación de los resultados obtenidos de campo para su posterior presentación en informe final.
- **AutoCAD:** Software que permitió realizar planos de la estructura en general de planta y perfil; diseñados para el mejor entendimiento y proyección del sistema propuesto.
- **S10 Costos y Presupuestos:** Este software permitió realizar el análisis de costos y presupuestos detalladamente de cada una de las partidas solicitadas para el diseño.
- **ETABS:** Este software permitió realizar el análisis estructural de las cámaras de la planta de tratamiento.

Tabla 3: Materiales y recursos

ETAPAS	ACTIVIDAD	RECURSO/ MATERIAL
Planteamiento y organización (pre-campo)	Asesoría del trabajo de investigación.	Libros, manuales, planos, hojas bond, material de escritorio.
	Recopilación de información necesaria, tanto bibliográfica como documentada, etc.	
Campo	Reconocimiento de la zona de estudio.	Movilidad, útiles de escritorio.
	Coordinación con autoridad pertinente.	
	Levantamiento topográfico.	Estación total, trípode, prismas.
	Toma de muestras de agua (afluente - efluente) de Planta de tratamiento de aguas residuales existente en la zona de estudio. (Análisis físico, químico y bacteriológico)	Cooler, recipientes contenedores, jarra, embudo y guantes.
	Toma de evidencias fotográficas	Cámara de alta resolución.
Trabajo de gabinete	Procesamiento de datos obtenidos en campo: Análisis DBO, SST, etc. Para el diseño.	Computadora y material de escritorio, calculadora.
	Procesamiento de datos de levantamiento topográfico.	Planos
	Elaboración de Maqueta funcional para demostración.	Materiales: vidrio, triplay, motores, dosificadores, etc.
	Desarrollo de informe final.	CD- room, impresoras, útiles de escritorio.
	Elaboración de material para sustentación.	Laptop c/ internet.

Fuente: Elaboración propia (2018)

3.8. Procedimiento de la Investigación.

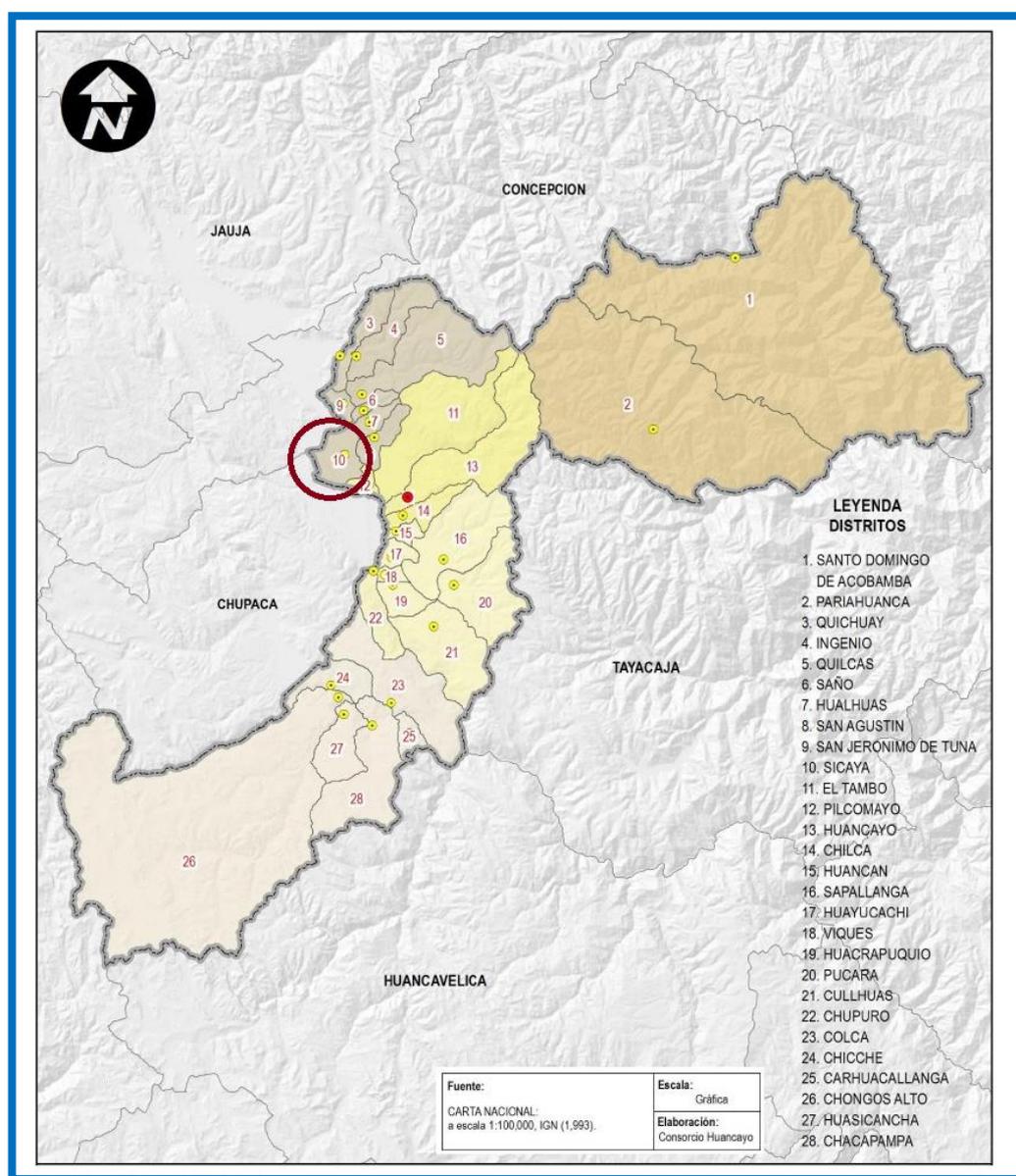
3.8.1. Etapa de planteamiento y organización (Pre-campo):

- **Asesoría del trabajo**, previamente a esta etapa, se tuvo la idea del tema a investigar para su posterior desarrollo, con lo cual se procedió a coordinar con los asesores designados proponiendo los objetivos tentativos que se quieren alcanzar como meta en trabajo de investigación, posteriormente se identificó los problemas de investigación seguido de los objetivos y la metodología correspondiente.
- **Recopilación de información**, Antes de llegar al trabajo de campo puro, se necesitó obtener la mayor información posible del área de estudio, mediante diversas fuentes para obtener datos como: ubicación precisa, datos demográficos, geográficos, topográficos. Sumado a esto la información bibliográfica para la obtención de mayor información posible. No obstante también se necesitó de información con respecto a las normas técnicas peruanas y las nuevas tecnologías propuestas en manuales para plantas de tratamiento de aguas residuales.

3.8.2. Etapa de campo:

- **Reconocimiento de la zona de estudio**, se observó la zona de estudio realizando una ubicación mediante Google Earth, ver figura 09, con lo que posteriormente se accedió al área de estudio. El área de investigación se encuentra ubicado en el paraje de Alca del distrito de Sicaya, provincia de Huancayo, departamento de Junín.

Figura 9. Ubicacion de Sicaya



Fuente: Adaptado por el investigador de pág. web de municipalidad de Huancayo.

El Distrito de Sicaya, se encuentra ubicado en la parte sur este del Valle del Mantaro, 11 Km. al Norte de la ciudad de Huancayo.

Su extensión superficial es de cincuenta kilómetros cuadrados (50 Km²), limita por el Norte con el Distrito de Orcotuna, por el Este con el río Mantaro (Límite Distrital de San Jerónimo de Tunán, San Pedro de Saño y San

Agustín de Cajas), por el Sur con el Distrito de Pilcomayo y la Provincia de Chupaca, por el Oeste con los Distritos de Huáchac, Huayao y Aco.

El clima del Distrito es típico de la sierra yunga, variando su temperatura ambiental en promedio entre los 9° C y 18° C. La topografía de su superficie se superpone en tres niveles, variando su altitud de los 3,260 hasta los 3,355 m.s.n.m.

Imagen 03. Vista Satelital de Sicaya - PTAR



Fuente: Google Earth - Adaptación del investigador. (2018)

- **Coordinación con autoridad pertinente**, Por razones de permiso a las zonas requeridas, se coordinó con autoridades correspondientes a fines de conseguir el acceso a zonas restringidas mediante documento, con lo

que facilita la obtención de datos y se evita probables inconvenientes con pobladores de la comunidad para el acceso.

- **Levantamiento topográfico**, Con el fin de conocer bien el terreno y la posición de elementos naturales o instalaciones construidas por el hombre, se realizó el levantamiento topográfico correspondiente al terreno propuesto para el diseño de Planta de tratamiento con el sistema Doyoo Yookasoo.

Imagen 04: Levantamiento topográfico de zona propuesta para diseño



Fuente: Elaboración Propia, 2018.

- **Toma de muestras de agua**, Para el análisis del estado situacional con respecto a las características físico, químicas y bacteriológicas es que se realiza la toma de muestras tanto en el efluente como el afluente.

Se realizó la obtención de muestras del afluente a la planta de tratamiento de aguas residuales existente en el distrito de Sicaya.

Imagen 05. Toma de muestras de agua



Fuente: Elaboración Propia, 2018.

Posteriormente se realizó la toma de muestras del efluente de la planta existente en distrito de Sicaya para observar si cumplía con los límites máximos permisibles LMP, ya que este efluente es aportante directo al Río Mantaro y depende mucho de este resultado el funcionamiento y eficiencia de la planta existente.

Imagen 06: Muestras de afluente



Etapa de Gabinete

- **Procesamiento de datos obtenidos en campo**, Según los datos obtenidos de los análisis en laboratorio realizado se procedió a realizar los cálculos pertinentes para el diseño respectivo de la planta de tratamiento con el sistema Doyoo Yookasoo.

Seguidamente se procedió a la obtención de datos principales para el diseño:

Población Actual, teniendo en cuenta los resultados de los 3 últimos censos del Instituto nacional de Estadística e Informática INEI.

Tabla 4: Censos

Año de Censo	Hab.
1993	6 003
2007	7 532
2017	16 932

Fuente: Elaboración propia, 2018.

En el cuadro anterior se muestra los datos de población en cuanto a los tres últimos censos registrados por el INEI e donde podemos apreciar el ascenso significativo de la población y por ende la notoria migración hacia este distrito, en su mayoría de la ciudad de Huancavelica.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1. RESULTADOS ESPECÍFICOS

4.1.1. Resultados de parámetros de calidad del agua

A. Parámetros del afluente.

Se tomaron los datos del afluente de la planta de tratamiento de Sicaya en las siguientes coordenadas:

Tabla 5: Coordenadas de afluente

Lugar	Descripción	Coordenadas UTM		Cota (msnm)
		Este	Norte	
Distrito de Sicaya	Afluente	469863	8670401	3247

Fuente: Elaboración propia. (2018)

Se obtuvo los siguientes resultados de laboratorio con respecto a sus parámetros como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 6: Resultados del Afluyente - LMP

PARÁMETRO (Afluyente)	UNIDAD	RESULTADO	LMP
Aceites y grasas	mg/l	28	20
Potencial de Hidrogeno	und pH	8.2	8.5
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/l	185	100
Demanda Química de Oxígeno	mgO2/l	310	200
Solidos totales en suspensión	mg/l	225	150
Temperatura	°C	13	35
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	30 000 000	10 000

Fuente: Elaboración propia (2018).

Con respecto a la descripción de resultados, se puede observar las características con las cuales ingresa el agua a la planta de tratamiento de aguas residuales del distrito de Sicaya, datos con los cuales se realizó el diseño para su dimensionamiento.

En contraste con los LMP se puede identificar cual es nuestro objetivo para el mejoramiento de nuestros parámetros del agua que ingresa.

B. Parámetros del efluente.

Se tomaron los datos del efluente de la planta de tratamiento de Sicaya en las siguientes coordenadas:

Tabla 7: Coordenadas del Efluente

Lugar	Descripción	Coordenadas UTM		Cota (msnm)
		Este	Norte	
Distrito de Sicaya	Efluente	470045	8670491	3246

Fuente: Elaboración propia

Se obtuvo los siguientes resultados con respecto a sus parámetros como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 8: Resultados de parámetros del Efluente-LMP

PARÁMETRO (Efluente)	UNIDAD	RESULTADO	LMP
Aceites y grasas	mg/l	17	20
Potencial de Hidrogeno	und pH	7.8	8.5
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/l	112	100
Demanda Química de Oxígeno	mgO2/l	204	200
Solidos totales en suspensión	mg/l	142	150
Temperatura	°C	14	35
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	18 000 000	10 000

Fuente: Elaboración propia (2018)

El resultado de los parámetros obtenidos del efluente corroboran que la planta existente en el distrito de Sicaya no cumple en su totalidad con los Límites máximos permisibles establecidos por el Ministerio del Ambiente, por lo tanto es claro decir que los parámetros Demanda bioquímica de Oxígeno, Demanda Química de Oxígeno y Coliformes Termotolerantes, se presentan como deficientes en el análisis.

C. Parámetros obtenidos de agua tratada en planta prototipo del sistema Doyoo Yookasoo.

En esta parte del proceso, se obtuvo el agua del efluente de la planta existente en el Distrito de Sicaya (tiempo máximo de 1 hora para traslado) para luego simular el proceso del Sistema Doyoo Yookasoo en la maqueta construida.

Terminado el proceso, el agua resultante del tratamiento se llevó a laboratorio en un tiempo no máximo de 2 horas, para obtener los resultados de los parámetros.

Se obtuvo los siguientes resultados con respecto a sus parámetros como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 9: Resultado de los parámetros del efluente con el Sistema Doyoo Yookasoo

PARÁMETRO (Doyoo Yookasoo)	UNID	RESULTADO	LMP	TOLERANCIA
Aceites y grasas	mg/l	15	20	Cumple
Potencial de Hidrogeno	und pH	6.5	8.5	Cumple
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/l	90	100	Cumple
Demanda Química de Oxígeno		185	200	Cumple
Solidos totales en suspensión	mg/l	127	150	Cumple
Temperatura	°C	17	35	Cumple
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	8 000	10 000	Cumple

Fuente: Elaboración propia (2018)

Los resultados obtenidos muestran claramente el mejoramiento de la calidad del agua para efluentes de una planta de tratamiento de aguas residuales, llegando a cumplir con los límites propuestos por MVCS en acuerdo con el MINAM.

Luego de analizar la calidad del agua obtenida por el tratamiento ya antes mencionado, se requiere saber si el efluente tratado puede ser vertido al Río Mantaro por lo que usamos los (ECA) Estándares de Calidad Ambiental, obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 10: parámetros de Río Mantaro

CONCENTRACIONES DE RÍO MANTARO (ANA)		
Parámetro	Unidad	Valor
DBO5	mg/l	5
DQO	mgO2/l	16
SS	mg/l	159
COLIFORMES	NMP/100 ml	230000
Q	l/s	24549

Fuente: Informe de Monitoreo ANA, Caudal (Puente Stuart)

Tabla 11: Resultados de Balance de Masa

BALANCE DE MASA			
Parámetro (mezcla)	Unidad	Valor	ECA
DBO5	mg/l	5.02	15
DQO	mgO2/l	16.04	40
SS	mg/l	158.99	
COLIFORMES	NMP/100 ml	229953	2000

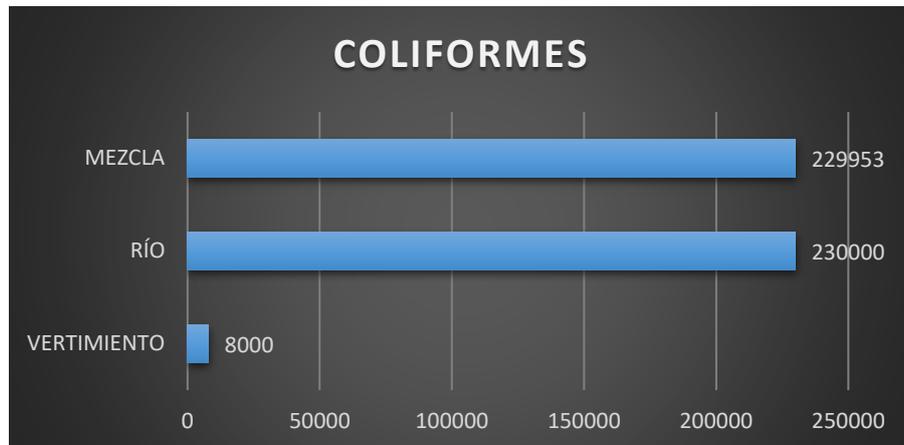
Fuente: Elaboración propia. (2018)

En la tabla N°11 se realizó el balance de masa de los parámetros expresados, teniendo como resultado deficiencia en el parámetro de los Coliformes, demostrados con la siguiente relación:

Coliformes Río Mantaro > Coliformes de Balance

Figura 10.

Resultado de parámetros en balance de Masa



Fuente: Elaboración propia. (2018)

En la figura N°10 se puede observar que el balance de los Coliformes de la Mezcla no supera a los Coliformes del Río, por lo que en vertimiento del agua tratada no perjudica la calidad de al gua encontrada en el Rio Mantaro.

4.1.2. Diseño de planta de tratamiento con el modelo Doyoo Yookasoo

4.1.2.1. Cálculos para el dimensionamiento

Método aritmético para hallar población futura;

$$Pf = Pa + i * t$$

$$i = \frac{Pa - Pp}{n}$$

Donde:

Pf : población de diseño (hab.)

Pp : población actual (hab.)

I : tasa de crecimiento

T : periodo de diseño

$n = (2017 - 1993)$

$$i = (16932 - 6003) / (2017 - 1993) \quad \Rightarrow \quad i = 455.735$$

$$Pf = 16932 + 455.735 * (2037 - 2017)$$

$$Pf = 26047 \text{ hab.}$$

La planta que se tomó como muestra abastece al 60 % de la población de Sicaya, por lo que tendremos:

$$Pf = 15628 \text{ hab.}$$

Se propone ejecutar una planta que abastezca al 30% de esa población, por lo que tendremos una población final de diseño de:

$$Pf = 4688 \text{ hab.}$$

Para la población actual según información del Instituto Nacional de estadística e informática se tiene para el distrito de Sicaya una población de 16 932 habitantes, de los cuales la planta abastecerá al 60 por ciento y del cual a su vez tomaremos el 30 por ciento para el diseño, teniendo como población actual para el año 2018 la cantidad de:

$$Pa = 3048 \text{ hab.}$$

Tendremos como datos para diseño

Tabla 12: Datos para el diseño

Datos	Cantidad	Unid
Población actual (ha)	3 048	hab.
Población proyecto (hp)	4 688	hab.
Dotación de agua potable	120	L/hab./día
Coeficiente de aportación (Ca)	80	%
Concentración de DBO afluente	185	mg/L
Concentración de SS en afluente	225	mg/L
factor de seguridad	1.5	

Fuente: Elaboración propia (2018)

En la tabla número 05 se presentan los resultados obtenidos en laboratorio y en recopilación de investigación, estos datos nos sirvieron para el diseño de la planta de tratamiento de aguas residuales con el sistema Doyoo Yookasoo.

Determinación del Coeficiente de Harmon: (M)

Siempre y cuando la población de proyecto es mayor a 1000 habitantes.

$$M = 1 + \frac{4}{4 + \sqrt{hp}}$$

$$M = 1.06$$



Cálculo de aportación: (A)

$$M = \frac{D * Ca}{100}$$

Donde:

A : Aportación en l/hab/día

D : Dotación l/hab/día

Ca : Coeficiente de aportación %

$$M = \frac{120 \cdot 80}{100}$$



$$M = 96 \text{ l/hab/día}$$

Gasto medio: (Qm)

$$Qm = \frac{A * hp}{86\ 400}$$

Donde:

Qm : caudal medio en l/s

A : aportación en l/hab/día

Hp : población proyecto en hab.

86400 : número de segundos por día.

$$Qm = \frac{96 \text{ l/hab/día} \cdot 4688}{86\ 400}$$

$$Qm = 5.20 \text{ l/s}$$

Gasto mínimo: (Q min)

$$Qmin = 0.5 * Qm$$

Donde:

Q min : Gasto mínimo de agua requerida l/s

$$Q_{min} = 0.5 * 5.20 \text{ l/s}$$



$$Q_{min} = 2.6 \text{ l/s}$$

Gasto máximo instantáneo: (Q_{máx i})

$$Q_{max i} = M * Q_m$$

Donde:

M : Coeficiente de Harmon

Q max i: Gasto máximo instantáneo de agua residual en l/s

$$Q_{max i} = 1.06 * 5.20 \text{ l/s}$$



$$Q_{max i} = 5.51 \text{ l/s}$$

Gasto máximo extraordinario: (Q_{máx E})

$$Q_{max E} = F_s * Q_{max i}$$

Donde:

Fs : Factor de seguridad

Q max i: Gasto máximo extraordinario de agua residual en l/s

$$Q_{max E} = 1.5 * 5.51 \text{ l/s}$$



$$Q_{max E} = 8.268 \text{ l/s}$$

Sedimentador Primario

Primera cámara

Volumen efectivo de cámara inicial

$$Vep1 = Qm * Trp1$$

Donde:

Vep1 : Volumen efectivo de la cámara inicial (m³)

Qm : Gasto medio (m³/día)

Trp1 : Tiempo de retención de la cámara inicial (d)

Conversión : 5.20*86.4 = 449.28 m³/día

$$Vep1 = 449.28 \text{ m}^3/\text{día} * 2/3 \text{ día}$$

$$Vep1 = 299.52 \text{ m}^3$$

Volumen requerido para cada cámara

$$Vrp1 = Vep1 * Cvp$$

Donde:

Vep1 : Volumen efectivo de la cámara (m³)

Cvp : Factor de volumen Adicional por la infraestructura=1.25

$$Vrp1 = 299.52 \text{ m}^3 * 1.25$$

$$Vrp1 = 374.4 \text{ m}^3$$

Área superficial de cámara

$$Asp1 = \frac{Vrp1}{Hp}$$

Donde:

Asp1 : Área superficial de cámara inicial en (m³)

Hp : Tirante hidráulico (m)

$$Asp1 = \frac{374.4 \text{ m}^3}{3.8}$$

$$Asp1 = 98.52 \text{ m}^3$$

Ancho de cámara inicial

$$Ap1 = \sqrt{(Asp1/4)}$$

Donde:

Ap1 : Ancho de cámara inicial en (m)

$$Ap1 = \sqrt{(98.52/4)}$$

$$Ap1 = 4.96 \text{ m}$$

Largo de cámara inicial

$$Lp = 4 * Ap1$$

Donde:

Lp : Largo de cámara inicial de Sedimentador primario en (m)

$$Lp = 4 * 4.96 \text{ m}$$

$$Lp = 19.84 \text{ m}$$

$$Lp = 19.8 \text{ m}$$

Segunda cámara

Volumen efectivo

$$Vep2 = Qm * Trp2$$

Donde:

Vep2 : Volumen efectivo de la cámara secundaria (m³)

Qm : gasto medio (m³/día)

Trp2 : tiempo de retención de cámara secundaria (d)

$$Vrp2 = 449.28 \frac{m^3}{dia} * \frac{1}{3} dia$$

$$Vrp2 = 149.76 \text{ m}^3$$

Volumen requerido

$$Vrp2 = Vep2 * Cvp$$

Donde:

Vrp2 : Volumen efectivo de la cámara (m³)

Cvp : Factor de volumen Adicional por la infraestructura=1.25

$$Vrp2 = 149.76 \text{ m}^3 * 1.25$$

$$Vrp2 = 187.2 \text{ m}^3$$

Área superficial de la segunda cámara

$$Asp2 = \frac{Vrp2}{Hp}$$

Donde:

Asp2 : Área superficial de segunda cámara en (m³)

Hp : Tirante hidráulico (m)

$$Asp1 = \frac{187.2 \text{ m}^3}{3.8}$$

$$Asp1 = 49.26 \text{ m}^3$$

Ancho de segunda cámara

$$Ap2 = \frac{Asp2}{Lp}$$

Donde:

Ap2 : Ancho de segunda cámara (m)

Asp2 : Área superficial de segunda cámara

$$Ap2 = \frac{49.26 \text{ m}^3}{19.84}$$

$$Ap1 = 2.48 \text{ m}$$

Carga orgánica DBO

$$CODBOp = CDBOi * Qm$$

Donde:

CODBOp : Carga orgánica de DBO (Kg/día)

CDBOi : Concentración de DBO en el Influyente (Kg/m³)

Conversión 185mg/l *1kg/1000*m³= 0.185 kg/m³

$$CODBOp = 0.185 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * 449.28 \frac{\text{m}^3}{\text{día}}$$

$$CODBOp = 83.12 \text{ k/día}$$

Concentración del DBO efluente

$$CDBOep = CDBOi * (1 - \% \text{ remoción})$$

Donde:

CDBOep : Concentración DBO efluente (Mg/l)

% de remoción : 30% remoción expresado en fracción.

$$CDBOep = 185.00 \frac{\text{mg}}{\text{L}} * (1 - 0.3)$$

$$CDBOep = 129.5 \frac{\text{mg}}{\text{L}}$$

Concentración de SS efluente

$$CSSep = Cssi * (1 - \% \text{ remoción})$$

Donde:

CSSep : Concentración SS efluente (Mg/l)

% de remoción : 65% remoción expresado en fracción.

$$CSSep = 225.00 \frac{\text{mg}}{\text{L}} * (1 - 0.65)$$

$$CDBO_{ep} = 78.75 \frac{\text{mg}}{\text{L}}$$

Nota: Utilizar tablas de Anexo

Aerador por Contacto Primario

Carga orgánica DBO

$$CODBO_a = CDBO_{ep} * Q_m$$

Donde:

CODBO_a : Carga orgánica de DBO de Aerador primario (Kg/día)

CDBO_{ep} : Concentración de DBO en el Influyente (Kg/m³)

Q_m : gasto Medio (m³/día)

Conversión 129.5mg/l *1kg/1000*m³= 0.129 kg/m³

$$CODBO_a = 0.129 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * 449.28 \frac{\text{m}^3}{\text{día}}$$

$$CODBO_a = 57.96 \frac{\text{kg}}{\text{día}}$$

Volumen efectivo de reactor primario

$$V_{ea} = \frac{CODBO_a}{CVBDO_a}$$

Donde:

CODBO_a : Carga orgánica de DBO (Kg/día)

CVBDO_a : Carga volumétrica de DBO = 0.3 kg/m³d

$$V_{ea} = \frac{57.96 \frac{\text{kg}}{\text{día}}}{0.3 \text{ kg/m}^3\text{d}}$$

$$V_{ea} = 193.2 \text{ m}^3$$

Volumen requerido de reactor primario

$$V_{ra} = V_{ea} * C_{va}$$

Donde:

V_{ra} : volumen requerido de cámara (m³)

C_{va} : factor de volumen adicional por la infraestructura y relleno de grava=2

$$V_{ra} = 193.2 \text{ m}^3 * 2$$

$$V_{ra} = 386.4 \text{ m}^3$$

Primera cámara

Área superficial

$$V_{ea1} = V_{ra} * F_{vea1}$$

$$A_{sa1} = \frac{V_{ea1}}{H_a}$$

Donde:

V_{ea1} : Volumen efectivo de primera cámara (m³)

F_{vea1} : Fracción del volumen total de primer cámara 3/5 Ver (tabla)

H_a : Tirante Hidráulico

A_{sa1} : Área superficial de primera cámara en m².

$$Vea1 = 386.4 \text{ m}^3 * \frac{3}{5}$$

$$Vea1 = 231.84 \text{ m}^3$$

$$Asa1 = \frac{231.84 \text{ m}^3}{3.7 \text{ m}}$$

$$Asa1 = 62.66 \text{ m}^2$$

Ancho de primera cámara

$$Aa1 = \frac{Asa1}{Lp}$$

Donde:

Aa1 : Ancho de primera cámara (m)

Lp : largo de cámara inicial del Sedimentador primario en m.

$$Aa1 = \frac{66.66 \text{ m}^2}{19.84 \text{ m}}$$

$$Aa1 = 3.20 \text{ m}$$

Segunda cámara

Área superficial

$$Vea2 = Vra * Fvea2$$

$$Asa1 = \frac{Vea1}{Ha}$$

Donde:

Vea2 : Volumen efectivo de segunda cámara (m3)

Fvea2 : Fracción del volumen total de segunda cámara 3/5 Ver (tabla)

Ha : Tirante Hidráulico

Asa2 : Área superficial de segunda cámara en m2.

$$Vea1 = 386.4 \text{ m}^3 * \frac{2}{5}$$

$$Vea1 = 154.56 \text{ m}^3$$

$$Asa1 = \frac{154.56 \text{ m}^3}{3.7 \text{ m}}$$

$$Asa1 = 41.77 \text{ m}^2$$

Ancho de segunda cámara

$$Aa2 = \frac{Asa2}{Lp}$$

Donde:

Aa2 : Ancho de segunda cámara (m)

Lp : largo de cámara inicial del Sedimentador primario en m.

$$Aa2 = \frac{41.77 \text{ m}^2}{19.84 \text{ m}}$$

$$Aa2 = 2.10 \text{ m}$$

Concentración DBO efluente

$$CDBOea = CDBOep * (1 - \% \text{ remoción A})$$

Donde:

CDBO_{ea} : Concentración de DBO de Aereador primario (Kg/día)

% remoción A : 80% expresado en fracción.

$$CODBO_a = 129.5 \frac{\text{mg}}{\text{L}} * (1 - 0.8)$$

$$CODBO_a = 25.9 \frac{\text{Mg}}{\text{L}}$$

Nota: Utilizar tablas de Anexo

Aereador por Contacto Secundario

Carga orgánica DBO

$$CODBO_{as} = CDBO_{ea} * Q_m$$

Donde:

CDBO_{as} : Carga orgánica DBO de reactor secundario (Kg/día)

CDBO_{ea} : Concentración de DBO en el influente (Kg/m³)

Q_m : Gasto medio (m³/día)

$$CODBO_{as} = 0.026 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * 449.28 \frac{\text{m}^3}{\text{dia}}$$

$$CODBO_{as} = 11.68 \frac{\text{kg}}{\text{dia}}$$

Volumen efectivo

$$V_{eas} = \frac{CODBO_{as}}{CVDBO_{as}}$$

Donde:

V_{eas} : Volumen efectivo de reactor secundario (m³)

$CODBO_{as}$: Carga orgánica de DBO (Kg/día)

$CVDBO_{as}$: Carga volumétrica de DBO= 0.5 kg/m³d

$$V_{eas} = \frac{11.68 \frac{\text{kg}}{\text{día}}}{0.5 \text{ kg/m}^3\text{d}}$$

$$V_{eas} = 23.36\text{m}^3$$

Volumen requerido

$$V_{ras1} = V_{eas1} * C_{vas}$$

Donde:

V_{ras} : Volumen requerido de la cámara (m³)

C_{vas} : Factor de volumen adicional por la infraestructura y relleno de grava =2

$$V_{ras1} = 23.36\text{m}^3 * 2$$

$$V_{ras1} = 46.72 \text{ m}^3$$

Área superficial de reactor secundario

$$V_{as1} = V_{ras} * F_{veas1}$$

$$Asas1 = \frac{Veas1}{Has}$$

Donde:

- Veas1 : Volumen efectivo de reactor secundario (m3)
Vras : Volumen requerido del reactor secundario (m3)
Fveas1 : Fracción del volumen 1 de Veas (tabla)
Has : Tirante Hidráulico en metros
Asas1 : Área superficial de reactor secundario en m2.

$$Vas1 = 46.72 \text{ m}^3 * 1$$

$$Vas1 = 46.72 \text{ m}^3$$

$$Asas1 = \frac{46.72 \text{ m}^3}{3.65 \text{ m}}$$

$$Asas1 = 12.8 \text{ m}^2.$$

Ancho de reactor secundario

$$Aas1 = \frac{Asas1}{Lp}$$

Donde:

- Aas1 : Ancho de cámara (m)
Asas1 : Área superficial de primera cámara m2
Lp : Largo de cámara inicial de Sedimentador primario

$$Aas1 = \frac{12.8 \text{ m}^2}{19.84}$$

$$Aas1 = 0.65 \text{ m}$$

Nota: cuando el valor de Aas1 sea menor que 0.9m. se deberá tomar como valor mínimo a 0.9 m

Sedimentador Secundario

DBO del influente

$$CDBO_{eas} = CDBO_{ep} * (1 - \% \text{ remoción A})$$

$$CODBO_{eas} = 25.9 * (1 - 0.35)$$

$$CODBO_{eas} = 16.835 \frac{\text{Mg}}{\text{L}}$$

Volumen efectivo de cámaras

$$V_{ef} = Q_m * T_{rf}$$

Donde:

V_{ef} : Volumen activo de la cámara (m³)

T_{rf} : Tiempo de retención día.

Q_m : gasto medio (m³/día)

$$V_{ef} = 449.28 \frac{\text{m}^3}{\text{día}} * \frac{1}{5} \text{ día}$$

$$V_{ef} = 89.86 \text{m}^3$$

Volumen requerido

$$V_{rf} = V_{ef} * C_{vf}$$

Donde:

Vrf : Volumen requerido para sedimentador secundario (m3)

Cvf : Factor de volumen adicional por infraestructura =1.5

Vef : Volumen efectivo de sedimentador secundario.

$$V_{ef} = 89.86 \text{ m}^3 * 1.5$$

$$V_{ef} = 134.78 \text{ m}^3$$

Área superficial

$$A_{sf} = \frac{V_{rf}}{H_f}$$

Donde:

A_{sf} : Área superficial (m²)

V_{rf} : Volumen requerido de la cámara en (m³)

H_f : tirante hidráulico (m)

$$A_{sf} = \frac{134.78 \text{ m}^3}{3.6 \text{ m}}$$

$$A_{sf} = 37.44 \text{ m}^2$$

Ancho de cámaras

$$A_f = \frac{A_{sf}}{L_p}$$

Donde:

A_f : Ancho de cámara (m)

A_{sf} : Área superficial de la primera cámara

L_p : Largo de la cámara inicial del sedimentador primario (m)

$$A_f = \frac{37.44 \text{ m}^2}{19.84 \text{ m}}$$

$$A_f = 1.90 \text{ m}$$

Carga orgánica

$$CODBO_f = CDBO_{eas} * Q_m$$

Donde:

CODBO_f : Carga orgánica de DBO (kg/día)

CDBO_{eas} : Concentración de DBO en el influente

Q_m : Gasto medio (m³/día)

$$CODBO_f = 16.835 \frac{\text{Mg}}{\text{L}} * 449.28 \frac{\text{m}^3}{\text{día}}$$

$$CODBO_f = 0.0168 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * 449.28 \frac{\text{m}^3}{\text{día}}$$

$$CODBO_f = 7.54 \frac{\text{kg}}{\text{día}}$$

Concentración SS efluente

$$Cs_{sef} = C_{ssep} * (1 - \% \text{remoción})$$

Donde:

C_{ssef} : concentración del SS del efluente (mg/l)

C_{ssep} : concentración de SS del influente (mg/l)

%remoción : 80 % de remoción expresado en fracción.

$$Cs_{sef} = 78.75 \text{ mg/l} * (1 - 0.8)$$

$$Cs_{sef} = 15.75 \frac{\text{mg}}{\text{L}}$$

Desinfección

Volumen efectivo

$$Ved = Q_m * Trd$$

Donde:

Ved : Volumen efectivo en el tanque de sedimentación (m³)

Q_m Gasto medio en m³

Trd : Tiempo de retención (d) , 15 min=0.001d

$$Ved = 449.28 \frac{\text{m}^3}{\text{dia}} * 0.01\text{d}$$

$$Ved = 4.49 \text{ m}^3$$

$$Ved = 4.5 \text{ m}^3$$

Volumen requerido

$$Vrd = Ved * Cvd$$

Donde:

Ved : Volumen efectivo en el tanque de desinfección (m³)

Vrd : Volumen requerido en el tanque de desinfección (m³)

Cvd : Factor de volumen adicional por infraestructura igual a 1.5

$$Vrd = 4.5 \text{ m}^3 * 1.5$$

$$Vrd = 6.7 \text{ m}^3$$

Área superficial

$$Asd = \frac{Vrd}{Hd}$$

Donde:

Asd : Área superficial en el tanque de desinfección (m²)

Vrd : Volumen requerido en el tanque de desinfección

Hd : tirante hidráulico (m)

$$Asd = \frac{6.7m^3}{2.5m}$$

$$Asd = 2.68 \text{ m}^2$$

$$Asd = 2.7 \text{ m}^2$$

Ancho de cámara

$$Ad = \sqrt{\frac{Asd}{1}}$$

Donde:

Ad : Ancho de tanque de desinfección

Asd : Área superficial en el tanque de sedimentación

$$Ad = \sqrt{\frac{2.7 \text{ m}^2}{1}}$$

$$Ad = 1.64 \text{ m}$$

$$Ad = 1.60$$

Largo de cámara

$$Ld = Ad$$

$$Ld = 1.60 \text{ m}$$

Dosis de hipoclorito requerido

$$W = \frac{Qm * Dcl}{\%cl \text{ act}}$$

Donde:

W : Hipoclorito de calcio requerido (g/d)

Dcl : dosis de tableta de cloro activo = 2mg/m³

Qm : Gasto medio m³/día

%cl act: Contenido en fracción de cloro activo en tableta de hipoclorito al 65%

$$W = \frac{449.28 \text{ m}^3/\text{dia} * 2\text{mg}/\text{m}^3}{0.65}$$

$$W = 1382.4 \frac{\text{g}}{\text{dia}}$$

$$W = 1.382 \frac{\text{kg}}{\text{día}}$$

Almacén de lodos

Sólidos producidos

$$Msl = \%L * Cssi * Qm$$

Donde:

Msl : Masa de sólidos en los lodos (Kg/d)

%L : Porcentaje de generación de lodos en fracción. El sistema Doyoo Yookasoo genera: 85%

Cssi : Concentración de SS en influente (kg/m³)= 0.225 kg/m³

Qm : Gasto medio en m³/día

$$Msl = 0.85 * 0.225 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * 449.28 \frac{\text{m}^3}{\text{dia}}$$

$$Msl = 85.9 \frac{\text{kg}}{\text{dia}}$$

Volumen de solidos producidos

$$Vsl = \frac{Msl}{Da * Ss * Ps}$$

Donde:

Vs : volumen efectivo de sólidos en lodos (m³/día)

Msl : Masa de sólidos en Lodos (Kg/día)

Da : Densidad de agua como referencia 1000 kg/m³

Ss : gravedad especifica de los lodos = 1.005

Ps : Porcentaje de sólidos, expresado como decimal para este sistema se utilizará el valor de 0.1

$$Vsl = \frac{85.9 \frac{\text{kg}}{\text{dia}}}{1000 \frac{\text{kg}}{\text{dia}} * 1.005 * 0.1}$$

$$Vsl = 0.85 \frac{\text{m}}{\text{dia}}$$

Volumen efectivo

$$Vel = Vsl * Trl$$

Donde:

Vel : volumen efectivo de almacén de lodos (m³/día)

Vsl : Volumen de sólidos de Lodos (Kg/día)

Trl : Tiempo de retención para almacén de lodos =365 días

$$Vel = 0.85 \frac{\text{m}^3}{\text{día}} * 365 \text{ dias}$$

$$Vel = 312.06 \text{ m}^3$$

Volumen requerido

$$Vrl = Vel * Cvl$$

Donde:

Vrl : Volumen requerido de almacén de lodos (m3)

Vel : Volumen efectivo de almacén de lodos (m3)

Cvl : Factor de volumen adicional por infraestructura = 1.5

$$Vrl = 312.06 \text{ m}^3 * 1.25$$

$$Vrl = 390.08 \text{ m}^3$$

Área superficial de almacén de lodos

$$Asl = \frac{Vrl}{HI}$$

Donde:

Asl : Área superficial de almacén de lodos (m3)

Vrl : volumen requerido de almacén de lodos (m3)

HI : tirante hidráulico m.

$$Asl = \frac{390.08 \text{ m}^3}{3.5 \text{ m}}$$

$$Asl = 111.45 \text{ m}^2$$

Ancho de cámara de almacén de lodos

$$Al = \sqrt{\frac{Asl}{3}}$$

Donde:

Al : ancho de almacén de lodos m

Asl : área superficial del almacén de lodos m²

$$Al = \sqrt{\frac{111.45}{3}}$$

$$Al = 6.09 \text{ m}$$

$$Al = 6.10 \text{ m}$$

Largo de cámara de almacén de lodos

$$Ll = 3Al = 3 * 6.10$$

$$Ll = 18.3$$

Donde:

Ll : largo del almacén de lodos (m)

Al : Ancho del almacén de lodos

Sopladores

Flujo de aire Aereador primario

$$Sa = CODBOa * Ca$$

Donde:

Sa : Flujo suministrado de aire requerido por aereador primario.(m³/día)

CoDBOa : Carga orgánica de DBO de reactor primario

Ca : Volumen de aire recomendado para aereador primario =90 m³/Kg DBO

$$S_a = 57.96 \frac{\text{kg}}{\text{dia}} * 90 \frac{\text{m}^3}{\text{kg}}$$

$$S_a = 5216.4 \frac{\text{m}^3}{\text{dia}}$$

Flujo suministrado Aereador secundario

$$S_{as} = \text{CODBOas} * \text{Cas}$$

Donde:

S_{as} : Flujo suministrado de aire requerido por aereador secundario (m³/día)

CODBOas : Carga orgánica de DBO de reactor secundario (kg/d)

Cas : Volumen de aire recomendado para reactor secundario =90 m³/Kg DBO

$$S_{as} = 11.68 \frac{\text{kg}}{\text{dia}} * 90 \frac{\text{m}^3}{\text{día}}$$

$$S_{as} = 1051.2 \frac{\text{m}^3}{\text{dia}}$$

Flujo de aire total en reactor biológico

$$S_t = S_a + S_{as}$$

Donde:

S_t : Flujo suministrado de aires total en reactor biológico (m³/s)

$$S_s = \frac{S_t}{\#e}$$

S_s : Flujo suministrado de aire por equipo (m³/s)

$\#e$: Numero de equipos suministradores de aire.

$$S_s = \frac{5216.4 + 1051.2}{2}$$

$$S_s = 3133.8 \frac{\text{m}^3}{\text{día}}$$

$$0.036 \text{ m}^3/\text{s}$$

Cálculo de potencia del equipo de soplado

$$P_o = \frac{S_s * P_a}{\%torque}$$

Donde:

P_o : Potencia del equipo de soplado (Kw)

S_s : Flujo suministrado de aire por equipo (m³/s)

P_a : Presión ejercida de agua (Pa)

%torque: Porcentaje en fracción de la capacidad total del equipo = 60 %

$$P_o = \left(\frac{0.036 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} * 39240 \text{ Pa}}{0.6} \right) * 0.001$$

$$P_o = 2.37 \text{ Kw}$$

Tabla 13: Resultado de cálculos para el Diseño

Unidades del proceso	Cámaras	Largo (m)	Ancho (m)	Tirante (m)	
Sedimentador primario	1ra	19.8	5.0	3.8	
	2da		2.5		
Aereador por contacto primario	1ra		3.2	3.7	
	2da		2.1		
Aereador por contacto secundario	1ra		0.9	3.65	
Sedimentador secundario	1ra		1.9	3.6	
Almacén de lodos	1ra		6.0	3.5	
Desinfección	1ra		1.60	1.60	2.5
Sopladores	Se necesitarán 2.37 KW de potencia.				

Fuente: Elaboración propia. (2018)

De acuerdo a los datos obtenidos en el dimensionamiento de la planta de tratamiento propuesta; estas son las dimensiones con la cuales se construirá el sistema propuesto para el distrito de Sicaya, teniendo un área total de 434.56 m².

4.1.3. RESULTADOS DE ANÁLISIS COSTOS PRESUPUESTO

El costo directo del presupuesto de la planta de tratamiento propuesta a la fecha nos arroja un valor de S/. 854316.04 de costo directo, lo cual debe de ser evaluado por la autoridad pertinente del distrito de Sicaya, ya que actualmente la planta de tratamiento de lagunas de oxidación con macrofitas se encuentra a cargo de la comunidad de Sicaya.

Tabla 14. RESUMEN DE PRESUPUESTO

RESUMEN DE PRESUPUESTO				
"APLICACIÓN DEL MODELO DOYOO YOOKASOO PARA EL MEJORAMIENTO DE PLANTAS DE TRATAMIENTO DE LODOS ACTIVADOS				
				TOTAL
OBRAS PROVISIONALES				15,431.11
OBRAS PRELIMINARES (GENERAL)				2,031.30
PRETRATAMIENTO				3,170.70
SEDIMENTADOR PRIMARIO				83,160.58
REACTOR BIOLÓGICO 3 CAMARAS				215,189.33
SEDIMENTADOR SECUNDARIO 1 CAMARA				40,504.64
ALMACEN DE LODOS 1 UNIDAD				40,906.73
CÁMARA DE DESINFECCION (1.60 X 1.60 M)				3,610.69
TUBERIA ENTERRADA (DESCARGA)				224,131.20
PRUEBA HIDRAULICA				2,382.80
SUMINISTRO E INSTALACION DE ACCESORIOS				720.00
CASETA DE CONTROL 5M X 7 M				215,444.42
VARIOS				29,135.01
CAPACITACION Y EDUCACION SANITARIA				10,500.00
OTROS				6,626.91
COSTO DIRECTO				892,945.42
COSTO TOTAL				1,390,851.79

Elaboración propia (2018)

Costo de inversión de planta de tratamiento de lodos activado de aireación extendida. Lima.

N° Personas	Caudal tratado	Sistema empleado	Área usada	Otros requisitos	Costo a considerar
1,519.	6 L/seg.	Lodos activados por aireación extendida.	<ul style="list-style-type: none"> • 910 m² • 0.60 m²/hab. 	<ul style="list-style-type: none"> • Dotación de agua constante. • Energía eléctrica. • Sólo trata desagüe doméstico. • A mayor altitud requerirá más consumo de energía. • Intervención social antes, durante y después de la construcción y funcionamiento de la planta. 	<ul style="list-style-type: none"> • Costo de inversión US\$ 166,500. • Costo de operación y mantenimiento US\$ 31,400 por año. • Costo de tratamiento US\$ 0.69 por m³.

Fuente: IPES, 2008.

Tabla 15. Diferencia de costos por m3 de agua tratada

Doyoo Yookasoo		
Q=	5.20	l/s
cambiar a	449.28	m3/día
para 365 días tendremos:	163987.20	m3
para 20 años	3279744.00	m3
Costo construcción	1390851.80	soles
Operación y mantenimiento*20 años	6954259.00	soles
otros (cambio sopladores)	40000.00	soles
Costo general	8385110.80	soles
Costo por m3 de agua tratada	2.56	soles

aireación extendida (fuente)		
Costo de m3 de agua tratada	2.32	soles

En la tabla se puede apreciar la variación de costos por metro cubico de agua tratada, uno con sistema de lodos activados y el otro con la aplicación del sistema Doyoo Yookasoo. El sistema propuesto excede den 0.24 céntimos por m3 de agua que se trata.

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1 En relación al objetivo específico: Analizar la mejora de la aplicación del modelo Doyoo Yookasoo en la calidad del agua en las plantas de tratamiento de lodos activados según los datos obtenidos nuestros resultados del efluente, respetan los Límites Máximos permisibles establecidos por el MINAM (2010); con respecto a los ECAs se pudo observar que todos los parámetros cumplen con los estándares a excepción de los Coliformes que toleran un máximo de 1000 NMP/100 ml y nuestro resultado fue de 2000 NMP/100 ml, por lo que se realizó un balance de masas en contraste con el río Mantaro, el cuerpo receptor del efluente de la planta propuesta, y se puede verificar que si nuestro efluente descarga en el Río Mantaro no perjudicaría la calidad del agua del mismo, debido a que el Río contiene 230000 NMP/100 ml y nuestra mezcla 229953 NMP/100 ml, lo cual resulta en que este efluente, de ser descargado al Río Mantaro no afectará la calidad del agua del mismo, en relación resultados obtenidos del efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales del distrito de Sicaya. En conclusión, se acepta la Hipótesis: La aplicación del modelo Doyoo Yookasoo mejora significativamente la calidad del agua en las plantas de tratamiento de lodos activados. Así como refiere Analuisa (2016), en su conclusión: La planta de tratamiento Doyoo Yookasoo elimina la carga orgánica residual y otras sustancias contaminantes (nutrientes, fósforos y nitrógeno) que no elimina la depuración secundaria, además el agua de salida cumple con el DBO que exige la norma.

Por lo expuesto queda a criterio del ingeniero proyectista la utilización del modelo propuesto, tomando en consideración los requerimientos mínimos tales como área, energía eléctrica.

5.2. En relación al objetivo específico: Identificar la mejora de la aplicación del modelo Doyoo Yookasoo en el dimensionamiento de plantas de tratamiento de lodos activados, con los resultados obtenidos, de Sedimentador primario: cámara 01 con área de 99 m², cámara 02 con área de 49.5 m² -Aireador (3 cámaras), cámara 01 con área de 63.36 m², cámara 02 con área de 41.58 m² - cámara 03 con área de 17.82 m² ; sedimentador secundario de 1 cámara con una área de 17.82 m² y cámara de desinfección con un área de 2.56 m², obteniendo un área total de 434.56 m², lo que a su vez es positivo por que optimiza la reducción de la utilización de áreas extensas y por ende más costosas, las cuales si son evidentes en modelos convencionales de plantas de tratamiento de aguas residuales. Aprovechando el tipo de sistema propuesto, este reduce los olores desagradables por la aireación inyectada en sus reactores y finalmente la disposición del área sobre la superficie es un valor agregado que las plantas de tratamiento en nuestro país no contemplan. En tal sentido se acepta la Hipótesis 2: La aplicación del modelo Doyoo Yookasoo mejora significativamente el dimensionamiento de plantas de tratamiento de lodos activados; así como refiere Ocampo, (2013) en su libro "operación y mantenimiento de plantas de tratamiento de lodos activados". Cuando hace mención a los recursos mínimos necesarios para que una planta de tratamiento de lodos activados sea eficiente. Además se calcula cantidad de potencia requerida para el equipo de soplado en el sistema propuesto y que depende, mucho de la área a mover o trasladar hasta la siguiente unidad de tratamiento

5.3. En relación al objetivo específico: “Determinar la mejora de la aplicación del modelo Doyoo Yookasoo en los costos y presupuesto de plantas de tratamiento de lodos activados. Se pudo obtener los siguientes resultados, costo total: 1,390,851.79 soles lo que hace que agregando el costo por mantenimiento a un periodo de 20 años, cada m³ nos cueste S/ 2.56, este dato fue contrastado con el costo por metros cúbico de agua tratada de una planta de tratamiento de lodos activados en nuestro país obteniendo una diferencia de 0.24 céntimos. Si bien es cierto el resultado de tratar un metro cubico es elevado, es válido mencionar que la calidad de agua cumple con los ECAs de manera eficiente según lo establece la norma. En conclusión, no se acepta la hipótesis 3: La aplicación del modelo Doyoo Yookasoo mejora significativamente los costos y presupuesto de plantas de tratamiento de lodos activados. Así como refiere en el Manual, “Recomendaciones para la elección de plantas de tratamiento de agua residual aptas para Bolivia” en donde como en todo país hace hincapié al factor económico para que éste sea viable económicamente y no presente problemas por gastos de operación y mantenimiento lo que posteriormente se convertiría en una infraestructura obsoleta generando pérdidas a la población beneficiada de ella.

5.4. En relación al Objetivo general: Determinar la mejora de la aplicación del modelo Doyoo Yookasoo en las plantas de tratamiento de lodos activados. Se pudo determinar la mejora significativa de la planta de tratamiento de aguas residuales con el modelo Doyoo Yookaso en tres conjuntos muy importantes: Como resultados favorables de calidad de agua con los parámetros establecidos y aceptados por el MINAM en el Decreto Supremo 003-2010; ahorro de espacio gracias al diseño que propone una estructura en conjunto enterrada generando que el aspecto final de planta se funda en el paisaje como área verde eliminado malos olores en proceso de tratamiento secundario con la utilización de aireación de las cámaras eliminando los gases volátiles a través la oxidación producida, y finalmente con respecto al mejoramiento de Costos y presupuesto, los resultados fueron más elevados

que en un sistema convencional de tratamiento de aguas residuales con lodos activados en un 10.3%, lo cual no representa un excesivo aumento y menos aun cuando el agua resultante de ese tratamiento no genera efectos de contaminación. Si no que con análisis y estudios posteriores se podría obtener aguas con calidad para reúso como riego de áreas verdes, riego de áreas de cultivo, etc. Como refiere la CONAGUA en el Manual sistemas de tratamiento de aguas residuales utilizados en Japón.

CONCLUSIONES

De los resultados presentados, discusión de resultados podemos llegar a las siguientes conclusiones:

1. El sistema propuesto para mejorar las plantas de tratamiento de aguas residuales en poblaciones pequeñas cumple con su objetivo de mejorar la calidad de agua emitiendo efluentes de calidad a un cuerpo receptor(previos análisis) de acuerdo a su estudios de balances de masa y justificación requerida.
2. De acuerdo a los resultados obtenidos en cuanto al diseño propuesto, este reduce áreas y debido a su efecto deorizador por sus características de diseño no emite olores por lo que la población beneficiaria puede construir sus viviendas muy cerca de la planta, también se puede proponer el uso del área libre de la planta de tratamiento como jardines, áreas verdes, parque y jardines, etc.
3. Con el resultado del presupuesto final observado en el costo directo se puede llegar a la conclusión de que la planta propuesta tiene un relativamente mayor en 10.3% que un sistema convencional, por lo que para su evaluación preliminar la entidad pertinente del distrito debe evaluar las condiciones económicas para el proyecto y su viabilidad.
4. En general, la aplicación del modelo Doyoo Yookaso mejora las características mencionadas anteriormente en los resultados específicos, lo que generaría bienestar social , y económico de ser puesto en marcha el proyecto.

RECOMENDACIONES

Con respecto a las recomendaciones se puede exponer lo siguiente:

1. Con respecto a la toma de muestras, se recomienda cumplir con lo exigido en la RESOLUCIÓN MINISTERIAL N° 273-2013-VIVIENDA, para el monitoreo de la calidad e efluentes de plantas de tratamiento, para no alterar resultados y por ende asegurar la veracidad de los mismos para el trabajo de investigación.

Realizar los ensayos en Laboratorios de calidad que evidencien los verdaderos resultados de nuestras muestras a tomar en lo posible probados por el INACAL o que ya tengan antecedentes con antiguos proyectos que se realicen a nivel nacional.

2. Para la elección del terreno a proponer para la nueva planta de tratamiento, se debe tener en consideración la topografía de la zona, tratando de encontrar un área que sea apropiada para el diseño, dicho esto es recomendable realizar estudios topográficos que confirmen el nivel del terreno, el cual es un parámetro muy importante en la toma de decisiones y elección del terreno para su construcción.

3. Con el presupuesto base obtenido luego del análisis de costos se podría reducir costos de utilización de energía proponiendo nuevas tecnologías así como los paneles solares, los que pueden solucionar o reducir costos de operación y mantenimiento luego de poner en marcha la planta de tratamiento. Entonces se podría pasar a utilizar el término de las tecnologías Limpias, y recategorizar el proyecto no solo en eficiente si no también eco amigable al ambiente que lo rodea.

4. Se recomienda analizar los parámetros más importantes para determinar la eficiencia del proyecto de acuerdo a la realidad social y económica de la población teniendo énfasis en los parámetros, Calidad del resultado, Costos y Diseño según la topografía de zona a evaluar, entre otros.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Carrasco, S. (2006) Metodología de la Investigación. Editorial San Marcos - Lima.

CONAGUA (2013) manual de sistemas de tratamiento de aguas residuales utilizado en Japón. México.

INEI, Instituto Nacional de Estadística e Informática (2013). Anuario de estadísticas ambientales de Perú.

Instituto Geológico y Minero de España (2011) La depuración de las aguas residuales urbanas de pequeñas poblaciones mediante infiltración directa en el terreno. España.

Ley de recursos Hídricos (2009) Ley N° 29338.

Ley General del Ambiente (2005) N° 28611

Norma O.S 090, Obras de Saneamiento. Plantas de tratamiento de aguas residuales.

MINAM, Decreto Supremo N° 004 - 2017- MINAM, Estándares de calidad del agua.

Ocampo, A. (2013). Operación y mantenimiento de plantas de tratamiento de aguas residuales con el proceso de Lodos Activados. Editorial Arturo V. México

Sampieri, R. (2014) Metodología de la investigación. Sexta edición .Impreso en México.

OEFA, (2014) Fiscalización Ambiental en aguas residuales. Impreso por Billy Víctor Odiaga Franco –Lima.

Ramalho, R. (1990) Tratamiento de aguas residuales. Editorial Reverté. Quebec, Canadá.

Unesco, (2017). Aguas residuales: El recurso desaprovechado. Informe final de las naciones Unidas sobre el desarrollo de recursos Hídricos.

Wolgang, W. (2010) Recomendaciones para la elección de plantas de tratamiento de agua residual aptas para Bolivia. Anesapa. La paz – Bolivia.

ANEXOS

MATRIZ DE CONSISTENCIA



“APLICACIÓN DEL MODELO DOYOO YOOKASOO PARA EL MEJORAMIENTO DE PLANTAS DE TRATAMIENTO DE LODOS ACTIVADOS”

Problema	Objetivos	Marco teórico	Hipótesis	Variables y dimensiones	Metodología
<p>Problema general:</p> <p>¿De que manera la aplicación del modelo Doyoo Yookasoo mejora las plantas de tratamiento de lodos activados?</p>	<p>Objetivo general:</p> <p>Determinar la mejora de la aplicación del modelo Doyoo Yookasoo en las plantas de tratamiento de lodos activados.</p>	<p>1. Antecedentes:</p> <p>A nivel Nacional.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ramos, C. 2014) En su tema de tesis “Modelo de tratamiento de aguas residuales lodos activados convencional en el valle del Mantaro” para obtener el título de Ingeniero Civil <p>A nivel internacional.</p> <ul style="list-style-type: none"> - ANALUISA, J. (2016) En su tema de tesis “Diseño del sistema de alcantarillado sanitario y del tratamiento de sus aguas residuales con el método Doyoo Yookasoo para el barrio el cristal, parroquia totoras, cantón Ambato, provincia de Tungurahua” en la Universidad técnica de Ambato – Ecuador <p>2. Marco teórico referencial:</p> <ul style="list-style-type: none"> - OS. 090 Plantas de Tratamiento de Aguas residuales – Sencico. - Norma OS.090 – Planta de tratamiento de aguas residuales – RNE. - Kimura, Hiroko. (s.f.), Doyoo Yooka Jou, Japón.Sol is the best nature Resource. - “MANUAL DE SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES UTILIZADOS EN JAPÓN”. Realizado por Agencia de Cooperación Internacional de Japón en coordinación con la Comisión Nacional del Agua. 	<p>Hipótesis general:</p> <p>La aplicación del modelo Doyoo Yookasoo mejora significativamente las plantas de tratamiento de lodos activados.</p>	<p>Variable Independiente:</p> <p>El modelo Doyoo Yookasoo</p> <p>Dimensiones:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Calidad del agua - Dimensionamiento - Costos y presupuesto 	<p>Tipo: Aplicada. Nivel: Descriptivo – explicativo Diseño: Cuasi-experimental Esquema del diseño de investigación</p> <p style="text-align: center;">Ge x 01 Gc - 02</p> <p>Donde: Ge = grupo experimental Gc = grupo de control X = Estimulo - = No se aplica el estimulo 01 – 02 = Pos prueba</p> <p>Población y muestra</p> <ul style="list-style-type: none"> - Población: conjunto de sistemas de tratamiento de aguas residuales del distrito de Sicaya - Muestra: Planta de tratamiento de aguas residuales del distrito de Sicaya. - Tipo de muestreo: - Por interés y/o conveniencia <p>Técnicas e instrumentos: Técnicas</p> <ul style="list-style-type: none"> - Documental: - Libros, manuales, normas - De campo - Toma de muestras - Análisis de laboratorio - Levantamiento topográfico <p>Instrumentos</p> <ul style="list-style-type: none"> - Documental: - Fichas varias - De campo - Informe de laboratorio - Plano topográfico
<p>Problemas específicos:</p> <p>a) De qué manera la aplicación del modelo Doyoo Yookasoo mejora la calidad del agua en las plantas de tratamiento de lodos activados?</p> <p>b) ¿De qué manera la aplicación del modelo Doyoo Yookasoo mejora el dimensionamiento de plantas de tratamiento de lodos activados?</p> <p>c) ¿De qué manera la aplicación del modelo Doyoo Yookasoo mejora los costos y presupuesto de plantas de tratamiento de lodos activados?</p>	<p>Objetivos específicos:</p> <p>a) Analizar la mejora de la aplicación del modelo Doyoo Yookasoo en la calidad del agua en las plantas de tratamiento de lodos activados</p> <p>b) Identificar la mejora de la aplicación del modelo Doyoo Yookasoo en el dimensionamiento de plantas de tratamiento de lodos activados</p> <p>c) Determinar la mejora de la aplicación del modelo Doyoo Yookasoo en los costos y presupuesto de plantas de tratamiento de lodos activados</p>		<p>Hipótesis específicas</p> <p>a) La aplicación del modelo Doyoo Yookasoo mejora significativamente la calidad del agua en las plantas de tratamiento de lodos activados</p> <p>b) La aplicación del modelo Doyoo Yookasoo mejora significativamente el dimensionamiento de plantas de tratamiento de lodos activados.</p> <p>c) La aplicación del modelo Doyoo Yookasoo mejora significativamente los costos y presupuesto de plantas de tratamiento de lodos activados.</p>	<p>Variable dependiente:</p> <p>Planta de tratamiento de lodos activados (modelo convencional)</p> <p>Dimensiones:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Calidad del agua - Dimensionamiento - Costos y presupuesto 	

INFORMES DE LABORATORIO

LABORATORIO DE ENSAYO "AMBIENTAL LABORATORIOS S.A.C"

INFORME DE ENSAYO: AL/IE-007-18

I. DATOS DEL SERVICIO:

- | | |
|-------------------------------|--|
| 1. Cliente: | Rivera Ramos Roció Del Pilar |
| 2. Orden de servicio N°: | AL/OS-007-18 |
| 3. Tipo de muestra: | Muestra declarada por el cliente: Agua Residual |
| 4. Toma de muestra: | Por el cliente. |
| 5. Referencia cliente: | PM-002 |
| 6. Procedencia de la muestra: | Salida Planta De Tratamiento De Agua Residual
Sicaya- Huancayo. |
| 7. Nombre del proyecto: | "Aplicación Del Modelo Doyoo Yookasoo En
Plantas De Tratamiento De Lodos Activados" |

II. DATOS DE ITEM DE ENSAYO:

- | | |
|-----------------------------------|--|
| 1. Cantidad de muestra: | 02 muestras en frasco de plástico
01 frasco de vidrio |
| 2. Fecha de recepción de muestra: | 10 De Octubre 2018 |
| 3. Periodo de ensayo: | Del 11 - 16 De Octubre 2018 |
| 4. Código de laboratorio: | M-007 |

III. RESULTADOS:

Descripción de la muestra	Parámetro	Unidad	Método de ensayo	Resultado
PM-002	pH(*)	Unidad pH	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500 - H+ B.22nd Ed.2012	7.8
PM-002	Aceites y grasas(*)	mg/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5520 B, 22nd Ed.2012	17
PM-002	Coliformes termotolerantes(*)	NMP/100mL	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 B, 22nd Ed.2012	18 000 000
PM-002	Demanda bioquímica de oxígeno (*)	mg/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 22nd Ed.2012	112

(*) Los parámetros indicados no han sido acreditados por INACAL-DA, por lo que los resultados son referenciales.

El presente informe es redactado íntegramente en AMBIENTAL LABORATORIOS S.A.C, su adulteración o su uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales en la materia, no podrá ser reproducido parcial o totalmente salvo autorización escrita de AMBIENTAL LABORATORIOS S.A.C; solo es válido únicamente a las muestras ensayadas. Los resultados de los ensayos, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Página 1 de 2

LABORATORIO DE ENSAYO "AMBIENTAL LABORATORIOS S.A.C"

INFORME DE ENSAYO: AL/IE-007-18

RESULTADOS:

Descripción de la muestra	Parámetro	Unidad	Método de ensayo	Resultado
PM-002	Demanda química de oxígeno (*)	mg/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 22nd Ed.2012	204
PM-002	Sólidos totales en suspensión(*)	mg/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 22nd Ed.2012	142
PM-002	temperatura(*)	°C	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2550 B, 22nd Ed.2012	14

(*) Los parámetros indicados no han sido acreditados por INACAL-DA, por lo que los resultados son referenciales.



Ing. Irvin H. Laurente Galarza
Jefe de laboratorio
CIP N° 175912




Ing. J. Lili Ancelmo De La Cruz
jefe de Calidad
CIP N° 175894

El presente informe es redactado íntegramente en AMBIENTAL LABORATORIOS S.A.C, su adulteración o su uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales en la materia, no podrá ser reproducido parcial o totalmente salvo autorización escrita de AMBIENTAL LABORATORIOS S.A.C; solo es válido únicamente a las muestras ensayadas. Los resultados de los ensayos, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Página 2 de 2



AMBIENTAL LABORATORIOS S.A.C. CADENA DE CUSTODIA

Código: CC-LAB
Revisión: REV 01/2018

RUC:	Lugar de muestreo: DISTRITO DE SICAYA	N° de cadena de custodia ⁽¹⁾ : AL/CC-007-18
Solicitante:	Proyecto: APLICACION DEL MODELO DOYAO JOOKOSCO EN PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES	N° de informe de ensayo ⁽²⁾ : AL/EE-007-18
Dirección:	Tel.:	
e-mail:	PARAMETROS:	

N° DE MUESTRA	CÓDIGO DE LABORATORIO ⁽³⁾	PUNTO DE MONITOREO	MUESTREO		UBICACIÓN UTM ⁽⁴⁾	N° DE FRASCOS POR PUNTO DE MUESTREO		VOLUMEN TOTAL	PH	Aceites y grasas	Coliformos	Temperaturas	DRB5	DBO	TSS	Temperatura	OBSERVACIONES
			FECHA (d-m-a)	HORA (24:00)		P	V										
01	M-007	PM-002	10/10/18	15:00	470075 DR.8670401	2	1	36	X	X	X	X	X	X	X	X	
TOTAL																	
R 1																	

(1) Campo exclusivo para el laboratorio.
 (2) Parámetros según requerimiento del cliente.
 (3) Tomar las coordenadas UTM utilizando un GPS.
 (4) AP(Agua Potable); AR(Agua Residual); AS(Agua Superficial); AT(Agua Subterránea); AM(Agua de Mar); AL(Agua Pluvial); EF(Efluente); SE(Sedimentos); BV(Blanco Viejero); DP(Duplicado); BC(Blanco de Campo).

DATOS	MUESTREO POR /ANALISTA DE CAMPO	CLIENTE	LABORATORIO - RECEPCION DE MUESTRAS
NOMBRES Y APELLIDOS:	ROCIO DEL PIZAR RIVERA RAMOS	ROCIO DEL PIZAR RIVERA RAMOS	MUESTRAS RECIBIDAS INTACTAS
FECHA:	10/10/18	10/10/18	TIPO DE RECIPIENTE ADECUADO
HORA:	17:00	17:30	MUESTRAS DENTRO DEL PERIODO DE ANALISIS
FIRMA:	<i>[Firma]</i>	<i>[Firma]</i>	CONSERVACION DE MUESTRAS
OBSERVACIONES:			FRIO: <input checked="" type="checkbox"/> AMBIENTE:



LABORATORIO DE ENSAYO "AMBIENTAL LABORATORIOS S.A.C"

INFORME DE ENSAYO: AL/IE-011-18

I. DATOS DEL SERVICIO:

- | | |
|-------------------------------|---|
| 1. Cliente: | Rivera Ramos Roció del Pilar |
| 2. Orden de servicio N°: | AL/OS-011-18 |
| 3. Tipo de muestra: | Muestra declarada por el cliente: Agua Residual |
| 4. Toma de muestra: | Por el cliente. |
| 5. Referencia cliente: | PM-003 |
| 6. Procedencia de la muestra: | Declarada por el cliente
(Planta de tratamiento elaboración propia). |
| 7. Nombre del proyecto: | "Aplicación Del Modelo Doyoo Yookasoo En Plantas De Tratamiento De Lodos Activados" |

II. DATOS DE ITEM DE ENSAYO:

- | | |
|-----------------------------------|--|
| 1. Cantidad de muestra: | 02 muestras en frasco de plástico
01 frasco de vidrio |
| 2. Fecha de recepción de muestra: | 29 De Octubre 2018 |
| 3. Periodo de ensayo: | Del 29 de Octubre al 08 de Noviembre 2018 |
| 4. Código de laboratorio: | M-011 |

III. RESULTADOS:

Descripción de la muestra	Parámetro	Unidad	Método de ensayo	Resultado
PM-003	pH(*)	Unidad pH	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500 - H+ B.22nd Ed.2012	6.5
PM-003	Aceites y grasas(*)	mg/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5520 B, 22nd Ed.2012	15
PM-003	Coliformes termotolerantes(*)	NMP/100mL	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 B, 22nd Ed.2012	8 000
PM-003	Demanda bioquímica de oxígeno (*)	mg/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 22nd Ed.2012	90

(*) Los parámetros indicados no han sido acreditados por INACAL-DA, por lo que los resultados son referenciales.

El presente informe es redactado íntegramente en AMBIENTAL LABORATORIOS S.A.C, su adulteración o su uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales en la materia, no podrá ser reproducido parcial o totalmente salvo autorización escrita de AMBIENTAL LABORATORIOS S.A.C; solo es válido únicamente a las muestras ensayadas. Los resultados de los ensayos, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Página 1 de 2

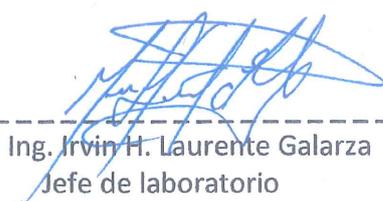
LABORATORIO DE ENSAYO "AMBIENTAL LABORATORIOS S.A.C"

INFORME DE ENSAYO: AL/IE-011-18

RESULTADOS:

Descripción de la muestra	Parámetro	Unidad	Método de ensayo	Resultado
PM-003	Demanda química de oxígeno (*)	mg/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 22nd Ed.2012	185
PM-003	Sólidos totales en suspensión(*)	mg/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 22nd Ed.2012	127
PM-003	temperatura(*)	°C	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2550 B, 22nd Ed.2012	17

(*) Los parámetros indicados no han sido acreditados por INACAL-DA, por lo que los resultados son referenciales.



 Ing. Irvin H. Laurente Galarza
 Jefe de laboratorio
 CIP N° 175912





 Ing. J. Lili Ancelmo De La Cruz
 jefe de Calidad
 CIP N° 175894

El presente informe es redactado íntegramente en AMBIENTAL LABORATORIOS S.A.C, su adulteración o su uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales en la materia, no podrá ser reproducido parcial o totalmente salvo autorización escrita de AMBIENTAL LABORATORIOS S.A.C; solo es válido únicamente a las muestras ensayadas. Los resultados de los ensayos, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Página 2 de 2

ASESORÍA Y CONSULTORÍA "ANDY"

ING. ROJAS QUINTO ANDRES CORCINO

Ingeniero Químico Colegiado Reg. CIP N° 21526, Ms. C. Ingeniería Química Ambiental
Ms. C. en Didáctica Universitaria, Doctor en Ingeniería Química y Ambiental, Dr. en Educación
Monitoreo Ambiental en agua, Suelos y Residuos Sólidos, Asesoría y Consultoría en Procesos Metalúrgicos,
Análisis de Agua y Minerales . Asesoría de Tesis de Pre Grado, Maestrías y Doctorados.

INFORME DE ANÁLISIS DE AGUA RESIDUAL

SOLICITANTE	: ROCIO DEL PILAR RIVERA RAMOS
PROYECTO	: APLICACIÓN DEL MODELO DOYOO YOOKASOO EN PLANTA DE TRATAMIENTO DE LODOS ACIVADOS
CAPTACIÓN	: PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SICAYA (EFLUENTE)
FECHA DE MUESTREO	: 29-10-2018
ANALISTA	: Dr. ANDRÉS CORCINO ROJAS QUINTO
RECOLECTOR DE LA MUESTRA	ROCIO DEL PILAR RIVERA RAMOS

DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO (DBO₅) : 5210-B ROB 5 DÍAS
POTENCIAL DE HIDROGENO (pH) : 4500-H⁺ B Método electrométrico
SÓLIDOS TOTALES EN SUSPENSIÓN : APHA 2540 B
ACEITES Y GRASAS : SOXHLET
COLIFORMES TERMOTOLERANTES : NMP/100 mL

RESULTADOS DE ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO

Análisis	Unidades	Resultados	LMP
Aceites y grasas	mg /L	12.0	20
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO ₅)	mg /L	95.0	100.0
Demanda química de oxígeno (DQO)	mg /L	170.0	200.0
Potencial de hidrogeno (pH)	unidad	6.8	6,5- 8.5
Sólidos totales en suspensión	mg/L	130.0	150.0
Coliformes termotolerantes	Nmp/100mL	8500.0	10 000.0
Temperatura	°C	17.0	<35

LMP: Límite máximo permisible

mg /L: miligramos por litro

DS N° 003-2010-MINAM (Aprueban límites máximos permisibles para los efluentes de plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas o municipales)

Huancayo, 14 de noviembre de 2018.


Andrés Corcino Rojas Quinto
INGENIERO QUÍMICO
CIP N° 21526

LABORATORIO DE ENSAYO "AMBIENTAL LABORATORIOS S.A.C"

INFORME DE ENSAYO: AL/IE-006-18

I. DATOS DEL SERVICIO:

- | | |
|-------------------------------|--|
| 1. Cliente: | Rivera Ramos Roció Del Pilar |
| 2. Orden de servicio N°: | AL/OS-006-18 |
| 3. Tipo de muestra: | Muestra declarada por el cliente: Agua Residual |
| 4. Toma de muestra: | Por el cliente. |
| 5. Referencia cliente: | PM-001 |
| 6. Procedencia de la muestra: | Ingreso Planta De Tratamiento De Agua Residual
Sicaya- Huancayo. |
| 7. Nombre del proyecto: | "Aplicación Del Modelo Doyoo Yookasoo En
Plantas De Tratamiento De Lodos Activados" |

II. DATOS DE ITEM DE ENSAYO:

- | | |
|-----------------------------------|--|
| 1. Cantidad de muestra: | 02 muestras en frasco de plástico
01 frasco de vidrio |
| 2. Fecha de recepción de muestra: | 18 De Setiembre 2018 |
| 3. Periodo de ensayo: | Del 19 - 24 De Setiembre 2018 |
| 4. Código de laboratorio: | M-006 |

III. RESULTADOS:

Descripción de la muestra	Parámetro	Unidad	Método de ensayo	Resultado
PM-001	pH(*)	Unidad pH	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500 - H+ B.22nd Ed.2012	8.2
PM-001	Aceites y grasas(*)	mg/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5520 B, 22nd Ed.2012	28
PM-001	Coliformes termotolerantes(*)	NMP/100mL	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 B, 22nd Ed.2012	30 000 000
PM-001	Demanda bioquímica de oxígeno (*)	mg/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 22nd Ed.2012	185

(*) Los parámetros indicados no han sido acreditados por INACAL-DA, por lo que los resultados son referenciales.

El presente informe es redactado íntegramente en AMBIENTAL LABORATORIOS S.A.C, su adulteración o su uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales en la materia, no podrá ser reproducido parcial o totalmente salvo autorización escrita de AMBIENTAL LABORATORIOS S.A.C; solo es válido únicamente a las muestras ensayadas. Los resultados de los ensayos, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Página 1 de 1

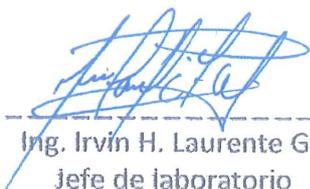
LABORATORIO DE ENSAYO
"AMBIENTAL LABORATORIOS S.A.C"

INFORME DE ENSAYO: AL/IE-006-18

RESULTADOS:

Descripción de la muestra	Parámetro	Unidad	Método de ensayo	Resultado
PM-001	Demanda química de oxígeno (*)	mg/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 22nd Ed.2012	310
PM-001	Sólidos totales en suspensión(*)	mg/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 22nd Ed.2012	225
PM-001	temperatura(*)	°C	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2550 B, 22nd Ed.2012	13.0

(*) Los parámetros indicados no han sido acreditados por INACAL-DA, por lo que los resultados son referenciales.



Ing. Irvin H. Laurente Galarza
Jefe de laboratorio
CIP N° 175912




Ing. J. Lili Ancelmo De La Cruz
jefe de Calidad
CIP N° 175894

El presente informe es redactado íntegramente en AMBIENTAL LABORATORIOS S.A.C, su adulteración o su uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales en la materia, no podrá ser reproducido parcial o totalmente salvo autorización escrita de AMBIENTAL LABORATORIOS S.A.C; solo es válido únicamente a las muestras ensayadas. Los resultados de los ensayos, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.



AMBIENTAL LABORATORIOS S.A.C

CADENA DE CUSTODIA

Código: CC-LAB
Revisión: REV 01/2018

RUC:		Lugar de muestreo: <u>DISTRITO SICAYA</u>	N° de cadena de custodia ⁽¹⁾ : <u>AL/CC-006-18</u>
Solicitante: <u>ROCIO DEL PIZAR RIVERA ROMOS</u>	Proyecto: <u>APLICACION DEL MODELO DRYO YOKOSCOO EN PANTOS DE TRATAMIENTOS DE LUDOS ACTIVADOS</u>		N° de informe de ensayo ⁽²⁾ : <u>AL/IE-006-18</u>
Dirección:			
e-mail:		PARAMETROS ⁽³⁾	

N° DE MUESTRA	CÓDIGO DE LABORATORIO ⁽⁴⁾	PUNTO DE MONITOREO	MUESTREO		UBICACIÓN UTM ⁽⁵⁾	VOLUMEN TOTAL	N° DE FRASCOS POR PUNTO DE MUESTREO		PH	Acidez y bases	Cohymentos	DB5	DBO	TSS	Temperatura	OBSERVACIONES	PRESERVACION		
			FECHA (d-m-a)	HORA (24:00)			P	V									PH>8	PH<8	OTROS
01	M-006	PH-001	18/09/2018	17:00	869863 8670401	13L	2	1	X	X	X	X	X	X					
TOTAL 2 1																			

(1) Campo exclusivo para el laboratorio.
 (2) Parámetros según requerimiento del cliente.
 (3) Tomar las coordenadas UTM utilizando un GPS.
 (4) AP(Agua Potable); AR(Agua Residual); AS(Agua Superficial); AT(Agua Subterránea); AM(Agua de Mar); AU(Agua Pluvial); EF(Efluente); VE(Verimientos); SE(Sedimentos); BV(Blanco Viejero); DP(Duplicado); BC(Blanco de Campo).

DATOS		MUESTREO POR /ANALISTA DE CAMPO		CLIENTE		LABORATORIO - RECEPCION DE MUESTRAS	
NOMBRES Y APELLIDOS:	<u>ROCIO DEL PIZAR RIVERA ROMOS</u>	ROCIO DEL PIZAR RIVERA ROMOS	<u>ERLEN LAURENTE GALDEZP</u>	MUESTRAS RECIBIDAS INTACTAS	SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	TIPO DE RECIPIENTE ADECUADO	SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
FECHA:	<u>18/09/2018</u>	<u>18/09/2018</u>	<u>18/09/2018</u>	MUESTRAS DENTRO DEL PERIODO DE ANALISIS	SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	CONSERVACION DE MUESTRAS	SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
HORA:	<u>17:00</u>	<u>17:00</u>	<u>18:00</u>	FRIO: <input checked="" type="checkbox"/>	AMBIENTE: <input checked="" type="checkbox"/>		
FIRMA:							
OBSERVACIONES:							



Oficina Principal: Av. Ferrocarril N° 661 - Chlica - Huancayo
 Laboratorio: Av. Saraguro 519 - Barrio Chanchas - Huancayo

Email: ecolab@ambientallab.com

Tel: 011 411 1783

	INFORME DE MONITOREO DE CALIDAD DE AGUAS RESIDUALES	Fecha: 18/10/2018
		Informe N°: 08-18-AM/LAB
		Tipo de Estudio: Monitoreo de calidad de efluentes

INFORME DE MONITOREO AMBIENTAL DE CALIDAD DE EFLUENTE

Proyecto de Tesis: “Aplicación del Modelo Doyoo Yookasoo en Plantas de Tratamiento de Lodos Activados”

I. INTRODUCCIÓN

El monitoreo que nos permitirá caracterizar los efluentes de aguas residuales municipales, se realizan según la Ley de los Recursos Hídricos, Ley N°29338, que regula el uso y gestión de los recursos hídricos. Esto es a fin de que se puedan contar con los resultados de análisis para el Proyecto de Tesis “Aplicación del Modelo Doyoo Yookasoo en Plantas de Tratamiento de Lodos Activados”

Es interesante indicar que el proceso de lagunas facultativas es un proceso biológico, también conocido como bioproceso, que permite el desarrollo de una depuración de origen natural en la que los microorganismos son capaces de devolver – depurar - agua contaminada a su estado natural. ¿Cómo se consigue esto? A través de lo que se conoce como tratamiento o proceso aerobio, a través de la aireación prolongada y la recirculación de fangos activos que elimina las sustancias biodegradables que están disueltas en el agua residual.

II. OBJETIVOS

- ✓ Determinar la calidad del efluente de loa PTAR, Laguna Facultativa de Sicaya.
- ✓ Realizar la comparación del resultado del análisis de laboratorio con los Límites Máximos Permisibles (LMP).
- ✓ Interpretar los resultados de ensayo de la calidad de los efluentes.

III. MARCO NORMATIVO

- ✓ D.S. N° 003-2010-MINAM, Aprueban Límites Máximos Permisibles para los efluentes de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domesticas o Municipales.
- ✓ Resolución Ministerial N° 273-2013-VIVIENDA, Protocolo de Monitoreo de la Calidad de los Efluentes de las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domesticas o Municipales – PTAR.
- ✓ Ley N° 29338 del 31/03/2009, Ley de Recursos Hídricos, tiene por objeto establecer el marco jurídico institucional para la administración, conservación, uso, aprovechamiento sostenible y preservación en cantidad y calidad de todos los recursos hídricos existente en el país, sean estos superficiales, subterráneos,

	INFORME DE MONITOREO DE CALIDAD DE AGUAS RESIDUALES	Fecha: 18/10/2018
		Informe N°: 08-18-AM/LAB
		Tipo de Estudio: Monitoreo de calidad de efluentes

residuales y de cualquier otra naturaleza, garantizando a su vez la protección de los demás recursos naturales, los ecosistemas y el ambiente.

- ✓ Ley General del Ambiente, Ley N° 28611 del 13/09/2005, tiene por objeto la gestión ambiental en el Perú, establece los principios y normas básicas para asegurar el efectivo ejercicio del derecho a un ambiente saludable, equilibrado y adecuado para el pleno desarrollo de la vida.

IV. METODOLOGÍA DEL TRABAJO

4.1. MONITOREO DE CALIDAD DE AGUA RESIDUALES

Se toma en referencia la *Resolución Ministerial N° 273-2013-VIVIENDA*, Protocolo de Monitoreo de la Calidad de los Efluentes de las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domesticas o Municipales – PTAR.

4.2. METODOLOGIA DEL MONITOREO

Puntos de monitoreo

Los puntos de monitoreo deben guardar concordancia, respecto a la evaluación del efluente residual, según lo especificado en el instrumento de gestión ambiental.

Agua residual tratada (efluente), dispositivo de salida

Se ubicará un punto de monitoreo en la salida del agua residual cruda a la PTAR, después de todo el recorrido en la PTAR, se indicara el punto que descargan a la salida a la PTAR.

En todos los casos el punto de monitoreo debe ubicarse en un lugar que evite la interferencia de sólidos de gran tamaño en la toma de muestras, por lo que debe ubicarse preferentemente después del proceso de cribado de las aguas residuales.

Parámetros de calidad

Los parámetros sujetos al monitoreo de los efluentes de las PTAR son los indicados en el D.S. N° 003-2010-MINAM para los cuales se fija los Límites Máximos Permisibles. Estos son los siguientes:

- ✓ Aceites y Grasas
- ✓ Coliformes Termotolerantes
- ✓ Demanda Bioquímica de Oxígeno
- ✓ Demanda Química de Oxígeno
- ✓ pH
- ✓ Sólidos Totales Suspendidos
- ✓ Temperatura

	INFORME DE MONITOREO DE CALIDAD DE AGUAS RESIDUALES	Fecha: 18/10/2018
		Informe N°: 08-18-AM/LAB
		Tipo de Estudio: Monitoreo de calidad de efluentes

Desarrollo del monitoreo

El Monitoreo se desarrollará conforme al presente documento y será analizado por Ambiental Laboratorios S.A.C.

El trabajo de campo se inicia con la preparación de materiales (incluido material de laboratorio), equipos e indumentaria de protección.

- a. Materiales
 - ✓ Fichas de registro de campo
 - ✓ Cadena de custodia
 - ✓ Plumón indeleble
 - ✓ Frascos debidamente etiquetados
 - ✓ Cajas térmicas (pequeña y grande)
 - ✓ Reloj
 - ✓ Cuerda de nylon de 0,5 al cm de diámetro de longitud suficiente para manipular los baldes de muestreo en los puntos de monitoreo
- b. Equipos
 - ✓ GPS para la identificación inicial del punto de monitoreo
 - ✓ Cámara fotográfica
- c. Indumentaria de protección
 - ✓ Botines de seguridad
 - ✓ Gafas de seguridad
 - ✓ Guantes de látex descartables
 - ✓ Casco
 - ✓ Respirador con cartucho para gases y polvo

4.3. ANÁLISIS DE CALIDAD DE AGUA

Cuadro N° 01: Metodología de análisis

N°	PARÁMETRO	MÉTODO DE ANÁLISIS
01	pH	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500 - H+ B.22nd Ed.2012
02	Aceites y grasas	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5520 B, 22nd Ed.2012
03	Coliformes termotolerantes	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 B, 22nd Ed.2012
04	Demanda bioquímica de oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 22nd Ed.2012
05	Demanda química de oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 22nd Ed.2012
06	Sólidos totales en suspensión	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 22nd Ed.2012
07	temperatura	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2550 B, 22nd Ed.2012

Fuente: APHA

	INFORME DE MONITOREO DE CALIDAD DE AGUAS RESIDUALES	Fecha: 18/10/2018
		Informe N°: 08-18-AM/LAB
		Tipo de Estudio: Monitoreo de calidad de efluentes

V. DESCRIPCIÓN DEL MONITOREO

5.1. UBICACIÓN

Las plantas de tratamiento de aguas residuales, se ubican en el distrito de Sicaya.

5.1.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA

Se detalla la coordenada para cada punto de monitoreo.

Cuadro N° 02: Coordenadas ubicación de monitoreo

LUGAR	DESCRIPCIÓN	COORDENADAS EN UTM		COTA (msnm)
		ESTE	NORTE	
D. Sicaya	Salida	470045	8670491	3246

Fuente: Elaboración propia

Vista N° 01: Ubicación del punto de monitoreo de la PTAR de Sicaya.



	INFORME DE MONITOREO DE CALIDAD DE AGUAS RESIDUALES	Fecha: 18/10/2018
		Informe N°: 08-18-AM/LAB
		Tipo de Estudio: Monitoreo de calidad de efluentes

VI. RESULTADOS

6.1. RESULTADOS DE LABORATORIO

Cuadro N° 03: Resultados de ensayo de los parámetros.

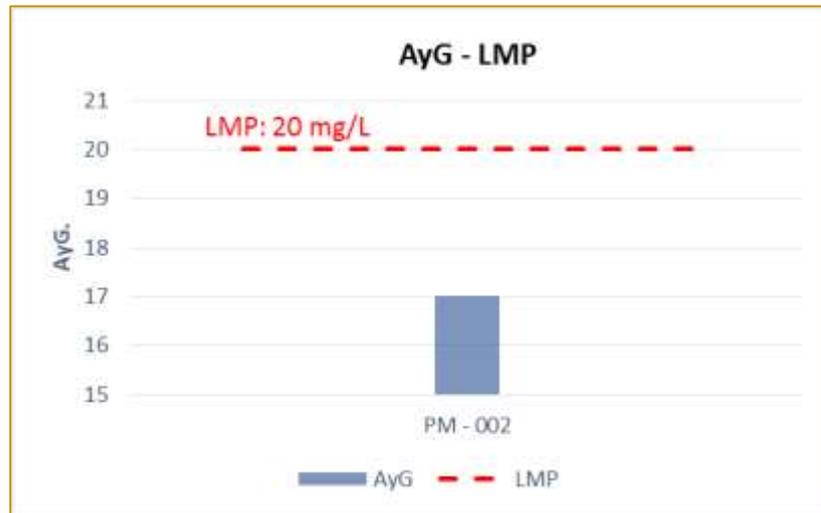
N°	Parámetro	Unidad	Ingreso
1	Aceites y grasas	mg/L	17
2	Potencial de hidrógeno	unidad pH	7.8
3	Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	112
4	Demanda Química de Oxígeno	mg/L	204
5	Sólidos totales en suspensión	mg/L	142
6	Temperatura	°C	14
7	Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	18000000

6.2. COMPARACION DE RESULTADOS

Producto declarado		Agua				
Matriz analizada		Agua residual				
Fecha de muestreo		10/10/2018				
Hora de inicio de muestreo (h)		15:00				
Coordenadas UTM		470045E 8670401N				
Altura (msnm)		3246				
Descripción del punto de muestreo		Entrada a PTAR				
Código del cliente		PM-002				
N°	PARÁMETRO	Unidad			Resultado	LMP
1	Aceites y grasas	mg/L			17	20
2	Potencial de hidrogeno	unidad pH	7.8	8.5		
3	Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	112	100		
4	Demanda Química de Oxígeno	mgO2/L	204	200		
5	Sólidos totales en Suspensión	mg/L	142	150		
6	Temperatura	°C	14	35		
7	Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	18000000	10000		

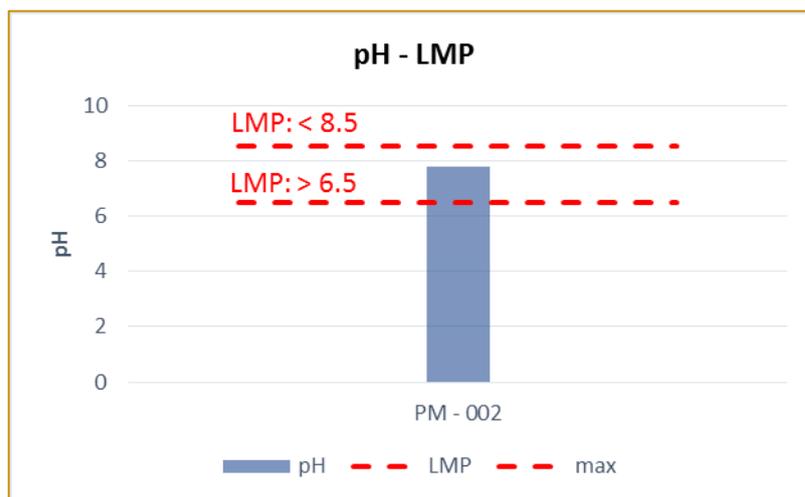
VII. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

➤ ACEITES Y GRASAS (AyG)



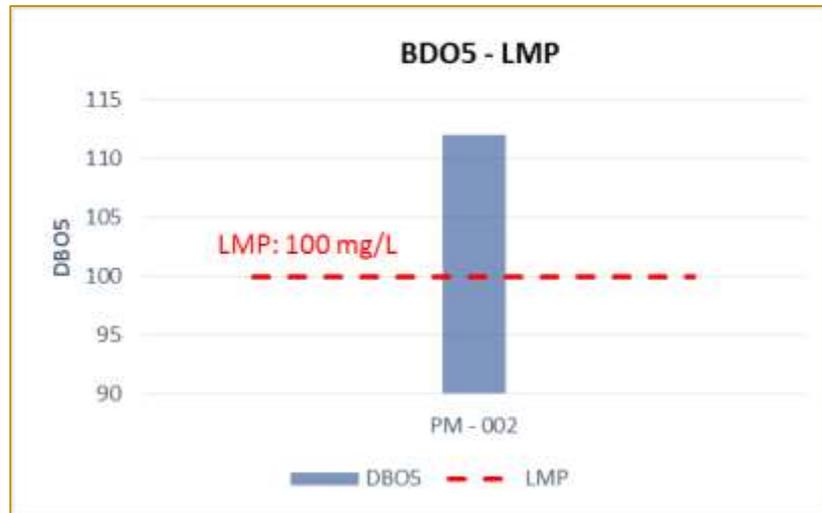
En el gráfico se compara el valor obtenido del resultado del análisis para la salida de la PTAR, con los valores de los Límites Máximos Permisibles para efluentes, observando que el valor para el parámetro de Aceites y Grasas es menor al rango que indica de los LMP.

➤ POTENCIAL DE HIDROGENO (pH)



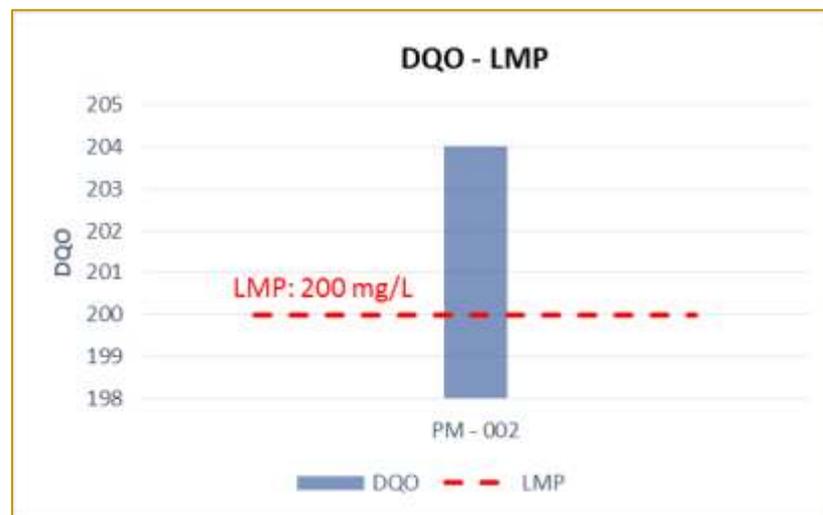
Para el caso del parámetro de Potencial de Hidrogeno, el resultado del análisis está dentro del rango de valores que indica los Límites Máximos Permisibles para efluentes.

➤ **DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO (DBO₅)**



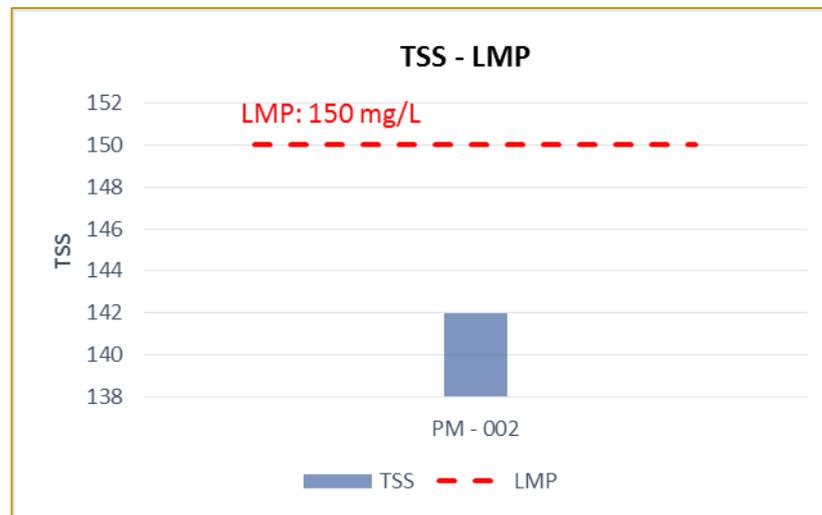
En el gráfico se compara el resultado del análisis del parámetro de Demanda Bioquímica de Oxígeno, con los valores de los Límites Máximos Permisibles para efluentes, observando que el valor obtenido esta fuera del rango.

➤ **DEMANDA QUÍMICA DE OXIGENO (DQO)**



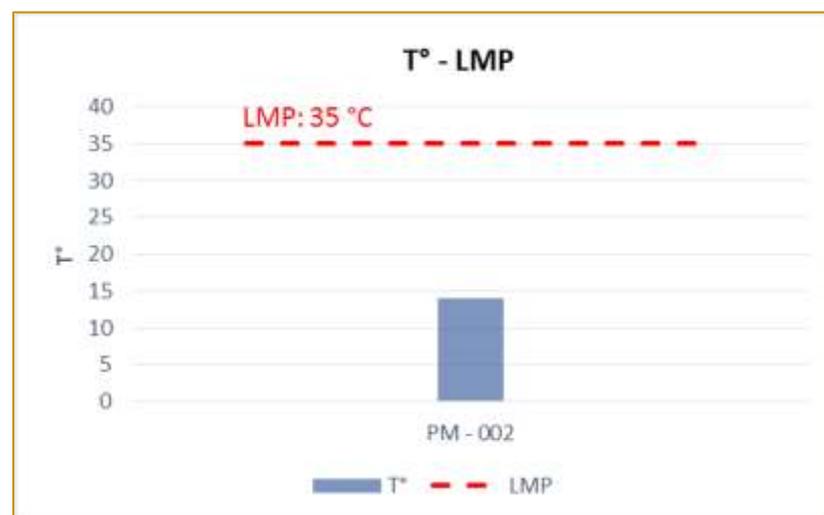
La comparación del resultado del parámetro de Demanda Química de Oxígeno con los valores que indica los Límites Máximos Permisibles, nos indica que el valor obtenido del análisis sobrepasa el rango que indica de los LMP.

➤ **SÓLIDOS TOTALES EN SUSPENSIÓN (TSS)**



En el gráfico se compara el valor del parámetro de los Sólidos Totales en Suspensión obtenidos del resultado de laboratorio, con los valores de los Límites Máximos Permisibles para efluentes, teniendo que los valores obtenidos están por debajo del valor que indica de los LMP.

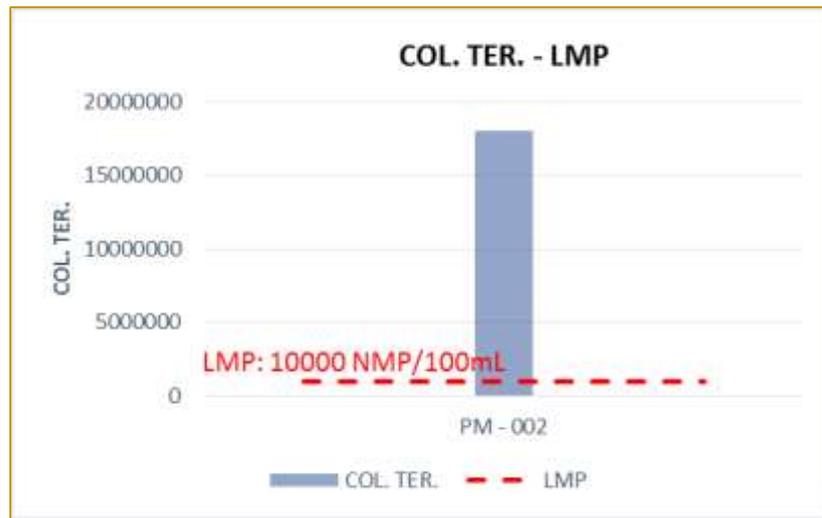
➤ **TEMPERATURA (T°)**



En la comparación del valor obtenido del resultado del análisis de laboratorio para la Temperatura, con los valores de los Límites Máximos Permisibles para efluentes, observamos que el valor obtenido está por debajo del rango que indica de los LMP.

	INFORME DE MONITOREO DE CALIDAD DE AGUAS RESIDUALES	Fecha: 18/10/2018
		Informe N°: 08-18-AM/LAB
		Tipo de Estudio: Monitoreo de calidad de efluentes

➤ **COLIFORMES TERMOTOLERANTES (COL. TER.)**



En el gráfico se compara los resultados del valor de los Coliformes Fecales o Termotolerantes, con los valores de los Límites Máximos Permisibles para efluentes, observando que valor obtenido del análisis sobrepasa los LMP.

VIII. CONCLUSIONES

- El análisis se realizó bajo los “métodos normalizados APHA, AWWA, WPCF para el análisis de aguas potable y residual” Ed. 2012, obteniendo los siguientes resultados; aceites y grasas 17 mg/L, demanda bioquímica de oxígeno 112 mg/L, demanda química de oxígeno 204 mg/L, sólidos totales suspendidos 142 mg/L, coliformes termotolerantes 18 000 000 NMP/100mL, pH 7.8, temperatura 14 °C.
- La evaluación de los resultados se realizó de acuerdo al Resolución Ministerial N° 003-2010-VIVIENDA, que corresponde a efluentes de aguas residuales municipales. Obteniendo que los parámetros como coliformes termotolerantes, demanda bioquímica de oxígeno, demanda química de oxígeno, sobrepasan los Límites Máximos Permisibles para Los Efluentes de La laguna de oxidación.
- Se deben tomar en cuenta los criterios de diseño para las características hidrogeológicas y climáticas de la región, procurando una adecuada capacidad de volumen y suficiente tiempo de retención para el tratamiento de las aguas residuales.

IX. RECOMENDACIONES

- Se debería realizar los muestreos de calidad del agua en diferentes horarios del día y en diferentes periodos de (máximas avenidas y épocas de estiaje), para conocer el funcionamiento del sistema y la variabilidad que presentan los parámetros fisicoquímicos y biológicos del agua en función de las condiciones ambientales.

	INFORME DE MONITOREO DE CALIDAD DE AGUAS RESIDUALES	Fecha: 18/10/2018
		Informe N°: 08-18-AM/LAB
		Tipo de Estudio: Monitoreo de calidad de efluentes

- Determinar un manejo adecuado para la realización del mantenimiento preventivo de todos los procesos que constituyen el sistema de tratamiento por La laguna de oxidación.

X. ANEXOS

- Cadena de custodia
 - Resultados de laboratorio
-

	INFORME DE MONITOREO DE CALIDAD DE AGUAS RESIDUALES	Fecha: 25/09/2018
		Informe N°: 08 -18-AM/LAB
		Tipo de Estudio: Monitoreo de calidad de afluentes

INFORME DE MONITOREO AMBIENTAL DE CALIDAD DE AFLUENTE

Proyecto de Tesis: “Aplicación del Modelo Doyoo Yookasoo en Plantas de Tratamiento de Lodos Activados”

I. INTRODUCCIÓN

El monitoreo para los afluentes de aguas residuales municipales, se realizan según el marco de la Ley de los Recursos Hídricos, Ley N°29338, que regula el uso y gestión de los recursos hídricos. Comprende el agua superficial, subterránea, continental y los bienes asociados a esta. Esto es a fin de que se puedan tomar ejecutar las acciones necesarias para la conservación y recuperación de los ecosistemas naturales con el Proyecto de Tesis “Aplicación del Modelo Doyoo Yookasoo en Plantas de Tratamiento de Lodos Activados”

La creciente presión sobre los cuerpos naturales de aguas originada por las actividades antropogénicas (poblacionales y productivas) puede afectar la calidad de los recursos hídricos, impactando en los ecosistemas acuáticos y comprometiendo la disponibilidad del recurso hídrico, dado que el uso de las aguas contaminadas constituye un riesgo para la salud de las personas y para la calidad de los productos agropecuarios y afines.

Por tal motivo, se hace necesaria la ejecución de acciones de vigilancia y fiscalización de la calidad de los recursos hídricos por el vertimiento de aguas servidas (afluentes) que permiten evaluar su calidad para planificar e implementar acciones de prevención, mitigación y control de los impactos negativos.

II. OBJETIVOS

- ✓ Determinar la calidad del afluente de la PTAR, Laguna Facultativa del Distrito de Sicaya.
- ✓ Realizar la comparación del resultado de ensayo con los Límites Máximos Permisibles (LMP).
- ✓ Interpretar los resultados de ensayo de la calidad de los afluentes.

III. MARCO NORMATIVO

- ✓ D.S. N° 003-2010-MINAM, Aprueban Límites Máximos Permisibles para los afluentes de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domesticas o Municipales.
- ✓ Resolución Ministerial N° 273-2013-VIVIENDA, Protocolo de Monitoreo de la Calidad de los Afluentes de las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domesticas o Municipales – PTAR.
- ✓ Ley N° 29338 del 31/03/2009, Ley de Recursos Hídricos, tiene por objeto establecer el marco jurídico institucional para la administración, conservación, uso, aprovechamiento sostenible y preservación en cantidad y calidad de todos los recursos hídricos existente en el país, sean estos superficiales, subterráneos, residuales y de cualquier otra

	INFORME DE MONITOREO DE CALIDAD DE AGUAS RESIDUALES	Fecha: 25/09/2018
		Informe N°: 08 -18-AM/LAB
		Tipo de Estudio: Monitoreo de calidad de afluentes

naturaleza, garantizando a su vez la protección de los demás recursos naturales, los ecosistemas y el ambiente.

- ✓ Ley General del Ambiente, Ley N° 28611 del 13/09/2005
Tiene por objeto la gestión ambiental en el Perú, establece los principios y normas básicas para asegurar el efectivo ejercicio del derecho a un ambiente saludable, equilibrado y adecuado para el pleno desarrollo de la vida.

IV. METODOLOGÍA DEL TRABAJO

4.1. MONITOREO DE CALIDAD DE AGUA RESIDUALES

Se toma en referencia la *Resolución Ministerial N° 273-2013-VIVIENDA*, Protocolo de Monitoreo de la Calidad de los Afluentes de las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domesticas o Municipales – PTAR.

4.2. METODOLOGIA DEL MONITOREO

Puntos de monitoreo

El punto de monitoreo deben guardar concordancia, respecto a la evaluación del afluente residual, según lo especificado en el instrumento de gestión ambiental.

El punto de monitoreo serán en la entrada a la PTAR.

Agua residual cruda (afluente), entrada a la PTAR

Se ubicará un punto de monitoreo en el ingreso del agua residual cruda a la PTAR, después de la combinación de los distintos colectores de agua residual que descargan a la obra de llegada a la PTAR o, en su defecto, al ingreso a cada módulo de tratamiento, según sea el diseño del ingreso a la PTAR.

En todos los casos el punto de monitoreo debe ubicarse en un lugar que evite la interferencia de sólidos de gran tamaño en la toma de muestras, por lo que debe ubicarse preferentemente después del proceso de cribado de las aguas residuales.

Parámetros de calidad

Los parámetros sujetos al monitoreo de los afluentes de las PTAR son los indicados en el D.S. N° 003-2010-MINAM para los cuales se fija los Límites Máximos Permisibles. Estos son los siguientes:

- ✓ Aceites y Grasas
- ✓ Coliformes Termotolerantes
- ✓ Demanda Bioquímica de Oxígeno
- ✓ Demanda Química de Oxígeno
- ✓ pH
- ✓ Sólidos Totales Suspendidos
- ✓ Temperatura



**INFORME DE MONITOREO DE CALIDAD DE AGUAS
RESIDUALES**

Fecha: 25/09/2018

Informe N°: 08 -18-AM/LAB

Tipo de Estudio: Monitoreo
de calidad de afluentes

Desarrollo del monitoreo

El Monitoreo se desarrollará conforme al presente documento y será analizado por Ambiental Laboratorios S.A.C.

El trabajo de campo se inicia con la preparación de materiales (incluido material de laboratorio), equipos e indumentaria de protección.

Preparación de materiales y equipos

Tiene como objetivo cubrir todos los elementos indispensables para llevar a cabo un monitoreo de forma efectiva, por lo que es importante preparar con anticipación los materiales de trabajo, formatos (registro de datos de campo, etiquetas para las muestras de agua residual y cadena de custodia). Asimismo, se debe contar, sin carácter limitante, con los materiales y equipos de muestreo operativo y debidamente calibrado, que se señalan a continuación.

a. Materiales

- ✓ Cadena de custodia
- ✓ Plumón indeleble
- ✓ Frascos debidamente etiquetados
- ✓ Cajas térmicas (pequeña y grande)
- ✓ Cronómetro
- ✓ Reloj
- ✓ Cuerda de nylon de 0,5 al cm de diámetro de longitud suficiente para manipular los baldes de muestreo en los puntos de monitoreo

b. Equipos

- ✓ GPS para la identificación inicial del punto de monitoreo
- ✓ Cámara fotográfica

c. Indumentaria de protección

- ✓ Botines de seguridad
- ✓ Gafas de seguridad
- ✓ Guantes de látex descartables
- ✓ Casco
- ✓ Respirador con cartucho para gases y polvo

4.3. ANÁLISIS DE CALIDAD DE AGUA

Cuadro N° 01: Metodología de análisis

N°	PARÁMETRO	MÉTODO DE ANÁLISIS
01	pH	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500 - H+ B.22nd Ed.2012
02	Aceites y grasas	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5520 B, 22nd Ed.2012
03	Coliformes termotolerantes	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 B, 22nd Ed.2012

04	Demanda bioquímica de oxígeno	de	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 22nd Ed.2012
05	Demanda química de oxígeno	de	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 22nd Ed.2012
06	Sólidos totales en suspensión	en	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 22nd Ed.2012
07	temperatura		SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2550 B, 22nd Ed.2012

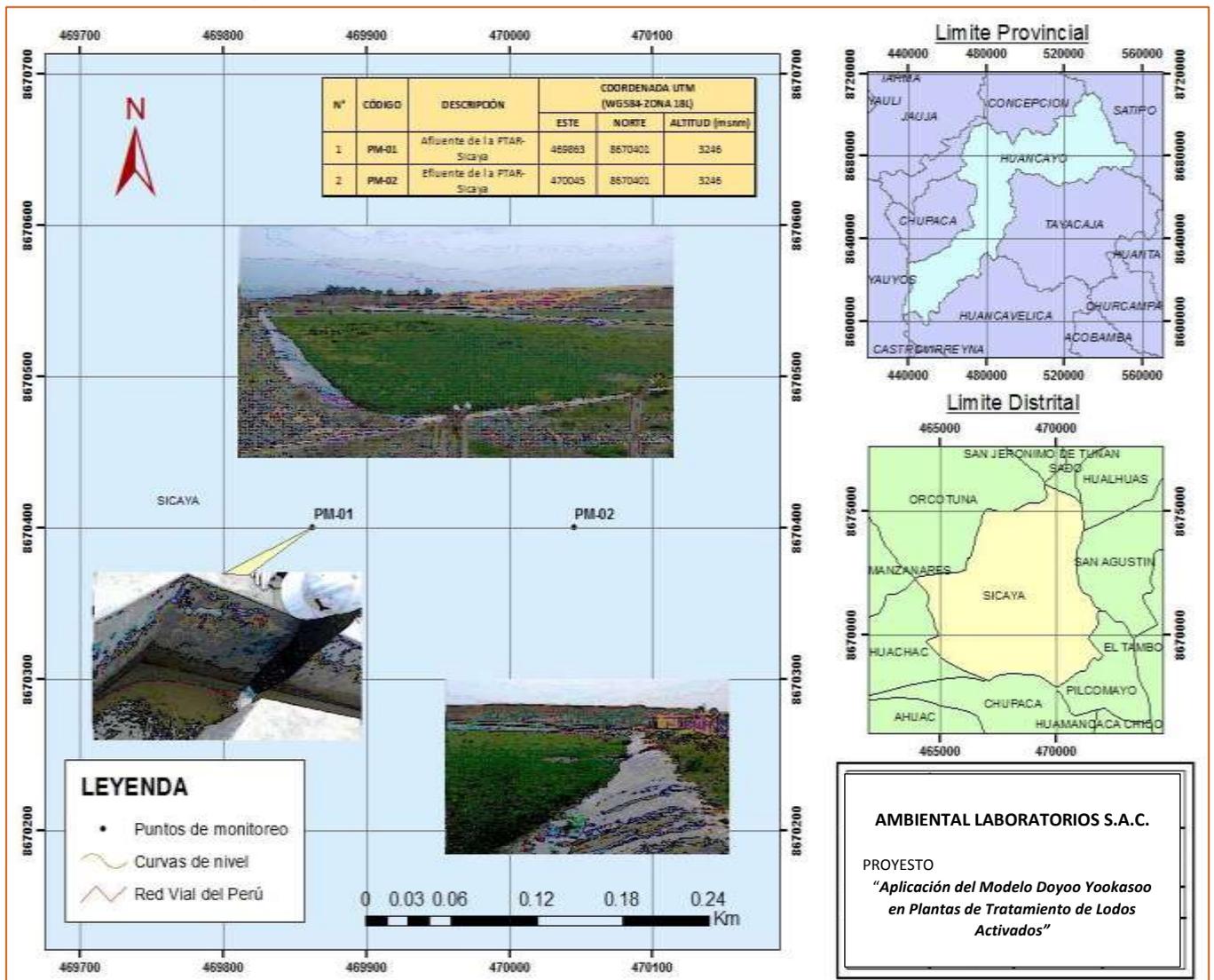
Fuente: APHA

V. DESCRIPCIÓN DEL MONITOREO

5.1. UBICACIÓN

Las plantas de tratamiento de aguas residuales, se ubican en el distrito de Sicaya.

Imagen N° 01: Localización de la PTAR de Sicaya



5.1.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA

Se detalla las coordenadas para el punto de monitoreo.

Cuadro N° 02: Coordenadas ubicación de monitoreo

LUGAR	DESCRIPCIÓN	COORDENADAS EN UTM		COTA (msnm)
		ESTE	NORTE	
Sicaya	Ingreso	469863	8670401	3246

Fuente: Elaboración propia

Vista N° 01: Ubicación del punto de monitoreo de la PTAR de Sicaya



VI. RESULTADOS

6.1. RESULTADOS DE LABORATORIO

Cuadro N° 03: Resultados de ensayo de los parámetros.

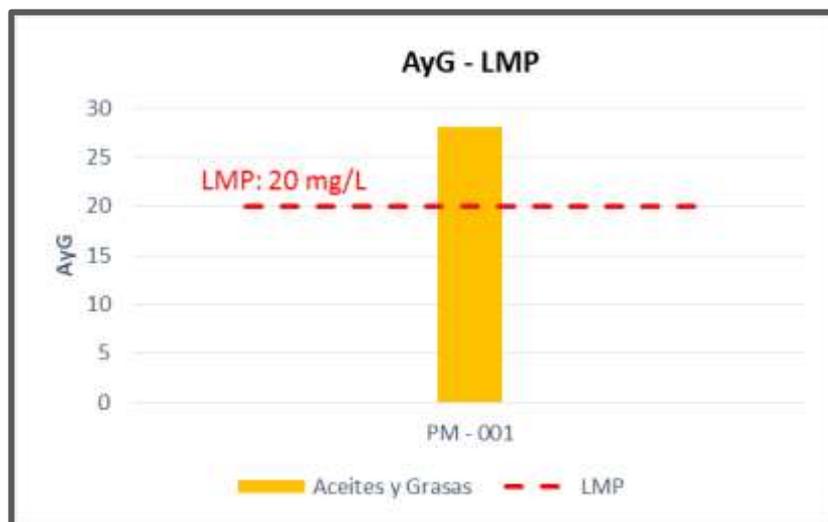
N°	Parámetro	Unidad	Ingreso
1	Aceites y grasas	mg/L	28
2	Potencial de hidrógeno	unidad pH	8.2
3	Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	185
4	Demanda Química de Oxígeno	mg/L	310
5	Solidos totales en suspensión	mg/L	225
6	Temperatura	°C	13
7	Coliformes Termotolerantes	NMP/100 mL	3000000

6.2. COMPARACION DE RESULTADOS

Producto declarado			Agua	
Matriz analizada			Agua residual	
Fecha de muestreo			18/09/2018	
Hora de inicio de muestreo (h)			17:00	
Coordenadas UTM			469863E 8670401N	
Altura (msnm)			3246	
Descripción del punto de muestreo			Entrada a PTAR	
Código del cliente			PM-001	
N°	PARÁMETRO	Unidad	Resultado	LMP
1	Aceites y grasas	mg/L	28	20
2	Potencial de hidrogeno	unidad pH	8.2	8.5
3	Demanda Bioquimica de Oxígeno	mg/L	185	100
4	Demanda Quimica de Oxígeno	mgO2/L	310	200
5	Solidos totales en suspensión	mg/L	225	150
6	Temperatura	°C	13	35
7	Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	30000000	10000

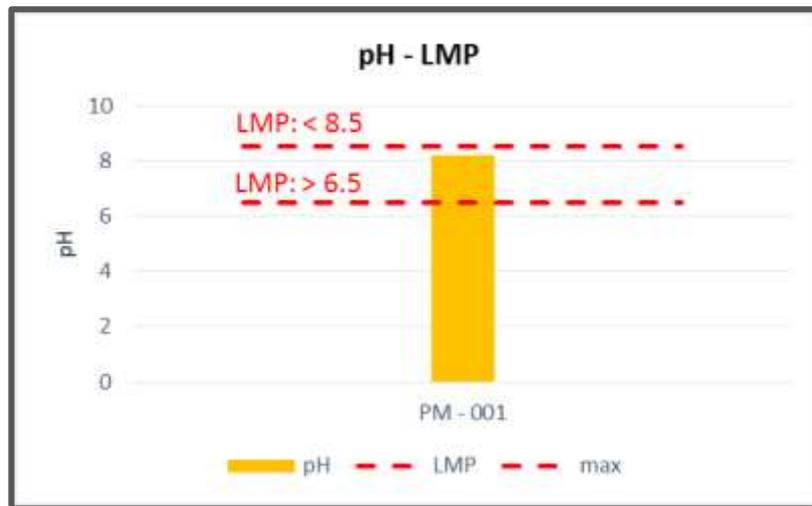
VII. DISCUSIÓN DE RESULTADOS CON LMP

➤ **ACEITES Y GRASAS (AyG)**



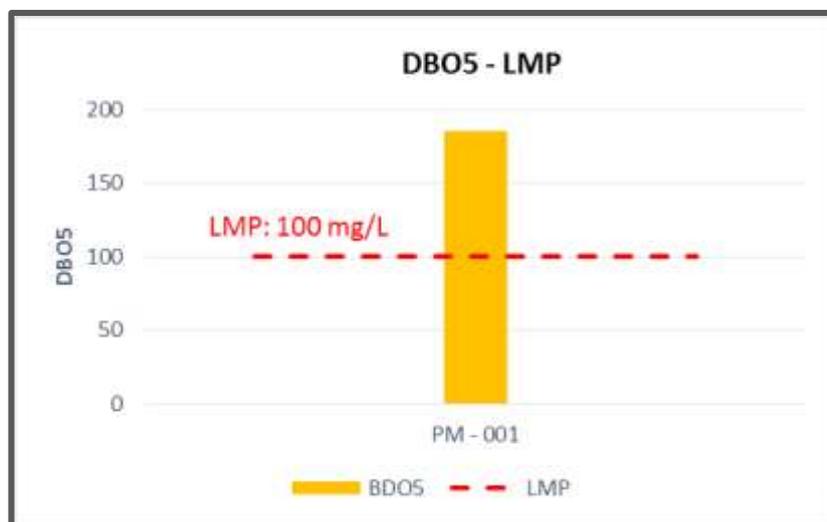
En el gráfico se compara los valores obtenidos para la salida de la PTAR, con los valores de los Limites Maximos Permmisibles para afluentes. Observando que el valor para el parámetro Aceites y Grasas sobrepasa los LMP.

➤ POTENCIAL DE HIDROGENO (pH)



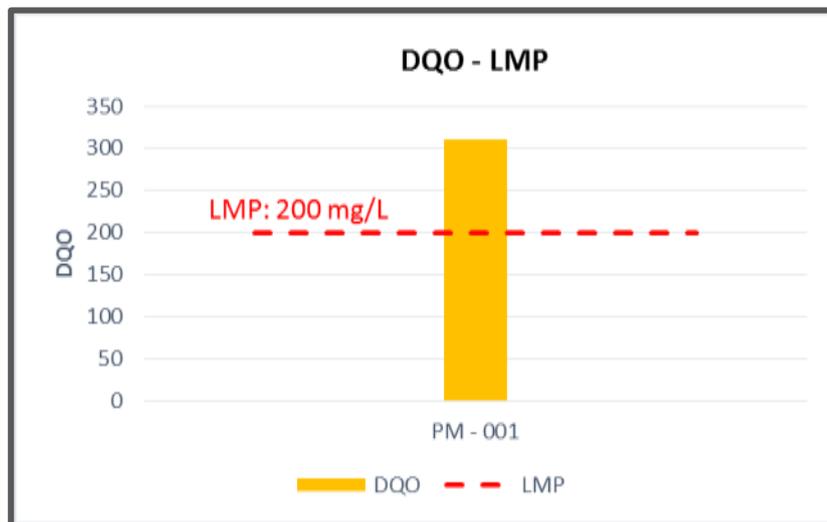
En el gráfico se compara el valor del Potencial de Hidrogeno, con los valores de los Límites Máximos Permisibles para afluentes, observando que el valor está dentro del rango de los LMP.

➤ DEMANDA BIOQUÍMICA DE HIDROGENO (DBO₅)



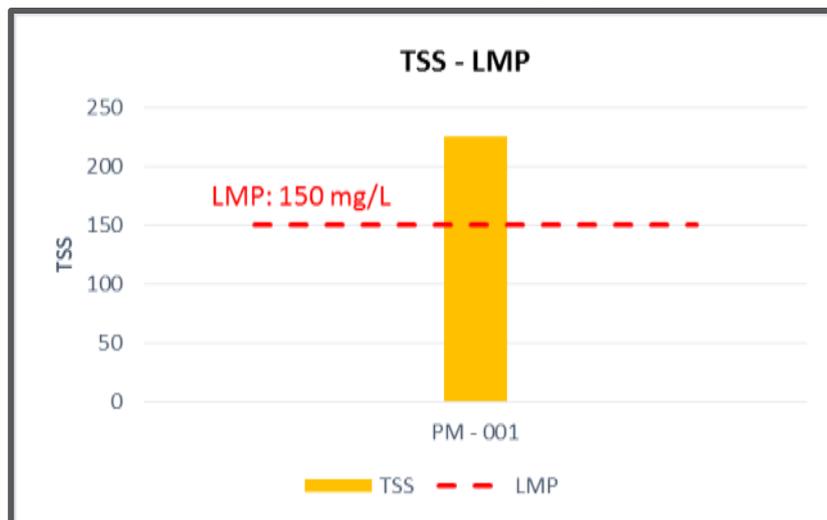
En el gráfico se compara el valor de la Demanda Bioquímica de Oxígeno, con los valores de los Límites Máximos Permisibles para afluentes, observando que el valor sobrepasa el rango que indica de los LMP.

➤ **DEMANDA QUÍMICA DE OXIGENO (DQO)**



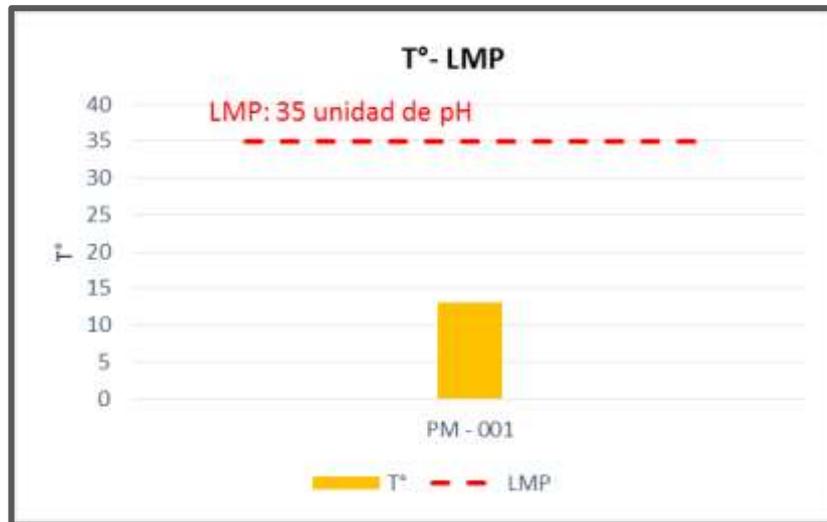
En el siguiente gráfico se compara el valor de la Demanda Química de Oxígeno, con los valores de los Límites Máximos Permisibles para afluentes, observando que este valor sobrepasa el rango que indica de los LMP.

➤ **SOLIDOS TOTALES EN SUSPENSIÓN (TSS)**



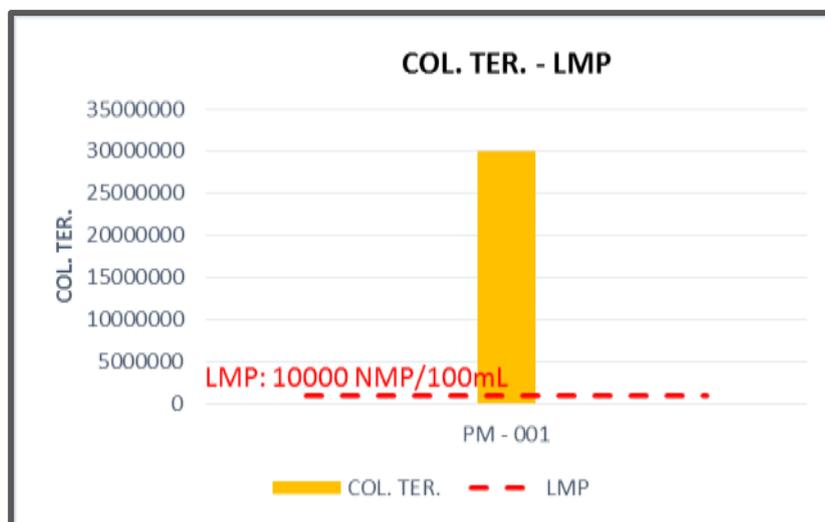
En el gráfico se compara el valor de los Solidos Totales en Suspensión, con los valores de los Límites Máximos Permisibles para afluentes, observando que valor analizado sobrepasa el rango que de los LMP.

➤ TEMPERATURA (T°)



En el gráfico se compara el valor de la Temperatura, con los valores de los Límites Máximos Permisibles para afluentes, observando que valor se encuentra por debajo LMP.

➤ COLIFORMES TERMOTOLERANTES (COL. TER.)



En el gráfico se compara el valor de los Coliformes Fecales o Termotolerantes, con los valores de los Límites Máximos Permisibles para afluentes, observando que valor obtenido del análisis sobrepasa los LMP.

	INFORME DE MONITOREO DE CALIDAD DE AGUAS RESIDUALES	Fecha: 25/09/2018
		Informe N°: 08 -18-AM/LAB
		Tipo de Estudio: Monitoreo de calidad de afluentes

VIII. CONCLUSIONES

- El análisis se realizó bajo los “métodos normalizados APHA, AWWA, WPCF para el análisis de aguas potable y residual” Ed. 2012, obteniendo los siguientes resultados; aceites y grasas 28 mg/L, demanda bioquímica de oxígeno 185 mg/L, demanda química de oxígeno 310, solidos totales suspendidos 225 mg/L, coliformes termotolerantes 30 000 000 NMP/100mL, pH 8.2, temperatura 13 °C.
- La evaluación de los resultados se realizó de acuerdo al *Resolución Ministerial N° 003-2010-VIVIENDA*, que corresponde a afluentes de aguas residuales municipales, los resultados de; aceites y grasas, demanda bioquímica de oxígeno, demanda química de oxígeno, solidos totales suspendidos, coliformes termotolerantes, sobrepasan los Límites Máximos Permisibles para Los Afluentes de PTAR.
- Es necesario analizar el agua residual a la salida de la PTAR, para determinar la óptima operación de dicha planta.

IX. RECOMENDACIONES

- Realizar monitoreos de calidad de afluentes en diferentes horarios para evaluar la variabilidad de resultados en el transcurso de un día y así tener mejor conclusión con los resultados de laboratorio.

X. ANEXOS

- Cadena de custodia
- Resultados de laboratorio

PANEL FOTOGRAFICO

PANEL FOTOGRÁFICO



FOTO 1. Vista de la planta de tratamiento en el distrito de Sicaya.



FOTO 2. Ductos vertederos de efluentes hacia las lagunas de tratamiento.



FOTO 3. Afluente contaminado de planta de tratamiento existente en Sicaya que discurre al río principal, Mantaro.



FOTO 4. Preparación de los materiales que se utilizaron en la toma de muestra de agua.



FOTO 5. Toma de muestra de agua efluente de la planta existente en el distrito de Sicaya.



FOTO 6. Obtención de muestra de agua que se llevó a laboratorio para su respectivo análisis.



FOTO 7. Vista Panorámica de zona elegida como propuesta para ejecución de planta de tratamiento de aguas residuales con el sistema Doyoo Yookasoo.

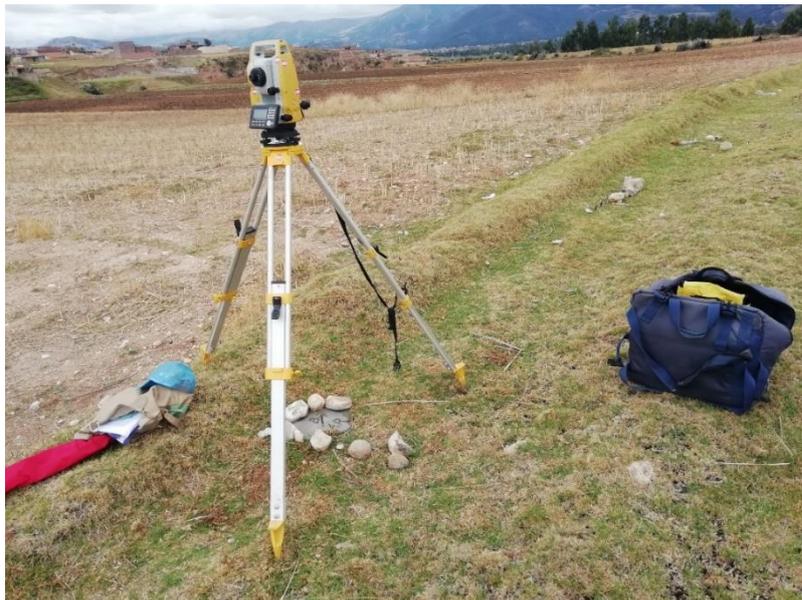


FOTO 8. Instrumentos utilizados para el levantamiento topográfico de zona propuesta.



FOTO 9. Inicio de lectura de puntos con estación total.



FOTO 10. Toma de puntos.



FOTO 11. Toma de muestra de efluente de planta de tratamiento existente.



FOTO 12. Obtención de muestra del efluente de planta de tratamiento existente.



FOTO 13. Muestras de agua que se llevaron posteriormente a laboratorio.



FOTO 14. Condiciones del efluente de planta de tratamiento existente en el Distrito de Sicaya.



FOTO 15. Proceso constructivo de maqueta funcional.



FOTO 16. Maqueta funcional lista para funcionar.



FOTO 17. Obtención de agua que se llevó, para tratar en maqueta funcional de la planta de tratamiento propuesta.



FOTO 18. Inicio del proceso de tratamiento de agua residual en maqueta funcional.



FOTO 19. Vertido de agua a caja de excedencias.



FOTO 20. Llenado de tanque sedimentador.

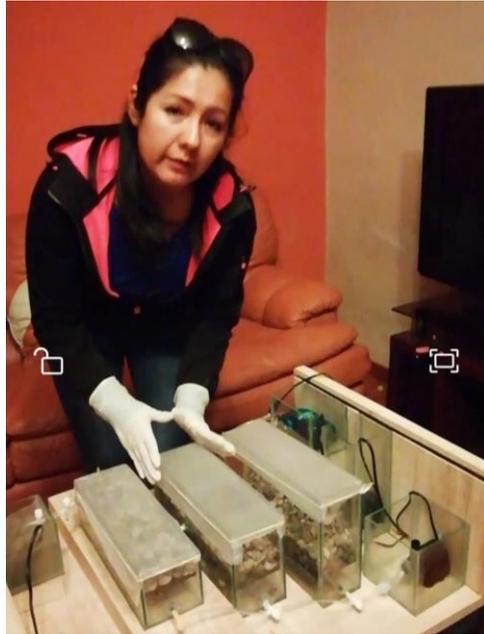


FOTO 21. Presentación de tanque de aireación.

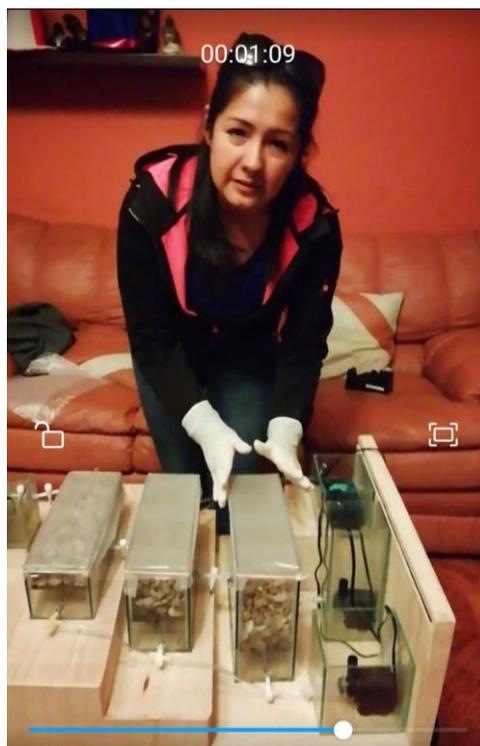


FOTO 22. Presentación de tanque de sedimentación secundaria.

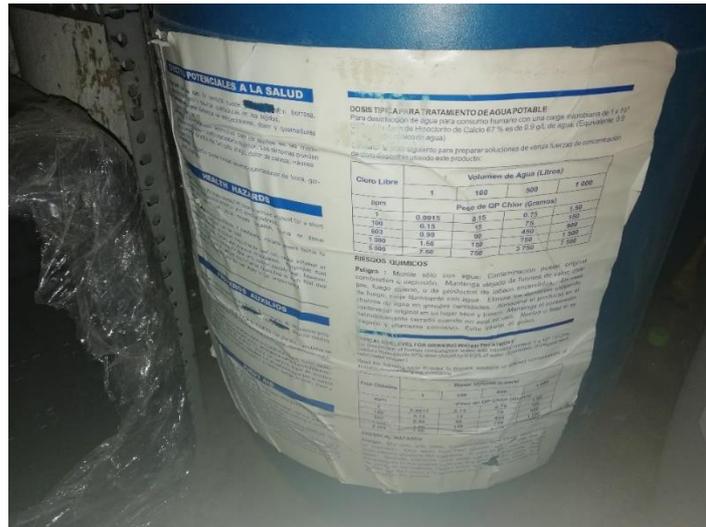


FOTO 23. Contenedor del Hipoclorito de Calcio.



FOTO 24. Obtención de agua tratada en Maqueta funcional, la cual se llevó a laboratorio para respectivo análisis

Recomendaciones para el número de unidades de sedimentación

Rango de caudal (m ³ /día)	Número de cámaras	Cámara	Tiempo de retención (horas)	Tirante hidráulico HP (m)
10 a 15	1	1ra	24	2.8
46 a 99	2 módulos paralelos del rango anterior			
100 a 199	2	1ra	16	3.5
		2da	8	
200 a 700	3	1ra	16	3.8
		2da	6	
		3ra	2	
701 a 1400	Para este rango se consideran dos módulos paralelos con el rango anterior.			

Fuente: Manual de sistemas de tratamiento de agua residual en Japón.- Adaptado por investigador.

Recomendaciones para el número de unidades de la aeración por contacto primario

Rango de caudal (m ³ /día)	Número de cámaras	Cámara	Fracción de volumen total Fvea (m ³)	Tirante Hidráulico Ha (m)
10 a 15	1	1ra	1/2	2.7
46 a 99	Se consideran 2 módulos con los datos anteriores			
100 a 199		1ra	3/5	3.4
		2da	2/5	
200 a 700	2	1ra	3/5	3.7
		2da	2/5	
701 a 1400	Se consideran 2 módulos paralelos con los datos anteriores.			

Fuente: Manual de sistemas de tratamiento de agua residual en Japón.- Adaptado por investigador

Recomendaciones para el número de unidades de aereación secundaria

Rango de caudal (m ³ /día)	Numero de cámaras	Cámara	Fracción de volumen total Fvea (m ³)	Tirante Hidráulico Ha (m)
10 a 15	No es necesario			
46 a 99	No es necesario			
100 a 199	1	1ra	1	3.35
200 a 700	2	1ra	3/5	3.65
		2da	2/5	
701 a 1400	Se consideran dos módulos paralelos con datos anteriores.			

Fuente: Manual de sistemas de tratamiento de agua residual en Japón.- Adaptado por investigador

Recomendaciones para el número de unidades del sedimentador secundario.

Rango de caudal (m ³ /día)	Numero de cámaras	Cámara	Tiempo de retención (horas)	Tirante Hidráulico Hf (m)
10 a 15	1	1ra	4.8	2.6
46 a 99	Dos módulos paralelos del rango anterior			
100 a 199	1	1ra	4.80	3.3
200 a 700		1ra	4.80	3.6
701 a 1400	Se consideran dos módulos paralelos con datos anteriores.			

Fuente: Manual de sistemas de tratamiento de agua residual en Japón.- Adaptado por investigador

Recomendaciones para el tirante hidráulico del tanque de sedimentación

Rango de caudal (m ³ /día)	Número de cámaras	Cámara	tiempo de retención	Tirante Hidráulico Hd (m)
10 a 15	1	1ra	15 min	1.25
46 a 99		1ra		1.5
100 a 199		1ra		2
200 a 700		1ra		2.5
701 a 1400		1ra		3

Fuente: Manual de sistemas de tratamiento de agua residual en Japón.- Adaptado por investigador

Recomendaciones para el tirante hidráulico del almacén de lodos

Rango de caudal (m ³ /día)	Tirante Hidráulico HL (m)
10 a 99	2.8
100 a 199	3.0
200 a 1400	3.5

Recomendaciones de presión ejercida por el agua.

Rango de caudal (m ³ /día)	Número de equipos (#e)	Presión ejercida de agua Pa (mca)
10 a 15	1	3
46 a 99		
100 a 199	2	4
200 a 700	3	
701 a 1400	4	

Fuente: Manual de sistemas de tratamiento de agua residual en Japón.- Adaptado por investigador

Cálculo Hidráulico

CÁLCULO HIDRAULICO

PROYECTO: "APLICACIÓN DEL MODELO DOYOO YOOKASO PARA EL
MEJORAMIENTO DE PLANTAS DE TRATAMIENTO DE LODOS
CLIENTE: ROCIO DEL PILAR RIVERA RAMOS

Usamos la formula de HAZEN WILLIAMS para determianr el diámetro y controlar las velocidades del sistema

Hazen-Williams

$$V = 0,345 C d^{0,63} I^{0,54} \dots\dots$$

Donde

v = velocidad (m/seg)

I = gradiente hidráulico (m/m)

d = diámetro (m)

C = Coeficiente de Hazen-Williams

Hazen Williams Coefficient, C

Pipe Material	Design C
PVC	150
Asbestos Cement	140
Welded Steel	100
Concrete	100
Cast Iron	100
Copper or Brass	130
Vitrified Clay	100
Corrugated Steel	60

Aplicando la formula obtenemos:
0.789 m/s y D=6"

V=

Revisado por:

ING. HERNAN QUISPE

PÉREZ

Hernán Tito Quispe Pérez
INGENIERO SANITARIO
Reg. CIP N° 84061

FICHA BALANCE DE MASA

PROYECTO: APLICACIÓN DEL MODELO DOYOO YOOKASO PARA MEJORAMIENTO DE PLANTAS DE TRATAMIENTO DE LODOS ACTIVADOS

CLIENTE: ROCIO DEL PILARRIVERA RAMOS

VALORES DE VERTIMIENTO

Parámetro	Unidad	Valor
DBO5	mg/l	90
DQO	mgO2/l	185
SS	mg/l	127
COLIFORMES	NMP/100 ml	8000
Q	l/s	5.2



VALORES DE RÍO MANTARO (ANA)

Parámetro	Unidad	Valor
DBO5	mg/l	5
DQO	mgO2/l	16
SS	mg/l	159
COLIFORMES	NMP/100 ml	230000
Q	l/s	24549

FORMULA

$$(Q_r * DBO_r) + (Q_{af} * DBO_{af}) = (Q_r + Q_{af}) * DBO_m$$

RESULTADO

Parámetro (mezcla)	Unidad	VALOR
DBO5	mg/l	5.02
DQO	mgO2/l	16.04
SS	mg/l	158.99
COLIFORMES	NMP/100 ml	229953


 Hernán Tito Quispe Pérez
 INGENIERO SANITARIO
 Reg. CIP N° 84061

REVISADO POR: ING. HERNAN QUISPE PEREZ (ING. SANITARIO)

Presupuesto

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
Presupuesto	0202014 "APLICACION DEL MODELO DOYOO YOOKASOO PARA EL MEJORAMIENTO DE PLANTAS DE TRATAMIENTO DE LODOS ACTIVOS"				
Subpresupuesto	003 PTAR DOYOO YOOKASOO				
Cliente	Rivera Ramos, Rocio del Pilar			Costo al	29/10/2018
Lugar	JUNIN - HUANCAYO - SICAYA				
01	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES				892,945.42
01.01	OBRAS PROVISIONALES				15,431.11
01.01.01	ALQUILER DE ALMACEN Y OFICINA DE OBRA	mes	2.00	1,000.00	2,000.00
01.01.02	CARTEL DE IDENTIFICACIÓN DE OBRA 3.60M X 2.40M	und	1.00	929.61	929.61
01.01.03	CERCO DE MALLA 1M. DE ALTURA, LIMITE DE SEGURIDAD	m	150.00	60.01	9,001.50
01.01.04	FLETE TERRESTRE	glb	1.00	3,500.00	3,500.00
01.02	OBRAS PRELIMINARES (GENERAL)				2,031.30
01.02.01	LIMPIEZA DEL TERRENO MANUAL	m2	451.40	2.05	925.37
01.02.02	TRAZO Y REPLANTEO INICIAL	m2	451.40	2.45	1,105.93
01.03	PRETRATAMIENTO				3,170.70
01.03.01	MOVIMIENTO DE TIERRAS				181.42
01.03.01.01	EXCAVACION CON MAQUINARIA	m3	10.80	8.92	96.34
01.03.01.02	REFINE, NIVELACION Y COMPACTACION	m2	2.60	3.19	8.29
01.03.01.03	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	10.80	7.11	76.79
01.03.02	OBRAS DE CONCRETO ARMADO				1,919.70
01.03.02.01	CONCRETO F'C=210 KG/CM2	m3	1.90	280.25	532.48
01.03.02.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	33.30	30.56	1,017.65
01.03.02.03	ACERO FY= 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg	78.80	4.69	369.57
01.03.03	REVOQUES Y ENLUCIDOS				311.03
01.03.03.01	TARRAJEO INTERIOR C/IMPERMEABILIZANTE C:A 1:3 E=1.5CM	m2	8.20	37.93	311.03
01.03.04	OTROS				758.55
01.03.04.01	REJILLA PARA FILTRO tipo cepillo	m2	2.60	291.75	758.55
01.04	SEDIMENTADOR PRIMARIO				83,160.58
01.04.01	MOVIMIENTO DE TIERRAS				11,711.81
01.04.01.01	EXCAVACION CON MAQUINARIA	m3	698.30	8.92	6,228.84
01.04.01.02	REFINE, NIVELACION Y COMPACTACION	m2	162.40	3.19	518.06
01.04.01.03	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	698.30	7.11	4,964.91
01.04.02	OBRAS DE CONCRETO ARMADO				63,578.29
01.04.02.01	CONCRETO F'C=210 KG/CM2	m3	62.20	280.25	17,431.55
01.04.02.02	CONCRETO PARA TRABES DE CONCRETO 15 X 20	m3	14.90	280.25	4,175.73
01.04.02.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	243.40	30.56	7,438.30
01.04.02.04	ACERO FY= 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg	434.20	4.69	2,036.40
01.04.02.05	ACERO PARA TRABES DE CONCRETO 15 X 20 CM	kg	984.10	4.69	4,615.43
01.04.02.06	GRAVA GRADUADA 14-16 CM	m3	148.50	187.75	27,880.88
01.04.03	REVOQUES Y ENLUCIDOS				7,870.48
01.04.03.01	TARRAJEO INTERIOR C/IMPERMEABILIZANTE C:A 1:3 E=1.5CM	m2	207.50	37.93	7,870.48
01.05	REACTOR BIOLOGICO 3 CAMARAS				215,189.33
01.05.01	MOVIMIENTO DE TIERRAS				8,471.12
01.05.01.01	EXCAVACION CON MAQUINARIA	m3	503.40	8.92	4,490.33
01.05.01.02	REFINE, NIVELACION Y COMPACTACION	m2	125.90	3.19	401.62
01.05.01.03	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	503.40	7.11	3,579.17
01.05.02	OBRAS DE CONCRETO ARMADO				201,741.79
01.05.02.01	CONCRETO F'C=210 KG/CM2	m3	483.40	280.25	135,472.85
01.05.02.02	CONCRETO PARA TRABES DE CONCRETO 15 X 20	m3	9.40	280.25	2,634.35
01.05.02.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	483.40	30.56	14,772.70
01.05.02.04	ACERO FY= 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg	1,043.30	4.69	4,893.08
01.05.02.05	ACERO PARA TRABES DE CONCRETO 15 X 20 CM	kg	813.50	4.69	3,815.32
01.05.02.06	GRAVA GRADUADA 8-12 CM	m3	221.00	181.69	40,153.49
01.05.03	REVOQUES Y ENLUCIDOS				4,976.42
01.05.03.01	TARRAJEO INTERIOR C/IMPERMEABILIZANTE C:A 1:3 E=1.5CM	m2	131.20	37.93	4,976.42
01.06	SEDIMENTADOR SECUNDARIO 1 CAMARA				40,504.64
01.06.01	MOVIMIENTO DE TIERRAS				3,358.15

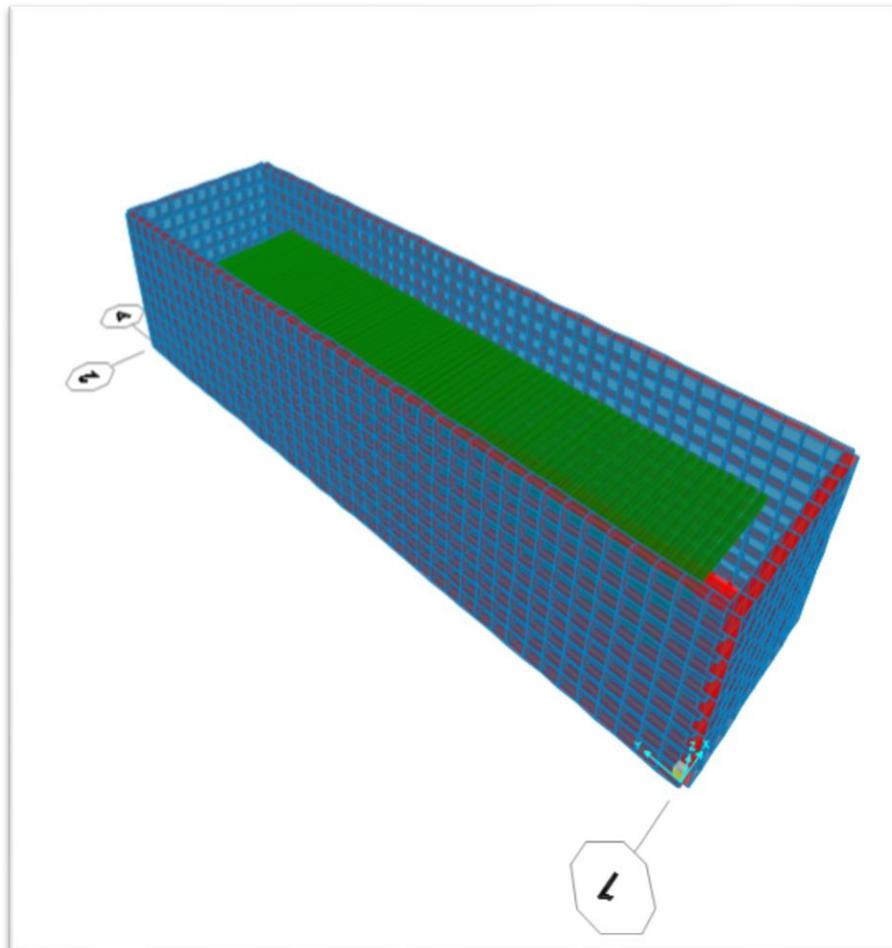
01.06.01.01	EXCAVACION CON MAQUINARIA	m3	199.80	8.92	1,782.22
01.06.01.02	REFINE, NIVELACION Y COMPACTACION	m2	48.70	3.19	155.35
01.06.01.03	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	199.80	7.11	1,420.58
01.06.02	OBRAS DE CONCRETO ARMADO				31,548.02
01.06.02.01	CONCRETO F'C=210 KG/CM2	m3	45.60	280.25	12,779.40
01.06.02.02	CONCRETO PARA TRABES DE CONCRETO 15 X 20	m3	3.40	280.25	952.85
01.06.02.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	230.00	30.56	7,028.80
01.06.02.04	ACERO FY= 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg	615.10	4.69	2,884.82
01.06.02.05	ACERO PARA TRABES DE CONCRETO 15 X 20 CM	kg	224.40	4.69	1,052.44
01.06.02.06	GRAVA GRADUADA 8-12 CM	m3	37.70	181.69	6,849.71
01.06.03	REVOQUES Y ENLUCIDOS				5,598.47
01.06.03.01	TARRAJEO INTERIOR C/IMPERMEABILIZANTE C:A 1:3 E=1.5CM	m2	147.60	37.93	5,598.47
01.07	ALMACEN DE LODOS 1 UNIDAD				40,906.73
01.07.01	MOVIMIENTO DE TIERRAS				7,057.71
01.07.01.01	EXCAVACION CON MAQUINARIA	m3	416.60	8.92	3,716.07
01.07.01.02	REFINE, NIVELACION Y COMPACTACION	m2	119.00	3.19	379.61
01.07.01.03	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	416.60	7.11	2,962.03
01.07.02	OBRAS DE CONCRETO ARMADO				26,998.86
01.07.02.01	CONCRETO F'C=210 KG/CM2	m3	55.70	280.25	15,609.93
01.07.02.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	352.80	30.56	10,781.57
01.07.02.04	ACERO FY= 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg	129.50	4.69	607.36
01.07.03	REVOQUES Y ENLUCIDOS				6,850.16
01.07.03.01	TARRAJEO INTERIOR C/IMPERMEABILIZANTE C:A 1:3 E=1.5CM	m2	180.60	37.93	6,850.16
01.08	CÁMARA DE DESINFECCION (1.60 X 1.60 M)				3,610.69
01.08.01	MOVIMIENTO DE TIERRAS				110.88
01.08.01.01	EXCAVACION CON MAQUINARIA	m3	6.40	8.92	57.09
01.08.01.02	REFINE, NIVELACION Y COMPACTACION	m2	2.60	3.19	8.29
01.08.01.03	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	6.40	7.11	45.50
01.08.02	OBRAS DE CONCRETO ARMADO				3,112.92
01.08.02.01	CONCRETO F'C=210 KG/CM2	m3	5.60	280.25	1,569.40
01.08.02.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	38.00	30.56	1,161.28
01.08.02.03	ACERO FY= 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg	81.50	4.69	382.24
01.08.03	REVOQUES Y ENLUCIDOS				386.89
01.08.03.01	TARRAJEO INTERIOR C/IMPERMEABILIZANTE C:A 1:3 E=1.5CM	m2	10.20	37.93	386.89
01.09	TUBERIA ENTERRADA (DESCARGA) 300 MT				224,131.20
01.09.01	EXCAVACION CON MAQUINARIA	m3	740.00	8.92	6,600.80
01.09.02	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA PVC NTP 399.002 Ø 6" C-10	m	1,480.00	146.98	217,530.40
01.10	PRUEBA HIDRAULICA				2,382.80
01.10.01	PRUEBA HIDRAULICA PARA REDES DE AGUA	m	1,480.00	1.61	2,382.80
01.11	SUMINISTRO E INSTALACION DE ACCESORIOS				720.00
01.11.01	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE ACCESORIOS DE RED DE DESCARGA				720.00
01.11.01.01	CODO PVC SAL Ø 6" X 90°	und	16.00	40.00	640.00
01.11.01.02	YEE CON REDUCCION PVC SAL DE 6" A 4"	und	2.00	40.00	80.00
01.12	CASETA DE CONTROL 5M X 7 M				215,444.42
01.12.01	MOVIMIENTO DE TIERRAS				111.65
01.12.01.01	REFINE, NIVELACION Y COMPACTACION	m2	35.00	3.19	111.65
01.12.02	CONCRETO ARMADO				5,953.01
01.12.02.01	CONCRETO F'C=210 KG/CM2	m3	2.00	280.25	560.50
01.12.02.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	174.40	30.56	5,329.66
01.12.02.03	ACERO FY= 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg	13.40	4.69	62.85
01.12.03	MUROS Y TABIQUES				190,767.60
01.12.03.01	MURO DE LADRILLO K.K. DE ARCILLA DE SOGA	und	2,280.00	83.67	190,767.60
01.12.04	REVOQUES Y ENLUCIDOS				7,285.36
01.12.04.01	TARRAJEO EN EXTERIORES MEZCLA M=1:5	m2	152.00	47.93	7,285.36
01.12.05	ESTRUCTURA METALICA				11,326.80
01.12.05.01	TECHO DE CALAMINA PARA CASETA DE CONTROL	m2	40.00	245.67	9,826.80
01.12.05.02	ESTRUCTURA METALICA PARA TECHO DE CASETA	glb	1.00	1,500.00	1,500.00
01.13	VARIOS				29,135.01
01.13.01	SOPLADOR DE AIRE TIPO COMPRESORA DE 2.9 HP (2 UNIDADES)	und	2.00	26.35	52.70
01.13.02	ELECTRO BOMBA DE 2.HP	und	1.00	2,400.00	2,400.00
01.13.03	ELECTRO BOMBA SUMERGIBLE PARA BOMBEO DE AGUA DE 2.HP	und	1.00	2,400.00	2,400.00
01.13.04	TABLEROS DE CONTROL	und	1.00	172.32	172.32

	ENERGIA ELECTRICA	KW	2.37	10,172.99	24,109.99
01.14	CAPACITACION Y EDUCACION SANITARIA				10,500.00
01.14.01	CAPACITACION Y FORTALECIMIENTO A LOS BENEFICIARIOS	glb	2.00	3,500.00	7,000.00
01.14.02	CAPACITACION Y FORTALECIMIENTO A LA JASS	glb	1.00	3,500.00	3,500.00
01.15	OTROS				6,626.91
01.15.01	PROGRAMA DE MONITOREO AMBIENTAL	glb	4.00	1,350.00	5,400.00
01.15.02	SEMBRIO DE PLANTAS ORNAMENTALES.	glb	1.00	1,226.91	1,226.91
	COSTO DIRECTO				892,945.42
	GASTOS GENERALES (10%)				89,294.54
	UTILIDADES (10%)				89,294.54
	SUB TOTAL				1,071,534.50
	EXPEDIENTE TECNICO 5%				53,576.73
	SUPERVISION 5%				53,576.73
	TOTAL BASE DE OBRA				1,178,687.96
	IGV (18%)				212,163.83
	COSTO TOTAL DEL PROYECTO				1,390,851.79

CÁLCULO ESTRUCTURAL

MEMORIA DE CÁLCULO

PROYECTO: SEDIMENTADOR PRIMARIO



UBICACIÓN :
DISTRITO : SICAYA
PROVINCIA : HUANCAYO
REGION : JUNIN
PETICIONARIA : BACH. ROCIO DEL PILAR RIVERA RAMOS

DICIEMBRE – 2018

CONTENIDO

I.- GENERALIDADES

- 1.1. INTRODUCCION
- 1.2. OBJETIVO
- 1.3. NORMAS EMPLEADAS
- 1.4. DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA
- 1.6. ESPECIFICACIONES – MATERIALES EMPLEADOS
- 1.7. CIMENTACION Y CARACTERISTICAS DEL TERRENO

II. ANALISIS DE CARGAS

- 2.0. METODO DE DISEÑO
- 2.1. ANALISIS DE CARGAS
- 2.2. EMPUJE LATERAL DE MATERIALES
- 2.3. FACTORES DE CARGA PARA ESTRUCTURAS HIDRÁULICAS DE CONCRETO
- 2.4. RESISTENCIA REQUERIDA SEGÚN ACI 350-01
- 2.5. FACTORES DE RESISTENCIA PARA ESTRUCTURAS HIDRÁULICAS
- 2.6. DURABILIDAD DE MEDIO AMBIENTAL
- 2.7. LIMITACIONES DE DEFLEXIONES

III. MODELACION Y DISEÑO

- 3.0. MODELACION DE SEDIMENTADOR EN EL PROGRAMA DE ANALISIS
- 3.1. CARGAS ACTUANTES
- 3.2. DIAGRAMA DE ESFUERZOS
- 3.3. DISEÑO DE MUROS DE SEDIMENTADOR
- 3.4. DISEÑO DE LOSA DE FONDO
- 3.5. RESUMEN DE ACERO DE REFUERZO

I.- GENERALIDADES

1.1 INTRODUCCIÓN

La presente Memoria corresponde al análisis y cálculo estructural de un sedimentador primario correspondiente a una planta de tratamiento de lodos activos.

1.2 OBJETIVO

El objetivo principal es Analizar, Modelar y Diseñar, realizando los cálculos estructurales necesarios que garanticen el funcionamiento adecuado de los diversos tipos de estructurales propuestas en el proyecto, cumpliendo las normas sísmicas y de diseño en concreto armado, realizándose el diseño de los elementos de acuerdo a las Normas ACI (American Concrete Institute), pero con los factores de ampliaciones indicados en la Norma Técnica de Edificación en Concreto Armado E-060 Peruana; así mismo como objetivo secundario se tiene la optimización de las dimensiones y características de estas estructuras.

1.3 NORMAS EMPLEADAS

Para el diseño estructural de los elementos resistentes se emplearon los resultados del análisis sísmico y del análisis de cargas de gravedad, siguiendo los lineamientos estipulados en las siguientes normas:

Nacionales:

- | | |
|---------------------------------------|------------|
| - Norma de Cargas. | NTE.E-020. |
| - Norma de Diseño Sismo resistente. | NTE.E-030. |
| - Norma de Suelos y Cimentaciones. | NTE.E-050. |
| - Norma de Diseño en Concreto Armado. | NTE.E-060. |
| - Norma de Albañilería. | NTE.E-070. |

Internacionales:

- A.C.I. 318 – 2014 (American Concrete Institute) - Building Code Requirements for Structural Concrete
- UBC 1997 Uniform Building Code

Se entiende que todos los Reglamentos y Normas están en vigencia y/o son de la última edición.

1.4. DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA Y CALIDAD DE LOS MATERIALES

Sedimentador: 5.60 x 20.90m

Altura de Sedimentador: 5.40 m

AGREGADOS: El tamaño máximo del agregado grueso o grava será a la tercera parte del peralte de una losa maciza o del espesor de la capa de compresión en una losa prefabricada.

AGUA: Se deberá cuidar el contenido cloruros y sulfatos en el agua que se utilice para la fabricación de morteros y concretos, además de evitar el contenido de materia orgánica o altos contenidos de sólidos disueltos, ya que comúnmente se clora el agua del sistema de suministro.

ACERO DE REFUERZO: El refuerzo longitudinal o varillas deberá ser corrugado Grado 60.

Las varillas corrugadas de refuerzo con resistencia a la fluencia especificada (f_y) que exceda los 4200 kg/cm, pueden emplearse siempre que (f_y) sea el esfuerzo correspondiente a una deformación de 0.35 %.

La malla electro soldada con refuerzo liso o corrugado con una resistencia (f_y) mayor a 5000 kg/cm.

CONCRETOS: Se deberá garantizar principalmente que el concreto cumpla con la resistencia del proyecto y por consecuencia se asegurará su durabilidad. Por lo tanto, las resistencias promedias del concreto deberán exceder siempre el valor especificado de f'_c , para lo cual se determinará en todos los casos su edad de prueba.

EDAD DE PRUEBA: 7 días, 14 días, 28 días.

1.6 ESPECIFICACIONES – MATERIALES EMPLEADOS

CONCRETO:

-Resistencia (f'_c)	: 210Kg/cm ²
-Módulo de Elasticidad (E)	: 217,370.65 Kg/cm ² ($f'_c = 210$ Kg/cm ²)
-Módulo de Poisson (u)	: 0.20
-Peso Específico (γ)	: 2300 Kg/m ³ (concreto simple) 2400 Kg/m ³ (concreto armado)

ACERO CORRUGADO (ASTM A605):

-Resistencia a la fluencia (f_y) : 4,200 Kg/cm² (G^o 60): “E”: 2’100,000 Kg/cm²

1.7. CIMENTACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO

Esta se diseñó de acuerdo a los resultados proporcionados por el estudio de mecánica de suelos, así como del análisis del proyecto y de la estructura. Por lo tanto:

Tipo de cimentación: Apoyado

Acero de refuerzo: Varillas $f_y = 4200$ kg/ cm²

Tipo de suelo: CL – ML (Limos Inorgánicos y arcilla limosa de media plasticidad)

Capacidad de carga admisible del terreno: 1.30 kg/cm²

Peso Específico (γ_s): 1.30 gr/cm³

Angulo de fricción interna: 18.90°

Cohesión: 0.10 kg/m²

II. DISEÑO ESTRUCTURAL

2.0. METODO DE DISEÑO: Por resistencia y Fuerza Gravitacionales

Resistencia del diseño: Son las resistencias nominales calculadas mediante la teoría general de la resistencia de materiales y de diseño plástico del concreto. Por lo que las resistencias de diseño serán iguales o mayores a los efectos.

El análisis estructural de cada estructura se realizó con el programa SAP2000 (Versión 14.2.0). La estructura fue analizada mediante un modelo tridimensional. En el análisis se supuso comportamiento lineal y elástico.

2.1. ANÁLISIS DE CARGAS

CARGAS DE SERVICIO: Cargas especificadas por el reglamento nacional de edificaciones E.020 sin ser afectada por factores. Atendiendo a las recomendaciones especificadas por el reglamento para las construcciones del D.D.F. (2004), reglamento de construcciones A.C.I. (2008).

Las cargas serán las siguientes:

CARGAS MUERTAS: Son las cargas permanentes debido al peso propio de los materiales.

CARGAS VIVAS: Son las cargas gravitacionales que obran en una construcción y que no tienen carácter permanente.

CARGAS ACCIDENTALES: O bien carga viva instantánea, la cual se considerará para el diseño sísmico de la estructura y será menor que la carga viva gravitacional.

CARGAS LATERALES: Los muros de cisternas son diseñados ante cargas de empuje activo del terreno, PE y sobrecargas presentes en nivel superior del suelo $P_{s/c}$, así como el empuje del agua, siendo el caso crítico el análisis de la cisterna vacía.

Se empleará una distribución triangular para la presión del suelo y una distribución constante de la sobrecarga. Para el diseño por flexión y corte se amplificará el empuje por un factor de 1.7 por ser una carga activa, por ende, las cargas aplicadas al muro de cisterna serán:

$$P_E = K_a \gamma H$$

$$P_{s/c} = K_a s/c$$

Dónde:

- K_a = Coeficiente activo del suelo.
- γ = Peso específico del suelo.
- s/c = Sobrecarga en el nivel superior del muro.
- H = Profundidad del muro de cisterna.

Los muros de cisterna se modelan de dos formas dependiendo del comportamiento, como una viga continua (elemento frame) tomando como apoyo las losas de piso o como una losa (elemento shell) considerando como restricciones los bordes del muro, las losas de piso o la cimentación del muro.

El modelo de viga continua (frame), es aplicable cuando los muros se comportan en una dirección, ello sucede cuando la relación de la longitud mayor respecto a la longitud es menor del paño de muro es mayor a 2 ($L_{\text{mayor}}/L_{\text{menor}} \geq 2$).

El modelo de losa (Shell), es aplicable cuando los muros se comportan en dos direcciones, ello sucede cuando la relación de la longitud mayor respecto a la longitud menor del paño de muro es menor a 2 ($L_{\text{mayor}}/L_{\text{menor}} \leq 2$).

Un método general en caso no se tenga claro el comportamiento de los muros consiste en desarrollar un modelo tridimensional de la configuración de los sótanos, como se aprecia en la ilustración 4, para determinar con mayor exactitud las fuerzas de diseño.

2.2. EMPUJE LATERAL DE MATERIALES

Cargas estáticas

Las cargas de presión lateral del suelo y del agua serán tratadas como cargas vivas en el diseño.

Presión hidrostática	$K_w = 1.0 @ \frac{1}{3} \text{Hagua}$
Presión lateral en reposo	$K_o = 1 - \text{sen} \phi = 0.50 @ \frac{1}{3} \text{Hsuelo}$
Presión activa	$K_A = \tan^2 (45 - \phi/2) = 0.333 @ \frac{1}{3} \text{Hsuelo}$

Acción sísmica

Presión hidrodinámica (sobre muro rígido)	$K_{hd} = 7/8 S_a = 0.21 @$
0.4Hagua	
Presión lateral activa incluyendo acción sísmica (Mononobe-Okabe)	
Seudo aceleración horizontal para relleno	$C_h = 0.20g$
Seudo aceleración vertical para relleno	$C_v = 0.10g$

Para suelo seco:	$\theta = \text{Arc tan } (C_h/(1-C_v)) = 12.53^\circ$
Angulo de inclinación del muro con la vertical	$i = 0^\circ$
Angulo del suelo con la horizontal	$\beta = 0^\circ$
Angulo de fricción entre la pared y el suelo	$\delta = \frac{2}{3}\phi = 20^\circ$

$$KAE = \cos^2(\phi - \theta - i) / \cos\theta * \cos^2 i * \cos(\delta + i + \theta) * A$$

$$A = [1 + \sqrt{\{\sin(\phi + \delta) * \sin(\phi - \beta - \theta) / \cos(i + \delta + \theta) * \cos(i - \beta)\}}] 2$$

$$KAE = 0.493$$

Incremento dinámico de presión activa $\Delta KAE = KAE - KA = 0.163 @ \frac{2}{3} H_{\text{suelo}}$

2.3. FACTORES DE CARGA PARA ESTRUCTURAS HIDRÁULICAS DE CONCRETO

Los elementos estructurales se diseñan para tener una resistencia de diseño en todas las secciones por lo menos igual a la resistencia requerida

Notación:

U = Carga factorizada

D = Carga muerta

L = Carga viva

E = Carga de sismo

H = Carga de presión del suelo

W = Carga de presión de agua

2.4. RESISTENCIA REQUERIDA SEGÚN ACI 350-01

$$U = 1.4D + 1.7L$$

$$U = 1.4D + 1.7L + 1.7H$$

$$U = 0.9D + 1.7H$$

$$U = 1.4D + 1.7L + 1.7W$$

$$U = 0.9D + 1.7W$$

$$U = 1.05D + 1.275L \pm 1.4E$$

$$U = 0.9D \pm 1.43E$$

2.5. FACTORES DE RESISTENCIA PARA ESTRUCTURAS HIDRÁULICAS

Flexión 0.90

Cortante 0.85

Compresión 0.70

Tracción 0.90

2.6. DURABILIDAD MEDIO AMBIENTAL

La resistencia requerida se multiplica por los siguientes factores de durabilidad ambiental (S) en estructuras en donde la durabilidad, estanqueidad o similares condiciones de servicio son necesarias.

Resistencia a la flexión $S = 1.30$

Fración del cortante tomado por el refuerzo $S = 1.30$

Tracción axial $S = 1.65$

2.7. LIMITACIÓN DE DEFLEXIONES

Deflexión inmediata debido a la carga viva

L/360

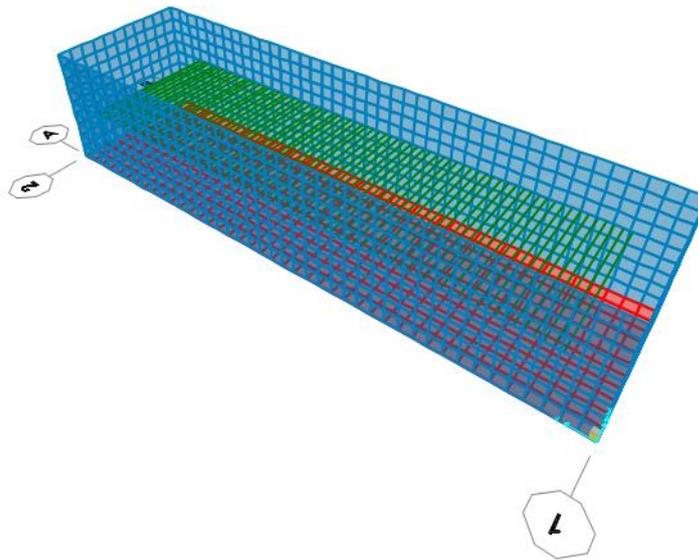
Deflexión diferida debida a carga sostenida + deflexión inmediata debido a carga viva adicional

L/240

III. MODELACION Y DISEÑO

3.0. MODELACION DE SEDIMENTADOR EN EL PROGRAMA DE ANALISIS

Se asignó las cargas de gravedad tanto como carga muerta y viva, así como las presiones hidrodinámicas e hidrostáticas para el cálculo de los momentos y cortantes últimos actuantes en los muros y losas para el diseño estructural.



Los muros de cisterna son diseñados ante cargas de empuje del terreno, para ello se consideró una presión triangular, donde se usaron los valores obtenidos en el estudio de suelos. El diseño por flexión y corte se realizan a partir de la carga ultima con un factor de amplificación de 1.7 por ser una carga activa

$$P = 1.7K_a \times \gamma \times H$$

Dónde:

P = Presión del terreno (ton/m²)

K_a = Coeficiente activo del terreno

γ = Peso específico del terreno (ton/m³)

H = Profundidad del terreno (m)

Del estudio de Suelos se obtuvieron los siguientes datos:

K_a = tan²(45°-Ø/2) → Varía de 0.49 a 0.22

γ = 2.00 ton/m³

P = 1.7x0.49x2.00Xh

P = 1.67H (ton/m²)

3.1 CARGAS ACTUANTES

Empuje Activo + sobrecarga

Fuerza	Pto. Aplicación
$PA = \frac{1}{2} g_s H_s^2 K_a$ $= 0.5 \times 1.80 \times 0.502 \times 0.33 = 0.074 \text{ tn}$	$\frac{1}{3} H_s = 0.167 \text{ m}$
$\Delta PAE = \frac{1}{2} g_s H_s^2 \Delta K_{AE}$ $= 0.5 \times 1.80 \times 0.502 \times 0.163 = 0.0371 \text{ tn}$	$\frac{2}{3} H_s = 0.33 \text{ m}$
$P_{s/c} = K_A s/c H_s =$ $= 0.33 \times 0.20 \times 0.50 = 0.033 \text{ Tn}$	$\frac{1}{2} H_s = 0.25 \text{ m}$

Empuje de suelo en reposo + sobrecarga

Fuerza	Pto. Aplicación
$P_o = \frac{1}{2} g_s H_s^2 K_o =$ $= 0.5 \times 1.80 \times 0.502 \times 0.5 = 0.11 \text{ Tn}$	$\frac{1}{3} H_s = 0.167 \text{ m}$
$P_{s/c} = K_A s/c H_s =$ $= 0.33 \times 0.20 \times 0.50 = 0.033 \text{ Tn}$	$\frac{1}{2} H_s = 0.25 \text{ m}$

Empuje de agua a nivel de inundación sin relleno exterior

Fuerza	Pto. Aplicación
$P_w = \frac{1}{2} g H^2 =$ $= 0.5 \times 1.00 \times 2.302 = 2.65 \text{ tn}$	$\frac{1}{3} H = 0.77 \text{ m}$

Ilustración: Aplicación de sobrecarga de grava sobre través

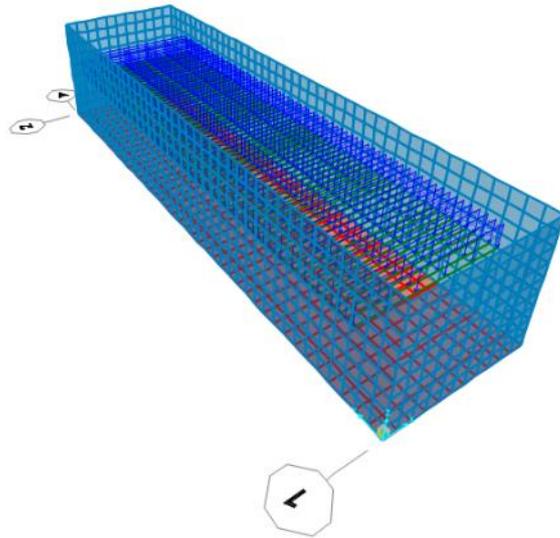


Ilustración: Aplicación de empuje de lodos activos

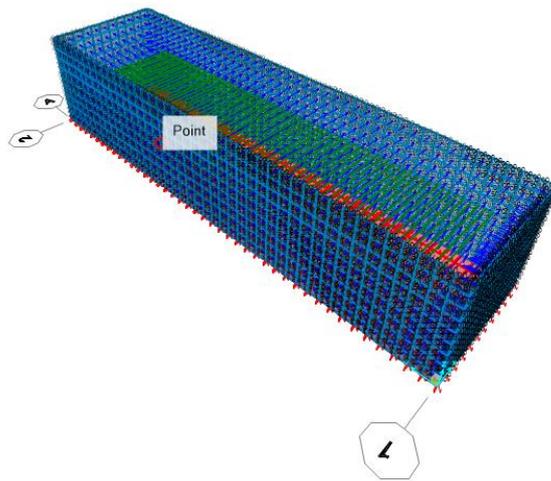
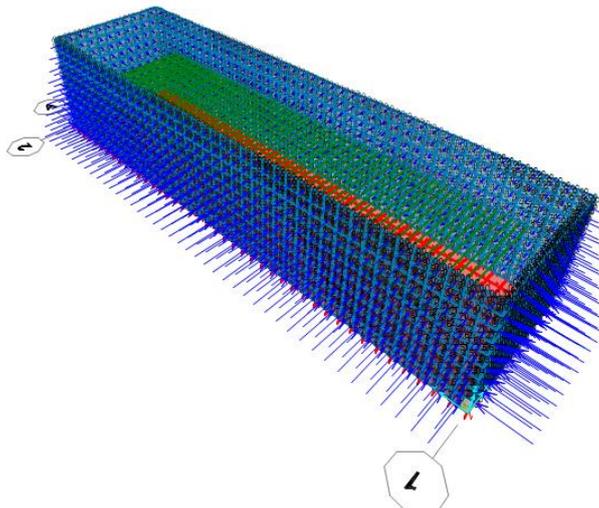


Ilustración: Aplicación de empuje de suelo



3.2 DIAGRAMA DE ESFUERZOS

Ilustración: Diagrama de momento de flexión en muros y losas

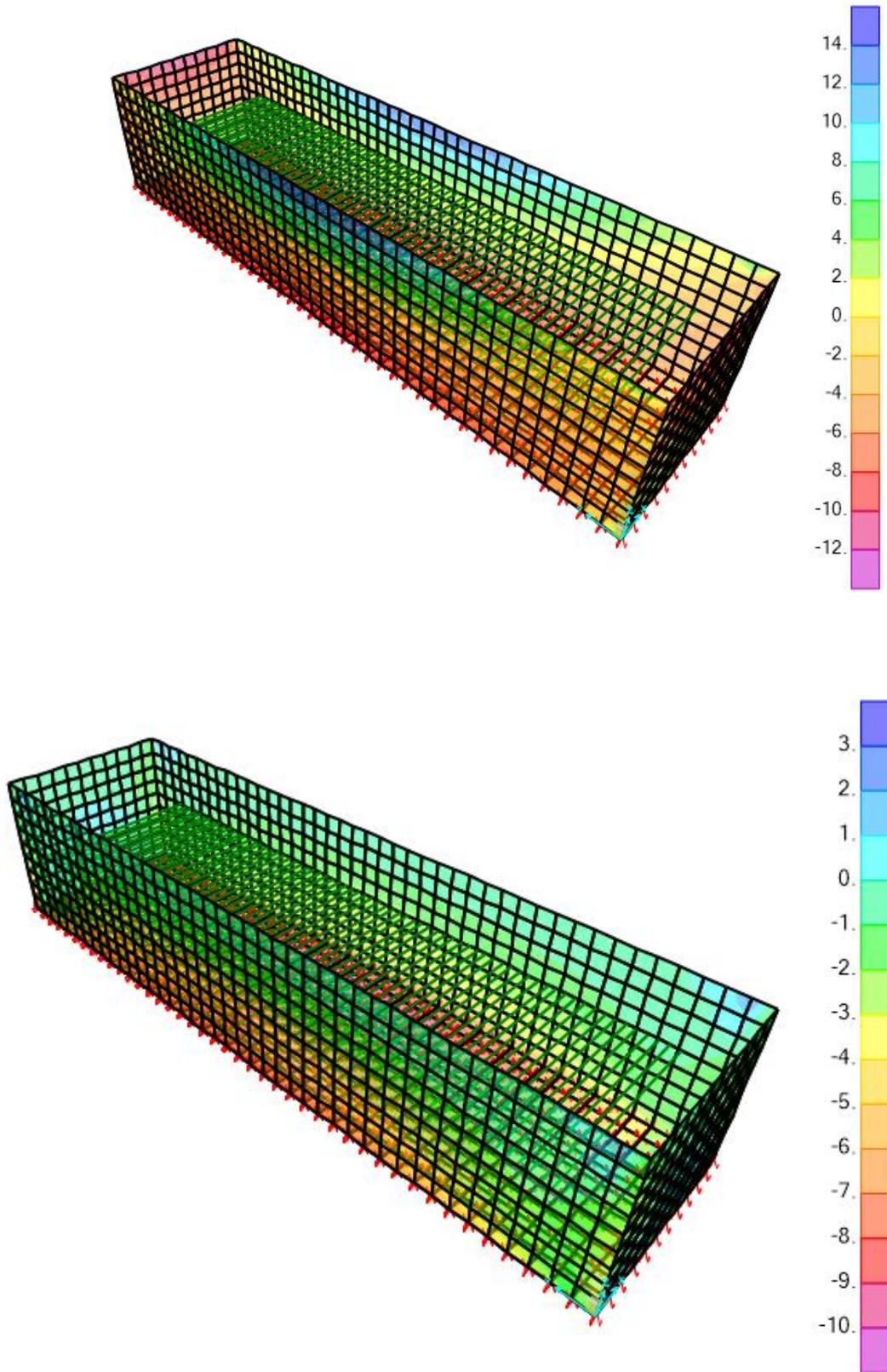
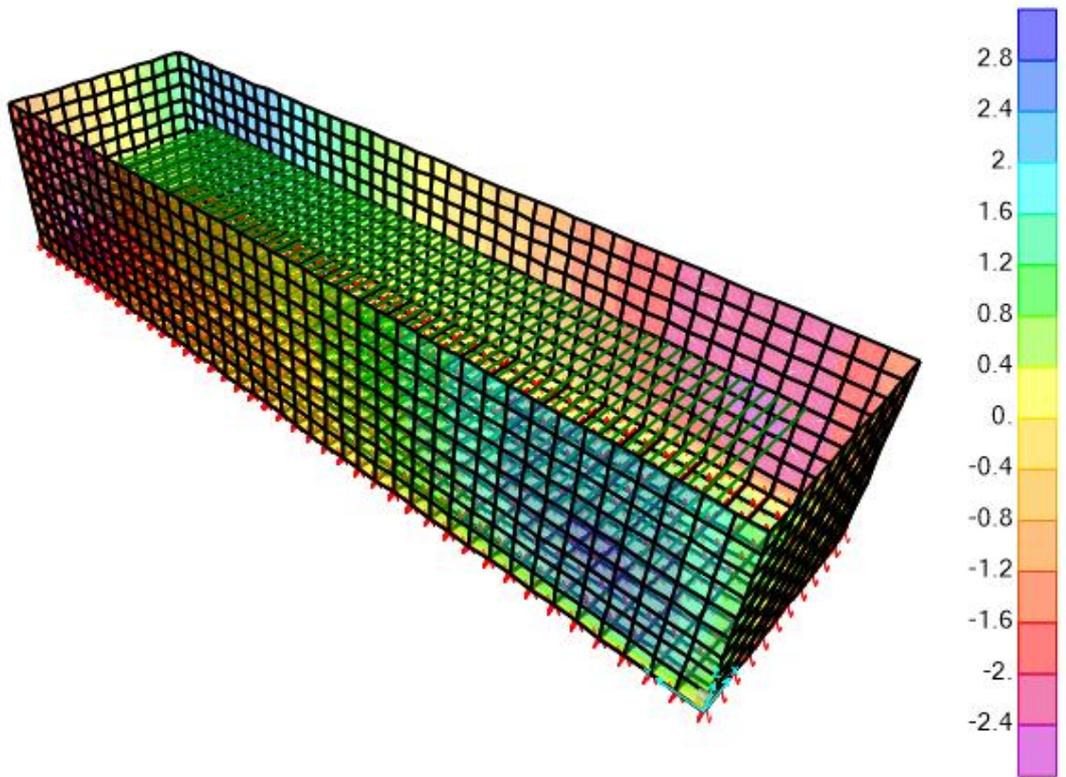
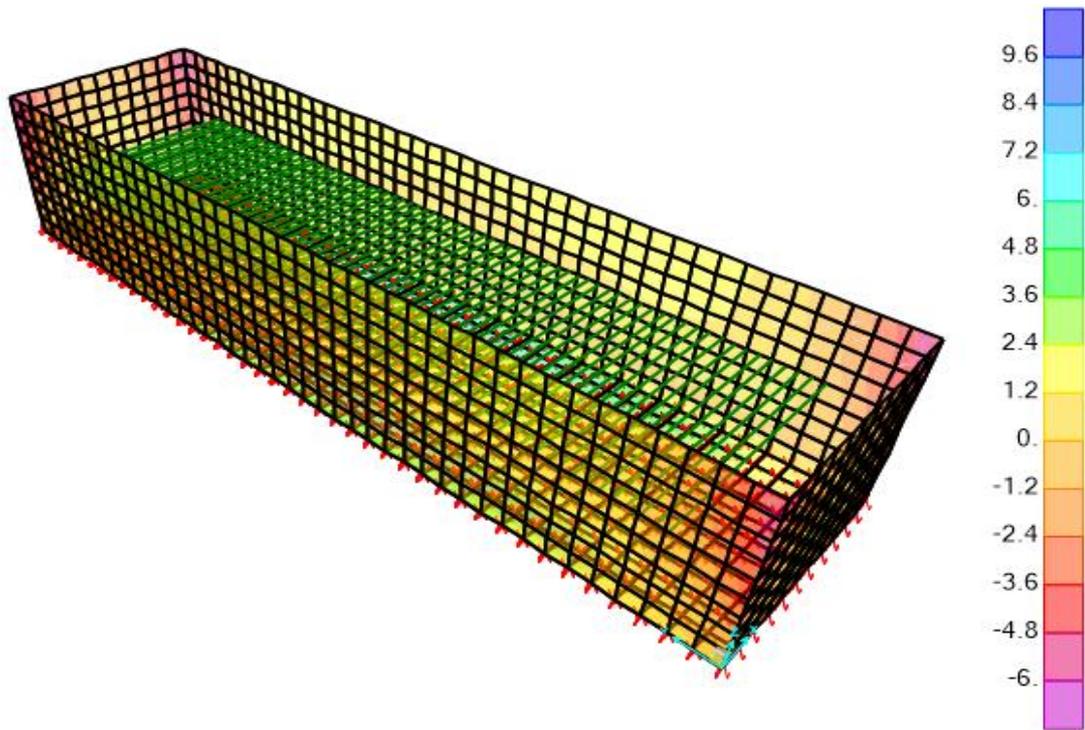


Ilustración 1: Diagrama de momento de flexión en muros y losas



3.3. DISEÑO DE LOS MUROS DE SEDIMENTADOR (E=30CM)

El diseño de los muros de concreto armado verificará el momento último de flexión a partir del modelo tridimensional.

Así mismo, el cálculo de la armadura del muro verificará las condiciones mínimas de servicio, es decir, evitar el agrietamiento y fisuración en los muros y losas por solicitaciones de flexión y tracción.

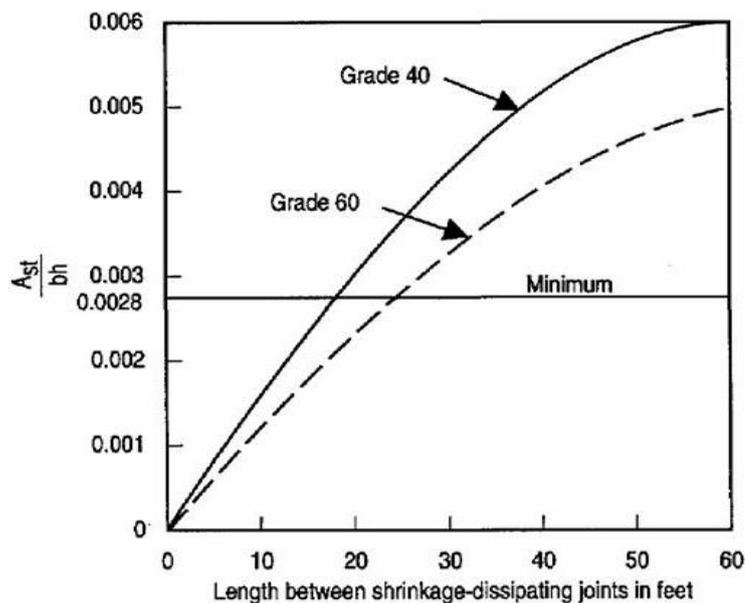
Área de acero mínimo por contracción y temperatura:

En función a la longitud del muro entre juntas se determina la cuantía de acero por temperatura.

Cuantía de temperatura = 0.003

- Ø1/2" @ .25m (2 malla)

Ilustración: Relación deformación – temperatura



Espaciamiento máximo para evitar el agrietamiento: Para un ancho máximo de grieta de 0.33mm, empleando las siguientes expresiones:

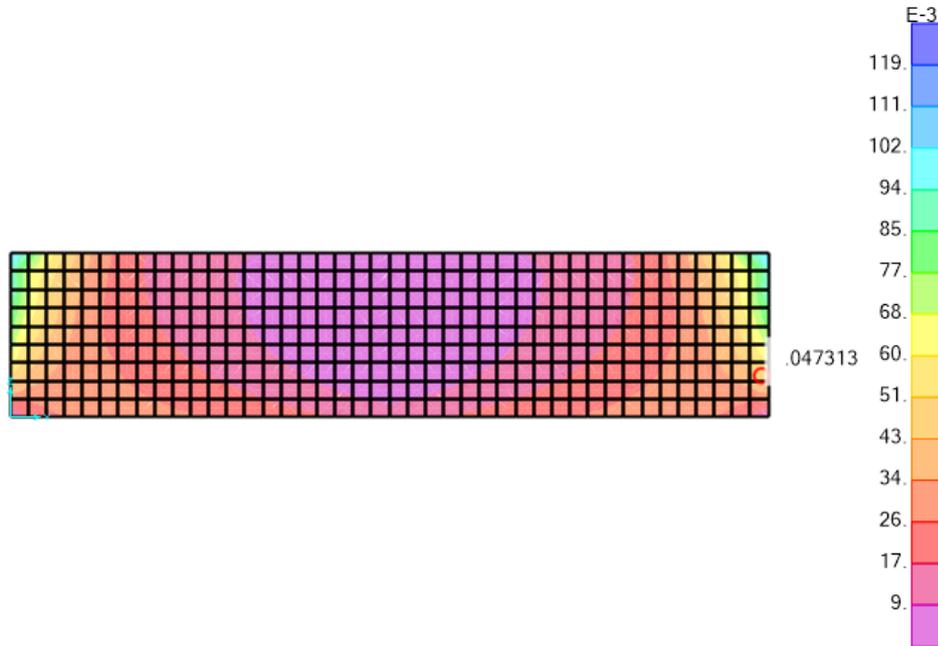
$$s_{max} = \left(\frac{107046}{f_s} - 2C_c \right) \frac{w}{0.041}$$

$$s_{max} = 30.5 \left(\frac{2817}{f_s} \right) \frac{w}{0.041}$$

Se empleará un espaciamiento máximo de: $s_{max} = 30$ cm.

- Se usará $\varnothing 1/2'' @ .25\text{m}$ (2 malla)

Del modelo tridimensional:



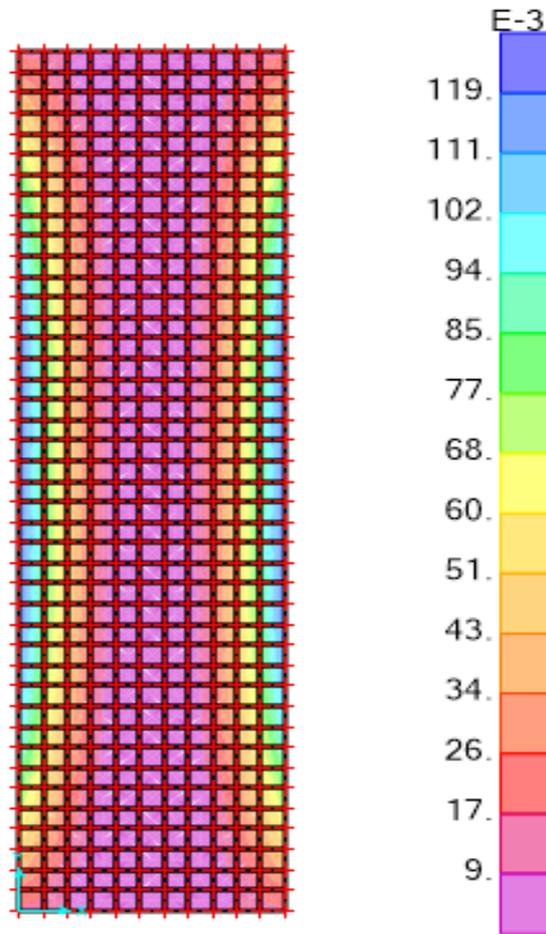
- Momento ultimo máximo $M_{11} = -1.763 \text{ ton.m}$
- Momento ultimo máximo $M_{22} = -0.270 \text{ ton.m}$
- Cortante ultimo máximo $V_{\text{máx.}} = 6.31 \text{ ton.}$
- El momento resistente de la malla $\varnothing 1/2'' @ 0.25\text{m} = 2.51 \text{ ton.m}$
- El cortante resistente de muro de $0.30\text{m} = 11.30 \text{ ton}$
- Por lo tanto, la malla empleada cubre las sollicitaciones de empuje del terreno.

3.4. DISEÑO DE LOSA DE FONDO

El diseño de la losa de fondo de concreto armado para la cisterna verificara el momento último de flexión a partir de las cargas de gravedad y el control del agrietamiento y fisuración.

Se modela la losa de cimentación y la zapata del muro como elemento Shell, al cual se le aplicara la máxima reacción del suelo, considerando el caso más crítico.

Ilustración: Momentos de flexión en cimentación



- Momento ultimo máximo positivo=1.55 ton.m→ $\emptyset 1/2'' @ .30m$ (malla superior)
- Cuantía por temperatura=0.003→ $\emptyset 1/2'' @ .30m$ (2 malla)
- Espaciamiento máximo por agrietamiento=0.30m
- Se usará $\emptyset 1/2'' @ .30m$ (doble malla) en losa de fondo

3.5. RESUMEN DEL ACERO DE REFUERZO

- Muro longitudinal: $\emptyset 1/2'' @ 0.25m$ (Doble malla)
- Muro transversal: $\emptyset 3/8'' @ 0.20m$ (Doble malla)
- Losa de fondo: $\emptyset 1/2'' @ 0.30m$ (Doble malla)

DISEÑO DE TRAVES



ACI 318-14 BEAM SECTION DESIGN Type:Sway Special Units: Kgf, cm, C (Summary)

Element : 161 D=20.000 B=15.000 bf=15.000
 Section ID : TRABES ds=0.000 dct=5.000 dcb=5.000
 Combo ID : DCON1 E=217370.650 fc=210.000 Lt.Wt. Fac.=1.000
 Station Loc : 337.273 L=530.000 fy=4200.000 fys=4200.000

Phi(Bending): 0.900
 Phi(Shear): 0.750
 Phi(Seis Shear): 0.600
 Phi(Torsion): 0.750

Design Moments, M3

	Positive Moment	Negative Moment	Special +Moment	Special -Moment
	32760.833	0.000	0.000	0.000

Flexural Reinforcement for Moment, M3

	Required Rebar	+Moment Rebar	-Moment Rebar	Minimum Rebar
Top (+2 Axis)	0.000	0.000	0.000	0.000
Bottom (-2 Axis)	0.753	0.596	0.000	0.753

Shear Reinforcement for Shear, V2

Rebar	Shear Av/s	Shear Vu	Shear phi*Vc	Shear phi*Vs	Shear Vp
	0.000	72.851	1296.829	0.000	0.000

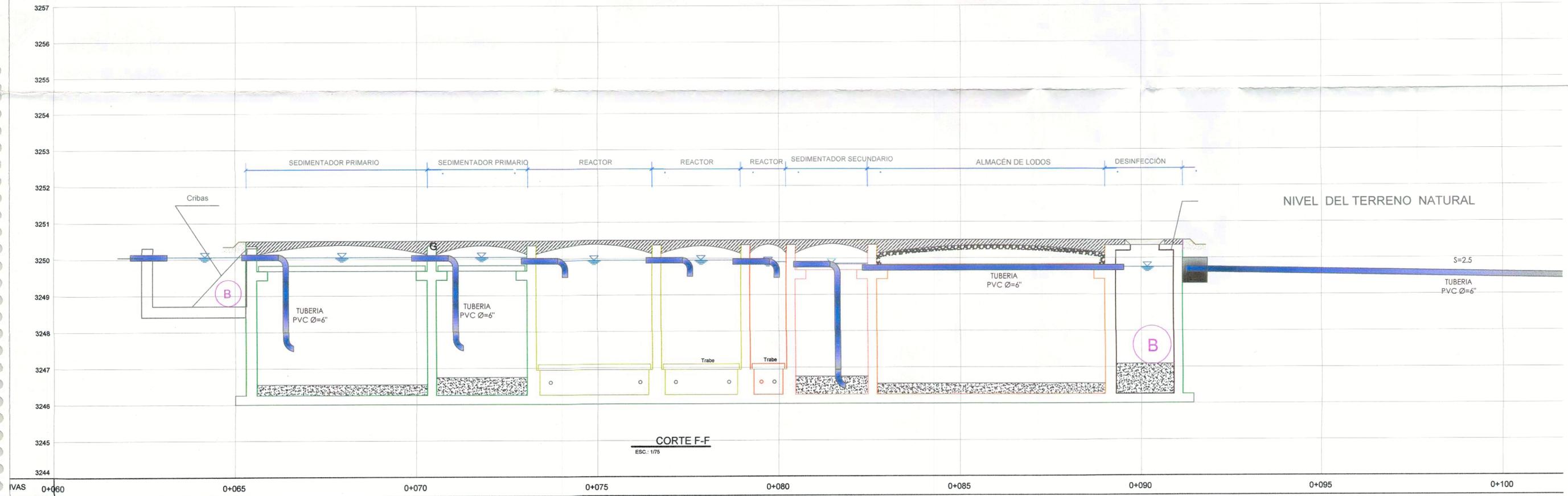
Reinforcement for Torsion, T

Rebar	Rebar At/s	Rebar Al	Torsion Tu	Critical Phi*Tcr	Area Ao	Perimeter Ph
	0.000	0.000	0.000	14820.899	57.700	34.440

PLANOS

PERFIL HIDRÁULICO

ESC. 1/1000



CAMARA	VOLUMEN M ³	RETENCION
SEDIMENTADOR PRIMARIO		
1	376.2	16 h
2	188.1	8 h
REACTOR BIOLÓGICO		
1	234.432	
2	153.846	
3	65.934	
SEDIMENTADOR SECUNDARIO		
1	135.432	4.8 h
DESINFECCION		
1	6.4	15min

	ALTURA	PENDIENTE	DISTANCIA
efluente	3295.00	2.50	1480
descarga	3258.00		


Hernán Tito Quispe Pérez
 INGENIERO SANITARIO
 Reg. CIP N° 84051

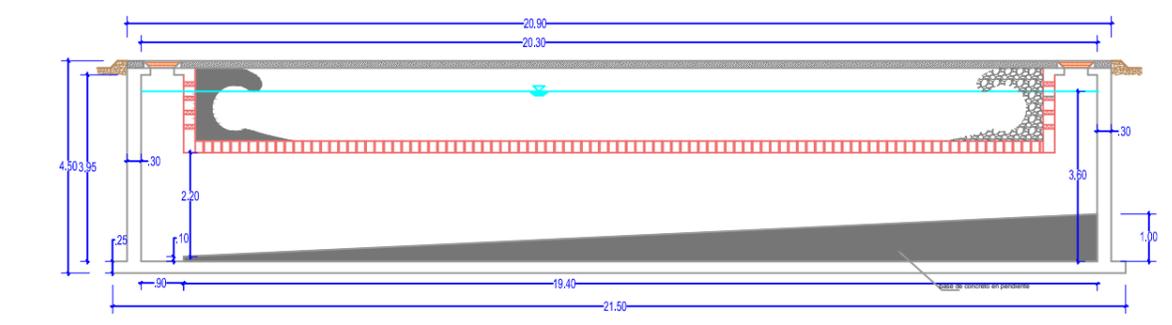
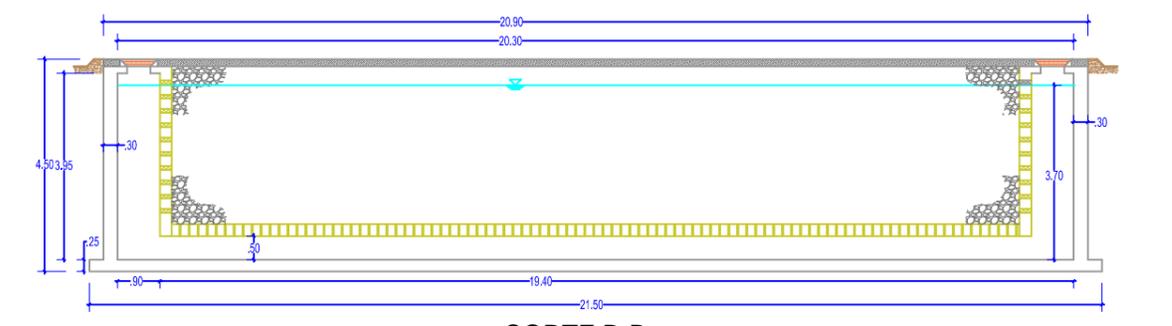
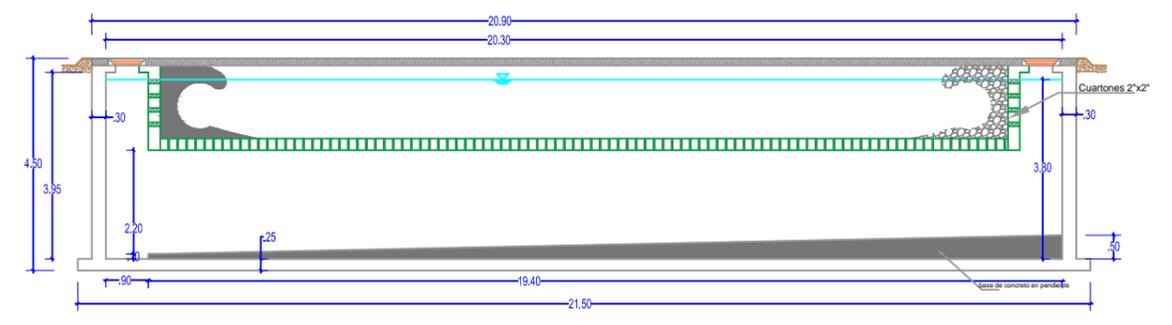
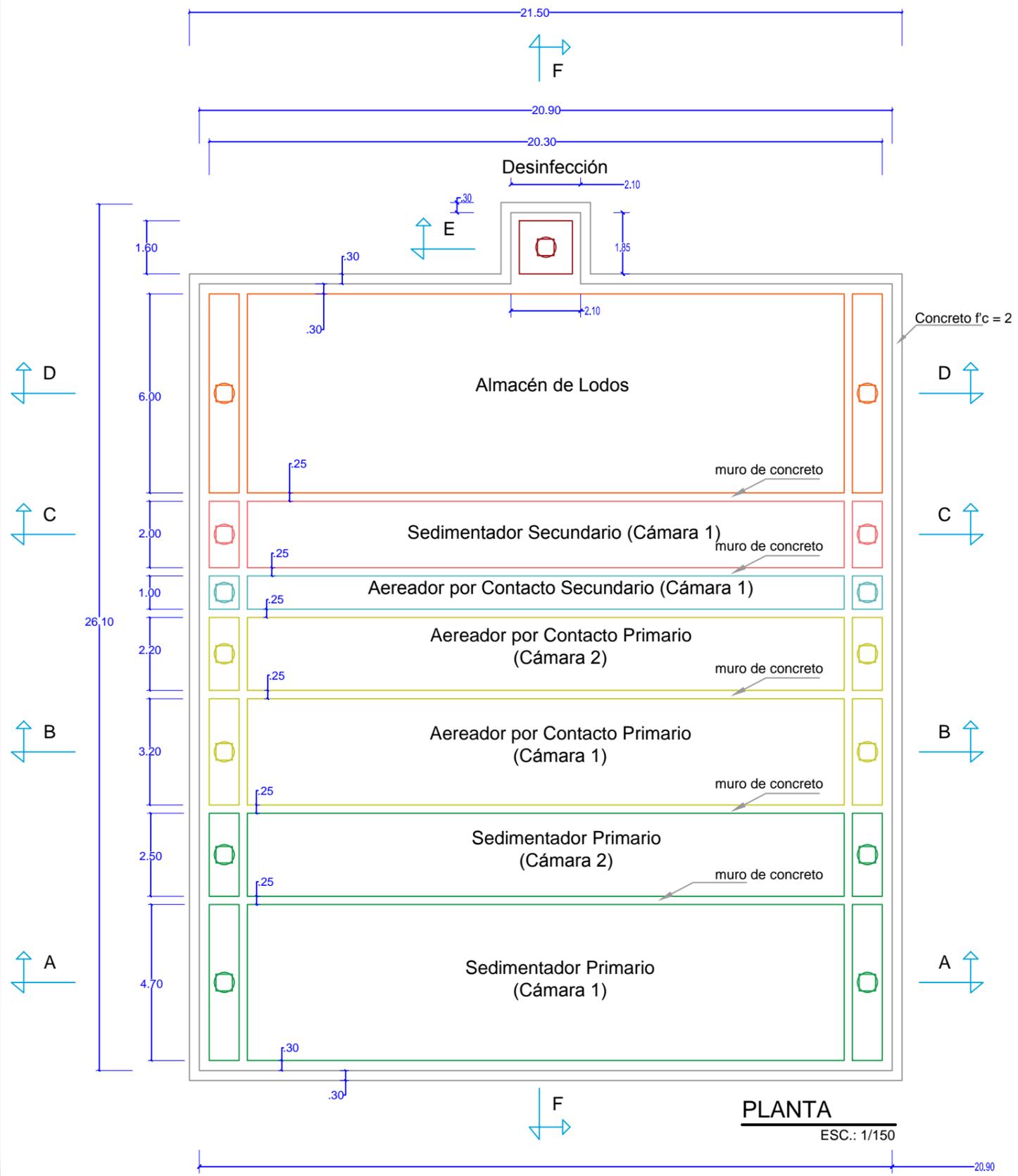


UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES



PROYECTO: "APLICACIÓN DEL MODELO DOYOO YOOKASOO PARA EL MEJORAMIENTO DE PLANTAS DE TRATAMIENTO DE LODOS ACTIVADOS"

PLANO: PERFIL HIDRÁULICO	ESTUDIANTE: BACH. ROCIO DEL PILAR RIVERA RAMOS	LAMINA N°:
DISTRITO: SICAYA	REVISADO: ING. HERNÁN QUISPE PEREZ	PH - 01
PROVINCIA: HUANCAYO	ESCALA: INDICADA	
DEPARTAMENTO: JUNIN	FECHA: NOVIEMBRE - 2018	



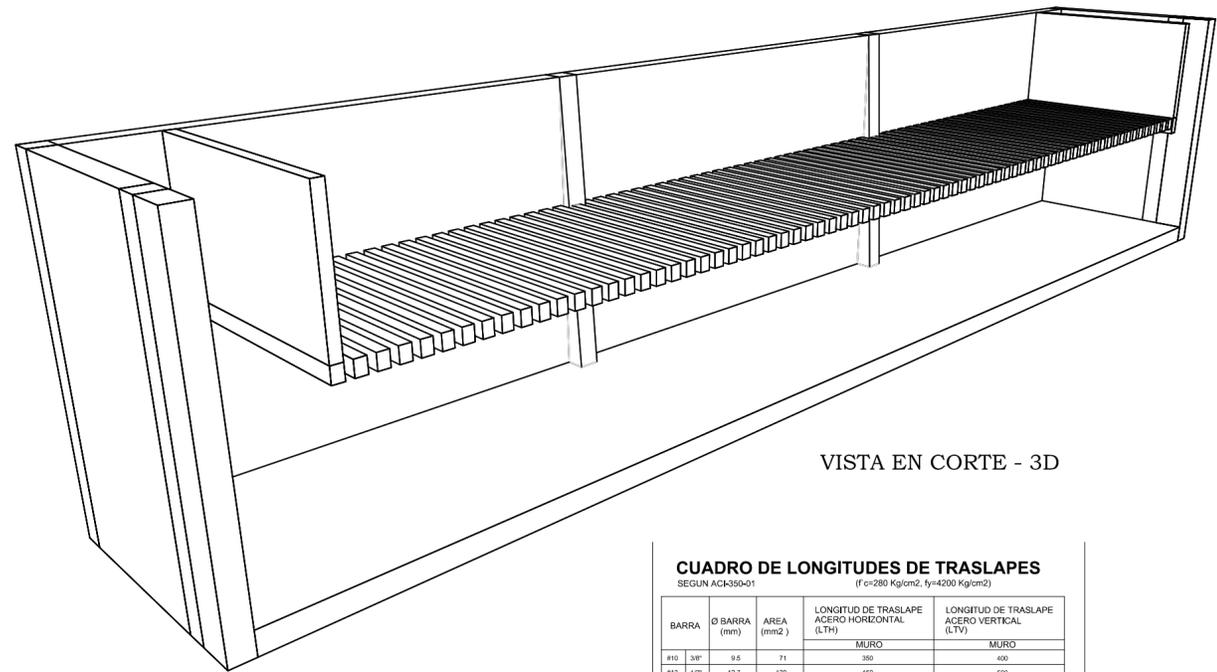
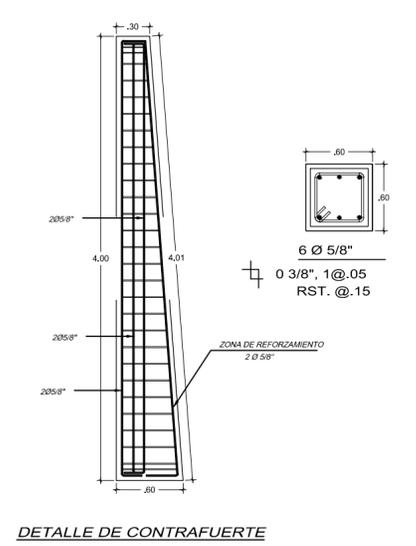
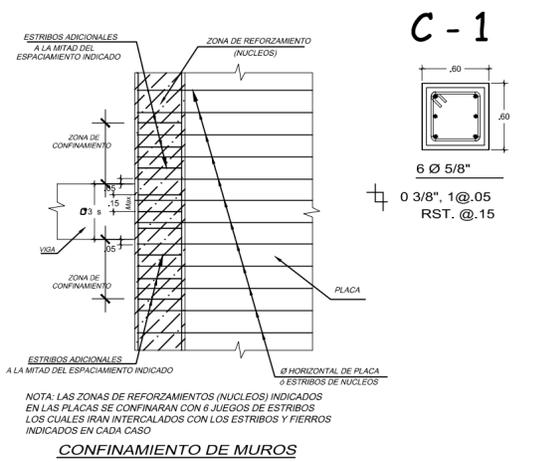
UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES		
PROYECTO: "APLICACIÓN DEL MODELO DOYOO YOOKASOO PARA EL MEJORAMIENTO DE PLANTAS DE TRATAMIENTO DE LODOS ACTIVOS"		
PLANO: PLANTA Y CORTES DISTRITO: SICAYA PROVINCIA: HUANCAYO DEPARTAMENTO: JUNIN	ESTUDIANTE: BACH. ROCIO DEL PILAR RIVERA RAMOS REVISADO: ING. ESCALA: INDICADA FECHA: NOVIEMBRE - 2018	LAMINA N°: PP - 01



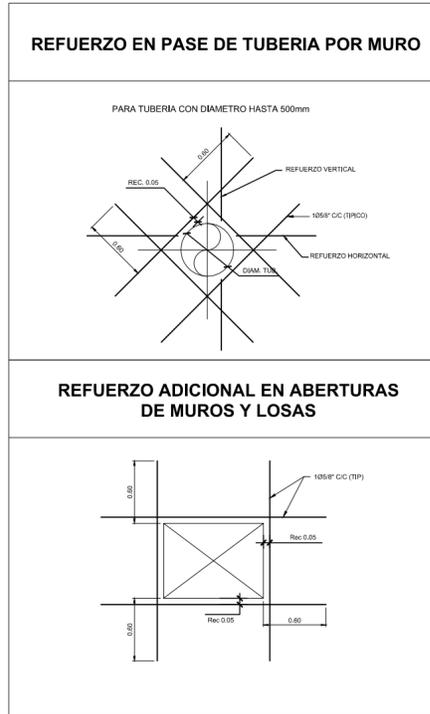
Sedimentador Primario (Cámara 1)



VISTA DE PLANTA DE SEDIMENTADOR PRIMARIO
ESC. 1:50



VISTA EN CORTE - 3D



CUADRO DE LONGITUDES DE TRASLAPES
SEGUN ACI-308-01 (f_c=280 Kg/cm², f_y=4200 Kg/cm²)

BARRA	Ø BARRA (mm)	AREA (mm ²)	LONGITUD DE TRASLAPADO ACERO HORIZONTAL (L _{TH})		LONGITUD DE TRASLAPADO ACERO VERTICAL (L _{TV})	
			MURO	MURO	MURO	MURO
#10	3/8"	9.5	71	350	400	400
#13	1/2"	12.7	129	450	500	500
#16	5/8"	15.9	199	550	600	600
#19	3/4"	19.1	264	650	750	750
#22	7/8"	22.2	387	700	800	800
#25	1"	25.4	507	1000	1000	1000

NOTAS

- CUANDO SE TRASLAPAN BARRAS DE DIFERENTE TAMAÑO LA LONGITUD DE TRASLAPADO PARA TODAS LAS BARRAS DEBERIA SER LA REQUERIDA PARA LA BARRA DE DIAMETRO MAS GRANDE.
- NO SE PERMITE EMPALMAR MAS DEL 30% DEL REFORZADO HORIZONTAL EN LA MISMA SECCION DEL MURO DE CONCRETO.
- LA UBICACION DE LAS ZONAS DE EMPALME, DEBERAN SER DEFINIDAS EN OBRA Y ESTARA DE ACUERDO A LA PRODUCCION DE ACERO TRABAJANDO

HORIZONTAL

NOTAS IMPORTANTES

- EL DISEÑO ESTRUCTURAL MOSTRADO ESTÁ REFERIDO A LA CONDICIÓN DE DISEÑO HIDRAULICO DE MAYOR CAUDAL. PARA MENOR CAUDAL DE DISEÑO PODRA REDUCIRSE EL REFUERZO PERO NUNCA MENOR QUE UNA CUANTIA MENOR DE 0.003.
- EL DISEÑO HIDRAULICO ESTA CONDICIONADO PARA LAS SIGUIENTES PARÁMETROS (NORMA E.030 RNE):
 - CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO ASUMIDO : 1.3 Kg/cm²
 - PARÁMETROS SÍSMICOS:
 - Z = 0.35 (ZONA 3)
 - U = 1.5
 - C = 2.5
 - S = 1.10
 - Tp = 1.0 (S=3)
 - R = 6 (MUROS ESTRUCTURALES)

EN CASO LAS UNIDADES SEAN DISEÑADOS EN ZONAS DISTINTAS AL ASUMIDO, DEBERA VERIFICARSE INTEGRAMENTE.

- CEMENTO : PORTLAND TIPO V, (ASTM 150)
Para suelos agresivos, en caso contrario usar CEMENTO PORTLAND TIPO I.
- RESISTENCIA DEL CONCRETO
 - f_c = 210 Kg/cm² CONCRETO ESTRUCTURAL
 - f_c = 100 Kg/cm² CONCRETO SOLADO
- RESISTENCIA ACERO DE REFUERZO : f_y = 4,200 Kg/cm²

- PARA LA ELABORACIÓN DEL CONCRETO ESTRUCTURAL DE LA UNIDAD HIDRAULICA, SE UTILIZARÁ SIEMPRE ADITIVO IMPERMEABILIZANTE HIDRÓFUGO DE CALIDAD RECONOCIDA.
- TODAS LAS UNIDADES HIDRAULICAS TENDRÁN UN ACABADO SUPERFICIAL ALISADO Y SIN REVESTIMIENTO DE MORTERO, USAR ENCOFRADO CARAVISTA.

NOTAS JUNTA HIDROEXPANSIVA

- LA SUPERFICIE DE LOS LUGARES DENDE SE INSTALARÁ JUNTA HIDROEXPANSIVA, DEBE SER LEVEMENTE PULIDA CON UNA LLANA. SE DEBERA REMOVER LOS RESIDUOS Y LIMPIAR LA SUPERFICIE ANTES DE LA INSTALACIÓN.
- QUITAR EL PAPEL ADHESIVO POR LA PUNTAS DEL ROLLO Y SIMPLEMENTE SE COLOCARÁ SOBRE LA SUPERFICIE DE CONCRETO FIJÁNDOLO CON CLAVOS SIMPLES CADA METRO.

GES: GANCHO ESTÁNDAR DE 90° /135° EN EXTREMOS DE VARILLAS

BARRA	Ø1/4"	Ø3/8"	Ø1/2"	Ø5/8"	Ø3/4"	Ø1"	Ø1.1/4"
L (mm)	100	130	150	200	250	300	400

UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES

PROYECTO: "APLICACIÓN DEL MODELO DOYOO YOOKASOO PARA EL MEJORAMIENTO DE PLANTAS DE TRATAMIENTO DE LODOS ACTIVADOS"

PLANO: ESTRUCTURA	ESTUDIANTE: BACH. ROCIO DEL PILAR RIVERA RAMOS	LAMINA Nº: PE-01
DISTRITO: SICAYA	REVISADO: ING. -----	
PROVINCIA: HUANCAYO	ESCALA: INDICADA	FECHA: NOVIEMBRE - 2018
DEPARTAMENTO: JUNIN		

PLANO TOPOGRÁFICO

ESC. 1/750

DATOS DE GEOREFERENCIACION	
DATUM HORIZONTAL:	WORLD GEODETIC SYSTEM 1984(WGS 84)
SISTEMA DE COORDENADAS:	UTM CADA 25M
CURVAS DE NIVEL:	CADA 1.0M CURVAS MADRE
CURVAS MENORES:	CADA 0.20M

LEYENDA	
DESCRIPCION	SIMBOLO
CARRETERA	
TERRENO DE CULTIVO	
CURVA DE NIVEL PRIMARIA	
CURVA DE NIVEL SECUNDARIA	
NORTE MAGNETICO	





UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES



PROYECTO: "APLICACIÓN DEL MODELO DOYOO YOOKASOO PARA EL MEJORAMIENTO DE PLANTAS DE TRATAMIENTO DE LODOS ACTIVADOS"

PLANO: TOPOGRÁFICO	ESTUDIANTE: BACH. ROCIO DEL PILAR RIVERA RAMOS	LAMINA N°:
DISTRITO: SICAYA	REVISADO: ING.	PT - 01
PROVINCIA: HUANCAYO	ESCALA: INDICADA	
DEPARTAMENTO: JUNIN	FECHA: NOVIEMBRE - 2018	