



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL INGENIERÍA CIVIL

**“PROPUESTA DE UNA PTAR PARA REDUCIR EL IMPACTO
AMBIENTAL DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO EN EL
C.P “ANDY Y SU PUEBLO” CARABAYLLO – LIMA”**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL**

AUTOR:

Contreras Dávila, Roger Cristian

ASESOR:

MSC. MOGROVEJO GUTIERREZ, RUBEN ESAU

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

DISEÑO DE OBRAS HIDRÁULICAS Y SANEAMIENTO

LIMA-PERÚ

2018

PÁGINA DEL JURADO

	ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS	Código : FO6-PP-PR-02.02 Versión : 09 Fecha : 23-03-2018 Página : 1 de 1
---	--	---

El Jurado encargado de evaluar la tesis presentada por don(a)

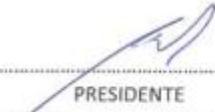
Roger Cristian Contreras Dávila

cuyo título es:

"Propuesta de una PTAR para reducir el impacto ambiental del sistema de alcantarillado en el C.P. "Andy y su Pueblo" Carabaylo - Lima"

Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por el estudiante, otorgándole el calificativo de:15..... (número)Quince..... (letras).

Lima,17..... deJulio..... del 2018.....


PRESIDENTE

Mg. Ing. Benites Zúñiga José Luis


SECRETARIO

Mg. Ing. Córdova Salcedo Filemón Domingo


VOCAL
MSc. Mogrovejo Gutierrez, Ruben Esau

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Responsable del SGC	Aprobó	Vicerrectorado de Investigación
---------	----------------------------	--------	---------------------	--------	---------------------------------

DEDICATORIA

El presente trabajo está dedicado, en primer lugar, a Dios por la salud otorgada durante mi estadía en la universidad. A mi papá, quien me apoyó de manera incondicional en la culminación de mis estudios y obtención de mi título profesional tanto en lo moral y económico. Asimismo, agradecer a los asesores por su entrega y enseñanza para el desarrollo de la tesis, ya que gracias a sus conocimientos impartidos pude lograr el adecuado desarrollo de la Tesis.

AGRADECIMIENTO

Al MSc. Ing. Mogrovejo Gutiérrez, Rubén
Esaú por su paciencia durante la
culminación de la tesis.

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo, Roger Cristian Contreras Dávila, identificado con DNI N° 46181983, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Civil, declaro bajo juramento que toda la información que acompaño es veraz y auténtica.

Así mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad Cesar Vallejo.

Lima 17 de Julio del 2018



Roger Cristian Contreras Dávila

DNI N° 46181983

Presentación

Señores miembros del jurado:

En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, presento ante ustedes la Tesis titulada “Propuesta de una PTAR para reducir el impacto ambiental en el sistema de alcantarillado – Asociación “Andy y su Pueblo” Carabaylo - Lima”, la misma que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título Profesional de Ingeniero Civil.

Roger Cristian Contreras Dávila

Índice

	Página
PÁGINA DEL JURADO.....	ii
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD.....	v
PRESENTACIÓN.....	vi
ÍNDICE.....	vii
ÍNDICE DE TABLAS.....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xi
RESUMEN.....	xii
ABSTRACT.....	xiii
I. INTRODUCCIÓN.....	14
1.1 Realidad problemática.....	16
1.2 Trabajos previos.....	18
1.3 Teorías relacionadas al tema.....	22
1.4 Formulación del problema.....	35
1.4.1 Problema general.....	35
1.4.2 Problemas específicos.....	35
1.5 Justificación.....	35
1.6 Hipótesis.....	37
1.6.1 Hipótesis general.....	37
1.6.2 Hipótesis específicas.....	37
1.7 Objetivos.....	37
1.7.1 Objetivo general.....	37

1.7.2	Objetivos específicos.....	38
II.	MÉTODO.....	39
2.1	Diseño de investigación.....	40
2.2	Variables, operacionalización	41
2.3	Población y muestra	43
2.4	Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.....	43
2.5	Métodos de análisis de datos.....	45
2.6	Aspectos éticos.....	45
III.	RESULTADOS	46
IV.	DISCUSIÓN.....	83
V.	CONCLUSIONES.....	86
VII.	RECOMENDACIONES.....	89
VII.	REFERENCIAS.....	91
ANEXOS	97
Anexo 1:	Matriz de Consistencia.....	97
Anexo 2:	Instrumento Validado.....	98
Anexo 3:	Análisis de Agua Residual.....	104
Anexo 4:	Análisis de Agua y pozo tubular.....	106
Anexo 5:	Panel fotográfico.....	112
Anexo 6:	Certificación del Laboratorio.....	114
Anexo 7.	Planos.....	115
Anexo 8.	Documentos para la Publicación de Tesis.....	124

Índice de tablas

	Página
Tabla 1. Composición típica de las aguas residuales domesticas.....	23
Tabla 2. Límites máximos permisibles para los efluentes de las PTAR	35
Tabla 3. Operacionalización de las variables: Planta de tratamiento de aguas residuales e Impacto Ambiental.....	42
Tabla 4. Ficha de recolección de datos.....	44
Tabla 5. Cuadro comparativo del análisis físico, químico y microbiológico.....	47
Tabla 6. Cuadro comparativo con el D.S. N° 003 – 2010 – MINAM....	48
Tabla 7. Cuadro comparativo del Análisis Físicoquímico.....	48
Tabla 8. Calculo del Coeficiente de crecimiento Anual.....	49
Tabla 9. Dotación por tipo de habilitación.....	50
Tabla 10. Resumen de dimensiones de cámara de rejillas.....	56
Tabla 11. Densidad y Viscosidad del Agua.....	57
Tabla 12. Resumen de dimensiones de cámara de desarenador.....	63
Tabla 13. Factor de Capacidad Relativa.....	67
Tabla 14. Resumen de dimensiones de Tanque Imhoff.....	69
Tabla 15. Tiempo de retención para la digestión de lodos varía con la temperatura.....	70
Tabla 16. Resumen de dimensiones del lecho de secado.....	71
Tabla 17. La conductividad hidráulica y la porosidad.....	73
Tabla 18. Resumen de dimensiones del humedal artificial.....	75

Tabla 19.	Las constantes de a y b para el cálculo de remoción de DBO y SST.....	76
Tabla 20.	Grado de Remoción de cada fase de tratamiento.....	80
Tabla 21.	Cuadro de valor a desinfectar.....	81
Tabla 22.	Cuadro de dosis requerido para la desinfección.....	82

Índice de figuras

	Página
Figura 1. Cámara de rejas.....	26
Figura 2. Desarenador de 2 unidades en paralelo.....	27
Figura 3. Tanque Imhoff típico.....	28
Figura 4. Tanque Imhoff área de ventilación y zona de sedimentación.....	29
Figura 5. Plantas acuáticas (macrófitas).....	31
Figura 6. Humedal de Flujo Superficial.....	32
Figura 7. Humedal de Flujo Subsuperficial.....	32
Figura 8. Valores de Sedimentación.....	58
Figura 9. Curvas de Comportamiento.....	60
Figura 10. Valores de Sedimentación.....	112
Figura 11. Curvas de Comportamiento.....	113

RESUMEN

El siguiente trabajo tiene como objetivo presentar una propuesta del dimensionamiento de una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) para el tratamiento de aguas residuales generadas por el C.P. "Andy y su Pueblo" mediante el uso de los Humedales Artificiales en donde se determinó: 1) parámetros físicos, químicos y microbiológicos, 2) porcentaje de remoción en cada fase de tratamiento para una posible reutilización y 3) protección de los cuerpos receptores con el fin de reducir el impacto ambiental.

Los humedales artificiales son una excelente alternativa ya que son sustentables, de operatividad simple y de integración ambiental excelente, cuyo fin es obtener una mejor calidad de agua. Se adaptan para zonas rurales, con un área de rendimiento medio y una eficiente remoción de materia orgánica y nutriente.

A partir de los resultados obtenidos de los análisis de agua residual doméstica, se determinó un grado de contaminación medio/fuerte ya que los parámetros Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO), Sólidos Suspendidos Totales (SST) y Coliformes Fecales (CF) presentaron valores elevados con respecto a los Límites Máximos Permisibles (LMP), los cuales no son admisibles para el riego de áreas verdes.

Como resultado, se obtuvo una remoción total de los parámetros de DBO (14.63 mg/l), SST (17.47 mg/l) y CF (8.10 E+02 NMP/100 ml), de los cuales solo el CF no cumple con los LMP, razón por la cual, se realizará una desinfección por cloración con el fin de reducir el grado de contaminación y por ende, el efluente estará en óptimas condiciones para su reuso.

Palabras clave: PTAR, humedal artificial, DBO, SST, CF.

ABSTRACT

The following work aims to present a proposal for the design of a Wastewater Treatment Plant (WWTP) for the treatment of wastewater generated by the C.P “Andy y su Pueblo” through the use of Artificial Wetlands where it was determined: 1) Physical, chemical and microbiological parameters, 2) Percentage of removal in each treatment phase for a possible reuse, and 3) Protection of the receiving bodies in order to reduce the environmental impact.

The artificial wetlands are an excellent alternative because they are sustainable, of simple operability and excellent environmental integration, which purpose is to obtain a better quality of water. They are adapted for rural areas, with an area of average yield and efficient removal of organic matter and nutrient.

Based on the results obtained from the analyzes of domestic wastewater, a medium/strong degree of contamination was determined since the parameters Biochemical Oxygen Demand (BOD), Total Suspended Solids (TSS) and Fecal Coliforms (FC) showed high values with respect to the Maximum Permissible Limits (MPL), which are not admissible for the irrigation of green areas.

As a result, a total removal of the parameters of BOD (14.63 mg/l), TSS (17.47 mg/l) and FC (8.10 E+02 NMP/100 ml) was obtained, where only the value of FC does not comply with the MPL, reason why a disinfection by chlorination will be carried out in order to reduce the degree of contamination and, therefore, the effluent will be in optimum conditions for reuse.

Keywords: WWTP, artificial wetlands, BOD, TSS, FC.

I. INTRODUCCIÓN

Del total de agua del planeta, sólo el 2.5% (35 millones de km³) es agua dulce. De esta cantidad, el 70% no es apta para el consumo humano porque se encuentra en forma de glaciares, quedando disponible sólo el agua de lagos, ríos, agua subterránea y atmósfera. (SEMARNAT/CONAGUA, 2011)

La creciente demanda y utilización de este recurso por parte de la población genera, a su vez, la eliminación de aguas residuales al medio ambiente lo que genera contaminación, producto de la actividad humana.

Según el informe (UNESCO, 2008), el porcentaje de aguas residuales municipales e industriales que recibe tratamiento, varía de acuerdo a los ingresos de cada país, siendo del 70%, 38%, 28% y 8% en países de ingresos altos, medio-alto, medio-bajo y bajos, respectivamente.

A nivel mundial, el 80% de aguas residuales son vertidas sin recibir un adecuado tratamiento (Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos, 2017). Cabe resaltar que el 40% de la población carece de instalaciones básicas de saneamiento (UNESCO, 2008).

En Perú, entre febrero 2017 y enero 2018, el 11.2% de la población que habitaba en áreas urbanas y el 83.4% de la población que habitaba en áreas rurales, no contaba con un sistema de red pública de alcantarillado. La eliminación de excretas por parte de la población urbana se realiza mediante pozo séptico (1,2%), pozo ciego (4.9%), letrina (0.3%), rio acequia o canal (1.3%) y el (3.6%) no tiene ningún tipo de servicio higiénico, mientras que la población rural elimina sus excretas mediante pozo séptico (23,5%), pozo ciego (26,1%), letrina (0.3%), rio acequia o canal (7,3%) y el (25,4%) no tiene ningún tipo de servicio higiénico (Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2018).

La importancia de la presente investigación es proponer una Planta de Tratamientos de Aguas Residuales (PTAR) económica, eficiente y confiable con tecnologías no convencionales existentes, que permita dar solución a los problemas de contaminación ambiental y posible propagación de enfermedades en zonas rurales en donde no se cuenta con una red colectora donde descargar las aguas residuales.

Se espera reducir los niveles de Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO), Sólidos Suspendidos Totales (SST) y Coliformes Fecales (CF) generados por el vertimiento de aguas residuales a medios receptores para su posible reutilización en el riego de áreas verdes.

Esta investigación es necesaria porque sin una inadecuada gestión de las aguas residuales, puede haber repercusión en la salud humana, productividad económica, ecosistemas, etcétera. Se debe buscar un desarrollo sostenible en donde se tome en cuenta el factor social, ecológico y económico.

También, es importante para aumentar el interés de los estudiantes de la escuela de ingeniería civil hacia el estudio de diseño de obras hidráulicas y saneamiento, para la obtención de nuevos conocimientos permitan la solución de problemas cotidianos.

1.1 Realidad problemática.

Según el Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (**OEFA, 2012**), Perú genera aproximadamente 2217946 m³ de aguas residuales al día (142 litros al día por persona), los cuales son descargados a la red de alcantarillado de las Entidades Prestadoras de Servicios de Saneamiento (EPS Saneamiento). El 32% de éstas recibe tratamiento.

En la actualidad, la descarga de las aguas residuales sin tratamiento alguno en los suelos, ríos o el mar es un problema que genera un impacto ambiental en los ecosistemas. Ésta contamina los cuerpos de agua natural, los que a su vez contaminan las aguas subterráneas por infiltración convirtiéndose en focos infecciosos para las poblaciones, flora y fauna del lugar.

La falta de PTAR es una realidad en muchas regiones de nuestro país debido a que se carece de políticas ambientales que velen por conservar y mejorar el medio ambiente.

(Concha Huánuco y Guillen Lujan, 2014 p. 3) Nos hace referencia que: “Es triste, que el acceso al saneamiento no esté completamente cubierto. Siendo las poblaciones con bajos ingresos los perjudicados. Los pobladores rurales en el

Perú ascienden a 7.9 millones de los cuales 3 millones (38%) no tienen al acceso a agua potable y 5.5 millones (70%) no cuentan con saneamiento”.

En algunas zonas de Perú, se utiliza agua potable para regar parques y jardines, lo que desfavorece a poblaciones en las que existe escasez del líquido elemento. Es por ello que se debe plantear un tratamiento de aguas residuales con el fin de minimizar el uso de recursos disponibles y que conlleven un mayor beneficio ambiental a un costo económico.

Se debe optar por un sistema de tratamiento de aguas residuales que no consuma energía y no requiera de sofisticados mecanismos de operación y mantenimiento, es por ello que se plantea usar humedales artificiales que sean amigables con la naturaleza, que ayuden a la protección de éstas y brinden energía.

Según la Organización Mundial de la salud (**OMS**) se considera que una ciudad está arborizada adecuadamente cuando dispone de al menos 9 m² de bosques urbanos o espacios verdes por habitante. Actualmente, Carabaylo cuenta con 3.5 m² de áreas verdes por habitante lo que se encuentra por debajo del rango establecido. Como consecuencia de la falta de espacios verdes, hay mayor contaminación atmosférica de hecho, según la ex presidenta ejecutiva del Servicio de Parques de Lima (**Serpar**).

Se plantea la construcción de humedales artificiales para purificar y limpiar el aire. Además, esto genera el uso de fertilizantes para las áreas verdes que pueden ser aprovechados a partir de su extracción de la planta de tratamiento. La utilización y aprovechamiento de aguas residuales puede crear nuevas fuentes de beneficios para su autogestión, tales como:

- La reutilización de las aguas para riego.
- La recuperación de nutrientes como el nitrógeno y fósforo para ser transformados en fertilizantes.
- La energía como, por ejemplo, el biogás.

1.2 Trabajos previos.

1.2.1 Nacionales.

En la tesis titulada “Urbanizaciones Sostenibles: Descentralización del tratamiento de agua residuales residenciales.” (**Luis Francisco Arce Jáuregui, 2013**), se relata que el ser humano interfiere desfavorablemente en el ciclo de agua ya que después de ser utilizada, es devuelta contaminada, ya sea por el uso doméstico de la misma o por la contaminación producida por industria minera, petrolera, industrial.

Además, se habla sobre países como Israel que cuentan con tratamiento de aguas residuales que permiten el uso de las mismas en el riego de su agricultura.

Aborda sobre diferentes procesos tecnológicos y el estado de aplicación del tratamiento de aguas residuales a nivel mundial y nacional, que permitan mejorar la urbanización en diferentes aspectos, siempre buscando optimizar la calidad de vida de los usuarios o pobladores.

También, la reutilización del agua en riego de parques y jardines, teniendo en consideración el Estándar de Calidad del Agua (ECA). Los ECA y los Límites Máximos Permisibles (LMP) hacen posible conocer qué usos se pueden dar al tratamiento de aguas residuales, así como saber los parámetros que las leyes peruanas exigen para la protección de la salud y preservación del medio ambiente.

Concluyó que las mejores alternativas para el tratamiento de aguas residuales dentro de zonas urbanas son los lodos activados por aireación extendida (Eficiencia de remoción 90% DBO y 90% Coliformes) y los biorreactores de membranas (Eficiencia de remoción 99% DBO y 92% Coliformes), gracias a su eficiencia de remoción, área de terreno ocupada, problemas de olores y la simplicidad del mantenimiento.

En la Tesis titulada “Recarga del acuífero de Lima mediante el uso de aguas residuales tratadas” (**Eduardo Paolo Parodi Gonzales Prada, 2016**), se presenta el déficit hídrico sufrido en Lima ya que los recursos hídricos que genera el río Rímac, no satisface la demanda lo que perjudica a cerca de 800,000 limeños que no cuentan con agua. Cabe resaltar que Lima es una de las ciudad más grande que se encuentra ubicada en un desierto, después del Cairo.

Con su tesis, pretende recargar los acuíferos de Lima con las aguas residuales tratadas proporcionando alternativas para aumentar la fuentes de agua en la ciudad.

La recarga artificial de los acuíferos con agua residual previo tratamiento adecuado, genera una de las respuestas más prometedoras para reponer el volumen y calidad del agua de los acuíferos (CONAGUA,2011).

Hay una enorme necesidad de buscar alternativas de inversión que sean sostenibles, así solucionar la problemática hídrica de nuestra ciudad que son necesarias e insuficientes y con el tratamiento de aguas residuales estas podrán ser reutilizadas en irrigación o recarga de los acuíferos de Lima, esto generara un ahorro a la economía del País y acercarnos a un ideal de “Desarrollo Sostenible”, la cual es la de satisfacción de necesidades presentes sin alterar las generaciones futuras.

El cual tuvo como objetivo lograr la sostenibilidad hídrica, esto se debe iniciar muy pronto a si de esta manera ganaremos el tiempo necesario, estimado de 22 años, para reformular y adecuarnos a un futuro hídricamente sombrío.

En la tesis titulada “Propuesta de diseño de humedal artificial para el tratamiento de aguas residuales con fines de riego en la ciudad universitaria – UNSCH - 2014” (**Rubén Lapa Inga, 2014**), se hace referencia al escaso recurso hídrico de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga para el riego de sus áreas verdes, por ello, se plantea un diseño por medio de humedales artificiales de flujo horizontal para la remoción de contaminantes presentes en el agua residual. Además, el diseño cuenta con un tratamiento preliminar (cámara de rejillas y desarenador), tratamiento primario (Tanque Imhoff) y tratamiento secundario (humedal artificial), que satisfacen los Estándares Nacionales de Calidad (ECA), en su categoría III riego de vegetales y tallos.

Se analizaron los parámetros de las aguas residuales del asentamiento humano “Señor de Huertos y Pampa Hermosa” ubicado en el distrito de Ayacucho, provincia de Huamanga.

Es una alternativa para disponer de agua apta para uso ambiental y recuperación del entorno natural y de la biodiversidad. Son sistemas de depuración

natural que respetan el medio ambiente y a su vez su funcionamiento no necesita muchos recursos.

Con el uso de humedales artificiales se obtuvo una remoción de Demanda Bioquímica Oxígeno (DBO) (mg/l) al 80%, Sólidos Suspendidos Totales (SST) (mg/l) al 84.35% y Coliformes Fecales (CF) (NMP/100ml) al 99.90%, dando un efluente final apto para el reúso de estas aguas en el riego de áreas verdes.

1.2.1 Internacionales.

En la tesis titulada “Humedal Artificial” (**Pedro Alberto Montiel Morales, 2014**), se presenta el caso de un edificio de la división de Ingenierías Civil y Geomática, de la Facultad de la Ingeniería de la UNAM que no disponía de una conexión a la red de alcantarillado, por ello, se planteó un tratamiento secundario empleando contactores biológicos (CBR). Se contaba con tratamiento preliminar, primario y secundario, pero no se cumplía con la adecuada reducción de DBO y SST.

Se opta por el diseño de un sistema de tratamiento de aguas residuales mediante el uso de humedales artificiales para lograr bajo consumo de energía y bajo mantenimiento para su infiltración.

Este tratamiento es amigable con el medio ambiente ya que se usa plantas para la purificación del agua. Su construcción y reparación puede realizarse con materiales disponibles en la zona y su funcionamiento no requiere de energía eléctrica. Adicionalmente, su mantenimiento es de bajo costo ya que el material de filtro se reemplaza entre los 8 y 15 años, o más. Estos humedales pueden ser adecuados para áreas urbanas, periurbanas y comunidades rurales.

En la tesis titulada “Factibilidad del diseño de un humedal de flujo subsuperficial para el tratamiento de aguas residuales Municipales de 30.000 habitantes” (**Camilo Eduardo Espinosa Ortiz, 2014**), el trabajo comenzó con el estudio de plantas idóneas para el tratamiento de aguas residuales llegando a la conclusión de que éstas deben tener raíces grandes, crecer rápidamente, transpirar volúmenes de agua y desarrollarse en sitios diferentes a su habitat natural. Uno de los primeros reportes le perteneció a la Dra. Kathe Seidel del instituto Max Plank de Alemania, dio a conocer que el empleo de junco (*Schoenoplectus lacustris*).

El primer sistema de tratamiento de aguas residuales artificiales fue en Inglaterra en 1985 para una población de 1260 habitantes y un caudal promedio de 189 m³/día, extendiéndose por todo su territorio y llegando a diferentes países con escasos recursos económicos. Nos aporta de diferentes casos de países que han utilizado el método y lo han ido mejorando, donde vemos que, gracias a su tecnología de diseño simple, eficiente de bajo costo de mantenimiento y operación estas deciden implementarlas.

Los humedales artificiales con espejo de agua son predominantes en Estados Unidos, en poblaciones de 20.000 hab. estas requieren un menor costo de inversión que los humedales de Flujo Subsuperficial.

Estos humedales son utilizados como tratamiento secundario o terciario de aguas residuales municipales, pero es esencial de contar con un tratamiento primario para su óptimo funcionamiento y evitar problemas a futuros de colmatación.

En nivel costos de inversión en un humedal de flujo subsuperficial para 30000 habitantes con parado con un sistema de lagunas de estabilización son superiores en un 6% y en cuanto a costo operación y mantenimiento es superior en un 273%.

(Paola Juárez Paz, 2015) En la tesis titulada “Planificación y ejecución del proyecto: Manifestaciones de Impacto Ambiental para la planta de tratamiento de aguas residuales en el municipio de Villa de Reyes – S.L.P”.

Nos presenta los impactos ambientales, significativos y potenciales que produce la construcción de una planta de tratamiento y sus actividades, así como la forma de cómo evitarlo o atenuarlo en casos que estos resulten negativos.

Utilizando la Matriz de Impacto Leopold Modificado (Método cualitativo causa - efecto) que evalúan todos los impactos de las actividades de PTAR hacia los componentes biológicos, biótico y socioeconómico está generando una problemática ambiental el Municipio de Villa de Reyes con la descarga de aguas residuales sobre el cauce del río Altamira esto conlleva la construcción de una PTAR para su disminución de los contaminantes presentes en sus aguas.

Este Municipio registra 7 puntos de descarga de aguas residuales de los cuales se pueden ver que 3 de ellos descargan directamente a río Altamira sin ningún tratamiento alguno, eso está afectando a medio ambiente y alterando los componentes como el suelo, la flora, la fauna y social.

Además, que está presentando olores desagradables, estos puntos de descargas se encuentran a la intemperie, es por ello la necesidad de implementar medidas de conducir y tratar a las aguas residuales.

La propuesta de la planta de tratamiento (PTAR) tendría impactos positivos para el Municipio de Villa de Reyes con la mejora de la calidad de vida de los habitantes y del medio ambiente, también con lleva impactos negativos, pero muchos de estos son mitigables.

1.3 Teorías relacionadas al tema.

1.3.1 Aguas Residuales (AR).

Se distingue porque sus características originales se han modificado a causa de la actividad humana. Por tener baja calidad, requieren un tratamiento previo antes de estar aptas para ser reusadas, vertidas a un cuerpo natural de agua o descargadas al sistema de alcantarillado (Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental-OEFA-MINAM, 2014, p.2).

1.3.1.1 Clasificación de aguas residuales (OEFA – MINAM, 2014).

Principalmente se clasifican en:

- Aguas residuales industriales: Son el producto del proceso de producción de la industria minera, agrícola, energética, agroindustrial, entre otras.
- Aguas residuales domésticas (ARD): Son producidas con la utilización de del agua para las actividades del hogar, cuya contaminación están presentes desechos orgánicos, sólidos, sustancias químicas de los detergentes y jabones, grasas entre otros, estos deben ser dispuestas adecuadamente.
- Aguas residuales municipales: Se trata de las aguas residuales producidas por la actividad doméstica. Éstas pueden ser mezcladas con

agua de drenaje pluvial o aguas residuales de origen industrial previamente tratadas. También se les conoce como aguas servidas.

1.3.1.2 Composición de agua residual.

Según Rojas (Rojas, 2002, p. 5), varios factores afectan la composición de las aguas residuales, entre ellos se encuentran el consumo promedio de agua por habitante y por día que afecta la concentración (cantidad) y los hábitos alimenticios de la población que caracteriza la composición (calidad). Por lo general el agua residual contiene un aproximado de un 99.9% de agua y 0.1% está constituido por materia sólida que está conformada por materia mineral y materia orgánica.

Tabla 1. Composición típica de las aguas residuales domesticas

CONSTITUYENTE	CONCENTRACION		
	FUERTE	MEDIA	DEBIL
SÓLIDOS TOTALES	1200	720	350
Disueltos SD	850	500	250
SD fijos SDF	525	300	145
SD volátiles SDV	325	200	105
En suspensión SS	350	220	100
SS fijos SSF	75	55	20
SS volátiles SSV	275	165	80
SÓLIDOS SEDIMENTABLES ml/L	20	10	5
DB05	400	220	110
COT	290	160	80
DQO	1000	500	250
NITROGENO (Total como N)	85	40	20
Orgánico	35	15	8
Amoniaco libre	50	25	12
Nitritos	0	0	0
Nitratos	0	0	0
FOSFORO (Total como P)	15	8	4
Orgánico	5	3	1
Inorgánico	10	5	3
CLORUROS	100	50	30
ALCALINIDAD (como Co3Ca)	200	100	50
GRASA	150	100	50

Fuente: Metcalf & Eddy, ingeniería de Aguas Residuales, Redes de Alcantarillado y Bombeo, 1995.

1.3.1.3 Características físicos, químicos y biológicas del agua residual.

1.3.1.3.1 Sólidos suspendidos totales (SST).

Se trata de partículas en suspensión tales como trozos de vegetales, animales y basura, También, presenta otras partículas que son perceptibles a simple vista y pueden ser separadas del líquido por medios físicos sencillos. Ejemplos de estos son los patógenos y depósitos de lodo.

1.3.1.3.2 Temperatura.

La temperatura suele ser más elevada con respecto al agua de suministros debido a se incorpora agua caliente procedente de las casas y los diferentes usos industriales. La elevación de temperatura sobre las aguas receptoras puede modificar la flora y fauna, dando lugar al crecimiento de algas, hongos, etcétera.

1.3.1.3.3 Demanda bioquímica de oxígeno (DBO).

Es el parámetro de contaminación orgánica más empleado tanto en aguas residuales como superficiales. Se requiere 5 días para la obtención de los resultados y está relacionada a la medición del oxígeno disuelto que consumen los microorganismos en el proceso de oxidación bioquímica de la materia orgánica. Estos resultados pueden ser empelados para dimensionar los componentes del tratamiento del agua residual, medir el grado de eficiencia en cada proceso de tratamiento para así controlar el cumplimiento de los niveles de concentración que están sujetos los vertidos. Posibles efectos contaminantes son: muerte de peces y consumo de oxígeno.

1.3.1.3.4 Demanda química de oxígeno (DQO).

Es un parámetro que mide la cantidad de materia orgánica del agua, mediante la determinación del oxígeno necesario para oxidarla, pero en este caso proporcionado por un oxidante químico como el permanganato potásico o el dicromato potásico.

1.3.1.3.5 pH.

Este parámetro ion hidrogeno (pH) es importante debido a la vida y actividad biológica se desarrolla de forma adecuada, dentro de un intervalo que suele ser

entre 5 y 9. Cuando el pH es muy bajo, el agua es ácida y su agresividad puede dar lugar a la solubilización de sustancias.

1.3.1.3.6 Grasas y aceites.

Este parámetro son compuestos orgánicos formados por ácidos grasos de origen animal o vegetal.

Un ejemplo de estos son los hidrocarburos del petróleo.

1.3.1.3.7 Coliformes fecales (CF).

Son bacterias que se desarrollan en las heces y son causantes de enfermedades como la disentería, el cólera y el tifus. Un adulto excreta aproximadamente 2.000.000.000 bacterias coliformes al día.

1.3.2 Planta de tratamiento de Aguas Residuales.

Son conjuntos de integración de operaciones y procesos físicos, químicos y biológicos, que se utilizan con el propósito de obtener una calidad de agua deseada para sus vertimientos a cuerpos receptores, suelos o el aprovechamiento de estas es decir para su reúso, gracias a los avances tecnológicos hoy en día y la información disponible, se puede optar elegir un tratamiento en donde se busca disminuir los costos, recursos y que tengas un mayor beneficio a nuestro medio ambiente.

1.3.2.1 Niveles de tratamiento.

La diversidad del sistema de tratamiento está en relación a su disposición final es decir el uso de agua que le vas a dar, está clasificado en niveles de tratamientos de estos cuales tenemos: Pretratamiento o también llamado preliminar, Tratamiento primario, Tratamiento secundario y Tratamiento terciario o también llamado avanzado.

1.3.2.2 Tratamiento preliminar o Pretratamiento.

Su finalidad de este tratamiento es la retención de sólidos gruesos y sólidos finos con una densidad, mayor al agua y arenas. Su uso es primordial que de ella depende facilitar los tratamientos posteriores y de no tener posibles daños y obstrucciones. Los más usados tenemos:

1.3.2.2.1 Cámara de rejas.

Son usados para reducir los sólidos de suspensión de diferentes tamaños, las distancias de las rejillas van de acuerdo al objetivo de estas, son barras en paralelas cuya función es la de no dejar pasar objetos contenidos en el agua, esta rejilla está constituido por fierros de A° de 1/2" de diámetro, la separación entre barra y barra deberá ser como mínimo 200 mm y la separación de los sólidos que quedan atrapados será de forma manual.

Estas rejillas proporcionan una eficiencia de retención de sólidos de suspensión entre 25% - 35%. Deberán ser colocadas transversalmente al canal y su inclinación deberá ser entre 30 y 80° con respecto a la horizontalidad.

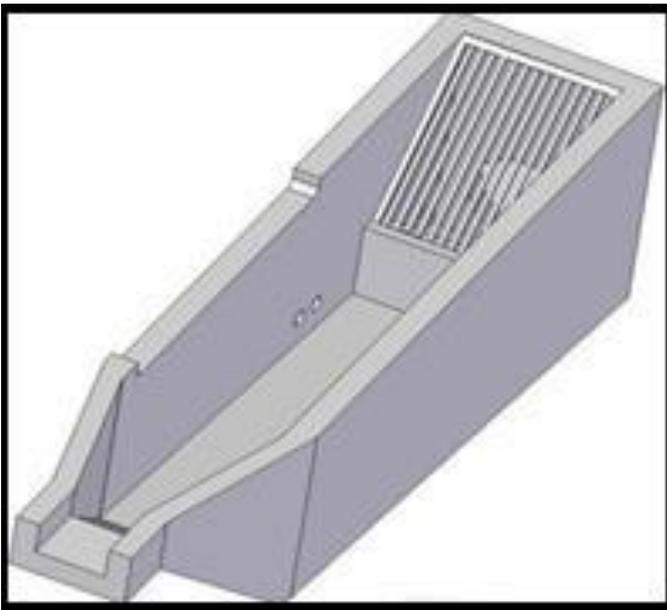


Figura 1. Cámara de rejas.

1.3.2.2.2 Desarenador.

Los desarenadores normalmente son ubicados después de las rejillas, las arenas son removidas del agua residual para evitar que en los siguientes tratamientos tenga sedimentación y una formación de depósitos de materiales sólidos pesados, se recomienda secciones rectangulares o cuadradas para su fácil mantenimiento.

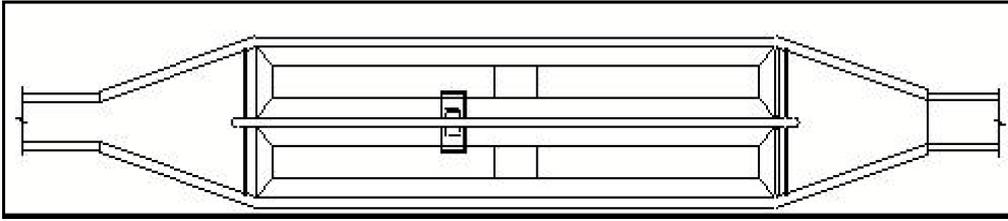


Figura 2. Desarenador de 2 unidades en paralelo. Fuente: OPS/CEPIS/05.158

1.3.2.2.3 Trampa de grasas.

Retienen aceites, grasas, espumas y otros materiales flotantes menos densos que el agua, para que estas no distorsionen los procesos de tratamiento biológico.

1.3.2.3 Tratamiento Primario.

Su finalidad es remover material en suspensión proporcionando una remoción de SST entre 50% – 65%, y hasta 25% - 40% de DBO. Cabe resaltar que se exceptúa el material coloidal o la sustancia disuelta presente.

1.3.2.3.1 Tanque séptico.

Forma parte del tratamiento primario y suele ser construido en forma rectangular con varios compartimientos para facilitar la retención de objetos flotantes o espumas. Pueden ser usados en pequeñas localidades de tipo rural o lugares con un caudal de desagüe inferior a los 20 m³/día.

1.3.2.3.1 Tanque Imhoff.

También forma parte del tratamiento primario el cual mejora la remoción de materia orgánica producida por el tanque séptico. Suelen ser conocidos como tanques de doble cámara ya que en la misma unidad se realiza la digestión de lodos sedimentados y la sedimentación del agua.

Conformado por 3 compartimiento interconectados una cámara de sedimentación, cámara de digestión de lodos y arena de ventilación, en su interior se da el proceso de digestión anaerobia de los sólidos, son de operación y mantenimiento muy sencillo sin tener partes mecánicas, los lodos generados deben ser evacuados periódicamente a un lecho de secado para que estos sean deshidratados.

Una de las ventajas de este tanque Imhoff es su bajo costo de operación y mantenimiento. Se adecua a un área menor o espacio reducido, produce un líquido residual de mejores características, nos proporciona una remoción del 40 a 50% de sólidos suspendidos totales y hasta un 25 a 40% de DBO (Demanda Bioquímica de Oxígeno).

- **LECHO DE SECADO**

Es parte esencial del tanque sépticos e Imhoff, debido que ambas estructuras generan lodos cuyos fangos deben ser retirados 6 veces al año según sea el caso y conducido al lecho de secado.

Esta estructura está compuesta de capas de arena y grava, en cuya superficie es almacenada los lodos y líquidos que se van al fondo a través de una canaleta. Estos lodos una vez secados son retirados para acondicionador de suelos, contarán con cobertura para posibles lluvias.

Estos lodos se combinan en pila o montículos una vez por semana para que su deshidratación sea más eficiente y uniforme, una vez seco un tiempo aproximado 3 meses, como etapa final para eliminar los sólidos inorgánicos se debe mezclarse con cal y pasto seco o corteza seca de arbusto, para ser utilizados como abono orgánico para cultivos, jardines y agroforestería.

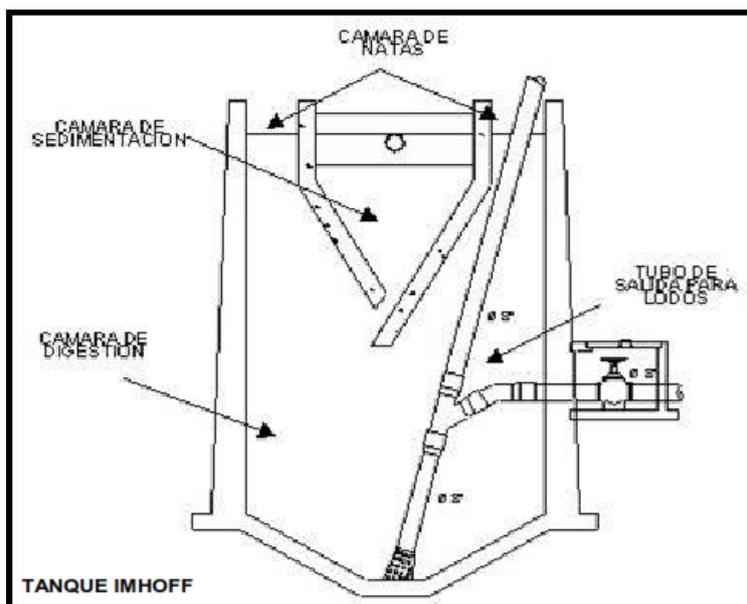


Figura 3: Tanque Imhoff típico. Fuente: OPS/CEPIS/05.158

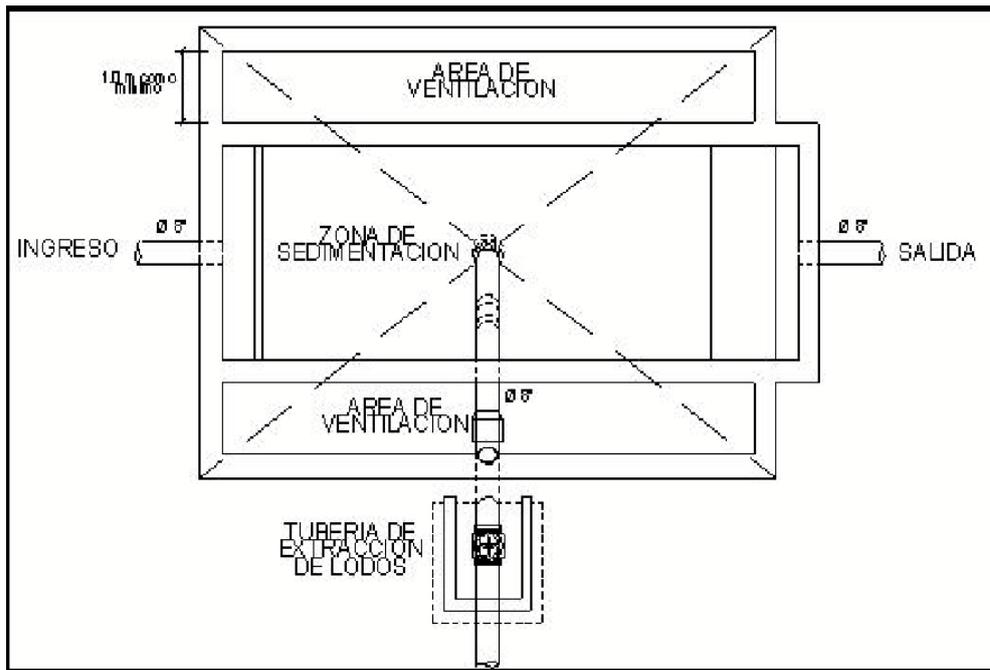


Figura 4: Tanque Imhoff área de ventilación y zona de sedimentación. Fuente: OPS/CEPIS/05.158

1.3.2.3 Tratamiento Secundario.

Consiste en la incorporación de un proceso biológico en el que los microorganismos realizan reacciones químicas con la finalidad de estabilizar la materia orgánica, coagular y dar una remoción a los sólidos coloidales que no sedimentan.

1.3.2.3.1 Filtro percolador.

Son unidades de tratamiento del tipo biológico que trabaja por medio de filtros donde se realizan procesos de la materia orgánica, cuyos líquidos entrantes sirven para nutrir los microorganismos con la sustancias orgánicas que ellas contienen y las asimilan, es por ende que el efluentes resultante sale con una menor carga contaminante, su empaque filtrante se puede consistir básicamente en un lecho de roca volcánica, en las cuales en ellas son desarrollada la masa biológica útil para el tratamiento.

1.3.2.3.2 Lagunas de estabilización.

Son conocidos como lagunas de oxidación, gracias a su bajo costo de construcción y sencillo mantenimiento son muy empleadas en muchas provincias del Perú, estas

operan sin consumo de energía, tienen una gran capacidad de remoción de los microorganismos patógenos permitiendo una buena reutilización de sus efluentes.

Estas lagunas realizan procesos biológicos naturales en donde interaccionan la biomasa (bacterias y algas) y la materia orgánica, según la norma técnica SO.090, se clasifican en:

- Lagunas anaerobias
- Lagunas Facultativas

1.3.2.3.3 Lagunas aireadas.

Son unidades de tratamiento que usa el método biológico que implementa la oxigenación del agua por medio de turbinas o difusores , cuya finalidad es la aceleración de la materia orgánica y mantener en continuo mezcla los residuos sólidos de la laguna, pueden clasificarse en 2 tipos entre ella tenemos:

- Lagunas de mezcla completa: Su nivel de turbulencia es capaz de mantener los lodos en suspensión y el oxígeno disuelto por toda la laguna
- Lagunas aireadas facultativas: Su nivel de turbulencia es incapaz, que esto lleva que parte de los lodos sedimentan, a la cual produce una composición anaeróbica en el fondo de la laguna.

1.3.2.3.4 Lodos activos.

Son unidades de tratamiento biológico de cultivo suspendido, cuyo bioproceso utilizado para que las aguas residuales sean depuradas de forma natural, cuyo principio consiste en la agitación y aireación de una mezcla de agua de desecho y un lodo de microorganismos seleccionados.

1.3.2.3.5 Reactor anaeróbico de flujo ascendente.

El efluente que se desea tratar entra por la parte inferior del reactor en donde entra en contacto con el lodo, y esta fluye de forma ascendente atreves del manto de lodo que estas constituido por gránulos formados de manera biológica, genera gases en condiciones anaeróbicas como el metano y dióxido de carbono provocando una circulación interna colaborando con la formación y mantenimiento de estos gránulos.

En la parte superior del reactor se encuentra una campana que permite la separación de la fase líquida y la fase gaseosa en poco tiempo. Cabe resaltar que es útil en la producción de gas metano que puede ser usado como fuente de energía para la operación de sí misma.

1.3.2.3.6 Humedales artificiales.

Formado por grava o piedra volcánica, sirven como filtros biológicos. Las plantas con raíces profundas que son sembradas protegen el agua, suelo y fauna; y se encargan de la degradación de la materia orgánica. Ejemplos de éstas son los espadañas, carrizos y juncos (plantas macrófitas).

El principal beneficio de estas plantas es la transferencia de oxígeno a la zona de la raíz. Los humedales artificiales siendo operados adecuadamente tienen una vida útil más de 20 años.

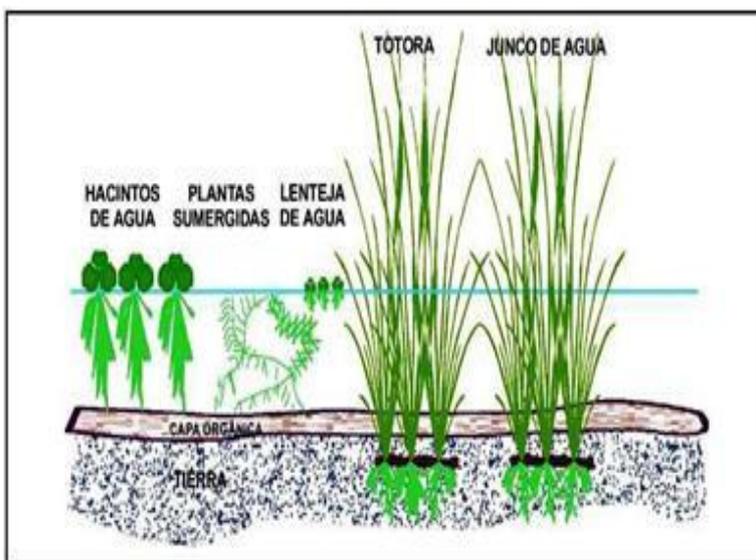


Figura 5: Plantas acuáticas (macrófitas). Fuente: Depuradoras de bajo coste

Existen dos tipos de humedales artificiales los cuales son:

- a) Sistema a Flujo Superficial (FWS): Como podemos ver en la figura las aguas residuales son descargas sobre la superficie del terreno, en donde la esta circula por medio de los tallos y raíces de la vegetación emergente.
- b) Sistema de Flujo Subsuperficial (SFS): Como podemos ver en la figura las aguas residuales son descargas por debajo de la superficie del terreno,

en donde la esta circula por medio de la cama de arena o grava y gracias a esto se logra evitar los mosquitos posibles que puede estas presentes en un sistema de flujo libre y además posibles olores.

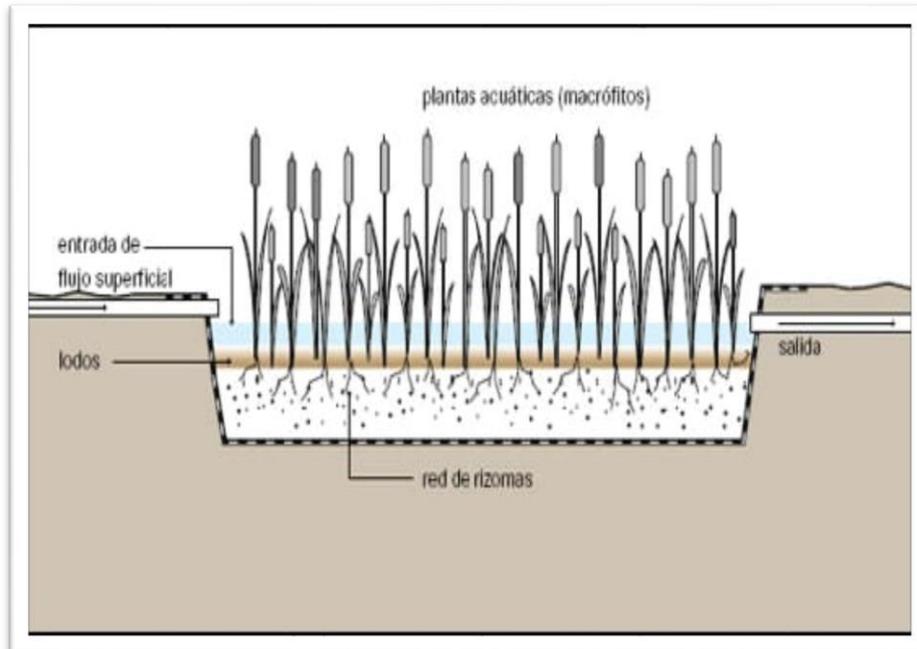


Figura 6: Humedal de Flujo Superficial. Fuente: Alianza por el Agua, 2011

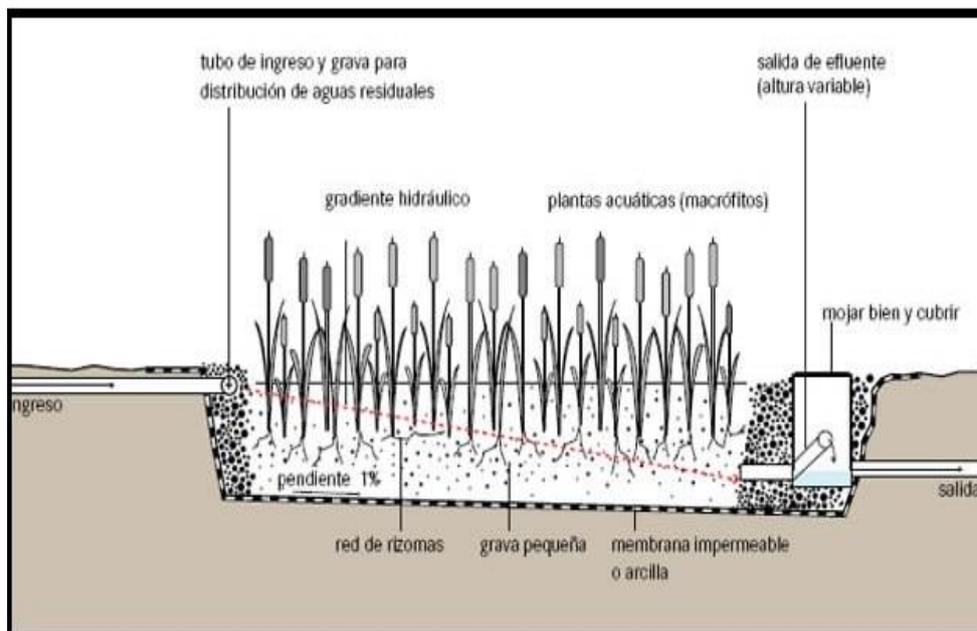


Figura 7: Humedal de Flujo Subsuperficial. Fuente: Alianza por el Agua, 2011

Es una alternativa, que ayuda a la preservación de la naturaleza, este provee un hábitat a pequeño organismo y el medio ambiente, con una buena operación no llegan a producir olores desagradables, operan sin consumo energético, ayudan a la reutilización del agua.

1.3.2.4 Tratamiento Terciario.

Este tratamiento complementa a los anteriores procesos descritos, cuyo objetivo es la de obtener un efluente más puro, es decir una menor carga contaminante y que el producto pueda ser utilizado en diferentes usos.

1.3.2.4.1 Desinfección por cloración.

Es el último proceso la cual radica en la de eliminar los microorganismos nocivos que pueden causar enfermedades que se encuentran en el agua, unos de los métodos más eficientes, fácil de aplicar y económicos es por cloro porque nos permite lograr una completa eliminación de los indicadores bacteriológicos.

Cloro residual: Se refiere a las moléculas de cloro libre y cloro combinado que quedan suspendidas en el agua tras el proceso de desinfección. Niveles superiores de 0.05 mg L⁻¹ de cloro libre pueden generar alteraciones graves en el ecosistema, tales como quemaduras en las puntas de las hojas de algunas plantas sensibles (Mujeriego, 1990; Metcalf y Eddy, 1991).

Puede variar durante el día y también a lo largo del sistema de distribución (Clark, Grayman, Males, & Hess, 1993).

Demanda de cloro: Se trata de una propiedad extrínseca del agua que representa su capacidad de consumir el cloro en un periodo de tiempo (American Public Health Association, American Water Works Association, and Water Pollution Control Federation, 1985). Es importante para predecir la eficiencia de desinfección (LeChevallier, Evans, & Seidler, 1981) ya que son proporcionales entre sí.

Dosis total: Se refiere a la concentración total de cloro presente en el sistema. Es importante mantener niveles bajos de este que permitan el correcto proceso de desinfección, pero manteniendo las características saludables del agua (Cozzolino, Pianese, & Pirozzi, 2005). Cabe resaltar que el uso de cloro ha sido cuestionado a través de los años por generar cambios en algunas características del agua,

además de formar parte en la formación de toxinas debido a reacciones con sustancias orgánicas presentes en el agua (Bellar, Lichtenberg, & Kroner, 1974; Grünwald, Šťastný, Slavíčková, & Slavíček, 2002).

1.3.3 Impacto Ambiental.

Se dice que existe impacto ambiental cuando algún componente del medioambiente es alterado por la actividad humana o de la naturaleza. El fin la legislación y la normativa de preservación ambiental es evitar o reducir al mínimo éstas alteraciones y por tanto, los impactos negativos medioambientales (Sinergia, 2011).

Está claro que el vertimiento de aguas residuales sin el tratamiento adecuado genera graves problemas al medio ambiente y a la salud de las personas. Estos impactos se pueden dar en la fauna acuática, fauna terrestre, flora acuática y flora terrestre.

Si no actuamos de manera rápida muchos de nuestros recursos naturales del medio ambiente se agotarán, como consecuencia de contaminación o el consumo de la industria. En el Perú existe una Ley General del Ambiente que es la LEY N° 28611 de las cual nos habla en parte de los instrumentos de gestión ambiental, buscan una regulación y protección a la salud pública y nuestra calidad ambiental en donde vivimos.

Es importante conocer los niveles aceptables de elementos y sustancias que pueden estar presentes en el ambiente para que no sean nocivos para la salud y el ambiente. En Perú, existen cinco parámetros regulados por los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) los cuales son para agua, aire, ruido, suelo y radiaciones no ionizantes.

A su vez, se cuenta con el Límite máximo permisible (LMP) de la concentración de elementos, sustancias físicas, químicas y biológicas en un efluente. De ser excedido, se podría causar daños a la salud y al medio ambiente.

Tabla 2. Límites máximos permisibles para los efluentes de las PTAR

PARÁMETRO	UNIDAD	LMP DE EFLUENTES PARA VERTIDOS A CUERPOS DE AGUAS
Aceites v grasas	mg/L	20
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	10,000
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	100
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	200
PH	unidad	65-8.5
Sólidos Totales en Suspensión	mL/L	150
Temperatura	°C	<35

Fuente: D.S. N° 003 – 2010 – MINAM

1.4 Formulación del problema.

1.4.1 Problema general.

¿La propuesta de una PTAR reducirá el Impacto Ambiental del Sistema de Alcantarillado del centro poblado “Andy y su Pueblo” Carabayllo-Lima?

1.4.1 Problema específicos.

¿La propuesta de una PTAR ayudará a reutilizar el agua residual para el para el riego de áreas verdes del centro poblado “Andy y su Pueblo” Carabayllo-Lima?

¿La propuesta de una PTAR generará abono orgánico para la mejora de los suelos del centro poblado “Andy y su Pueblo” Carabayllo-Lima?

¿La propuesta de una PTAR reducirá los parámetros físicos, químicos y bacteriológico del Sistema de Alcantarillado del centro poblado “Andy y su Pueblo” Carabayllo-Lima?

1.5 Justificación del Estudio.

Unos de los temas de gran importancia son las aguas residuales y su tratamiento, la población crece a pasos acelerados donde las personas de bajos recurso adquieren lotes en lugares donde no están debidamente saneado, provocando impactos negativos sobre el medio ambiente y esto a la vez repercute en la salud de los pobladores, yaqué son vertidos a la superficie sin tratamiento alguno.

El 11.2% de la población urbana del país elimina sus excretas mediante pozo séptico (1,2%), pozo ciego (4.9%), letrina (0.3%), rio acequia o canal (1.3%) y el (3.6%) no tiene ningún tipo de servicio higiénico, es más lamentable en el población rural del país que el 83.4% elimina sus excretas mediante pozo séptico (23,5%), pozo ciego (26,1%), letrina (0.3%), rio acequia o canal (7,3%) y el (25,4%) no tiene ningún tipo de servicio higiénico (Instituto Nacional de Estadística e Informática 2018).

Hoy en día el agua es un recurso muy escaso en todas partes del mundo a causa del cambio desmedido de la temperatura, es por ende que requiere un tratamiento a las aguas residuales para su posible reutilización.

De las 21 planta de tratamiento de Lima y Callao incluido la Taboada que recolectas las aguas residuales generadas por Carabayllo por medio del colector Comas, estas PTAR reciben un caudal de 19.26 m³/s, de las cuales solo se está tratando 13.54 m³/s, es decir solo se están tratando el 70.30% de aguas residuales. (SEDAPAL 2014)

Cabe mencionar que la Taboada cuenta con la infraestructura necesaria para realizar un pre tratamiento y tratamiento primario.

Las aguas subterráneas de la zona de la zona de estudios pueden ser afectadas si es que no se cuenta con una PTAR es necesario para la reducción del nivel de contaminación.

En el 2016 se registró en Carabayllo que cuenta con 1.43 m²/hab de arena verdes por habitante, que tiene un déficit para poder cumplir los 9 m²/hab recomendado por la OMS (Organización Mundial de la Salud), y estas son regadas principalmente con agua potable, con la creación de una planta de tratamiento utilizando humedales artificiales se pretende crear áreas verdes por medios de los juncos o totoras utilizados y poder reutilizar el agua para el riego de las áreas verdes del centro poblado.

Por ende, es necesario que la asociación en desarrollo como es ANDY Y SU PUEBLO cuente con una red de alcantarillado y planta de tratamiento para la preservación de medio ambiente y protección de los habitantes de posibles enfermedades infecciosas así mejorar la calidad de vida.

Con la aplicación de los humedales artificiales nos ayudará a la mejora de la calidad de agua residual que permitirá cumplir con los parámetros establecidos por el D.S. N° 003 - 2010 - MINAM – Límites Máximos permisibles de agua tipo categoría III (Riego de vegetales y bebida de animales)

Los resultados de la investigación, servirá como soporte para las futuras obras de construcciones de planta de tratamientos en el distrito de Carabayllo en el área de saneamiento básico, puedan ver los diferentes beneficios que se puede generar tanto económico, social y ambiental, esto pueda convertirse en una alternativa en este centro poblado.

1.6 Hipótesis.

1.6.1 Hipótesis general.

La propuesta de una PTAR reduce el Impacto Ambiental del Sistema de Alcantarillado del centro poblado “Andy y su Pueblo” Carabayllo-Lima.

1.6.2 Hipótesis específica.

La propuesta de una PTAR ayuda a reutilizar el agua residual para el riego de áreas verdes del centro poblado “Andy y su Pueblo” Carabayllo-Lima.

La propuesta de una PTAR genera abono orgánico para la mejora de suelos del centro poblado “Andy y su Pueblo” Carabayllo-Lima.

La propuesta de una PTAR reduce los parámetros físicos, químicos y bacteriológicos del sistema de alcantarillado del centro poblado “Andy y su Pueblo” Carabayllo-Lima.

1.7 Objetivos.

1.7.1 Objetivos general.

Determinar como la propuesta de un PTAR reduce el Impacto Ambiental del Sistema de Alcantarillado del centro poblado “Andy y su pueblo” Carabayllo-Lima.

1.7.2 Objetivos específica.

Estimar como la propuesta de un PTAR ayuda a reutilizar el agua residual para el riego de áreas verdes del centro poblado “Andy y su Pueblo” Carabayllo-Lima.

Estimar como la propuesta de un PTAR genera abono orgánico para la mejora de los suelos del centro poblado “Andy y su Pueblo” Carabayllo-Lima.

Estimar como la propuesta de un PTAR reduce los parámetros físicos, químicos y bacteriológicos del sistema Alcantarillado del centro poblado “Andy y su Pueblo” Carabayllo-Lima.

II. METODO

2.1 Diseño de investigación

Este trabajo es una investigación no-experimental ya que se basa en la observación de fenómenos que ocurren de forma natural y las variables no son manipuladas por el investigador. (Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, M., 2010 p. 149). También es conocido como investigación ex post fact (los hechos ya ocurrieron), estas variables son relacionadas en forma natural entre ellas y lo que es analizado es la forma en que se presentaron los hechos.

Investigación Correlacional es definida como la relación de dos variables, en nuestro caso estamos interesados si existe una correlación entre nuestras variables si estas interactúan entre si y cómo impacta la Planta de tratamiento sobre la variable Impacto Ambiental.

2.1.2 Tipo de investigación.

El presente trabajo es de investigación aplicada debido a que el conocimiento adquirido será aplicado en la sociedad de forma directa y a mediano plazo (Universidad Tecnológica Indoamérica, 2014 p. 35).

También es llamado práctica o empírica, se apoya de los conocimientos de la investigación básica para la adquisición de nuevos conocimientos, cuyo objetivo es la resolución de un determinado problema o planteamiento específico.

2.1.3 Nivel de investigación.

Se trata de un estudio explicativo porque pretende encontrar respuestas que expliquen la ocurrencia de los fenómenos, las condiciones que permiten su manifestación y su relación con diferentes variables. (Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, M., 2010 p. 83-84).

Busca dar a conocer las causas que se encuentran detrás de este, cuyo fin es la de encontrar las relaciones entre las variables.

2.1.4 Enfoque de investigación.

El enfoque de la investigación para Ruiz (2012):

[...] es un proceso sistemático, disciplinado y controlado y está directamente relacionada a los métodos de investigación que son dos:

[...] la investigación cualitativa que consiste en ir de los casos particulares a la generalización; mientras que el método [...] cuantitativo, cuya característica es ir de lo general a lo particular. (párr.

El enfoque busca resolver los problemas o la producción de conocimiento en el campo científico, El enfoque de la investigación sería cuantitativo, porque usa la recolección de datos para comprobar la hipótesis.

2.2 Variables, Operacionalización

2.2.1 Variables.

V1: Planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR)

V2: Impacto Ambiental

2.2.2 Variables, Operacionalización.

Tabla 3. Operacionalización de las variables: Planta de tratamiento de aguas residuales e Impacto Ambiental

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos	
Planta de tratamiento de aguas Residuales	Son un conjunto integrado de operaciones y procesos físicos, químicos y biológicos, que se utilizan con la finalidad de depurar las aguas residuales hasta un nivel tal que permita alcanzar la calidad requerida para su disposición final tal que permita alcanzar la calidad requerida para su disposición final, o su aprovechamiento mediante el reusó.	Procedimiento efectuado por una planta depuradora de aguas y cuya función es eliminar toda contaminación química y bacteriológica de agua que pueda ser nociva para los seres humanos, la flora y fauna, de manera que pueda devolver el agua al medio ambiente en condiciones adecuadas.	Diseño	Caudal de Ingreso	Reglamento Nacional de edificaciones OS. 090	
				Parámetro del Agua residual		
				Población Futura		
				Temperatura		
			Nivel de tratamiento	Tratamiento preliminar		Reglamento técnico de proyectos
				Tratamiento Primario		
				Tratamiento secundario		
				Tratamiento terciario		
			Tipos de humedales artificiales	Flujo libre superficial (FLS)		Expedientes
				Flujo subterráneo (FS)		

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos
Impacto Ambiental	Es un cambio o una alteración en el medio ambiente, siendo una causa o un efecto debido a la actividad y a la intervención humana. (Sinergia. 2011)	Para evaluar el impacto ambiental en el C.P. "Andy y su pueblo" se realizará estudios de muestra del agua, suelo y aire.	Reutilización del agua residual	Parámetros químicos del agua entrada.	Norma Legales Decreto supremo N° 004-2017-MINAN (ECA)
				Parámetros químicos del agua salida	
				Límites Máximos Permisibles (LMP)	
				Ficha de Recolección de Datos	
			Abono orgánico	Calidad física	Expedientes
				Calidad biológica	
			Parámetros físicos, químicos y bacteriológicos	Medición de pH	Ensayo físico, químico y microbiológico del agua residual en Laboratorio.
				Medición de sólidos suspendidos totales	
				Medición de DBO	
				Medición de DQO	
	Medición de Coliformes totales				

Nota. Elaboración Propia

2.3 Población, muestra y muestreo.

2.3.1 Población.

Define (Fracica, 1988, p. 36) “Conjunto de todos los elementos a los cuales se refiere la investigación, es decir como el conjunto de todas las unidades de muestreo”

La población está determinada por todas las aguas residuales que van hacer generados en el centro poblado “Andy y su Pueblo”, ubicado en el distrito de Carabayllo.

2.3.2 Muestra.

El muestreo es de tipo no probabilístico – muestreo intencional no representativo porque la muestra se recoge de forma arbitraria basándose en la distribución de las variables en la población (Pimienta Lastra, 2000 p. 265). Además, el investigador hace uso de su criterio para seleccionarla (Arias, 2006).

La muestra previa será de 1 muestra para cada parámetro. La cantidad de la muestra tomada será de 1000ml, 1000 ml, 100 ml y 1000 ml para el análisis de demanda bioquímica de oxígeno (DBO5), demanda química de oxígeno (DQO), sólidos suspendidos totales (SST), coliformes fecales (CF), respectivamente.

El muestreo es no probabilístico, porque estas muestras serán extraídas convenientemente y criterio del investigador y el asesor.

2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.

2.4.1 Técnica de recolección de datos.

Se usará la técnica de la observación, con la finalidad de recabar datos de campo lo más reales posibles, todo esto será mediante la visita al centro poblado “Andy y su Pueblo” Carabayllo-Lima.

2.4.2 Instrumentos de recolección de datos.

La técnica de la observación de campo:

Por medio del cual se observará y analizará el desarrollo del fenómeno.

La técnica del análisis documental:

Se procederá a examinar ya datos en documentos ya existentes, como actas, algunos informes, registros relacionados a nuestro tema investigado.

Ficha técnica:

Para poder emplear los instrumentos de recolección de datos, se tuvo que realizar la recolección de la muestra de agua residual, en donde se detalla los datos de la muestra que son el, lugar, fecha de muestra recepción y el responsable.

También utilizaremos los parámetros analizados que son físicos, químicos y microbiológicos para el diseño de la planta de tratamiento CP “ANDY Y SU PUEBLO” ubicado en el distrito de Carabayllo, que se detallan en el siguiente cuadro.

Tabla 4. Ficha de recolección de datos

TOMA DE MUESTRA DE AGUA RESIDUAL			
N° PARÁMETRO ANALIZADO	UNIDAD	RESULTADO	D.S-004-2017-MINAM
ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO			
1	Sólidos Suspendidos totales	mg/L	150
2	DBO	mg/L	15
3	DQO	mg/L	40
4	pH	ph	6,5-8,5
5	T°	°C	A3
6	Grasas y aceites	mg/L	5
ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO			
7	Coliformes Fecales	NMP/100mL	1000

Fuente: Elaboración Propia

2.4.3 Validez.

La validez de los instrumentos podemos entenderla como: “[...] el grado en que un instrumento realmente mide la variable que pretende medir”

(Sampieri et al., 2014: 201).

De acuerdo con esto para el presente proyecto de investigación se denomina validez a la certificación que proporciona el laboratorio de INACAL (Instituto Nacional de Calidad) que cuenta con los equipos y personal idóneo para el análisis de la muestra. El ingeniero especialista que firma da el visto bueno al estudio realizado, la ficha realizada por el investigador será entregados a los ingenieros colegiados dando el visto bueno a las fichas de recolección de datos.

2.4.4 Confiabilidad.

Respecto a la confiabilidad, podemos entenderla como: “[...] el grado en que su aplicación repetida al mismo individuo u objeto produce resultados iguales (Sampieri et al., 2014:200)”.

De acuerdo con esto podemos decir que los instrumentos usados en el desarrollo del trabajo propuesto, tales como el Phmetro (Ph), Espectrofotómetro (DQO), etc., tiene una confiabilidad puesto que las herramientas, equipos son calibrados y ayuden a medir las variables.

2.5 Métodos de análisis de datos

Se realizará levantamiento topográfico serán procesados en gabinete mediante programas.

Un estudio de agua subterránea de la zona mediante un pozo tubular para ver los parámetros fisicoquímicos del agua de la zona.

Se realizará un análisis de agua residual para ver los parámetros físicos, químicos y bacteriológicos, en la cual se efectuarán los cálculos necesarios para el diseño, apoyándose del Reglamento Nacional de Edificaciones y libros relacionados al tema.

2.6 Aspectos éticos

Veracidad de información

El investigador está comprometido, que la información se trabajará con una claridad, con el propósito que los datos tomados en campo sean reales y que estos sean plasmados en la investigación.

Responsabilidad Social

El proyecto de investigación tiene como finalidad de beneficiar a la población y la zona de estudio, en un futuro ante su ejecución del proyecto.

Responsabilidad Ambiental

El proyecto de investigación dentro de este campo evitara reducir e mitigar el impacto ambiental, con la protección del medio ambiente.

III. RESULTADOS

3.1 Breve descripción de la zona de trabajo y resultados

3.1.1 Ubicación.

El distrito de Carabayllo se encuentra ubicado en el margen derecho del río Chillón, tienen una altitud entre 238 a 530 metros sobre el nivel del mar.

El distrito de Carabayllo está limitado por:

- Norte y Noreste: Distrito de Santa Rosa de Quives.
- Sur: Distrito de Comas.
- Este: Distrito de San Juan de Lurigancho.
- Oeste: Distrito de Puente Piedra y Ancón.

3.1.2 Resultados de agua residual.

En la siguiente (Tabla N° 05) se puede observar que los parámetros analizados están por encima de D.S. N° 004 – 2017 – MINAM (Límites máximos permisibles), lo cual requiere de un tratamiento previo para su reutilización riego de áreas verdes.

Tabla 5. Cuadro comparativo del análisis físico, químico y microbiológico

TOMA DE MUESTRA DE AGUA RESIDUAL				
N°	PARÁMETRO ANALIZADO	UNIDAD	RESULTADO	D.S -004-2017-MINAM
	ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO			
1	Sólidos Suspendidos totales	mg/L	389.00	150
2	DBO	mg/L	392.90	15
3	DQO	mg/L	948.00	40
4	pH	ph	7.67	6,5-8,5
5	T°	°C	20°	Δ3
6	Grasas y aceites	mg/L	54.20	5
	ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO			
7	Coliformes Fecales	NMP/100mL	5.4 E+07	1000

Fuente: Elaboración Propia (D.S. N° 004 – 2017 – MINAM)

En el cuadro (Tabla N° 06), siguiente se puede observar que los parámetros analizados están por encima de D.S. N° 003 – 2010 – MINAM (Límites máximos permisibles), lo cual requiere de un tratamiento previo para los efluentes de PTAR.

Tabla 6. Cuadro comparativo con el D.S. N° 003 – 2010 – MINAM

PARÁMETRO	UNIDAD	LMP DE EFLUENTES PARA VERTIDOS A CUERPOS DE AGUAS	RESULTADOS
Aceites v grasas	mg/L	20	54.2
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	10,000	5.4 E+07
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	100	392.9
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	200	948
PH	unidad	65-8.5	7.67
Sólidos Totales en Suspensión	rnL/L	150	389
Temperatura	°C	<35	20

Fuente: Elaboración Propia (D.S. N° 003 – 2010 – MINAM)

3.1.3 Resultados de agua subterránea.

Tabla 7. Cuadro comparativo del Análisis Físicoquímico

PARAMETRO	UNIDAD	Pozo Tubular	Límite máximo permisible Según Regí. Calidad del Agua-consumo humano-DIGESA y OMS
C.E. X 106 a 25°C		3,400.00	1,500.00
PH		7.2	6.5 a 8.5
Calcio	m.e./l	15.2	200
Magnesio	m.e./l	5.1	250
Sodio	m.e./l	13.5	200
Potasio	m.e./l	0.6	45
Cloruros	m.e./l	16.2	250
Sulfatos	m.e./l	13.9	250
Carbonatas	m.e./l	0	Ausencia
Bicarbonatos	m.e./l	4.6	50
Nitratos	m.e./l	0.1	50
Boro	ppm	0	1.5
Fierro	ppm	0	0.3
Dureza de Calcio	ppm	760.61	>500
Dureza de Magnesio	ppm	255.26	>200
Dureza total	ppm	1,015.87	>1000
Alcalinidad	ppm	230	200.00 a 500.00

Fuente: Elaboración Propia

En el cuadro (Tabla N° 07), anterior se puede observar que los parámetros analizados están dentro del rango del Reglamento de la calidad de agua para el consumo humano, DIGESA y la Organización Mundial de la Salud (O.M.S) donde se obtiene una como resultado una calidad de agua aceptable.

3.2 Volumen de agua residual generado por el C.P. “Andy y su Pueblo”

3.2.1 Población futura.

$$Pf = Pa \left(1 + \frac{rt}{1000} \right) \quad \text{Ecuación 3. 1}$$

Donde:

Pf: Población futura

Pa: Población actual

r: Coeficiente de crecimiento anual por 1000 habitantes

t: Tiempo en año

Tabla 8. *Calculo del Coeficiente de crecimiento Anual*

Año	Población actual (Pa)(hab)	Tiempo (años)	P= Pf-Pa	Pa xt	r = P (Pa X t)	rx t
1993	106543					
2007	213386	14	106843	2987404	0.036	0.501
2012	267961	5	54575	1339805	0.041	0.204
TOTAL		19				0.704

Fuente: Censos INEI – CEPEDES Portal rural

$$r = \frac{\text{Total } r \times t}{\text{Total } t} \quad \text{Ecuación 3. 2}$$

$$\frac{0.704}{19} = 0.037$$

r = 37 por cada 1000 hab.

Población actual:

$$Pa = N^{\circ} \text{ Lotes } \times d \quad \text{Ecuación 3. 3}$$

Donde:

Pa: Población actual

d: densidad 6 habitantes por lote, según RNE (D.S. N° 121 - 2017)

Reemplazamos en la ecuación:

$$Pa = 271 \times 6 = 1626$$

Población futura:

$$Pf = 1626 \left(1 + \frac{37 \times 20}{1000} \right) = 2830 \text{ hab}$$

3.2.2 Caudal medio diario (Qm).

Dotación: La dotación promedio diaria anual se fijará en base a un estudio técnicamente justificado, en caso de no contar con dichos estudios de consumo, se tomará una dotación que se señala en la siguiente tabla.

Tabla 9. Dotación por tipo de habilitación

TIPO DE HABILITACIÓN	DOTACIÓN (lts/hab/día)
Residencial	250
Popular: Asociaciones de Vivienda, Cooperativas	200
Asentamiento Humanos y Pueblos Jóvenes	100

Fuente: Reglamentos técnicos de proyectos

Aplicamos la ecuación:

$$Qm = \frac{Pf \times Dot}{1000} \times \%Ctr \quad \text{Ecuación 3. 4}$$

Donde:

Pf: Población futuro

Dot: Dotación (200 l/hab./día), según RNE (D.S. N° 121 - 2017)

Ctr: Contribución (Factor de retorno) 80%, según RNE (D.S. N° 121 - 2017)

Reemplazamos en la ecuación:

$$Qm = \frac{2830 \times 200}{1000} \times 0.80 = 452.80 \text{ m}^3/d$$

3.2.3 Caudal máximo diario y horario.

Caudal máximo diario (Qmd):

$$Qmd = k1 \times Qm \quad \text{Ecuación 3. 5}$$

Donde:

K1: Coeficiente (1.3), según RNE (D.S. N° 121 - 2017)

Qm: Caudal medio diario

Reemplazamos en la ecuación:

$$Qmd = 1.3 \times 452.80$$

$$Qmd = 588.64 \text{ m}^3/d$$

Caudal máximo horario (Qmh):

$$Qmd = k2 \times Qm$$

Ecuación 3. 6

Donde:

K2: Coeficiente (2.5), según RNE (D.S. N° 121 - 2017)

Qm: Caudal medio diario

Reemplazamos en la ecuación:

$$Qmh = 2.5 \times 588.64 = 1471.60 \text{ m}^3/d$$

$$Qmh = 0.17 \text{ m}^3/s$$

3.3 Dimensionamiento de la Planta de tratamiento

3.3.1 Diseño de cámara de rejillas.

✓ **Calculo del área efectiva (Au)**

$$Au = \frac{Qmh \text{ (m}^3/s\text{)}}{Vreja \text{ (m/s)}}$$

Ecuación 3. 7

Donde:

Qmh: caudal máximo horario (m³/s)

Vreja: Velocidad entre rejillas (m/s)

Para una velocidad entre rejillas (Vr) de 0.6 m/s, según RNE (D.S. N° 121 - 2017)

Reemplazamos en la ecuación:

$$Au = \frac{0.17 \text{ (m}^3/s\text{)}}{0.6 \text{ (m/s)}}$$

$$Au = 0.28 \text{ m}^2$$

✓ **Calculo del área efectiva (%E)**

$$E = \frac{a}{a + e} \text{ (\%)}$$

Ecuación 3. 8

Dónde:

e: Espesor de barras propuestas < 5-15 > (1/4" = 10 mm), según RNE (D.S. N° 121 - 2017)

a: Separación libre entre cada barra < 25- 50 > (1" = 25 mm), según RNE (D.S. N° 121 - 2017)

E: la eficiencia varía entre 0.60 a 0.85. Según RNE (D.S. N° 121 - 2017)

Reemplazamos en la ecuación:

$$E = \frac{25}{25 + 10} (\%)$$
$$E = 71\%$$

✓ **Área del caudal a nivel del agua (S)**

$$S = \frac{Au}{E} (m^2)$$

Ecuación 3. 9

Dónde:

Au: Área efectiva (m²)

E: eficiencia (%)

Reemplazamos en la ecuación:

$$S = \frac{0.022}{0.71} (m^2)$$
$$S = 0.031 m^2$$

✓ **Cálculo de tirante (y)**

$$y = \frac{S}{B} (cm)$$

Ecuación 3. 10

Dónde:

Au: Área efectiva (m²)

E: eficiencia (%)

B: Ancho del Canal de entrada (0.40)

Reemplazamos en la ecuación:

$$y = \frac{0.031}{0.40} (cm)$$
$$y = 8 cm$$

✓ **Área total de la cámara rejas (At)**

$$At = \frac{Qmh \times tr}{y} (m^2)$$

Ecuación 3. 11

Dónde:

Qmh: Caudal máximo horario (m³/s)

Tr: Tiempo de retención (10 s), OPS/CEPIS

y: Tirante (m)

Reemplazamos en la ecuación:

$$At = \frac{0.013 \times 10}{0.08} (m^2)$$

$$At = 1.64 m^2$$

✓ **Longitud de la cámara rejas (L)**

$$L = \frac{At}{B} (m)$$

Ecuación 3. 12

Dónde:

At: Área total de cámara de rejas (m²)

B : Ancho del canal de entrada (0.40)

Reemplazamos en la ecuación:

$$L = \frac{1.64}{0.40} (m)$$

$$L = 4.10 m$$

✓ **Nivel máximo de agua en la cámara de rejas (dmax)**

$$dmax = \frac{Qmh}{V \times B} (m)$$

Ecuación 3. 13

Dónde:

dmax: nivel máximo de agua en cámara de rejas (m)

Qmh: Caudal Máximo horario (m/s)

V: velocidad a través de reja limpia (0.6 m/s), Según RNE (D.S. N° 121 - 2017)

B : Ancho de canal para rejas (0.4 m)

Reemplazamos en la ecuación:

$$dmax = \frac{0.013}{0.60 \times 0.40} (m)$$

$$dmax = 0.06m$$

✓ **Longitud sumergida de la reja (Ls)**

$$Ls = \frac{dmax}{\text{sen}\beta} (m)$$

Ecuación 3. 14

Dónde:

Ls: longitud sumergida de la reja (m)

dmax: nivel máximo de agua (m)

Angulo de inclinación de las barras (60°), Según RNE (D.S. N° 121 - 2017)

Reemplazamos en la ecuación:

$$Ls = \frac{0.06}{\text{sen } 60^\circ} (m)$$
$$Ls = 0.07 m$$

✓ **Numero de barras que conforman la reja**

$$N^\circ \text{ barras} = \frac{(B - a)}{(a + e)} \quad \text{Ecuación 3. 15}$$

Dónde:

B: Ancho de canal para rejas (0.40 m)

e: Espesor de barras propuestas < 5-15 > (1/4" = 10 mm), según RNE (D.S. N° 121 - 2017)

a: Separación libre entre cada barra < 25- 50 > (1" = 25 mm), según RNE (D.S. N° 121 - 2017)

Reemplazamos en la ecuación:

$$N^\circ \text{ barras} = \frac{(400 - 25)}{(25 + 10)}$$
$$N^\circ \text{ barras} = 11 \text{ barras}$$

✓ **Calculo del radio hidráulico (R) se tiene**

$$R = \frac{B \times dmax}{B + 2dmax} \quad \text{Ecuación 3. 16}$$

Dónde:

R : radio hidráulico (m)

B : Ancho de canal para rejas (0.40 m)

dmax : nivel máximo de agua (m)

Reemplazamos en la ecuación:

$$R = \frac{0.40 \times 0.06}{0.40 + 2(0.06)}$$
$$R = 0.05 m$$

✓ **Pendiente de la plantilla del canal (S)**

De Cheezy – Manning

$$V = \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}}$$

Ecuación 3. 17

Despejamos S en la ecuación 3.16 obtenemos:

$$S = \left(\frac{V \times n}{R^{\frac{2}{3}}} \right)^2$$

Ecuación 3. 18

Dónde:

V: Velocidad de reja limpia = 0.6 m/s. Según RNE (D.S. N° 121 - 2017)

n: Coeficiente de rugosidad = 0.013, Según RNE (D.S. N° 121 - 2017)

S: Pendiente (%)

R: Radio Hidráulico (m)

Reemplazamos en la ecuación:

$$S = \left(\frac{0.60 \times 0.013}{0.05^{\frac{2}{3}}} \right)^2$$

$$S = 1 \%$$

✓ **Velocidad de aproximación (Va)**

$$Va = Vr \times E$$

Ecuación 3. 19

Dónde:

Va: Velocidad de aproximación (m/s)

Vr: Velocidad de reja (0.60 m/s)

E: Eficiencia

Reemplazamos en la ecuación:

$$Va = 0.60 \times 0.71$$

$$Va = 0.43 \text{ m/s}$$

✓ **Velocidad con colmatación (Vb)**

$$Vb = 2 \times Vr$$

Ecuación 3. 20

Dónde:

Vb : Velocidad con colmatación (m/s)

Vr: Velocidad de rejillas (0.6 m/s), según RNE (D.S. N° 121 - 2017)

Reemplazamos en la ecuación:

$$Vb = 2 \times 0.60$$

$$Vb = 1.20 \text{ m/s}$$

✓ **Perdida de carga (Hf)**

$$Hf = \frac{1}{0.7} \times \left(\frac{Vb^2 - Va^2}{2g} \right) \quad \text{Ecuación 3. 21}$$

Dónde:

Hf: Perdida de carga (m)

Vb: Velocidad de flujo a través del espacio entre las barras de reja (m/s)

Va: Velocidad de aproximación del fluido hacia la reja (m/s)

g: aceleración de la gravedad (m/s²)

K: (1/0.7) Coeficiente empírico que incluye perdidas por turbulencia y formación de remolinos.

Reemplazamos en la ecuación:

$$Hf = \frac{1}{0.7} \times \left(\frac{1.20^2 - 0.43^2}{2 \times 9.81} \right)$$

$$Hf = 0.09 \text{ m}$$

Según RNE (D.S. N° 121 - 2017) (Hf<15cm), podemos ver que cumple con el parámetro de diseño.

Tabla 10. Resumen de dimensiones de cámara de rejas

COMPONENTE	ANCHO	LARGO	ALTURA
CAMARA DE REJAS	0.40	4.10	0.85

Fuente: Elaboración Propia

3.3.2 Diseño de desarenador.

Se tiene como datos:

- Caudal de diseño: 13.10 (l/s)
- Densidad relativa de la arena: 2.65
- Diámetro de la partícula: 0.02 cm

- Temperatura: 20°

✓ **Velocidad de sedimentación de las partículas (Vs)**

$$V_s = \frac{g (P_s - 1) x d^2}{18 x u} \quad \text{Ecuación 3. 22}$$

Tabla 11. Densidad y Viscosidad del Agua

Temperatura °C	Densidad (gr/cm ³)	Viscosidad Cinemática
15	0.99913	1.1457
16	0.99397	1.1168
17	0.9988	1.0888
18	0.99862	1.0618
19	0.99843	1.0356
20	0.99823	1.0105
21	0.99802	0.9863
22	0.9978	0.9629
23	0.99757	0.9403
24	0.99733	0.9186
25	0.99707	0.8975

Fuente: Tratamiento de Aguas Residuales, G. Rivas Mijares, 1978

Dónde:

g: Gravedad (9.81 m/s²)

Ps: Peso específico de la partícula arenas (2.65)

d: Diámetro de las partículas (0.02 cm)

u: Viscosidad cinemática del fluido de la tabla 3 – 5 obtenemos el valor con una temperatura de 20° de (1.0105x 10⁻² cm²/s)

Reemplazamos en la ecuación:

$$V_s = \frac{981 (2.65 - 1) x 0.02^2}{18 x 1.0105x 10^{-2}}$$

$$V_s = 3.55 \text{ cm/s}$$

✓ **Numero de Reynolds (Re)**

$$Re = \frac{V_s x d}{u} \quad \text{Ecuación 3. 23}$$

Dónde:

g: Gravedad (9.81 m/s²)

u: Viscosidad cinemática del fluido (1.0105x 10⁻² cm²/s)

Vs: Velocidad de sedimentación

d: Diámetro de las partículas (0.02 cm)

Reemplazamos en la ecuación:

$$Re = \frac{3.55 \times 0.02}{1.0105 \times 10^{-2} \text{ cm}^2/\text{s}}$$

$$Re = 7.02$$

$Re = 7.02 > 0.5$ por consiguiente, no se encuentra en la zona de ley de Stokes. Se debe realizar el reajuste de velocidad de sedimentación.

✓ **Reajuste de velocidad de sedimentación (Vr)**

$$Vr = \left(\frac{g (Ps - 1)}{u^2} \right)^{1/3} \times d$$

Ecuación 3. 24

Dónde:

Ps: Peso específico de la partícula arenas (2.65)

u: Viscosidad cinemática del fluido ($1.0105 \times 10^{-2} \text{ cm}^2/\text{s}$)

d: Diámetro de las partículas (0.02 cm)

Reemplazamos en la ecuación:

$$Vr = \left(\frac{981 (2.65 - 1)}{1.0105 \times 10^{-2}} \right)^{1/3} \times 0.02$$

$$Vr = 5.02$$

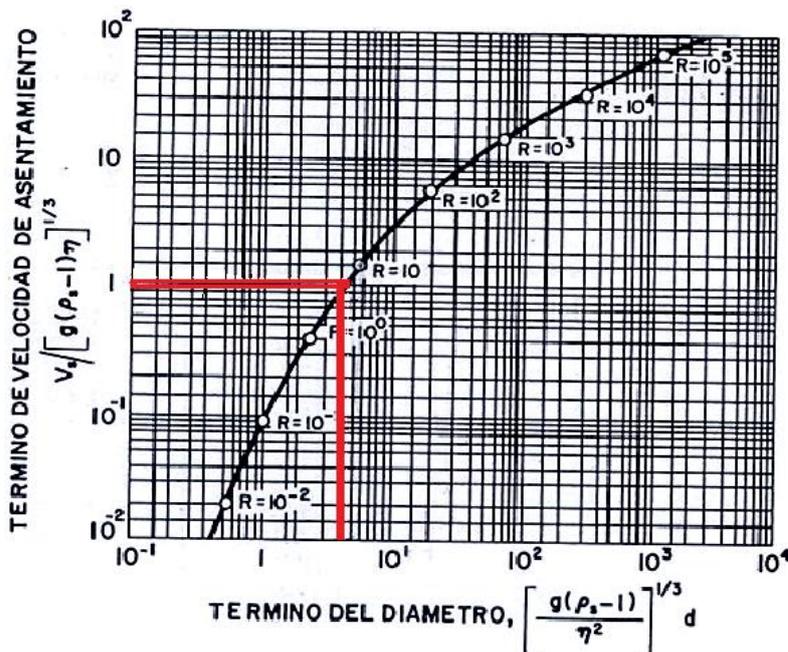


Figura 8. Valores de Sedimentación Fuente: Tratamiento de Aguas Residuales, G. Rivas Mijares, 1978

Del grafico 3 - 1:

$$\frac{V_s}{(g(P_s - 1)n)^{\frac{1}{3}}} = 1 \quad \text{Ecuación 3. 25}$$

Reemplazamos en la ecuación:

$$\frac{V_s}{(981 \times (2.65 - 1) \times 1.0105 \times 10^{-2})^{\frac{1}{3}}} = 1$$

$$V_s = 2.54 \text{ cm /s}$$

✓ **Comprobación de Numero de Reynolds (Re)**

$$Re = \frac{V_s \times d}{u} \quad \text{Ecuación 3. 26}$$

Dónde:

Vs: Velocidad de sedimentación

u: Viscosidad cinemática del fluido (0.01146 cm²/s)

d: Diámetro de las partículas (0.02 cm)

Reemplazamos en la ecuación:

$$Re = \frac{2.54 \times 0.02}{1.0105 \times 10^{-2} \text{ cm}^2/\text{s}}$$

$$Re = 5.02$$

Entonces se encuentra en la zona de transición (Ley de Allen)

✓ **Calculo Coeficiente de arrastre (Cd)**

$$Cd = \frac{24}{Re} + \frac{3}{\sqrt{Re}} + 0.34 \quad \text{Ecuación 3. 27}$$

Dónde:

Re: Numero de Reynolds

Reemplazamos en la ecuación:

$$Cd = \frac{24}{5.02} + \frac{3}{\sqrt{5.02}} + 0.34$$

$$Cd = 6.46$$

✓ **Velocidad de sedimentación en zona de transición (Vs)**

$$Vs = \sqrt{\frac{4}{3} \times g \times \frac{Ps - P}{Cd} \times d} \quad \text{Ecuación 3. 28}$$

Dónde:

g: Gravedad (9.81 m/s²)

Ps: Peso específico de la partícula arenas (2.65)

d: Diámetro de las partículas (0.02 cm)

Cd: Coeficiente de arrastre

Reemplazamos en la ecuación:

$$Vs = \sqrt{\frac{4}{3} \times 981 \times \frac{2.65 - 1}{6.46} \times 0.02}$$

$$Vs = 2.58 \text{ cm/s}$$

✓ **Comprobación de Numero de Reynolds**

Se asume una coeficiencia de 75%, de acuerdo con la gráfica se adopta un coeficiente de seguridad igual a 1,75.

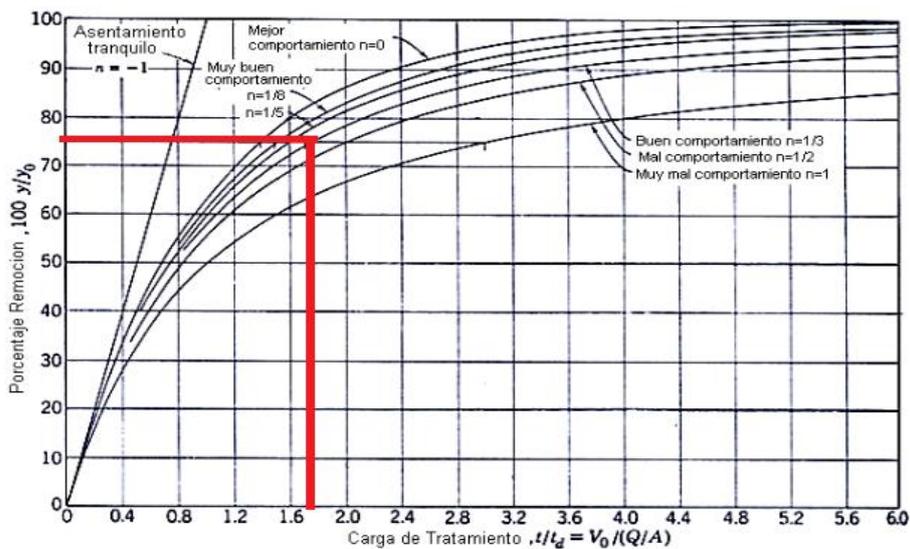


Figura 9. Curvas de Comportamiento Fuente: Tratamiento de Aguas Residuales, G. Rivas Mijares, 1978

$$Vs' = \frac{Qmh \times \text{Coef. seguridad}}{As}$$

Ecuación 3. 29

Donde:

Qmh: Caudal máximo horario

Vs': Velocidad de sedimentación en zona de transición

As: área de desarenador

Reemplazamos en la ecuación:

$$0.0258 = \frac{0.013 \times 1.75}{As}$$

$$0.0258 = \frac{0.013 \times 1.75}{As}$$

$$As = 0.88 \text{ m}^2$$

✓ **Ancho del desarenador (B)**

$$B = \sqrt{\frac{As}{X}}$$

Ecuación 3. 30

$$As = 5B^2$$

Ecuación 3. 31

Dónde:

B: ancho del desarenador (m)

As: Área de desarenador.

X: Relación de Largo - Ancho (5:1)

Reemplazamos en la ecuación:

$$B = \sqrt{\frac{0.88}{5}}$$

$$B = 0.42 \text{ m}$$

Por criterio técnico se usará 0.50 m

✓ **Largo del desarenador (L)**

$$L = X \times B$$

Ecuación 3. 32

Dónde:

L : Largo del desarenador (m)

B : Ancho del desarenador

X : Relación de Largo – Ancho (5:1)

Reemplazamos en la ecuación:

$$L = 5 \times 0.50$$

$$L = 2.50 \text{ m}$$

✓ **Profundidad del desarenador (H)**

$$H = \frac{L}{25}$$

Ecuación 3. 33

Dónde:

L: Largo del desarenador (m)

Reemplazamos en la ecuación:

$$H = \frac{2.50}{25}$$

$$H = 0.10 \text{ m}$$

✓ **Longitud adicional por turbulencia (La)**

$$La = 0.25 \times L$$

Ecuación 3. 34

Dónde:

L: largo del desarenador (m), según RNE (D.S. N° 121 - 2017) - 25%

Reemplazamos en la ecuación:

$$La = 0.25 \times 2.50$$

$$La = 0.63 \text{ m}$$

Longitud a total a diseñar será:

$$Lt = L + La$$

Ecuación 3. 35

$$Lt = 2.50 + 0.63$$

$$Lt = 3.13 \text{ m}$$

Por criterio técnico se usará 3.50 m

Tabla 12. Resumen de dimensiones de cámara de desarenador

COMPONENTE	ANCHO	LARGO	ALTURA
CAMARA DE DESARENADOR	0.50	3.50	1.00

Fuente: Elaboración Propia

3.3.3 Diseño de tanque imhoff

Se tiene como datos:

- Caudal medio: 6.55 (l/s)
- Periodo de diseño: 20 años
- Temperatura mes más frío de la zona: $t = 15^\circ$

3.3.3.1 Diseño de cámara de sedimentación

✓ **Caudal medio (Q_m)**

$$Q_m = 452.80 \text{ m}^3/\text{d}$$

$$Q_m = \frac{452.80}{24} = 18.87 \text{ m}^3/\text{h}$$

✓ **Área del sedimentador (A_s)**

$$A_s = \frac{Q_m}{C_s}$$

Ecuación 3. 36

Dónde:

A_s : área del sedimentador (m^2)

Q_m : caudal medio (m^3/h)

C_s : carga superficial ($1.0 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{hora}$), según RNE (D.S. N° 121 - 2017)

Reemplazamos en la ecuación:

$$A_s = \frac{18.87}{1}$$

$$A_s = 18.87 \text{ m}^2$$

✓ **Volumen del sedimentador (V_s)**

$$V_s = Q_m \times R$$

Ecuación 3. 37

Dónde:

Vs: Volumen del Sedimentador (m³)

Qm: caudal medio (m³/h)

R: periodo retención Hidráulica, Según RNE (D.S. N° 121 - 2017) (1.50-2.50 h), recomendable 2.0 h.

Reemplazamos en la ecuación:

$$Vs = Qm \times R$$

$$Vs = 18.87 \times 2$$

$$Vs = 37.74 \text{ m}^3$$

✓ **Profundidad del sedimentador (Ho)**

$$Ho = Cs \times R$$

Ecuación 3. 38

Dónde:

Ho: profundidad del sedimentador (m)

Cs: carga superficial (m³/m²*h)

R: periodo retención Hidráulica, Según RNE (D.S. N° 121 - 2017) (1.50-2.50 h), recomendable 2.0 h.

Reemplazamos en la ecuación:

$$Ho = 1 \times 2$$

$$Ho = 2.00 \text{ m}$$

✓ **Ancho de la zona del sedimentador (B)**

$$B = \sqrt{\frac{As}{6}}$$

Ecuación 3. 39

Dónde:

B: Ancho de la zona del sedimentador (m)

As: área de sedimentador (m³/m² *h)

$$B = \sqrt{\frac{18.87}{6}}$$

$$B = 1.77 \text{ m}$$

✓ **Largo de la zona del sedimentador (L)**

$$L = 6 \times B$$

Ecuación 3. 40

Dónde:

B: ancho del sedimentador (m)

Reemplazamos en la ecuación:

$$L = 6 \times 1.77$$

$$L = 10.64$$

✓ **Fondo del sedimentador (H1)**

$$H1 = \frac{B}{2} \operatorname{tag} \theta$$

Ecuación 3. 41

Dónde:

H1: fondo del sedimentador (m)

B: ancho de la sedimentador (m)

θ: ángulo de fondo de sedimentador, Según RNE (D.S. N° 121 - 2017) (50°).

Reemplazamos en la ecuación:

$$H1 = \frac{1.77}{2} \operatorname{tag} 50^\circ$$

$$H1 = 1.05 \text{ m}$$

✓ **Espesor del sedimentador (e)**

Se asumirá e=0.20 cm, según RNE (D.S. N° 121 - 2017)

✓ **Longitud mínima del vertedero de salida (Lv)**

$$Lv = \frac{Qmh}{Chv}$$

Ecuación 3. 42

Dónde:

Lv: Longitud mínima del vertedero de salida (m)

Qmh: Caudal máximo horario (m³/día)

Chv: Carga hidráulica sobre el vertedero (Chv), en m³/(m*día), estará entre 125 a 500 m³/(m*día), (recomendable 250 m³/(m*día). Según OPS/CEPIS

Reemplazamos en la ecuación:

$$Lv = \frac{1132}{250}$$

$$Lv = 4.52 \text{ m}$$

3.3.3.2 Diseño de área de ventilación y cámaras de natas.

✓ **El espacio libre (N)**

Como mínimo deberá tener 1.00 m, en este caso asumiremos 2.00 m. Según OPS/CEPIS.

✓ **Ancho del Tanque Imhoff (A)**

$$A = B + 2N + 2e \quad \text{Ecuación 3. 43}$$

Dónde:

A: Ancho del Tanque Imhoff (m)

B: ancho del sedimentador (m)

N: espaciamiento libre (m)

e: espesor del sedimentador (m)

Reemplazamos en la ecuación:

$$A = 1.77 + 2 \times 2 + 2 \times 0.20$$

$$A = 6.17 \text{ m}$$

✓ **Superficie libre total será por lo menos 30 % de la superficie total del tanque (% Sup.libre)**

$$\% \text{ Sup. libre} = \frac{A_c}{A_t} \quad \text{Ecuación 3. 44}$$

$$A_c = 2 \times L \times N \quad \text{Ecuación 3. 45}$$

$$A_t = A \times L \quad \text{Ecuación 3. 46}$$

Dónde:

A_c: área de cámara de natas (m²)

A_t: área total de tanque imhoff (m²)

N: espaciamiento libre (m)

L: longitud de sedimentador (m)

Reemplazamos en la ecuación:

$$A_c = 2 \times 10.64 \times 2$$

$$Ac = 42.56 \text{ m}^2$$

$$At = 6.17 \times 10.64$$

$$At = 65.65 \text{ m}^2$$

$$\% \text{ Sup. libre} = \frac{42.56}{65.65}$$

$$\% \text{ Sup. libre} = 0.65 = 65\%$$

✓ **El borde libre (bl)**

Sera como mínimo de 0.30 cm. Según OPS/CEPIS

3.3.3.3 Diseño de la cámara de digestión de lodos.

✓ **Volumen de almacenamiento y digestión (Vd)**

$$Vd = \frac{70 \times P \times fcr}{1000} (\text{m}^3)$$

Ecuación 3. 47

Dónde:

fcr: Factor de Capacidad Relativa de la Tabla N° 11, según RNE (D.S. N° 121 - 2017)

P: Población futura (Hab)

Tabla 13. Factor de Capacidad Relativa

TEMPERATURA (°C)	FACTOR DE CAPACIDAD RELATIVA (fcr)
5	2.0
10	1.4
15	1.0
20	0.7
>25	0.5

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones

Reemplazamos en la ecuación:

$$Vd = \frac{70 \times 2830 \times 1}{1000} (\text{m}^3)$$

$$Vd = 198.10 \text{ m}^3$$

✓ **La altura máxima de los lodos (H2)**

Deberá estar 0.50 m por debajo del fondo del sedimentador, según RNE (D.S. N° 121 - 2017)

$$H2 = 0.50 \text{ m}$$

✓ **Altura de la cámara de Digestión (H3)**

$$H3 = \frac{Vd}{L \times A}$$

Ecuación 3. 48

Dónde:

H3: Altura de la Cámara de Digestión (m)

Vd: Volumen de almacenamiento y digestión (m³)

L: longitud de sedimentador (m)

A: ancho del tanque imhoff (m)

Reemplazamos en la ecuación:

$$H3 = \frac{198.10}{10.64 \times 6.17}$$
$$H3 = 3.02 \text{ m}$$

✓ **Altura de fondo del digestor (H4)**

El fondo de la cámara de digestión tendrá la forma de un tronco de pirámide invertida (tolva de lodos), para facilitar el retiro de los lodos digeridos. Las paredes laterales de esta tolva tendrán una inclinación de 15° a 30° con respecto a la horizontal, para el siguiente diseño se asumirá de 15°.

$$H4 = \frac{(A - B1)}{2} \tan \theta$$

Ecuación 3. 49

Dónde:

H4: Altura del fondo del digestor (m)

A: ancho del tanque imhoff (m)

O: ángulo de inclinación de la tolva

B1: El fondo de la cámara de digestión tendrá la forma de un tronco de pirámide invertido (tolva de lodos): 0.60 m, según OPS/CEPIS

Reemplazamos en la ecuación:

$$H4 = \frac{(6.17 - 0.60)}{2} \tan 15^\circ$$
$$H4 = 0.75 \text{ m}$$

✓ **Altura Total de Tanque Imhoff (H)**

$$H = H0 + H1 + H2 + H3 + H4 + bl$$

Ecuación 3. 50

Dónde:

H: Altura Total de Tanque Imhoff (m)

Ho: profundidad del sedimentador (m)

- H1: fondo del sedimentador (m)
- H2: la altura maxima de los lodos (m)
- H3: altura de cámara de digestión (m)
- H4: altura de fondo el digestor (m)
- bl: borde libre (m)

Reemplazamos en la ecuación:

$$H = 2 + 1.05 + 0.50 + 3.02 + 0.75 + 0.30$$

$$H = 7.62 \text{ m}$$

✓ **Extracción de lodos**

El diámetro mínimo de la tubería para la remoción de lodos será de 200 mm y deberá estar ubicado 15 cm por encima del fondo del tanque.

Para la remoción se requerirá de una carga hidráulica mínima de 1,80 m. según OPS/CEPIS.

Tabla 14. Resumen de dimensiones de Tanque Imhoff

COMPONENTE	ANCHO	LARGO	ALTURA
SEDIMENTADOR	1.77	10.64	3.25
TANQUE	6.17	3.5	7.64

Fuente: Elaboración Propia

3.3.4 Diseño de lecho secado de lodos.

✓ **Carga de sólidos que ingresa al sedimentador (C)**

$$C = \frac{Pf \times Cp}{1000} \text{ (kg SS/dia)} \quad \text{Ecuación 3. 51}$$

Dónde:

Pf = Población futura

Cp: Contribución per cápita (grss/hab dia), igual a 90 gr SS/ (hab.dia), según OPS/CEPIS.

Reemplazamos en la ecuación:

$$C = \frac{2830 \times 90}{1000}$$

$$C = 254.70 \text{ kg SS/dia}$$

✓ **Masa de sólidos que conforman los lodos (Msd)**

$$Msd = (0.175 \times C) + (0.15 \times C) \text{ kg SS/ dia} \quad \text{Ecuación 3. 52}$$

Dónde:

C: Carga de sólidos

Reemplazamos en la ecuación:

$$Msd = (0.175 \times 254.70) + (0.15 \times 254.70)$$
$$Msd = 82.78 \text{ kg SS/ dia}$$

✓ **Volumen diario de lodos digeridos (Vid)**

$$Vid = \frac{Msd}{Plodo \times S\%} \text{ (l/dia)} \quad \text{Ecuación 3. 53}$$

Dónde:

Msd: Masa de sólidos

Plodo: Densidad de los lodos, igual a 1.04 kg/l, según OPS/CEPIS.

S%: Sólidos contenidos en el lodo, varía entre los valores 8 a 12%, Según OPS/CEPIS valor recomendable es 10%.

Reemplazamos en la ecuación:

$$Vid = \frac{82.78}{1.04 \times 10\%}$$
$$Vid = 795.96 \text{ l/dia}$$

✓ **Volumen de lodos a extraerse del tanque (Vel)**

$$Vel = \frac{Vid \times Td}{1000} \text{ (m}^3\text{)} \quad \text{Ecuación 3. 54}$$

Tabla 15. *Tiempo de retención para la digestión de lodos varía con la temperatura*

Temperatura °C	Tiempo de digestión en días
5	110
10	76
15	55
20	40
>25	30

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones

Dónde:

Vid: Volumen diario de lodos digeridos (l/día)

Td: Tiempo de digestión de la tabla 3 – 9 con la temperatura de 15° (día)

Reemplazamos en la ecuación:

$$Vel = \frac{795.96 \times 55}{1000}$$
$$Vel = 43.78 \text{ m}^3$$

✓ **Área del lecho de secado (Als)**

$$Als = \frac{Vel}{Ha} \quad \text{Ecuación 3. 55}$$

Dónde:

Als: Area de lecho de secado (m²)

Vel: Volumen de lodos a extraerse (m³)

Ha: Profundidad de aplicación, entre 0,20 a 0.40 m, asumiendo 0.40 m según OPS/CEPIS.

$$Als = \frac{43.78}{0.40}$$
$$Als = 109.45 \text{ m}^2$$

Considerando que la relación de ancho y largo es de ½ entonces: Cómo largo obtenemos 15 m y ancho 7.5 m.

Tabla 16. Resumen de dimensiones del lecho de secado

COMPONENTE	ANCHO	LARGO	ALTURA
LECHO DE SECADO	7.50	15.00	3.25

Fuente: Elaboración Propia

3.3.5 Diseño del humedal artificial.

Temperatura del agua (T) : 20 c°

Material de relleno: Arena gravosa

Conductividad hidráulica (ks): 5000 m³/m².dia

Porosidad (n): 35%

Pendiente del fondo del pantano (s): 1.00%

Profundidad del humedal (d): 1.00 m

Borde libre (bl): 0.30 m

Especie acuática a usarse : Totora/carrizo

✓ **Cálculo del área transversal (At)**

$$At = \frac{Q}{K_s \times S} \quad \text{Ecuación 3. 56}$$

Dónde:

At: area transversal (m²)

Ks: conductividad hidráulica (m³/ m². día)

S : Pendiente del fondo del pantano (%)

Reemplazamos en la ecuación:

$$At = \frac{452.80}{5000 \times 0.01}$$
$$At = 9.06 \text{ m}^2$$

✓ **Cálculo del ancho del pantano (w)**

$$w = \frac{At}{d} \quad \text{Ecuación 3. 57}$$

Dónde:

w : ancho del pantano (m)

At: area transversal (m²)

d : profundidad del humedal (m)

Reemplazamos en la ecuación:

$$w = \frac{9.06}{1}$$
$$w = 9.06 \text{ m}$$

✓ **Cálculo de la constante de velocidad de reacción, Kt para DB05**

Según ONU-HABITAT - Programa de las Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos, Manual de humedales artificiales, (2008), una fuente de información bien establecida, estima un K20 de 1.1 día-1

$$Kt = K20 \times (1.06^{t^{\circ}-20}) \quad \text{Ecuación 3. 58}$$

Dónde:

Kt : constante de velocidad de reacción (día-1)

T° : temperatura (°c)

Reemplazamos en la ecuación:

$$Kt = 1.1 \times (1.06^{20-20})$$

$$Kt = 1.10 \text{ dia} - 1$$

✓ **Cálculo de tiempo de retención hidráulico (t):**

$$t = \frac{As \times d \times n}{Qm}$$

Ecuación 3. 59

Dónde:

t: tiempo de retención hidráulica (días), Es el tiempo que el agua debe de quedarse en el sistema para alcanzar el nivel de DBO deseado con la ecuación.

As: área superficial requerida para remover la carga orgánica (m²)

d: profundidad del humedal (1.00 m)

n: porosidad de sustrato para humedales de flujo superficial con arena gravosa de la Tabla 16 (35%)

Tabla 17. La conductividad hidráulica y la porosidad

TIPO DE SUSTRATO	DIAMETRO EFECTIVO D 10 (mm)	POROSIDA D n (%)	CONDUCTIVIDAD HIDRAULICA Ks (m3/m2.día)
Arena gruesa graduada	2	32	1,000
Arena gravosa	8	35	5,000
Grava fina	16	38	7,500
Grava media	32	40	10,000
Piedra gruesa	128	45	100,000

Fuente: Depuración con humedales construidos (García y Corzo)

Reemplazamos en la ecuación:

$$t = \frac{3142.80 \times 1 \times 0.35}{452.80}$$

$$t = 2.43 \text{ dias}$$

✓ **Determinación de la longitud del humedal**

$$L = \frac{As}{W}$$

Ecuación 3. 60

Dónde:

L: longitud del humedal (m)

w: ancho del pantano (m)

$$L = \frac{3142.80}{9.06}$$

$$L = 346.89 \text{ m}$$

✓ **Determinación del área superficial para remover carga orgánica de ingreso (As)**

$$As = \frac{Qm \times LN \left(\frac{Co}{Ce} \right)}{Kt \times d \times n} \quad \text{Ecuación 3. 61}$$

Dónde:

As: área superficial (m², has)

Q: caudal de ingreso (m³/día)

Co: DB05 del afluente del humedal (mg/l)

Ce: DB05 requerido del humedal (mg/l)

Kt: constante de velocidad de reacción, Según ONU - HABITAT (2008), una fuente de información bien establecida, estima un K20 de 1.1 día-1

d: Profundidad del humedal (1.00 m)

n: Porosidad (n = 35%)

Reemplazamos en la ecuación:

$$As = \frac{452.80 \times LN \left(\frac{217.08}{15} \right)}{1.10 \times 1 \times 0.35}$$
$$As = 3142.80 \text{ m}^2$$

✓ **Cálculo de la carga hidráulica aplicada (Qh)**

$$Qh = \frac{Q}{As} \quad \text{Ecuación 3. 62}$$

Dónde:

Qh: carga hidráulica (m³/m³. día)

Q: caudal de ingreso (m³/día)

As: área superficial (m², has)

Reemplazamos en la ecuación:

$$Qh = \frac{452.80}{3142.80}$$

$$Qh = 0.144 \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{dia}$$

$$Qh = 15 \text{ cm}/\text{dia}$$

✓ **Cálculo del área o superficie específica (Se)**

$$Se = \frac{1}{Qh}$$

Ecuación 3. 63

Dónde:

Se: superficie específica (m²/m³. día)

Qh: carga hidráulica (m³/m³. día)

Reemplazamos en la ecuación:

$$Se = \frac{1}{15}$$

$$Se = 6.66 \text{ m}^2/\text{m}^3.\text{dia}$$

✓ **Dimensionando el humedal**

L: Longitud de Humedal

W: Ancho del Humedal

Un valor recomendado es la relación de L: W DE 2:1

Entonces como resultados tenemos un largo de 80 m y un ancho de 40m.

Tabla 18. *Resumen de dimensiones del humedal artificial*

COMPONENTE	ANCHO	LARGO	ALTURA
HUMEDAL ARTIFICIAL	40.00	80.00	1.00

Fuente: Elaboración Propia

3.4 Eficiencia de remoción de los parámetros

3.4.1 Eficiencia de remoción de DBO.

DBO5 del efluente: 392.90 mg/L

✓ **eficiencia de remoción en cámara de rejillas y desarenador: 15%**

$$Ce = (1 - Ef) \times DBO5$$

Ecuación 3. 64

Dónde:

Ce = DB05 en el efluente (mg/l)

Ef: Eficiencia de remoción (%)

Reemplazamos en la ecuación:

$$Ce = (1 - 0.15) \times 392.90$$

$$Ce = 333.97 \frac{mg}{l} \text{ de DB05}$$

✓ **Cálculo de las tasas de remoción de tanque imhoff (R)**

$$R = \frac{t}{a + bt}$$

Ecuación 3. 65

Tabla 3 -14

Tabla 19. Las constantes de a y b para el cálculo de remoción de DBO y SST

Variable	a, h	b
DBO	0.018	0.02
SST	0.0075	0.014

Fuente: Melgar, Fuentes y Pineda, Diseño de planta de tratamiento de Aguas residuales (2011)

Donde:

t: tiempo nominal de retención en horas 1.5 – 2.5

a,b: Constantes empíricas

$$R = \frac{2}{0.018 + 0.02 \times 2}$$

$$R = 35\%$$

✓ **Eficiencia de remoción en tanque imhoff: 35%**

$$Ce = (1 - Ef) \times DB05$$

Ecuación 3. 66

Dónde:

Ce = DB05 en el efluente (mg/l)

Ef: Eficiencia de remoción (%)

Reemplazamos en la ecuación:

$$C_e = (1 - 0.35) \times 333.97$$

$$C_e = 217.08 \text{ mg/l}$$

✓ **Evaluación de remoción en humedales artificiales**

$$C_e = C_o \times e^{-Kt \times T_{ret}}$$

Ecuación 3. 67

Dónde:

Ce: DBQ5 requerido en el efluente (mg/l)

Co: DB05 en el afluente (mg/l)

Kt: constante de velocidad de reacción (día-1)

Trh: tiempo de retención Hidráulica (días)

e: número de Euler (2.718282)

Reemplazamos en la ecuación:

$$C_e = 217.08 \times 2.718281^{-1.11 \times 2.43}$$

$$C_e = 14.63 \frac{\text{mg}}{\text{l}} \text{ de DB05}$$

✓ **Eficiencia de remoción de Humedales artificiales (Rem)**

$$Rem = \frac{C_o - C_e}{C_o} \times 100$$

Ecuación 3. 68

Dónde:

RemDB05 (%)

Ce : DBQ5 requerido en el efluente (mg/l)

Co : DBQ5 en el afluente (mg/l)

Reemplazamos en la ecuación:

$$Rem = \frac{217.08 - 15}{217.08} \times 100$$

$$Rem = 93\%$$

3.4.2 Eficiencia de remoción de SST.

SST del efluente: 389.00 mg/L

- ✓ **Eficiencia de remoción en cámara de rejillas y desarenador: 30%**

$$C_e = (1 - E_f) \times SST \quad \text{Ecuación 3. 69}$$

Dónde:

C_e = SST en el efluente (mg/l)

E_f : Eficiencia de remoción (%)

Reemplazamos en la ecuación:

$$C_e = (1 - 0.30) \times 389.00$$

$$C_e = 272.30 \text{ mg/l}$$

- ✓ **Cálculo de las tasas de remoción del tanque imhoff (R)**

$$R = \frac{t}{a + bt} \quad \text{Ecuación 3. 70}$$

Dónde:

t: tiempo nominal de retención en horas 1.5 – 2.5

a,b: Constantes empíricas de la Tabla N° 18

$$R = \frac{2}{0.0075 + 0.014 \times 2}$$

$$R = 56\%$$

- ✓ **Eficiencia de remoción en tanque imhoff: 56%**

$$C_e = (1 - E_f) \times SST \quad \text{Ecuación 3. 71}$$

Dónde:

C_e = SST en el efluente (mg/l)

E_f : Eficiencia de remoción (%)

Reemplazamos en la ecuación:

$$C_e = (1 - 0.56) \times 272.30$$

$$C_e = 119.81 \text{ mg/l}$$

✓ **Evaluación de remoción en humedales artificiales**

$$C_e = C_o (0.1139 + 0.00213Qh) \quad \text{Ecuación 3. 72}$$

Dónde:

Ce: SST requerido en el efluente (mg/l)

Co: SST en el afluente (mg/l)

Qh: Carga hidráulica

$$C_e = 119.81 (0.1139 + 0.00213 \times 15)$$

$$C_e = 17.47$$

✓ **Eficiencia de remoción de Humedales artificiales (Rem)**

$$Rem = \frac{C_o - C_e}{C_o} \times 100 \quad \text{Ecuación 3. 73}$$

Dónde:

Rem SST (%)

Ce: SST requerido en el efluente (mg/l)

Co: SST en el afluente (mg/l)

$$Rem = \frac{119.81 - 17.47}{119.81} \times 100$$

$$Rem = 85\%$$

3.4.3 Eficiencia de remoción de CF.

CF del efluente: 5.40 E+07

✓ **Eficiencia de remoción en tanque Imhoff: 85%**

Según Saúl A. Chuchón Martínez y Carlos A. Aybar Escobar en la investigación realizada: sobre la evaluación de la capacidad de remoción de bacterias coliformes fecales. Se ha determinado que la capacidad de remoción de BCF en los Tanques Imhoff está en promedio de 85%

$$.C_e = C_o \times (1 - Ef) \quad \text{Ecuación 3. 74}$$

Dónde:

Ce: Coliformes de salida (mg/l)

Co: Coliformes de entrada (mg/l)

Reemplazamos en la ecuación:

$$C_e = 5.4 E + 07 x (1 - 0.85)$$

$$C_e = 8100000$$

✓ **Eficiencia de remoción en humedales artificiales: 99.9%**

Según Abou-Elela y Hellal (2012), obtuvieron valores de remoción de coliformes totales entre el 94 a 99.99%.

$$C_e = C_o x (1 - E_f)$$

Ecuación 3. 75

Dónde:

Ce: Coliformes de salida (mg/l)

Co: Coliformes de entrada (mg/l)

Reemplazamos en la ecuación:

$$C_e = 8100000 x (1 - 0.999)$$

$$C_e = 8100 \text{ NMP}/100\text{ml}$$

$$C_e = 8.1 E + 02 \text{ NMP}/100\text{ml}$$

Se está presentando la tabla 3 -14 un resumen detallado de remoción logrado en cada proceso de tratamiento en donde se aprecia que el Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) y Sólidos Suspendidos Totales (SST) se lograra el objetivo, en el parámetro de Coliformes Fecales CF requiere una desinfección para un posible reusó.

Tabla 20. *Grado de Remoción de cada fase de tratamiento*

PARAMETROS	CAUDAL	TRATAMIENTO	TRATAMIENTO	TRATAMIENTO	VALOR EFLUENTE	POSIBILIDAD DE REUSO
		PRELIMINAR	PRIMARIO	SECUNDARIO		
		CAMARADE REJAS	TANQUE IMHOFF	HUMEDAL ARTIFICIAL		
		DESARENADOR				
DBO (mg/1)	392.9	15%	35%	93%	14.63	SI
SST(mg/l)	389	30%	56%	85%	17.47	SI
CF(NMP/100ml)	54000000	-	85%	100%	8100	Desinfección

Fuente: Elaboración Propia

3.4.4 Sistema de desinfección.

Cuando la concentración de coliformes es mayor a los 1000 NMP/100ml, se implementará un sistema de desinfección.

Tabla 21. Cuadro de valor a desinfectar

Descripción	Valor	Unidad
Colif. TermoTolerantes afluente	8.10E+03	NMP/100 ml
Colif. TermoTolerantes efluente	1.00E+03	NMP/100 ml

Fuente: Elaboración Propia

La cámara de recolección de aguas será diseñada por un tiempo de retención de 30 minutos para las condiciones de caudal medio lo cual resulta un volumen de 9.44 m³. Para su cálculo de concentración de cloro residual se utilizará la fórmula de Chick.

$$Clr = \left(\frac{N}{No} \right)^{\frac{-1}{n}} \times \frac{b}{tc} \quad \text{Ecuación 3. 76}$$

Dónde:

N: Colif. TermoTolerantes afluente (NMP/100 ml)

No: Colif. TermoTolerantes efluente (NMP/100 ml)

n: Coeficiente (2.8)

b: Coeficiente (3)

tc: Tiempo de contacto (m)

Reemplazamos en la ecuación:

$$Clr = \left(\frac{1000}{8100} \right)^{\frac{-1}{2.8}} \times \frac{3}{30}$$

$$Clr = 0.21$$

El cloro recomendado por la WEF (3.5 mg/l), en la cual en la formula anterior salió un cloro residual (Clr) de 0.21 mg/l, entonces la dosis total de cloro corresponderá

a 3.71 mg/l. Esta desinfección del agua se realizará con la aplicación de una solución de hipoclorito de sodio al 10 %.

Tabla 22. *Cuadro de dosis requerido para la desinfección*

Descripción	Símbolo	Valor	Unidad
Cloro residual	Clr	0.21	mg/l
Demanda de cloro	Dcl	3.50	mg/l
Dosis total	Dt	3.71	mg/l

Fuente: Elaboración Propia

IV. DISCUSSION

La presente investigación ha tenido como objetivo determinar como la propuesta de una planta de tratamiento reduce el impacto ambiental en el sistema de alcantarillado del centro poblado “Andy y su pueblo” en el distrito de Carabayllo.

En el presente trabajo, con la implementación de humedales artificiales, se obtendría una eficiencia de remoción del 93% DBO y 95% CF, los cuales son valores semejantes a los obtenidos en un trabajo previo (Luis Francisco Arce Jáuregui, 2013) donde se realizó el tratamiento convencional de aguas residuales con el uso de lodos activados por aireación extendida (Eficiencia de remoción 90% DBO y 90% CF) y biorreactores de membranas (Eficiencia de remoción 99% DBO y 92% CF).

Los tratamientos expuestos por Luis Francisco Arce Jáuregui, requieren de áreas pequeñas para su operación; además, cuentan con equipos e infraestructura que se adapta a zonas urbanas donde se tiene insuficiente espacio. Sin embargo, requieren energía eléctrica para su funcionamiento.

Por otro lado, nuestra propuesta requiere áreas de tamaño mediado y se adapta a zonas rurales en donde las construcciones de nuevas plantas de tratamientos o la conexión a plantas lejanas, implicaría un elevado costo. Adicionalmente, no necesita el uso de energías y está compuesta por arena gravosa y plantas. Estas características, la convierten en una alternativa económica y ecológica.

Ambas alternativas de tratamiento cumplen con la reducción de los parámetros DBO y CF evitando los impactos ambientales negativos sobre los cuerpos receptores.

Según un estudio previo (Rubén Lapa Inga, 2014), el sistema por humedales artificiales tiene muchos beneficios al medio ambiente porque se crea pequeños ecosistemas. También, es una alternativa que permite disponer de agua apta para uso ambiental, además de hacer posible la recuperación del entorno natural y de la biodiversidad. Se trata de sistemas de depuración naturales que respetan el medio ambiente y a su vez, su funcionamiento no necesita de recursos muy costosos y difíciles de operar. Como resultados, se obtuvo BDO (mg/l) al 80%, SST (mg/l) al 84.35% y CF (NMP/100ml) al 99.90%, dando un efluente final para el reúso de estas aguas en el riego de áreas verdes.

En la presente propuesta, se logrará como resultados una remoción de BDO

(mg/l) al 93%, SST (mg/l) al 85% y CF (NMP/100ml) al 95%; de los cuales, los dos últimos parámetros concuerdan con lo presentado anteriormente por Lapa Inga en 2014. La diferencia del porcentaje de remoción del parámetro DBO se debe a que la muestra utilizada en esta tesis tiene un grado de contaminación medio/fuerte por lo cual se aumentó el área de humedal y por ende, el tiempo de retención incrementó.

Es importante tener en cuenta el parámetro de CF porque cuando el grado de contaminación es bajo como en el caso de Rubén Lapa Inca, no es necesario realizar tratamientos adicionales; en cambio, si el grado de contaminación es medio/fuerte como es en este caso, lo cual se requiera realizar un proceso adicional de desinfección, tales como el uso de luz ultravioleta o una desinfección por cloración para su reutilización de las aguas para riego.

Camilo Eduardo Espinosa Ortiz, 2014 expone en su tesis que los humedales de flujo superficial, gracias a su tecnología de diseño simple, bajo costo de mantenimiento y operación, son implementadas en el tratamiento de aguas residuales. Además, son muy demandados ya que tienen menor costo que un humedal subsuperficial además logra niveles de saneamiento del agua para su infiltración.

Estos humedales están recomendados para tratamiento secundario o terciario de aguas residuales municipales. Es importante la existencia de un tratamiento primario para su óptimo funcionamiento y evitar problemas de colmatación, así como, la implementación de un pre-tratamiento como lo son el uso de rejillas y desarenador para evitar posibles obstrucciones.

Si bien es cierto, los humedales subsuperficiales tienen un mayor costo de mantenimiento y operación con respecto a los humedales superficiales, es importante considerar que en estos no hay presencia de mosquitos y otros insectos vectores de enfermedades, siempre y cuando el sistema se opere adecuadamente. Además, de requerir de menor área para su funcionamiento y evitar malos olores.

V. CONCLUSION

Se ha determinado los parámetros físicos, químicos y microbiológicos del agua residual en la zona de estudio los cuales están en el anexo III, La propuesta de la PTAR con respecto a los Límites Permisibles para Efluentes de PTAR Domestica o Municipales del Ministerio del Ambiente (D.S. N° 003 – 2010 – MINAM) cumpliría con los parámetros como se muestra en la siguiente tabla, es decir los niveles de concentración de sustancias físicas, químicas y biológicas serán controlados con la finalidad de evitar daños a la salud y al medio ambiente que se lograra con los humedales artificiales.

Tabla 23. *Tabla de LMP para efluentes de PTAR vs Resultados*

PARÁMETRO	UNIDAD	LMP DE EFLUENTES PARA EFLUENTES DE PTAR	RESULTADO
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	10000	8100
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	100	14.63
PH	unidad	6.5-8.5	7.67
Sólidos Totales en Suspensión	mL/L	150	17.47
Temperatura	°C	<35	20

Fuente: D.S. N° 003 – 2010 – MINAM

Los parámetros siendo evaluados en función a la norma nacionales (D.S. N° 004 – 2017 – MINAM), Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA), categoría III riego de vegetales, corroborando los resultados hay una aceptación en cuando el DBO y SST, en tanto el CF aún tenemos un grado de contaminación de lo cual para su eficiente remoción.

Tabla 24. *Tabla de LMP para efluentes para riego de vegetales vs Resultados*

PARAMETROS	LMP DE EFLUENTES PARA RIEGO DE VEGETALES	RESULTADO	REUSO
DBO (mg/l)	15	14.63	SI
SST(mg/l)	150	17.47	SI
CF(NMP/100ml)	1000	8100	Desinfección

Fuente: D.S. N° 004 – 2017 – MINAM

Se utilizará una desinfección por cloración con el fin de reducir el grado de contaminación cuando los Coliformes Fecales sean superiores a 1000 NMP/100ml, una dosis de 3.71 mg/l de manera que estaría en óptimas condiciones para su reusó

como agua de riego de áreas verdes y para la protección de los cuerpos receptores como son las aguas subterráneas cuando sea vertido.

Tabla 25. *Tabla de LMP para riego de vegetales vs Resultados desinfectados*

PARAMETROS	LMP DE EFLUENTES PARA RIEGO DE VEGETALES	RESULTADO	REUSO
DBO (mg/l)	15	14.63	SI
SST(mg/l)	150	17.47	SI
CF(NMP/100ml)	1000	81	SI

Fuente: D.S. N° 004 – 2017 – MINAM

Los parámetros físicos, químicos y microbiológicos que se obtendrían después del tratamiento en la PTAR serán: DBO (14.63 mg/l), SST (17.47 mg/l) y CF (81NMP/100 ml) la propuesta nos podría permitir reutilizar durante su funcionamiento de 20 años un aproximado de 2,077,960 m³.

Se ha diseñado una planta de tratamiento de aguas residuales con humedales artificiales subsuperficiales, tratamientos preliminares con cámara de rejillas y desarenador, tratamiento primario con tanque Imhoff y un lecho de secado que está detallado en el capítulo de desarrollo III. La propuesta de la PTAR favorecería a la reducción del impacto ambiental generadas por las aguas residuales, el reúso de agua para riego y la creación de pequeños ecosistemas y proporcionará la integración de áreas verdes en Carabayllo.

La propuesta nos permitiría durante su periodo de funcionamiento de 20 años, generar abono 4565.83 m³ que debe mezclarse con cal y pasto seco o corteza seca de arbusto, para ser utilizados como abono orgánico para cultivos, jardines.

VI. RECOMENDACIONES

La propuesta de una PTAR en el Centro poblado “Andy y su pueblo” está diseñada para aguas residuales domesticas por consiguiente no puede ser utilizado para las aguas residuales industriales por el grado elevado de contaminación que estas contienen.

Para que el diseño de humedal artificial sea lo más verídico posible, es importancia que las personas encargas de la recolección de la muestra de agua residual sean registrados por profesionales, para que no terminen siendo alteras.

Difundir este sistema de tratamiento por humedales artificiales sobre todo en zonas rurales, en donde el estado no interviene y las personas de bajos recursos no cuentan con acceso a una red de alcantarillado, los cuales están vertiendo las aguas residuales a fuentes de agua y suelos, generando contaminación al medio ambiente y propagación de enfermedades.

Una vez construidos los humedales artificiales es necesario la supervisión y control si está cumpliendo con los objetivos de remoción en cada proceso, pretratamiento (Cámara de rejillas y desarenador), tratamiento primario (Tanque Imhoff) y tratamiento secundario (humedales artificiales) del diseño presentado, sobre todo en climas fríos porque sus tasas de remoción de los parámetros (DBO) y (SST) son reducidas en el caso de los humedales, esto garantizara y comprobara el modelo propuesto.

Es de mucha importancia que cuando ingrese el efluente a los humedales artificiales, estos hayan pasado a un pre-tratamiento y un tratamiento primario para evitar riesgo de obstrucción, eso dependerá para que el humedal pueda extender su vida.

Los humedales artificiales a pesar que reducen los coliformes fecales, en muchas ocasiones esto no es suficiente por lo cual esto requiera una desinfección, por ejemplo, mediante la luz ultravioleta o una desinfección por cloración yaqué es muy económico.

Los humedales artificiales no toleran estar completamente secos, necesitan una mínima cantidad de agua para subsistir.

Lodos serán combinados en pila o montículos una vez por semana para que su deshidratación sea más eficiente y uniforme, una vez seco un tiempo aproximado 3 meses.

VII. REFERENCIAS

- AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION, American Water Works Association, and Water Pollution Control Federation (1985). Pg.316 in: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 16th ed. American Public Health Association, Washington, DC.
- ARCE Jáuregui, Luis. Urbanizaciones Sostenibles: Descentralización del tratamiento de agua residuales residenciales. Tesis de Licenciamiento Ingeniero Civil. Pontificia Universidad Católica del Perú.2013. pp.123.
- ARCE Jáuregui, Luis. Urbanizaciones Sostenibles: Descentralización del tratamiento de agua residuales residenciales. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Lima, Perú. Pontificia Universidad Católica del Perú. 2013. Pp.90
- ARIAS, Fidias. El proyecto de Investigación. 5ta. Ed. Episteme. 2006. Pp. 143.
- ÁVILA Baray, H. L. Introducción a la metodología de la investigación. CD Cuauhtémoc, Chihuahua, México. 2006. Eumed net.
- BELLAR, T. A., LICHTENBERG, J. J., y KRONER, R. C. The Occurrence of Organohalides in Chlorinated Drinking Waters. Journal - American Water Works Association, 1974.pg.703–706. <https://doi.org/10.1002/j.1551-8833.1974.tb02129.x>
- CLARK, R. M., GRAYMAN, W. M., MALES, R. M., y HESS, A. F. Modeling Contaminant Propagation in Drinking-Water Distribution Systems. Journal of Environmental Engineering 1993, pg.364. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-9372\(1993\)119:2\(349\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9372(1993)119:2(349))
- COMIISION NACIONAL DEL AGUA. Estadística del agua en México. 2011. Pp. 185
- CONAGUA. Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento: Alternativas tecnológicas de tratamiento de aguas residuales para la recarga artificial de acuíferos, 38. Comisión Nacional del Agua, México. 2011. Pp. 113
- CONCHA y GUILLEN. Mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable (Caso: Urbanización valle Esmeralda, distrito Pueblo Nuevo, Provincia y departamento de Ica). Tesis (Título de Ingeniería). Lima, Perú. 2014. pp.178.

- COZZOLINO, L., PIANESE, D., y PIROZZI, F. Control of DBPs in water distribution systems through optimal chlorine dosage and disinfection station allocation. *Desalination*, 2005, pg.125. <https://doi.org/10.1016/j.desal.2004.10.021>
- Depuración de aguas residuales por medio de humedales artificiales. DELGADILLO [et al.]. Bolivia. GOV-AGUA.2010.pp.99. ISBN: 978-99954-766-2-5
- DIARIO EL PERUANO. Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establece Disposiciones Complementarias. <http://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/apruebanestandaresdecalidad-ambiental-eca-para-agua-y-e-decreto-supremo-n-004-2017-minam-1529835-2/>
- ESPINOSA Ortiz, Camilo. Factibilidad de diseño de un humedal de flujo subsuperficial para el tratamiento de aguas residuales de 30.000 habitantes. Tesis. (Magister en ingeniería civil).Bogotá. Colombia. Escuela Colombiana de Ingeniería. 2014.pp.81
- FRACICA. Estudio del clima organizacional de la UEP.1988. Disponible en: https://issuu.com/pucesd/docs/tesis_norma_portilla_cangas/103
- GAY, L.; GUEVARA, A.; LUNA, F.Captacion pluvial y reutilizacion de aguas grises mediante humedales artificiales en la microcuenca La Saolidad, Guanajuato. México. 2002. Pp. 10.
- GONZALES Prada, Eduardo. Recarga del acuífero de lima mediante el uso de aguas residuales tratadas. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Lima, Perú. Pontificia Universidad Católica del Perú. 2016. Pp.110
- GRÜNWARD, A., ŠŤASTNÝ, B., SLAVÍČKOVÁ, K., & SLAVÍČEK, M. Formation of Haloforms during Chlorination of Natural Waters. *Acta Polytechnica*, 42(2). <https://doi.org/10.14311/334>Handbook of chlorination and alternatives disinfectants. Clifford Whitte. 4ta.ed. 1998.pp.126.
- HERNÁNDEZ, R; FERNÁNDEZ, C; BAPTISTA, M. Metodología de la Investigación. 5ta ed. México. 2010. pp. 607.
- INEI. 2018. Disponible en: <https://www.inei.gob.pe/>
- JUAREZ Paz, Paola. Planificación y ejecución del proyecto: Manifestaciones de Impacto Ambiental para la planta de tratamiento de aguas residuales en el

- municipio de Villa de Reyes – S.L.P. Tesis (título de Ingeniero Ambiental). México. Instituto Politécnico Nacional. 2015. pp. 79.
- LAPA Inga, Ruben. Propuesta de diseño de humedal artificial para el tratamiento de aguas residuales con fines de riego en la ciudad universitaria –UNSCH-2014. Tesis (título de ingeniero agrícola). Ayacucho, Perú. 2014. pp. 207.
- LARA Jaime. Depuración de aguas residuales urbanas mediante humedales artificiales. Tesis de Maestría. Colombia. Pontificia Universidad Javeriana.2005.pp.68. ISSN: 0123-2126
- LOPEZ Rodrigo Y HERRERA Kathellen. Planta de tratamiento de aguas residuales para reusó en riego de parques y jardines en el distrito de la esperanza, provincia Trujillo – La Libertad. Tesis (Título de Ingeniero Civil). La Libertad, Perú. Universidad Antenor Orrego. 2016. pp.141.
- LOS RECURSOS HÍDRICOS 2017
- MARCH, J. G., GUAL, M., & OROZCO, F. Experiences on greywater re-use for toilet flushing in a hotel (Mallorca Island, Spain). Desalination, 2004, pg.247. [https://doi.org/10.1016/S0011-9164\(04\)00192-4](https://doi.org/10.1016/S0011-9164(04)00192-4)
- METCALF y EDDY. Ingeniería de Aguas Residuales, Redes de Alcantarillado y Bombeo, 1995. Pp.480. SBN: 9788448115500
- METCALF Y EDDY. Ingeniería de aguas residuales. Tratamiento, vertido y reutilización. México. Mc Graw Hill. 1996. Pp.231. ISBN-10: 8448116070
- METCALF, A. y EDDY, J. Ingeniería Sanitaria. Agua Residual Municipal. 1991. Disponible en: www.mie.esab.upc.es/arr/T18E.htm
- MINAM – Aprueban los Estándares de Calidad de Agua (ECA). 2017. Disponible en: <http://www.minam.gob.pe/disposiciones/decreto-supremo-n-004-2017-minam/>
- MINAM – Límites Máximos permisibles para efluentes de PTAR. 2010. Disponible en: <http://www.minam.gob.pe/disposiciones/decreto-supremo-n-003-2010-minam/>
- MONTIEL Morales, Pedro. Humedal Artificial. Tesis (Título de Ingeniero). México. Universidad Nacional Autónoma. 2014. Pp.63

MORÁN Diego. Diseño de planta de tratamiento de aguas residuales para el Municipio de San Juan Chamelco, Alta Verapaz. Tesis. (Grado de Ingeniero Civil). Guatemala. Universidad De San Carlos de Guatemala. 2012. pp.108.

MUJERIEGO, R. Manual Práctico de Riego con Agua Residual Municipal Regenerada. Calidad de un Agua de Riego. 1990.

OEFA. 2012. Disponible en: <https://www.oefa.gob.pe/>

OEFA. Plan anual de evaluación y fiscalización ambiental.2016. Disponible en: <http://www.oefa.gob.pe/wp-content/uploads/2015/12/RES-050-2015-OEFA-CD-PLANEFA.pdf>

ONU. AGUA RESIDUAL DESAPROBECHADA. 2017. Disponible en: www.unwater.org

Organización Mundial de la salud. Disponible en: <http://www.who.int/es/home>

ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD. Manual para el desarrollo de planes de seguridad del agua. 2009. pp.116. **ISBN:** 978 92 4 356263 6

PARODI Gonzales, Eduardo. Recarga del acuífero de Lima mediante el uso de aguas residuales tratadas. Tesis (Licenciado en Ingeniería Civil). Lima, Perú. Pontificia Universidad Católica del Perú. 2017. Pp.126.

PIMIENTA Rodrigo. Encuesta probalística vs. No probalísticas Políticas y Cultural. Mexico. 2000. Pp.276. ISSN: 0188-7742

RNE – Reglamento Nacional de Edificaciones (D.S. N° 121-2017- VIVIENDA)

ROJAS Ricardo. Sistemas de tratamiento de aguas residuales, curso internacional. 2002. Pp.33.

RUIZ, Manuel. Políticas públicas en salud y su impacto en el seguro popular. Sinaloa: Ed. UNAM, 2012. 130pp. ISBN: 978-84-15547-78-5

SEDAPAL .2014. Disponible en: <http://www.sedapal.com.pe/plan-maestro-2015-2044>

SEDAPAL. Reglamento técnico de proyectos. 2005. Pp. 24

SERPAR (Servicio de Parques de Lima). Disponible en: <http://www.serpar.gob.pe/organigrama/>

SINERGIA. 2011. Disponible en: <http://www.eumed.net/rev/cccss/13/smm.htm>

UNESCO. Informe de las Naciones Unidas sobre los recursos hídricos en el mundo 2015.pp.12

UNESCO. Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los
Recursos Hídricos 2017

WATER, Environment, F. Wythe Street Alexandria. Pp. 185. ISBN.1-800-666-0206

Anexo 1: Matriz de Consistencia

Matriz de consistencia					
“Propuesta de una PTAR para reducir el Impacto Ambiental del sistema de alcantarillado en el C.P “Andy y su Pueblo” Carabayllo – Lima”					
Problema	Objetivos	Hipotesis	Variables	Dimensiones	Indicadores
¿La propuesta de una PTAR reducirá el Impacto Ambiental del Sistema de Alcantarillado del centro poblado “Andy y su Pueblo” Carabayllo-Lima?	Determinar como la propuesta de un PTAR reduce el Impacto Ambiental del Sistema de Alcantarillado del centro poblado “Andy y su pueblo” Carabayllo-Lima.	La propuesta de una PTAR reduce el Impacto Ambiental del Sistema de Alcantarillado del centro poblado “Andy y su Pueblo” Carabayllo-Lima.	Variables Independiente: PTAR	Diseño	Caudal de Ingreso
					Parámetro del Agua residual
					Población Futura
				Temperatura	
Problema Especificos	Problema Especificos	Hipotesis Especificos	Variables dependiente: Impacto Ambiental	Nivel de tratamiento	Tratamiento preliminar
¿La propuesta de una PTAR ayudará a reutilizar el agua residual para el para el riego de áreas verdes del centro poblado “Andy y su Pueblo” Carabayllo-Lima?	Estimar como la propuesta de un PTAR ayuda a reutilizar el agua residual para el riego de áreas verdes del centro poblado “Andy y su Pueblo” Carabayllo-Lima.	La propuesta de una PTAR ayuda a reutilizar el agua residual para el riego de áreas verdes del centro poblado “Andy y su Pueblo” Carabayllo-Lima.			Tratamiento Primario
¿La propuesta de una PTAR generará abono orgánico para la mejora de los suelos del centro poblado “Andy y su Pueblo” Carabayllo-Lima?	Estimar como la propuesta de un PTAR genera abono orgánico para la mejora de los suelos del centro poblado “Andy y su Pueblo” Carabayllo-Lima.	La propuesta de una PTAR genera abono orgánico para la mejora de suelos del centro poblado “Andy y su Pueblo” Carabayllo-Lima.		Tipos de humedales artificiales	Tratamiento secundario
¿La propuesta de una PTAR reducirá los parámetros físicos, químicos y bacteriológico del Sistema de Alcantarillado del centro poblado “Andy y su Pueblo” Carabayllo-Lima?	Estimar como la propuesta de un PTAR reduce los parámetros físicos, químicos y bacteriológicos del sistema Alcantarillado del centro poblado “Andy y su Pueblo” Carabayllo-Lima.	La propuesta de una PTAR reduce los parámetros físicos, químicos y bacteriológicos del sistema de alcantarillado del centro poblado “Andy y su Pueblo” Carabayllo-Lima.			Tratamiento terciario
			Reutilización del agua residual	Flujo libre superficial (FLS)	
			Abono orgánico	Flujo subterráneo (FS)	
			Parámetros físicos, químicos y bacteriológicos	Parámetros químicos del agua entrada.	
				Parámetros químicos del agua salida	
				Limites Máximos Permisibles (LMP)	
				Calidad física	
				Calidad biológica	
				Medición de pH	
				Medición de solidos suspendidos totales	
				Medición de DBO	
				Medición de DQO	
				Medición de Coliformes totales	

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 2: Instrumento Validado

FICHA DE RECOLECCION DE DATOS

PROYECTO : PROPUESTA DE UNA PTAR PARA REDUCIR EL IMPACTO AMBIENTAL
DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO EN EL C.P "ANDY Y SU PUEBLO"
AUTOR : CONTRERAS DAVILA ROGER CRISTIAN

DATOS DE LA MUESTRA			
Lugar:			
N° de muestra		Fecha de muestra	
Recepción Laboratorio		Fecha de reporte	
Responsable de la toma			

TOMA DE MUESTRA DE AGUA RESIDUAL				
N°	PARÁMETRO ANALIZADO	UNIDAD	RESULTADO	D.S -004-2017 MINAM
ANALISIS FISICO QUIMICO				
1	Solidos Suspendidos totales	mg/L		150
2	DBO	mg/L		15
3	DQO	mg/L		40
4	ph	ph		6,5-8,5
5	T°	°C		Δ3
6	Grasas y aceites	mg/L		5
ANALISIS MICROBIOLÓGICO				
7	Coliformes Fecales	NMP/100mL		1000

APELLIDOS Y NOMBRES	Mogrovejo Carrerres R.
PROFESION	Ing. de Fluidos.
REGISTRO CIP N°	98057
TELEFONO	920193462

FICHA DE RECOLECCION DE DATOS

**PROYECTO : PROPUESTA DE UNA PTAR PARA REDUCIR EL IMPACTO AMBIENTAL
DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO EN EL C.P "ANDY Y SU PUEBLO"**

AUTOR : CONTRERAS DAVILA ROGER CRISTIAN

DATOS DE LA MUESTRA	
Lugar:	
N° de muestra	Fecha de muestra
Recepción Laboratorio	Fecha de reporte
Responsable de la toma	

N°DE CAMPO	Pozo Tubular	Limite máximo permisible Según Regl. Calidad del Agua-consumo humano-DIGESA y OMS
C E. x 106 a 25°C		1,500.00
PH		6.5 a 8.5
Calcio m.e./l		200.00
Magnesio m.e./l		250.00
Sodio m.e./l		200.00
Potasio m.e./l		45.00
Cloruros m.e./l		250.00
Sulfatos m.e./l		250.00
Carbonatos m.e./l		Ausencia
Bicarbonatos m.e./l		50.00
Nitratos m.e./l		50.0
Boro ppm		1.50
Fierro ppm		0.30
Dureza de Calcio ppm		>500
Dureza de Magnesio ppm		>200
Dureza total ppm		>1000
Alcalinidad ppm		200.00 a 500.00

APELLIDOS Y NOMBRES	<i>Miguelo GONZALEZ ZUREN</i>
PROFESION	<i>Ing. de Fluidos</i>
REGISTRO CIP N°	<i>98657</i>
TELEFONO	<i>920199462</i>

FICHA DE RECOLECCION DE DATOS

PROYECTO : PROPUESTA DE UNA PTAR PARA REDUCIR EL IMPACTO AMBIENTAL DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO EN EL C.P "ANDY Y SU PUEBLO"
AUTOR : CONTRERAS DAVILA ROGER CRISTIAN

DATOS DE LA MUESTRA			
Lugar:			
N° de muestra		Fecha de muestra	
Recepción Laboratorio		Fecha de reporte	
Responsable de la toma			

TOMA DE MUESTRA DE AGUA RESIDUAL				
N°	PARÁMETRO ANALIZADO	UNIDAD	RESULTADO	D.S -004-2017 MINAM
ANALISIS FISICO QUIMICO				
1	Solidos Suspendidos totales	mg/L		150
2	DBO	mg/L		15
3	DQO	mg/L		40
4	ph	ph		6,5-8,5
5	T°	°C		Δ3
6	Grasas y aceites	mg/L		5
ANALISIS MICROBIOLÓGICO				
7	Coliformes Fecales	NMP/100mL		1000

APELLIDOS Y NOMBRES	CORZO LACIAGA AGUSTIN V.
PROFESION	ING. CIVIL
REGISTRO CIP N°	50070
TELEFONO	971114978


 C.I.P. 50070

FICHA DE RECOLECCION DE DATOS

PROYECTO : PROPUESTA DE UNA PTAR PARA REDUCIR EL IMPACTO AMBIENTAL
DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO EN EL C.P "ANDY Y SU PUEBLO"

AUTOR : CONTRERAS DAVILA ROGER CRISTIAN

DATOS DE LA MUESTRA	
Lugar:	
N° de muestra	Fecha de muestra
Recepción Laboratorio	Fecha de reporte
Responsable de la toma	

N° DE CAMPO	Pozo Tubular	Límite máximo permisible Según Regl. Calidad del Agua-consumo humano-DIGESA y OMS
C E. x 106 a 25°C		1,500.00
PH		6.5 a 8.5
Calcio m.e./l		200.00
Magnesio m.e./l		250.00
Sodio m.e./l		200.00
Potasio m.e./l		45.00
Cloruros m.e./l		250.00
Sulfatos m.e./l		250.00
Carbonatos m.e./l		Ausencia
Bicarbonatos m.e./l		50.00
Nitratos m.e./l		50.0
Boro ppm		1.50
Fierro ppm		0.30
Dureza de Calcio ppm		>500
Dureza de Magnesio ppm		>200
Dureza total ppm		>1000
Alcalinidad ppm		200.00 a 500.00

APELLIDOS Y NOMBRES	CORZO ALISEA AGUSTIN V.
PROFESION	ING. CIVIL
REGISTRO CIP N°	50070
TELEFONO	97114978


 C.Z.P. 50070

FICHA DE RECOLECCION DE DATOS

PROYECTO : PROPUESTA DE UNA PTAR PARA REDUCIR EL IMPACTO AMBIENTAL DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO EN EL C.P "ANDY Y SU PUEBLO"
AUTOR : CONTRERAS DAVILA ROGER CRISTIAN

DATOS DE LA MUESTRA			
Lugar:			
N° de muestra		Fecha de muestra	
Recepción Laboratorio		Fecha de reporte	
Responsable de la toma			

TOMA DE MUESTRA DE AGUA RESIDUAL				
N°	PARÁMETRO ANALIZADO	UNIDAD	RESULTADO	D.S -004-2017 MINAM
ANALISIS FISICO QUIMICO				
1	Solidos Suspendidos totales	mg/L		150
2	DBO	mg/L		15
3	DQO	mg/L		40
4	ph	ph		6.5-8.5
5	T°	°C		Δ3
6	Grasas y aceites	mg/L		5
ANALISIS MICROBIOLÓGICO				
7	Coliformes Fecales	NMP/100mL		1000

APELLIDOS Y NOMBRES	ENRIQUE CÁCERES EDERTH ANTONIO
PROFESION	Ingeniero Civil
REGISTRO CIP N°	173829
TELEFONO	991808895


 EDERTH ANTONIO ENRIQUE CÁCERES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 173829

FICHA DE RECOLECCION DE DATOS

PROYECTO : PROPUESTA DE UNA PTAR PARA REDUCIR EL IMPACTO AMBIENTAL
DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO EN EL C.P "ANDY Y SU PUEBLO"

AUTOR : CONTRERAS DAVILA ROGER CRISTIAN

DATOS DE LA MUESTRA	
Lugar:	
N° de muestra	Fecha de muestra
Recepción Laboratorio	Fecha de reporte
Responsable de la toma	

N°DE CAMPO	Pozo Tubular	Limite máximo permisible Según Regl. Calidad del Agua-consumo humano-DIGESA y OMS
C E. x 106 a 25°C		1,500.00
PH		6.5 a 8.5
Calcio m.e./l		200.00
Magnesio m.e./l		250.00
Sodio m.e./l		200.00
Potasio m.e./l		45.00
Cloruros m.e./l		250.00
Sulfatos m.e./l		250.00
Carbonatos m.e./l		Ausencia
Bicarbonatos m.e./l		50.00
Nitratos m.e./l		50.0
Boro ppm		1.50
Fierro ppm		0.30
Dureza de Calcio ppm		>500
Dureza de Magnesio ppm		>200
Dureza total ppm		>1000
Alcalinidad ppm		200.00 a 500.00

APELLIDOS Y NOMBRES	ENRIQUE CÁCERES EDERTHANTHONY
PROFESION	Ingeniero Civil
REGISTRO CIP N°	173829
TELEFONO	991808895


 EDERTHANTHONY ENRIQUE CÁCERES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 173829

Anexo 3: Análisis de Agua Residual



Registro N° LE-056
LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO
PERUANO DE ACREDITACION INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE-014

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO
INTERNACIONAL ACCREDITATION SERVICE INC., - IAS
CON REGISTRO TL - 659

INFORME DE ENSAYO N° 182067 CON VALOR OFICIAL

Nombre del Cliente : CRISTIAN CONTRERAS DAVILA
 Dirección : Jr. Los Pinos 218 Km11 - Comas
 Solicitado Por : Sr. Cristian Contreras Dávila
 Referencia : Orden de Servicio 18-OS-05044 / Colización N°1131-18P01
 Proyecto : Propuesta de una PTAR para reducir el impacto ambiental del sistema de alcantarillado en el C.P. "Andy y Su Pueblo"
 Carabaylo - Lima
 Procedencia : Carabaylo - Tupeac Amaná Km 23,5
 Muestreo Realizado Por : ENVIROTEST S.A.C.
 Cantidad de Muestra : 1
 Producto : Agua Residual
 Fecha de Recepción : 2018/05/25
 Fecha de Ensayo : 2018/05/25 al 2018/06/02
 Fecha de Emisión : 2018/06/04

La muestra fue recepcionada en buenas condiciones

I. Resultados

Código de Laboratorio		182067-01	
Código de Cliente		M-01	
Fecha de Muestreo		25/05/2018	
Hora de Muestreo (h)		15:30	
Ubicación Geográfica (WGS 84)		N:0690259 E:0282656	
Tipo de Producto		Agua Residual	
Tipo Ensayo ACREDITADO ANTE EL INACAL-DA	Unidad	L.C.M.	Resultados
Análisis de Campo			
pH	Und. pH	0,01 ⁰⁰	7,67
Temperatura de Muestra	°C	0,1 ⁰⁰	20,0
Físicoquímicos			
Aceites y Grasas	mg/L	0,5 ¹⁰	54,2
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	2,0	392,9
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	5,0	948,0
Sólidos Totales Suspendidos	mg/L	6	389

Leyenda: L.C.M. = Límite de cuantificación del método, L.D.M. = Límite de detección del método. "0" = Menor que el L.C.M. o L.D.M. indicado. "ND" = Resultado cuantificado. "N/A" = No Analizado.
 "M" = Mayor al rango lineal permitido por la Norma analítica. "L" = Límite de Detección de MMMA.

Código de Laboratorio		182067-01	
Código de Cliente		M-01	
Fecha de Muestreo		25/05/2018	
Hora de Muestreo (h)		15:30	
Ubicación Geográfica (WGS 84)		N:0690259 E:0282656	
Tipo de Producto		Agua Residual	
Tipo Ensayo ACREDITADO ANTE EL IAS	Unidad	L.C.M.	Resultados
Microbiológicos			
Fecal Coliform Bacteria	NMP/100 mL	1,8	5,4E+07

Leyenda: L.C.M. = Límite de cuantificación del método, L.D.M. = Límite de detección del método. "0" = Menor que el L.C.M. o L.D.M. indicado. "N/A" = No Analizado.

INFORME DE ENSAYO N° 182067 CON VALOR OFICIAL

II - Métodos y Referencias

Tipo Ensayo	Norma Referencia	Título
Físicoquímicos		
pH	SM 4500-H+ B, 22nd. Ed. 2012	pH Value, Electrode Method
Temperatura	SM 2500 B, 22nd. Ed. 2012	Temperature Laboratory and Field Methods
Físicoquímicos		
Aceites y Grasas	SM 6520-B, 22nd. Ed. 2012	Oil and Grease, Liquid-Liquid, Partition-Gravimetric Method
Demanda Bioquímica de Oxígeno	SM 5210 B, 22nd. Ed. 2012	Biochemical Oxygen Demand (BOD), 5-Day BOD Test
Demanda Química de oxígeno (DQO)	SM 5220 D, 22nd. Ed. 2012	Chemical Oxygen Demand (COD), Closed Reflux, Colorimetric Method
Sólidos Totales Suspendidos	SM 2540 D, 22nd. Ed. 2012	Solids, Total Suspended Solids Dried at 100-105 °C
Microbiológicos		
Fecal Coliform Bacteria	SM 9221 E / 9221C, 22nd. Ed. 2012	Enumeration of Fecal Coliforms by MPN method Fecal Coliform Procedure

SM 9221: "9221" Standard methods for the examination of Water and Wastewater APHA, AWWA, WEF 22nd Ed. 2012


Alfonso Vilca M.
GCSSA
C.Q.P. N° 587


Sissy Alvarez M.
Jefe de Microbiología
C.B.P. N° 9928

Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra indicada, según la cadena de custodia correspondiente.
Estos resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas del producto.
El tiempo de custodia de la muestra es de un mes calendario desde el ingreso de la muestra al Laboratorio.
El tiempo de custodia del informe de ensayo, tanto en digital como en físico es de 4 años.
El tiempo de perechibilidad de la muestra está en función a lo declarado en los métodos normalizados de ensayo y rige desde la toma de muestra.
Está prohibido la reproducción parcial del presente documento, salvo autorización de Envirotest S.A.C.

** FIN DEL INFORME **

Anexo 4: Análisis de Agua y pozo tubular



ANALISIS DE AGUAS

PROCEDENTE DE : POZO TUBULAR "C.P." ANDY Y SU PUEBLO
 UBICACIÓN : CARABAYLLO - LIMA - LIMA
 INFORMADO : EQUIPOS Y PERFORADORES CONTRATISTAS SAC
 FECHA : LIMA, 12 DE OCTUBRE DEL 2017

Nº DE CAMPO	Pozo Tubular
C.E. x 10 ⁶ a 25°C	3,400.00
PH	7.20
Calcio m.e./l	15.20
Magnesio m.e./l	5.10
Sodio m.e./l	13.50
Potasio m.e./l	0.60
Cloruros m.e./l	16.20
Sulfatos m.e./l	13.90
Carbonatos m.e./l	0.00
Bicarbonatos m.e./l	4.60
Nitratos m.e./l	0.10
Boro ppm	0.00
Fierro ppm	0.00
Dureza de Calcio ppm	760.61
Dureza de Magnesio ppm	255.26
Dureza total ppm	1,015.87
Alcalinidad ppm	230.00

La muestra fue tomada por el interesado **INFORMADO POR:**

L. A. S. A. Ingenieros
 Laboratorio de Análisis de Suelos y Aguas

 ING. MIGUEL PASACHE ANGULO
 GERENTE GENERAL

ANALISIS DE SUELOS Y AGUAS: Asesoría - Consulta - Supervisión

Calle catorce N° 310 - Urb. La Florida - Rimac - Lima.
 Telef. 481-2311 - Celular 99992-1506 - lasaingenieros@hotmail.com

ANA
AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA
El fedatario que suscribe certifica que el presente documento que ha tenido a la vista es COPIA FIEL DEL ORIGINAL, y al que me remito en caso necesario de lo que doy fe.

Lima, 20 JUL 2016

KATHY ELENA CALDERON ABAD



PERÚ

Ministerio
de Agricultura y Riego

Autoridad Nacional
del Agua

Dirección
de Administración de
Recursos Hídricos

RESOLUCIÓN DIRECTORAL N° 225 -2016-ANA-DARH

Lima, 20 JUL 2016

VISTO:

El expediente administrativo ingresado con Código Único de Trámite N° 98255-2016, presentado por la empresa **EQUIPOS Y PERFORADORES CONTRATISTAS S.A.C.**, identificada con Registro Único de Contribuyentes N° 20509111520, sobre inscripción en el Registro de Empresas que Realizan Obras de Exploración, Explotación, de Aguas Subterráneas; y,

CONSIDERANDO:

Que, el numeral 235.1 del artículo 235° del Reglamento de la Ley de Recursos Hídricos, aprobado mediante Decreto Supremo N° 001-2010-AG, y modificado por Decreto Supremo N° 023-2014-MINAGRI; señala que las personas naturales o jurídicas que realicen estudios y obras de exploración y explotación de aguas subterráneas, así como rehabilitación, mantenimiento y otros afines, están obligados a inscribirse en el Registro correspondiente de la Autoridad Nacional del Agua;

Que, conforme al inciso e) del artículo 31° del Reglamento de Organización y Funciones de la Autoridad Nacional del Agua, aprobado por Decreto Supremo N° 006-2010-AG, es función de esta Dirección, inscribir, previa opinión de la Dirección de Conservación y Planeamiento de Recursos Hídricos, en el Registro de Empresas Perforadoras y de Consultores de Estudios de Aguas Subterráneas a las personas dedicadas a la actividad de perforación de pozos o elaboración de estudios de aguas subterráneas, según corresponda;

Que, con escrito presentado el 06.07.2016, la empresa **EQUIPOS Y PERFORADORES CONTRATISTAS S.A.C.**, solicitó su inscripción en el registro de empresas que realizan obras de exploración, explotación, de aguas subterráneas;

Que, el Informe Técnico N° 025-2016-ANA-DCPRH-ERH-SUB-EZT, de fecha 11.07.2016, emitido por la Dirección de Conservación y Planeamiento de Recursos Hídricos, concluyó que la recurrente ha cumplido con presentar los requisitos establecidos en el Texto Único de Procedimientos Administrativos de la Autoridad Nacional del Agua, Procedimiento N° 22, aprobado por Decreto Supremo N° 012-2010-AG, y simplificado mediante Resolución Ministerial N° 0186-2015-MINAGRI, para su inscripción en el registro de empresas que realizan obras de exploración, explotación, de aguas subterráneas; por lo que, recomienda su inscripción en el precitado registro por un periodo de cuatro (04) años renovables;

Que, en consecuencia, habiendo cumplido la recurrente con la presentación de los requisitos establecidos en el TUPA, entre ellos la relación y características de las maquinarias y equipos que disponen, la Dirección de Conservación y Planeamiento de Recursos Hídricos, podrá efectuar la verificación posterior de las condiciones en que se encuentran las mismas, de conformidad con el artículo 32° de la Ley N° 27444, Ley del Procedimiento Administrativo General;



Que, además, la citada inscripción podrá ser suspendida o revocada, si previo procedimiento sancionador, se acredita que los estudios u obras realizadas no cubren los requisitos técnicos mínimos que dichos estudios u obras requieren. El proceso sancionador se inicia a solicitud del afectado, de conformidad con el numeral 235.2 del artículo 235° del Reglamento de la Ley de Recursos Hídricos, aprobado por Decreto Supremo N° 001-2010-AG; y,

Con el visto de la Oficina de Asesoría Jurídica y de conformidad con lo dispuesto en el inciso e) del artículo 31° del Reglamento de Organización y Funciones de la Autoridad Nacional de Agua, aprobado por Decreto Supremo N° 006-2010-AG;

SE RESUELVE:

ARTÍCULO 1°.- Disponer la inscripción de la empresa **EQUIPOS Y PERFORADORES CONTRATISTAS S.A.C.**, en el Registro de Empresas que Realizan Obras de Exploración, Explotación, de Aguas Subterráneas, por un periodo de cuatro (04) años renovables, computados a partir de la notificación de la presente resolución.



ARTÍCULO 2°.- La inscripción antes referida, podrá ser suspendida o revocada, si previo procedimiento sancionador, se acredita que los estudios u obras realizadas no cubren los requisitos técnicos mínimos que dichos estudios u obras requieren. El proceso sancionador se inicia a solicitud del afectado.

ARTÍCULO 3°.- Notificar la presente resolución a la empresa **EQUIPOS Y PERFORADORES CONTRATISTAS S.A.C.**, y disponer su publicación en el Portal de la Autoridad Nacional del Agua: www.ana.gob.pe, para conocimiento del público en general.

Regístrese y comuníquese.



ING. ALBERTO ANTONIO ALVA TIRAVANTI
Director (e)
Dirección de Administración de Recursos Hídricos
Autoridad Nacional del Agua

ANA
AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA
El fedatario que suscribe certifica que el presente documento que ha tenido a la vista es COPIA FIEL DEL ORIGINAL, y al que me remito en caso necesario de lo que doy fe.

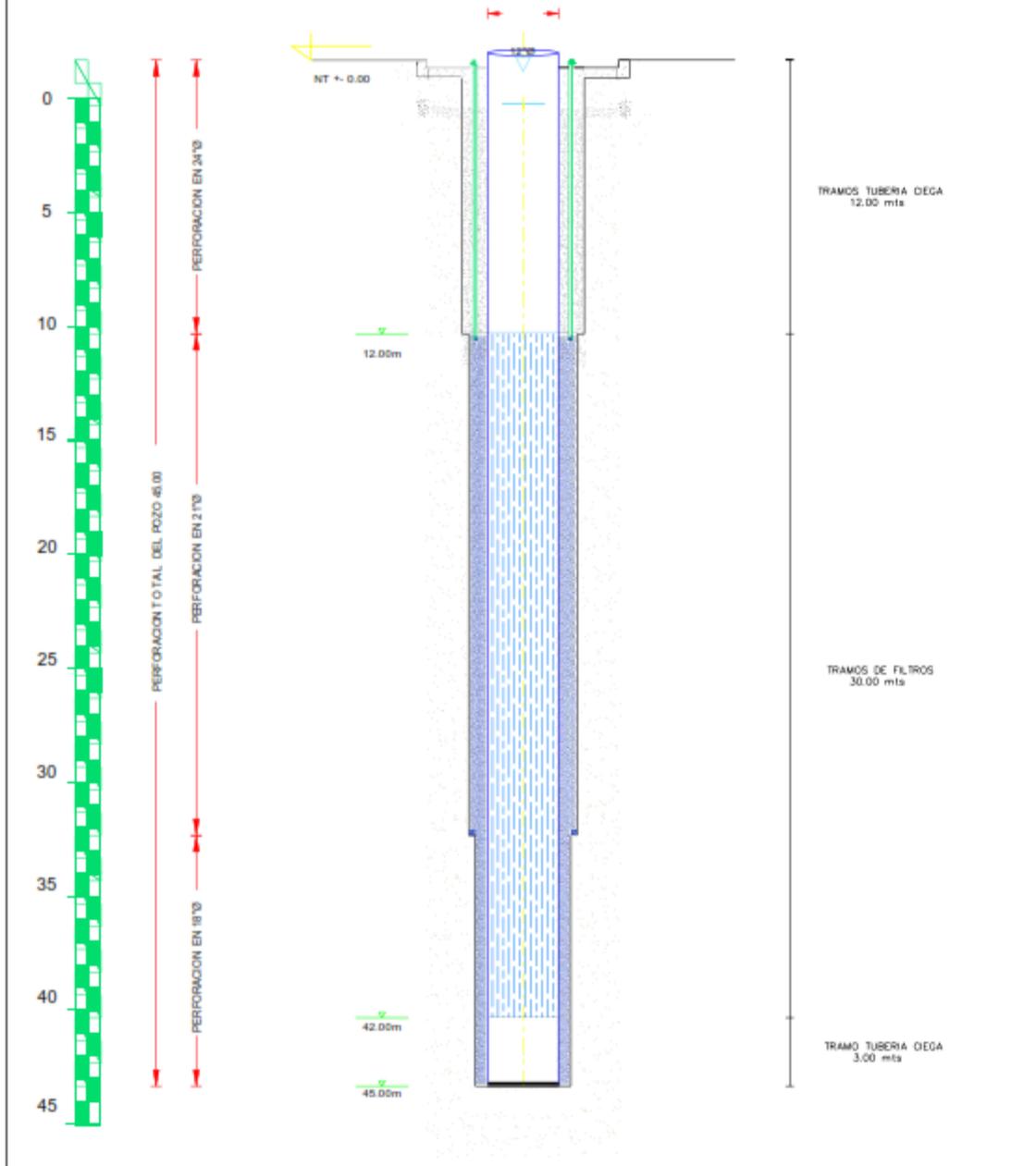
Lima, 20 JUL 2016

KATHY ELENA CALDERÓN ABAD
FEDEATARIA

LISTA DE TUBERIAS

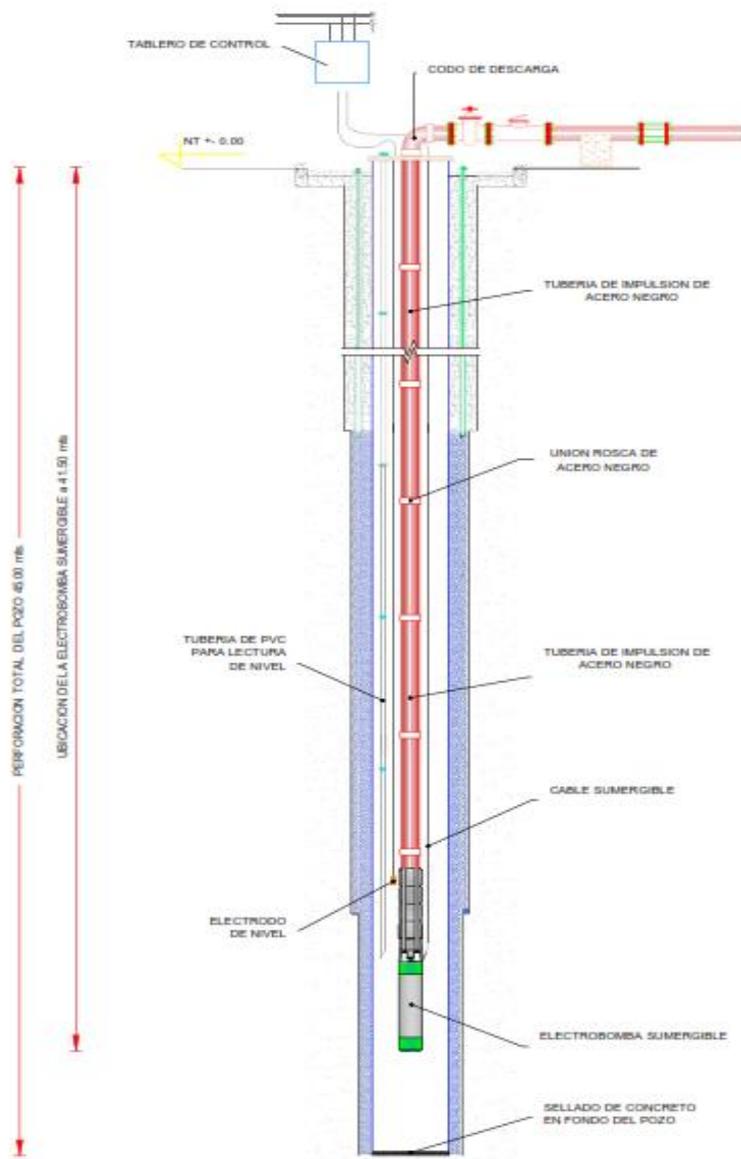
Item	Descripción	Material	Diametro pulg.	Espesor mm.	Abertura mm.	Long. mts.	Cantidad Parc.	Tot.	Observaciones
1	Tuberia deca	PVC NTP ISO 1452-2-2011	12"	15.00	-	6.00	2.5	15.00	
2	Tuberia filtro	PVC NTP ISO 1452-2-2011	12"	15.00	1.50	6.00	5.0	30.00	Tipo ranura continua

LONGITUD TOTAL: 45.00 mts.



DISEÑO TECNICO DEL POZO TUBULAR TORREBLANCA

REVISIONES	1.00 (2%)		PROYECTO: 38-07-10-16 MECANICO 	EQUIPOS Y PERFORADORES CONTRATISTAS SAC INDOULET PREMIUM PERFORACION DEL POZO TUBULAR DE 61 mts DE PROFUNDIDAD CARAMAYLLO - LIMA - LIMA DISEÑO TECNICO DEL POZO TUBULAR
	PLANOS DE REFERENCIA PLANOS DE REFERENCIA			



INSTALACION DE LA ELECTROBOMBA SUMERGIBLE PARA LA PRUEBA DE BOMBEO DEL POZO TUBULAR TORREBLANCA

	38-07-10-16 MECANICO	EQUIPOS Y PERFORADORES CONTRATISTAS SAC INDUJET PREMIUM PERFORACION DEL POZO TUBULAR DE 46mts DE PROFUNDIDAD CERRAMIENTO - LOMA - LOMA INSTALACION DEL EQUIPO DE BOMBEO DEL POZO TUBULAR
	07-10-16-075-B1	A

Anexo 5: Panel fotográfico

Figura 10. Recolección de agua residual en campo.



Figura 11. Medición de temperatura de agua residual



Anexo 6: Certificación del Laboratorio

Certificado

 **INACAL**
Instituto Nacional
de Calidad
Acreditación

La Dirección de Acreditación del Instituto Nacional de Calidad – INACAL, en ejercicio de las atribuciones conferidas por Ley N° 30224, Ley de Creación del INACAL, y conforme al Reglamento de Organización y Funciones del INACAL, aprobado por DS N° 004-2015-PRODUCE y modificado por DS N° 008-2015-PRODUCE, **OTORGA** la presente Renovación de la Acreditación a:

ENVIRONMENTAL TESTING LABORATORY S.A.C.

En su calidad de **Laboratorio de Ensayo**

Con base en el cumplimiento de los requisitos establecidos en la norma NTP-ISO/IEC 17025:2006 Requisitos Generales para la Competencia de los Laboratorios de Ensayo y Calibración, para el alcance de la acreditación contenido en el formato DA-acr-05P-17F, facultándolo a emitir Informes de Ensayo con Valor Oficial.

Sede Acreditada: Calle B Mz. C Lt. 40, Urb. Habilitación Industrial Panamericana Norte, distrito de San Martín de Porres, provincia de Lima y departamento de Lima.

Fecha de Renovación: 30 de abril del 2014
Fecha de Vencimiento: 30 de abril del 2018

Registro N° LE – 056
Fecha de emisión: 07 de setiembre de 2015
DA-acr-01P-02M Ver. 00


Augusto Mello Romero
Director - Dirección de Acreditación



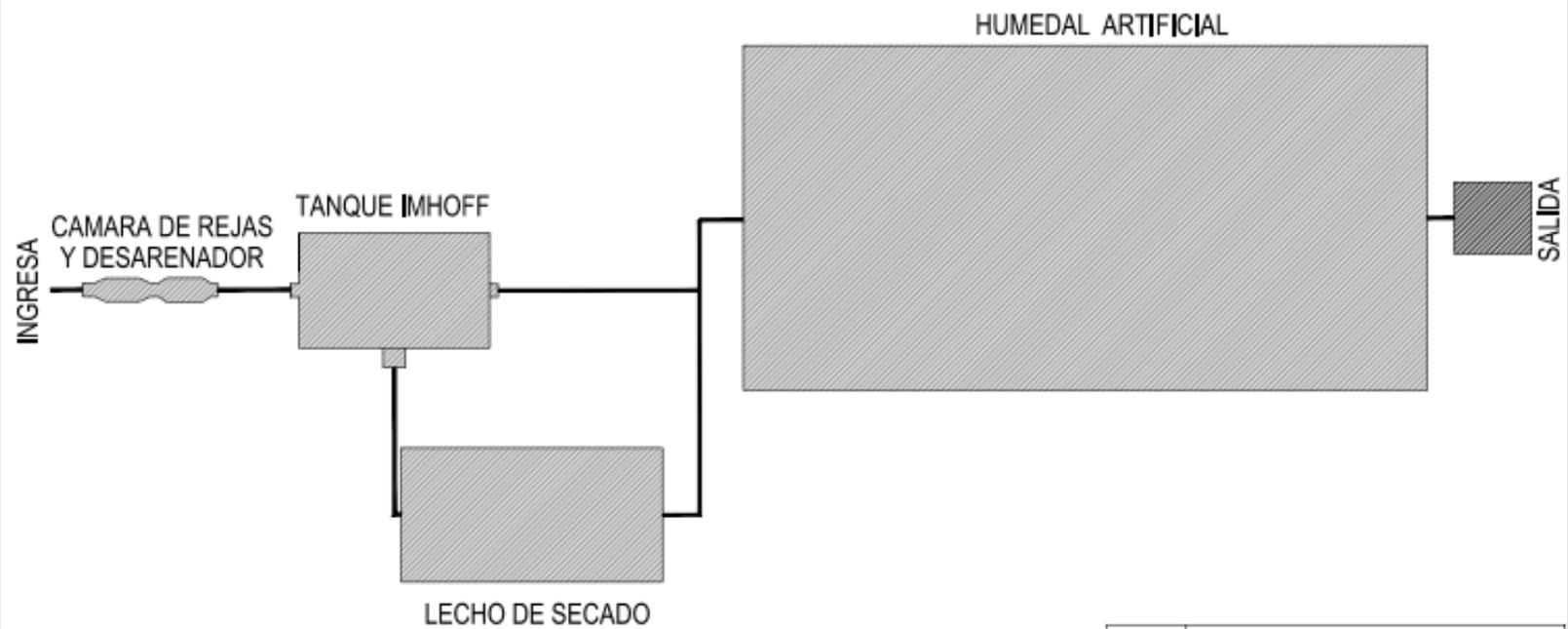
Anexo 7. Planos



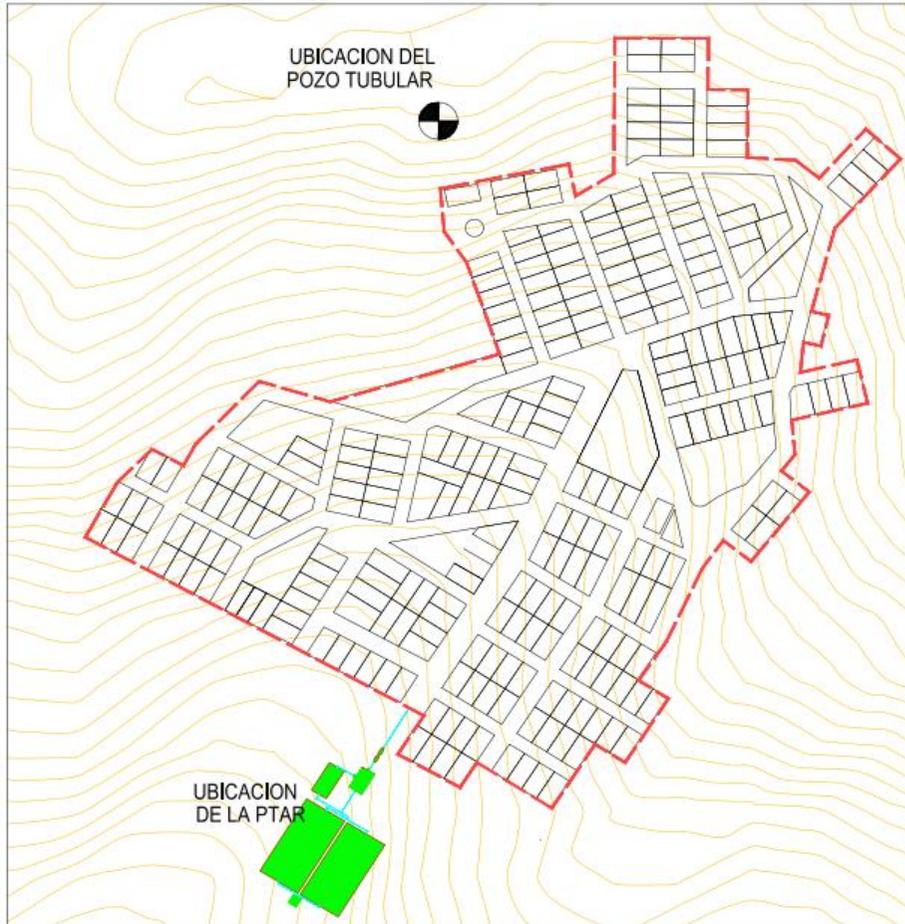
UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO DE INGENIERIA
 PROYECTO DE UN PLAN PARA RESOLVER EL IMPACTO AMBIENTAL DEL SISTEMA DE ALDENTAMIENTO EN EL CANTON Y SU MUNICIPIO CARAMALLO

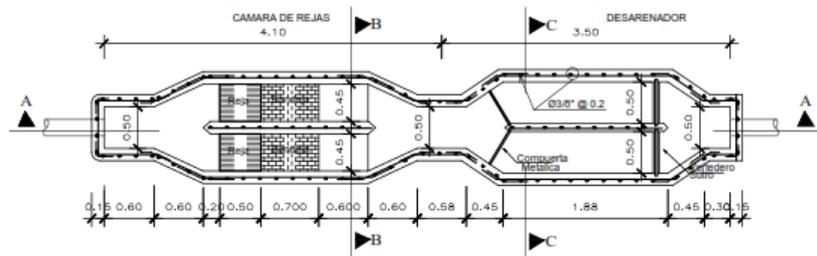
UBICACION: CARAMALLO ALUMNO: CONTRATO DE LA ROBERTA RUBEN EDU
 TRAZO Y LOTIZACION AREA: SIG. RODRIGUEZ-GUTIERREZ, RUBEN EDU
 FECHA: AÑO
 ESCALA: 200=1
 HOJA: 1 DE 1 PTL-01



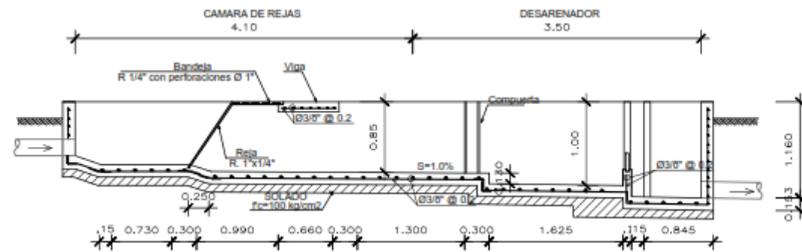
	UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO	
	FACULTAD DE INGENIERIA	
	ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA	
PROCESO DE INGENIERIA:		
PROPUESTA DE UN PTAR PARA REDUCIR EL IMPACTO AMBIENTAL DEL SISTEMA DE AGUAS RESIDUALES EN EL C/ AMOY Y SU PUEBLO CARRASCO - ICA		
UBICACION:	DARABAYLLO	ALUMNO:
		CONTRERAS DANIELA ROGER CHRISTIAN
PLANO:	PLANO GENERAL DE PTAR	ASESOR:
		ING. RODRIGUELO DORIS PEREZ FLORES
		TITULO:
		AMBIENTE
		SEMESTRE:
		2018-I
		ESCUELA:
		INGENIERIA
		PLANO N°:
		PTL-02



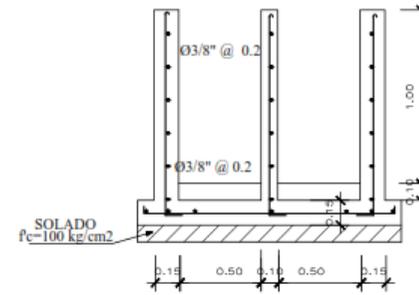
	UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO		
	FACULTAD DE INGENIERIA		
	ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERIA EN SISTEMAS DE AGUA		
PROYECTO:	PROPUESTA DE UN PTAR PARA RESIDUOS DOMESTICOS Y INDUSTRIALES DEL SISTEMA DE AGUAS RESIDUALES DE LA CIUDAD DE TRUJILLO		
UBICACION:	DEPARTAMENTO:	ALCALDIA:	
	PERU	CONTRATO DE OBRA Y SERVICIOS	
		BOCA RONDA DE TRUJILLO	
PLANO DE UBICACION DE PTAR	FECHA:	PROYECTO:	
	2014-1	PTL-03	
	ESCALA:	1:10000	



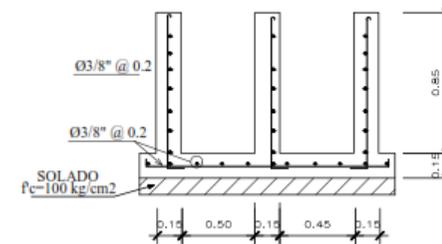
PLANTA DE CAMARA DE REJAS Y DESARENADOR
ESC. 1 / 50



CORTE A - A
ESC. 1 / 50



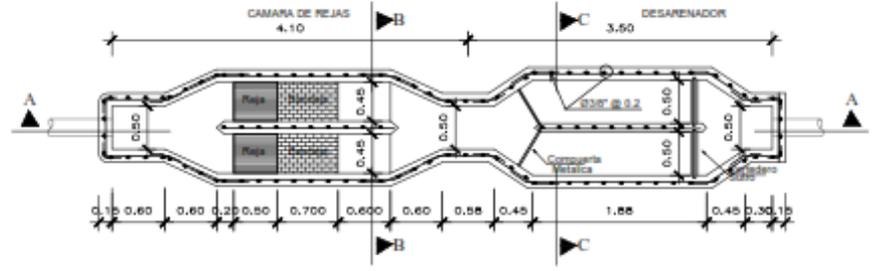
CORTE C - C
ESC. 1 / 25



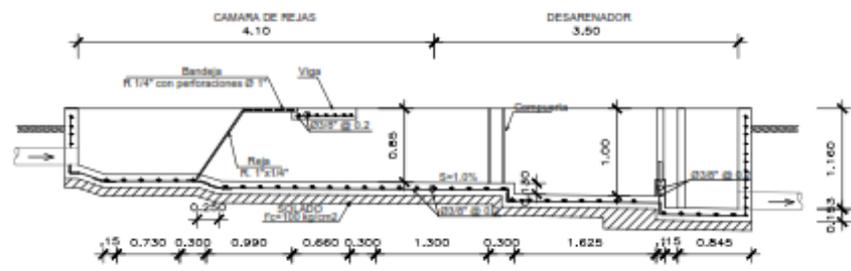
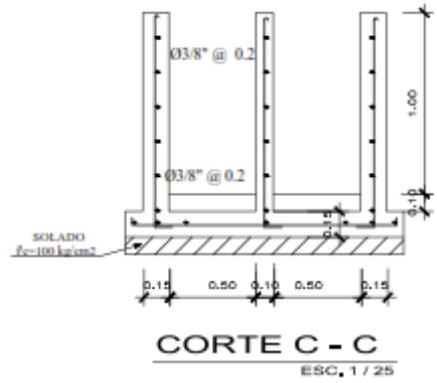
CORTE B - B
ESC. 1 / 25



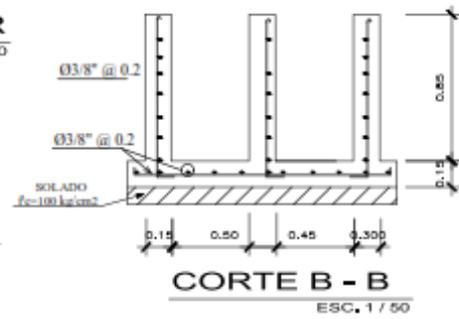
	UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO	
	FACULTAD DE INGENIERIA	
	ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL	
PROYECTO DE INVESTIGACION:		
PROPUESTA DE UNA PTAR PARA REDUCIR EL IMPACTO AMBIENTAL DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO EN EL CP ANDY Y SU PUEBLO CARABAYLLO - LIMA		
UBICACION:	CARABAYLLO	ALUMNO: CONTRERAS DAVILA ROGER CRISTIAN
PLANO:	CAMARA DE REJAS Y DESARENADOR	ASESOR: MSc. MOGROVEJO GUTIERREZ RUBEN ESAU
		FECHA: JULIO
		CICLO: 2018-I
		ESCALA: INDICADA
		PLANO N° CD-01



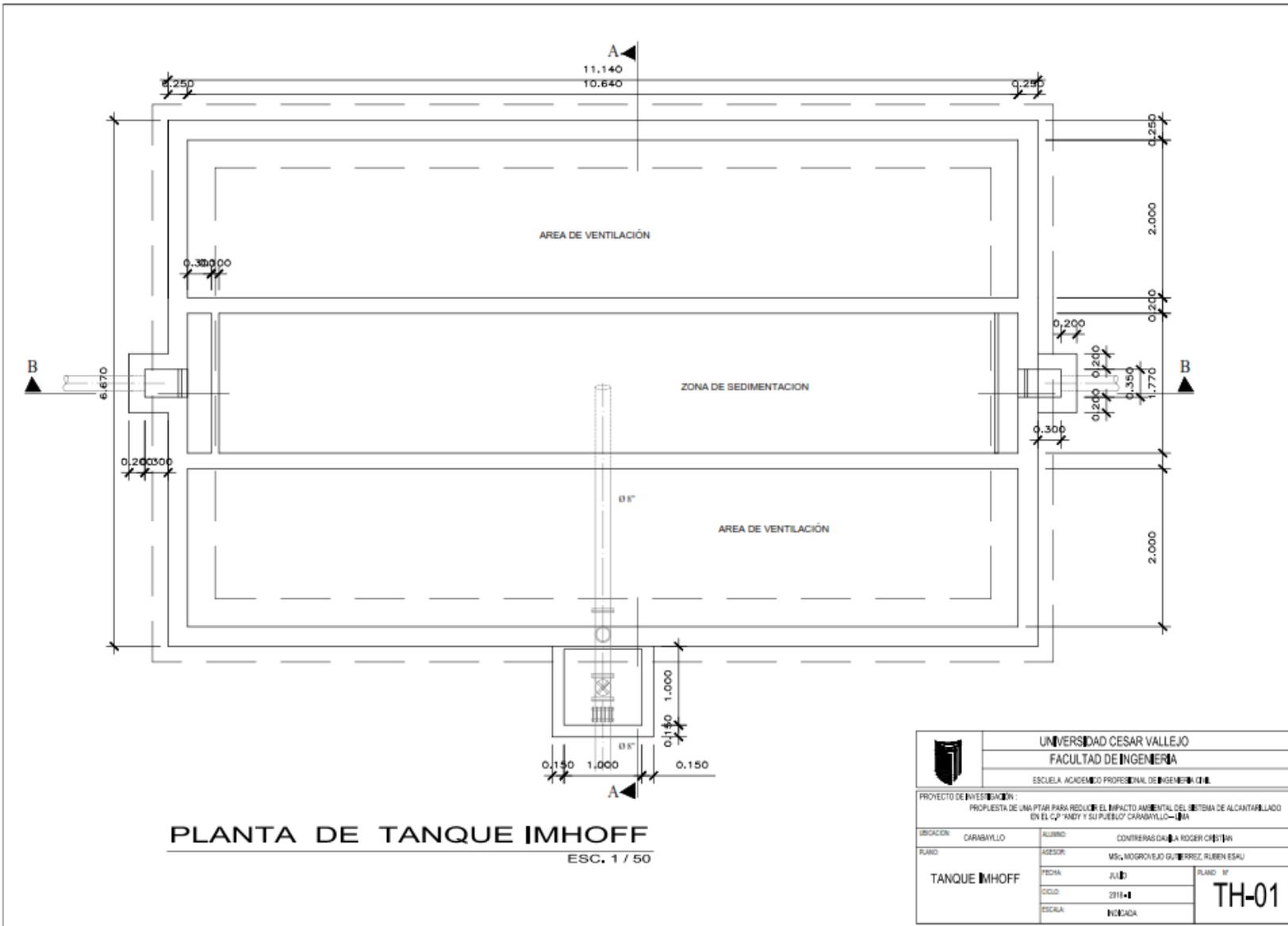
PLANTA DE CAMARA DE REJAS Y DESARENADOR
ESC. 1 / 50



CORTE A - A
ESC. 1 / 50

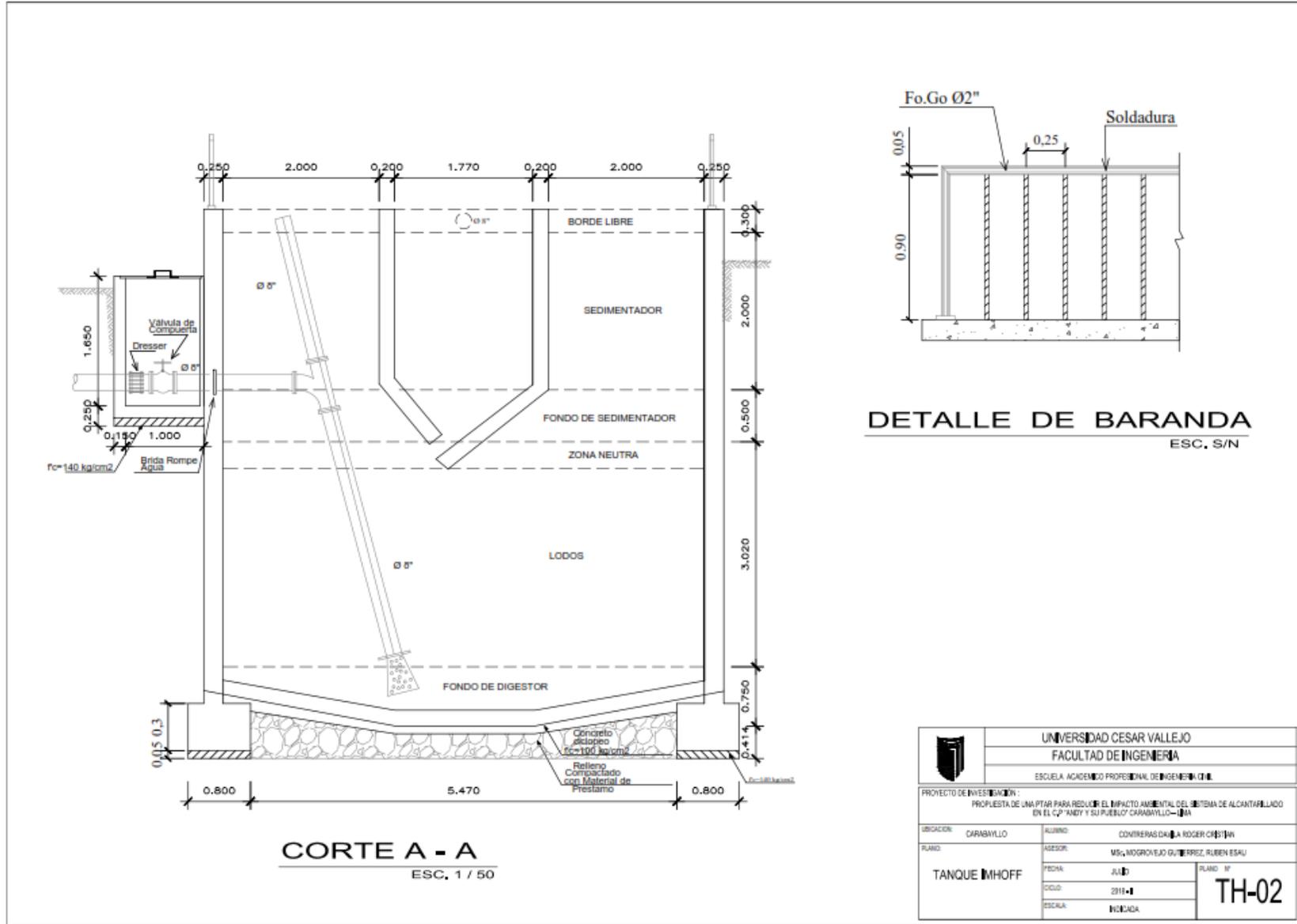


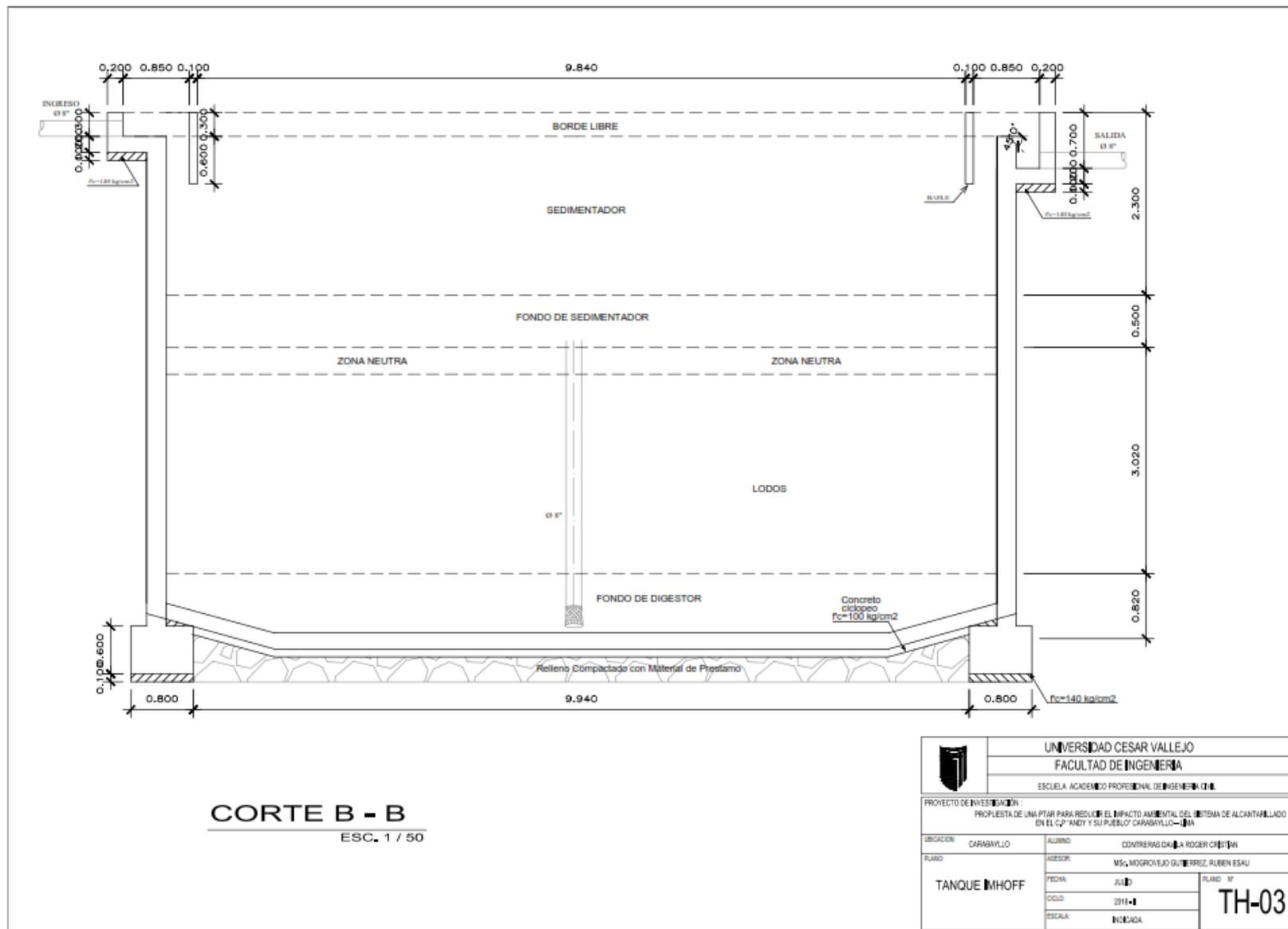
	UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO	
	FACULTAD DE INGENIERIA	
ESCUELA ACADÉMICA DE INGENIERIA EN INGENIERIA		
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: PROPUESTA DE UNA PLANTA PARA REDUCIR EL IMPACTO AMBIENTAL DEL SISTEMA DE ALICANTAMIENTO EN EL C.P. MOYI Y SU PUEBLO DAMBALLE - ZIN		
UBICACIÓN	CAMBILLO	ALUMNO: CONTRERAS DANIELA ROGERIO
PLANO	AREAS	ING. MOYRICHICO GUERRA JUIZ EN SU
CAMARA DE REJAS Y DESARENADOR	FECHA	JULIO
	ESCALA	ZONA-4
	OTRO	INCH
		PLANO Nº
		CD-01

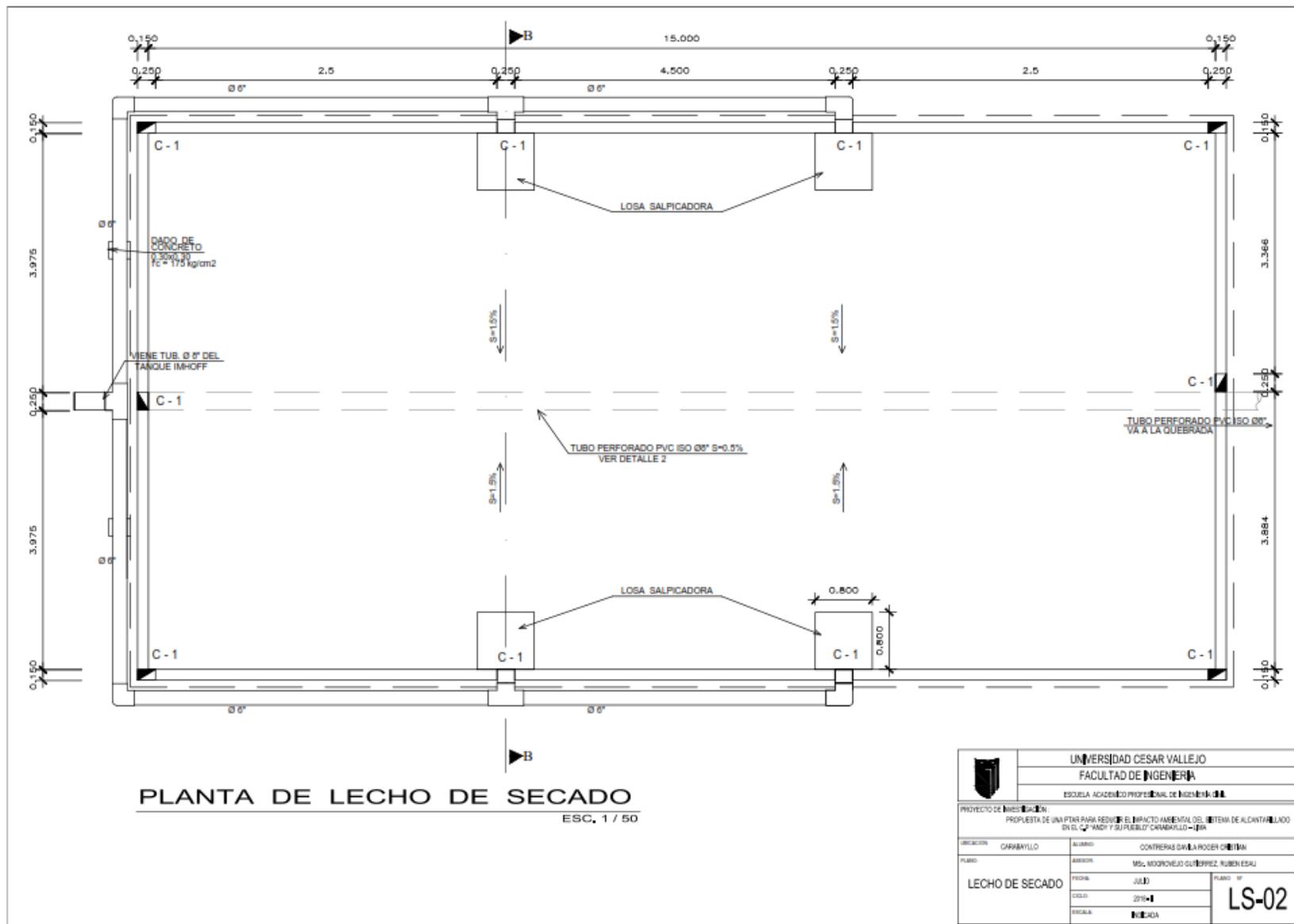


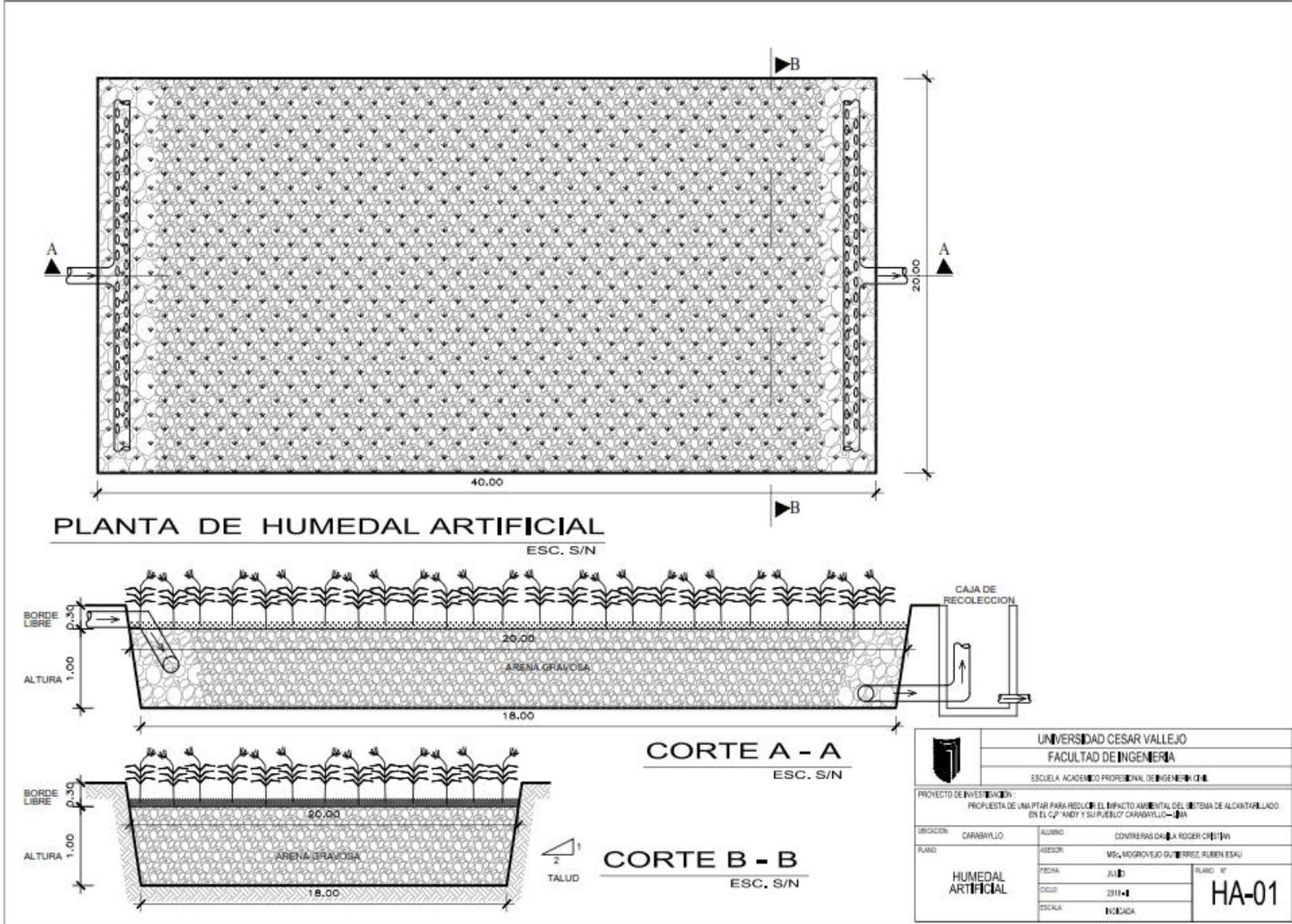
PLANTA DE TANQUE IMHOFF
ESC. 1 / 50

	UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO	
	FACULTAD DE INGENIERIA	
	ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL	
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: PROPUESTA DE UNA PTAR PARA REDUCIR EL IMPACTO AMBIENTAL DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO EN EL C.P. ANDY Y SU PUEBLO CARABAYLLO - ICA		
UBICACION:	CARABAYLLO	ALUMNO: CONTRERAS DAVIDA ROGER CHRISTIAN
PLANO:	TANQUE IMHOFF	ASESOR: MSc. INOGRUVEJO GUTIERREZ, RUBEN ESAU
	FECHA: JULIO	PLANO N°
	CICLO: 2018-II	TH-01
	ESCALA: INDICADA	



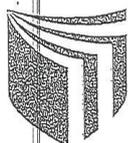






	UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO	
	FACULTAD DE INGENIERIA	
	ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL	
PROYECTO DE INVESTIGACION:		
PROPUESTA DE UNA PTAR PARA REDUCIR EL IMPACTO AMBIENTAL DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO EN EL C.P. "ANDY Y SU PUEBLO" CARABAYLLO - ICA		
UBICACION:	CARABAYLLO	ALUMNO: CONTRERAS DA ROSA ROGER CHRISTIAN
TÍTULO: HUMEDAL ARTIFICIAL	ASESOR:	MG. MOGROVEJO GUTIERREZ, RUBEN ESAU
	FECHA:	JULIO
	CICLO:	2011 - I
	ESCUELA:	INGENIERIA
		PLANO N° HA-01

Anexo 8. Documentos para la Publicación de Tesis



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE
La Escuela de Ingeniería Civil

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

CONTENIDO DÁVILA, ROGER CRISTIAN

INFORME TÍTULADO:

*PROPUESTA DE UNA PTDR PARA REDUCIR EL IMPACTO
AMBIENTAL DEL SISTEMA DE ACANTAMILLADO EN EL C.P.
"VANDY Y SU QUEBRO" CARABAYILLO - LIMA*

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

Ingeniero Civil

SUSTENTADO EN FECHA:

14/07/2018

NOTA O MENCIÓN :

15 (Quince)



[Signature]
Firma del Coordinador de Investigación de
Ingeniería Civil

 UCV UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS	Código : FO6-PP-PR-02.02 Versión : 09 Fecha : 11-07-2018 Página : 1 de 1
--	---	---

Yo, Rubén Esaú Mogrovejo Gutiérrez, docente de la Facultad Ingeniería y Escuela Profesional de Ingeniería civil de la Universidad César Vallejo Sede Los Olivos, revisor (a) de la tesis titulada

“Propuesta de una PTAR para reducir el impacto ambiental del sistemas de alcantarillado en el C.P. Andy y su Pueblo Carabaylo – Lima”, del estudiante Edwin Omar Chavarria Arévalo, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 24% verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El/La suscrito (a) analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

Lugar y fecha 14/07/18



 Firma
 Nombres y apellidos del (de la) docente
 DNI: 10623873

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Responsable del SGC	Aprobó	Vicerrectorado de Investigación
---------	----------------------------	--------	---------------------	--------	---------------------------------



Centro de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación (CRAI)
"César Acuña Peralta"

FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN PARA LA PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN O LA TESIS

1. DATOS PERSONALES

Apellidos y Nombres: (solo los datos del que autoriza)
Contreras Danilo Roger Cristian
D.N.I.: 46181983
Domicilio: Jr. Los Pinos 218 Km 11 Comas
Teléfono: Fijo Móvil: 952 237 135
E-mail: rcontrerasd.ucv@gmail.com

2. IDENTIFICACIÓN DE LA TESIS

Modalidad:
[] Trabajo de Investigación de Pregrado
[X] Tesis de Pregrado
Facultad: Ingeniería
Escuela: Profesional de Ingeniería Civil
Carrera: Ingeniería Civil
[] Grado [X] Título
[] Tesis de Post Grado
[] Maestría [] Doctorado
Grado:
Mención:

3. DATOS DE LA TESIS

Autor (es) Apellidos y Nombres:
Contreras Danilo Roger Cristian
Título del trabajo de investigación o de la tesis:
Propuesta de un PIAR para reducir el Impacto Ambiental del sistema de Alcantarillado en el C.P. "Amly y su pueblo" CHIMBAYO - LIMA.
Año de publicación: 2018

4. AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE LA TESIS EN VERSIÓN ELECTRÓNICA:

A través del presente documento,
[X] Si autorizo a publicar en texto completo mi trabajo de investigación o tesis.
[] No autorizo a publicar en texto completo mi trabajo de investigación o tesis.

Firma: [Signature] Fecha: 12-02-19



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL INGENIERÍA CIVIL

TÍTULO
 PROPUESTA DE UNA PTAR PARA REDUCIR EL IMPACTO AMBIENTAL DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO EN EL C.P. "ANDY Y SU PULIDO" CARABAYLLO - LIMA

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTOR
 CONTRERAS DAVILA, ROGER CRISTIAN

ASESOR
 MSc. ROGERSON LÓPEZ GUTIÉRREZ, RUBÉN ESSAI

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN
 DISEÑO DE OBRAS HIDRÁULICAS Y SANITARIAS
 LIMA-PERÚ
 2018




Resumen de coincidencias

24

Se están viendo fuentes estándar

Ver Fuentes en inglés (Data)

Coincidencias

1	Entregado a Universidad...	4 %
2	repositorio ucv.edu.pe	2 %
3	docplayer.es	1 %
4	repositorio.uv.edu.pe	1 %
5	es.sibdeh.ure.uv	1 %
6	repositorio.unp.edu.pe	1 %
7	repositorio.escuelaling...	1 %
8	pt.scribd.com	1 %
9	tesis.pucp.edu.pe	1 %
10	docidid.us	1 %
11	diapos.espech.edu.ec	1 %
12	diapos.ucaencia.edu.ec	<1 %
13	Entregado a Universidad...	<1 %