



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“Diseño integral de la planta de tratamiento de aguas residuales de la ciudad de San Marcos Cajamarca 2018”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTOR:

Br. Tafur Villate, Víctor Alejandro (ORCID: 0000-0003-3076-3108)

ASESOR:

Mg. Cerna Vásquez, Marco Antonio Junior (ORCID: 0000-0002-8259-5444)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de obras hidráulicas y saneamiento

CHICLAYO – PERÚ

2020

Dedicatoria

Esta Tesis está dedicada a mi princesa y dueña de mi corazón, dejándole a notar que nada es imposible y que con dedicación, esfuerzo y esmero se consiguen grandes cosas, espero que la presente sea inspiración para tu futuro y muestra de mi cariño hacia ti, porque fuiste parte de este logro y vivenciaste cada sacrificio que hice para llegar hasta aquí.

Víctor Alejandro Tafur Villate

Agradecimiento

Primeramente, a Jehová, por darme la fortaleza y salud necesaria para poder llegar aquí.

A mi madre Nery Villate, quien jamás dejó que me rindiera y que hasta el día de hoy sigue luchando por sacarme adelante, reforzando día con día, mi respeto y admiración por ella.

A mi padre, por tantas frases motivadoras que entre broma y algarabías siempre supo dirigirme a donde tenía que llegar.

A mi esposa e hija, que fueron mi motivación por salir adelante, en especial a mi esposa por luchar codo a codo por llegar a nuestra meta sin descuidar nuestro hogar.

A mi tío padre, Luis A. Espinoza Izquierdo quien en cada llamada de desesperación por un consejo siempre tubo las palabras y el tiempo que me hacían falta, así como que a pesar de encontrarse lejos físicamente siempre busco la manera de apoyarme.

A todos mis demás familiares presentes y a los que velan por mi desde el cielo, más aún cuando el camino parecía infinito.

Víctor Alejandro Tafur Villate

Página del Jurado

Declaratoria de autenticidad

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo, **Tafur Villate Victor Alejandro** estudiante de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo, identificado con DNI N° **46245439** con el trabajo de investigación titulada,

“DISEÑO INTEGRAL DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA CIUDAD DE SAN MARCOS-CAJAMARCA 2018”

Declaro bajo juramento que:

- 1) El trabajo de investigación es mi autoría propia.
- 2) Se ha respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes utilizadas. Por lo tanto, el trabajo de investigación no ha sido plagiada ni total ni parcialmente.
- 3) El trabajo de investigación no ha sido auto plagiado; es decir, no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
- 4) Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados y por lo tanto los resultados que se presentan en la tesis se constituirán en aportes a la realidad investigada.

De identificarse la falta de fraude (datos falsos), plagio (información sin citar autores), autoplagio (presentar como nuevo algún trabajo de investigación propio que ya ha sido publicado), piratería (uso ilegal de información ajena) o falsificación (representar falsamente las ideas de otro), asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normalidad vigente de la Universidad César Vallejo.

Chiclayo, 05 de noviembre, 2020

Nombres y apellidos: Victor Alejandro Tafur Villate.
DNI : 46245439

Firma :



Índice

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento	iii
Índice	vi
Índice de Tablas.....	vii
Índice de Figuras	viii
RESUMEN	ix
ABSTRACT	x
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MÉTODO	12
2.1. Diseño de investigación	12
2.2. Variables Operacionalización.	12
2.3. Población y muestra.....	13
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.....	14
2.5. Métodos de análisis de datos.....	15
2.6. Aspectos éticos.....	16
III. RESULTADOS	17
IV. DISCUSIÓN.....	33
V. CONCLUSIONES	35
VI. RECOMENDACIONES	36
REFERENCIAS	37
ANEXOS	44
Autorización del desarrollo del proyecto de tesis.....	57
Acta de Aprobación de Originalidad de Tesis	58
Reporte de Turnitin	59
Autorización de publicación de tesis en repositorio institucional UCV	60
Autorización de la versión final del trabajo de investigación.....	61

Índice de Tablas

Tabla 1: Operacionalización de variables.....	13
Tabla 2: Detalles de las técnicas instrumentos y fuentes.....	14
Tabla 3. Detalle de coordenadas del levantamiento topográfico.....	17
Tabla 4. Resumen límites de consistencia para la ptar.	18
Tabla 5. Resumen de analisis mecanico por tamizado para la ptar	19
Tabla 6. Resumen de analisis mecanico por tamizado para la ptar	20
Tabla 7. Tabla de resultados de análisis físico – químicos de calidad de agua.....	22
Tabla 8. Resultados de analisis microbiologico	22
Tabla 9. Especificaciones generales para ptar (normas astm)	24
Tabla 10: especificaciones técnicas de diseño para la cámara de rejillas	25
Tabla 11. Especificaciones de diseño del tanque imhoff.....	26
Tabla 12. Especificaciones de diseño del filtro percolador	28
Tabla 13. Especificaciones de diseño del filtro percolador	29
Tabla 14.especificaciones para la cámara de bombeo de lodos	30
Tabla 15. Especificaciones – lecho de secado de lodos	31
Tabla 16. Resumen de metrados de presupuesto del diseño de la ptar.....	32
Tabla 17. Límites máximos permisibles (Imp).....	33
Tabla 18. Resultados análisis físico – químicos (calidad de agua)	34
Tabla 19. Resultados de analisis microbiologico	34

Índice de Figuras

Figura 1: Diagrama de flujo ptar.	23
Figura 2: Diseño estructural de la cámara de rejillas.....	25
Figura 3: Diseño del tanque imhoff.....	26
Figura 4. Diseño del filtro percolador	27
Figura 5: Diseño del tanque dortmund	28
Figura 6: Cámara de bombeo de lodos	29
Figura 7: Diseño propuesto para el lecho de secado de lodos	30

RESUMEN

La presente tesis refiere a la elaboración de un expediente técnico que servirá de propuesta alternativa para un nuevo sistema de tratamiento de aguas residuales en la provincia y ciudad de San Marcos en el departamento de Cajamarca; correspondiendo en alcance a la población actual y futura con un horizonte de veinte años. La ejecución del “Diseño Integral de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de la Ciudad de San Marcos – Cajamarca”, mejorará la calidad de vida de la población sanmarquina, reduciendo el número de casos de enfermedades de origen hídrico, ocasionadas por la contaminación de sus ríos, aguas abajo, toda vez que las aguas negras de toda la ciudad tienen una disposición final, el río Huayobamba, de la misma ciudad, siendo este río el que termina en río Crisnejas, el mismo que dota del recurso hídrico para cultivos y consumo humano en localidades aledañas a la ciudad en mención. Así mismo es importante precisar que la disposición de aguas negras del Centro Médico de la ciudad de San Marcos también termina en el río y esto podría ocasionar una epidemia en toda la población, esta nueva propuesta busca eliminar todas estas probabilidades y así asegurar el desarrollo de toda la población.

Por otra parte, referente al terreno proporcionado por la Municipalidad Provincial de San Marcos, actualmente cuenta con problemas sociales, ocasionados por los pobladores aledaños a dicho terreno, aludiendo que, el gran problema son los malos olores que se producirían en una planta de tratamiento convencional (Lagunas Facultativas), para lo cual este nuevo diseño al ser un sistema cerrado, sería muy aceptable por los pobladores mencionados líneas arriba.

Palabras Claves: Agua residual, tanque Imhoff, filtro percolador, sedimentador, lecho de secado.

ABSTRACT

This thesis refers to the preparation of a technical file that will serve as an alternative proposal for a new wastewater treatment system in the province and city of San Marcos in the department of Cajamarca; corresponding in scope to the current and future population with a horizon of twenty years. The execution of the "Integral Design of the Wastewater Treatment Plant of the City of San Marcos - Cajamarca", will improve the quality of life of the San Marquina population, reducing the number of cases of waterborne diseases, caused by the pollution of its rivers, downstream, since the black waters of the entire city have a final disposition, the river Huayobamba, of the same city, this river being the one that ends in the Crisnejas river, the same one that endows the hydric resource for crops and human consumption in localities surrounding the city in question. It is also important to specify that the disposal of sewage from the Medical Center of the city of San Marcos also ends in the river and this could cause an epidemic in the entire population, this new proposal seeks to eliminate all these probabilities and thus ensure the development of the whole population. On the other hand, referring to the land provided by the Provincial Municipality of San Marcos, currently has social problems, caused by the residents surrounding the land, alluding that the big problem is the bad smells that would occur in a conventional treatment plant (Optional Lagoons), for which this new design is a closed system, it would be very acceptable for the residents mentioned above.

Keywords: Waste water, Imhoff tank, trickling filter, settler, drying bed.

I. INTRODUCCIÓN

1.1.-Realidad problemática

En el Informe de la (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, 2017, pág. 1), refiere que, “La mayoría de las actividades humanas que utilizan agua generan aguas residuales”. Esto conlleva a un aumento de las aguas residuales producto de una mayor utilización por parte de la humanidad aumentando con ello su contaminación de forma proporcional en cada parte de nuestro planeta.

En los países subdesarrollados las aguas residuales no presentan un tratamiento previo a su vertido en el recurso hídrico natural lo cual tiene efectos desastrosos en los seres vivos, economía agrícola y calidad de agua dulce dentro de los ecosistemas.

Si bien las aguas residuales son un elemento clave de la gestión del ciclo del agua, por lo general, una vez que el agua ya sido utilizada se la considera como una carga a ser eliminada o una molestia a ser ignorada.

Las empresas consideran el manejo y/o eliminación de las aguas residuales como una imposición innecesaria pese a que son un elemento clave para ciclo del agua, esto trae como consecuencia la desaparición de los ecosistemas y agua dulce contaminada, teniendo un impacto negativo en la salud de las comunidades ubicadas en el área de influencia y en su economía; de no haber un cambio en la forma de manejo de las empresas y las autoridades comprometen la Agenda 2030 (Desarrollo Sostenible)

Frente al déficit del agua dulce, el tratamiento de las aguas residuales surge como una alternativa sostenible la cual genera un cambio en la forma en que se manejan actualmente dicho recurso cambiando la “eliminación” por “reutilización”, con lo que cambiamos un problema por una solución frente a la falta de agua que presenta las comunidades, este proceso a su vez produce materia orgánica (nutrientes) y varias fuentes de energía rentable y sostenible.

Los usos de los recursos generados por el tratamiento de las aguas residuales trascienden la salud humana y medioambiental, ya que generan una fuente de nutrientes agrícolas y energía limpia, y a su vez mitigan el calentamiento global. El equilibrio entre el medio ambiente, el desarrollo económico y salvaguardar los

recursos naturales se ven representados en el tratamiento de las aguas residuales generando así un ejemplo de economía circular.

La población Urbana de la ciudad de San Marcos ha mostrado un crecimiento acelerado. La Villa San Marcos desde su creación en el año 1857 hasta la actualidad carece de una PTAR. A pesar de los intentos por las autoridades, en el año 1994 se realizó la Gestión ante FONCODES, con el propósito de construir un sistema de tratamiento, que constaba de 4 lagunas facultativas de 30m x 60m, las estructuras en construcción fueron deterioradas por la venida del río durante su ejecución, al no haberse protegido adecuadamente con defensas riverañas.

En el año 2005 se retomó la idea de proyecto, con la formulación del estudio de Pre-inversión y posterior estudio definitivo hasta el año 2007, ejecutándolo desde setiembre del año 2007 hasta agosto del 2010. El proyecto, tras la culminación no fue transferido al gobierno local para su puesta en funcionamiento e iniciar su operación y mantenimiento.

Los habitantes de la ciudad de San Marcos actualmente están expuestos a contaminación ambiental debido a que los cuerpos receptores carecen de un tratamiento previo de sus aguas (río Huayobamba, perteneciente a la cuenca del río Criznejas el cual desemboca en el Marañón) deteriorando la salud de las personas y dañando los ecosistemas tanto subterráneos como superficiales del área de influencia, afectando también la producción agrícola de la zona.

En la ciudad de San Marcos se tiene dos colectores de aguas residuales. El primero y de mayor capacidad reúne las aguas servidas de la ciudad de San Marcos, hasta el nivel del Jr. José Gálvez donde descargan tuberías PVC de $\phi=10''$ de la zona urbana y de $\phi=16''$ la tubería que colecta las aguas servidas desde el sector la Huaylla, las que se reúnen un buzón ubicado en el ingreso de las Lagunas Facultativas. Actualmente está descarga se hace directamente al río Huayobamba.

La segunda colecta las aguas residuales de las viviendas ubicadas entre el Jr. Alfonso Ugarte y la vía de evitamiento de la ciudad de San Marcos, la cual es evacuada a un Pozo de Percolación y se realiza la disposición de líquidos hacia el Río Cascasen

1.2. -Trabajos previos

A nivel internacional

(Lady Johana & Vivian Daniela, 2016), en su tesis para alcanzar los títulos de Ingenieros Civiles, concluyen que diseñando una planta de tratamiento de aguas residuales se disminuyen los índices de contaminación y sus cargas contaminantes en la zona de estudio (Municipio de Velez – Santander - Colombia), a su vez mejora la calidad de vida de las personas en esta localidad reduciendo las enfermedades transmitidas en aguas sin tratamiento y mejora el uso del recurso hídrico.

A nivel nacional

(Hipólito, 2013, págs. 20,71), en su tesis de "Evaluación y propuesta técnica de una planta de tratamiento de aguas residuales en Massiapo del distrito de Alto Inambari-Sandia", de la Universidad Nacional del Altiplano – PUNO, tiene como principal finalidad:

- Con el fin de disminuir la contaminación producto de las aguas residuales en el distrito de Alto Inambari plantea la propuesta técnica correspondiente a la ejecución de una planta de tratamiento de aguas residuales.
- Concientizar a la población acerca los beneficios asociados a los sistemas de tratamientos de las aguas residuales domésticas, enfatizando como éstas disminuyen el daño y los efectos nocivos en el medio ambiente, los cuerpos receptores y la salud de las personas de las poblaciones aledañas.

A nivel local

En la revista de (PROREGION, Junio 2017, pág. 22), menciona: “Los baños para las excretas eran pozos profundos a los que se les echaba cal o kerosene para aminorar su impacto ambiental”. El lavado de manos tenía que hacerse en cualquier vertiente de agua sin verificar su procedencia. Como consecuencia la población sufría de infecciones estomacales frecuentes, sobre todo, en lugares sin controles higiénicos, lo que incluso desembocó algunas epidemias mortales.

La convivencia entre el hombre y su forma de administrar sus desechos y residuos se dio durante décadas. Sin embargo, con el crecimiento poblacional ya no era posible

abastecerse de un solo ojo de agua o desechar todos los desperdicios en un hoyo profundo. Es allí donde nace la necesidad de tener acceso a saneamiento básico sea una política pública.

Por tal motivo, el Gobierno Regional de Cajamarca a través de PROREGION, ha venido ejecutando las obras necesarias de saneamiento y alcantarillado en 11 ciudades (10 capitales de provincia y un distrito) con la finalidad de reducir las enfermedades gastrointestinales entre la población del departamento”.

1.3. -Teorías relacionadas al tema

1.3.1. Estudio Topográfico

1.3.1.1. Red Topográfica

(Abadía, 2010, pág. 23), define a las redes topográficas como el conjunto de puntos coordinados de referencia tanto directos como indirectos, denominados vértices, utilizados como base dentro de una red poligonal cerrada; a este conjunto de puntos también se les denomina red de apoyo.

1.3.1.2. Levantamiento Planimétrico

Es la actuación técnica de coleccionar información métrica, que ayude a definir las dimensiones del espacio donde se referirá, todos los elementos estructurales que formaran parte del diseño o proyecto a ejecutar.

1.3.1.3. Levantamiento Altimétrico

Es un procedimiento que nos ayuda a determinar cotas y desniveles entre puntos del terreno, indistintamente de la ubicación planimétrica.

1.3.1.4. Perfil Longitudinal

Es el levantamiento topográfico en el cual se encuentra representado el eje central de la rasante, en él se representan las cotas de la superficie del terreno y la línea teórica que se desea ejecutar, la escala horizontal es 10 veces la escala vertical por lo general.

1.3.1.5. Isohipsas o Curvas a Nivel

Representación topográfica la cual permite simbolizar las elevaciones y depresiones de un terreno, para su elaboración utiliza puntos ubicados a largo del terreno, para luego mediante una línea curva unir aquellos que tienen la

misma altitud, los puntos utilizados deben guardar una relación entre ellos proporcional a la escala utilizada en el plano donde se representan.

1.3.1.6. Área de Influencia

Zona geográfica la cual soporta los efectos o impactos asociados a la ejecución y operación de un proyecto, los efectos modifican el medio ambiente de forma total o parcial, su entorno social y en mayor o menor grado la economía de la población de la zona, en el caso del presente trabajo se ha identificado como una área de influencia Directa el terreno indicado por la Municipalidad Provincial de San Marcos para la PTAR, y el área de influencia indirecta los ríos que colindan con el terreno.

1.3.2. Estudio de Mecánica de suelos

1.3.2.1. Análisis de Granulometría

Consiste en un conjunto de acciones que permiten clasificar la distribución de los tamaños de partículas de un determinado material (suelo) para lo cual de acuerdo a la Norma Técnica Peruana (NTP 400.012) se debe someter a un tamizado, es decir un operario a través de un proceso mecánico pasa el material por diferentes mallas, cada una con diámetros (luz) de apertura distintas, para luego pesar la cantidad de material que ha quedado en cada malla y mediante un proceso estadístico determinar su distribución de partículas.

1.3.2.2. Contenido de Humedad del suelo

Es el indicador que permite encontrar una proporción entre el peso del agua incluida en una muestra de suelo, obtenida de la zona de estudio, y el peso de la muestra de suelo una vez secada a una temperatura constante de 105° C, un vez obtenida la proporción o relación esta se expresa en porcentaje, entre más cercano a 100% sea el resultado menor cantidad de agua contiene la muestra de suelo, (RODRIGUEZ, 2014) indica que la importancia de este indicador radica en su utilidad para explicar el comportamiento de los suelos, ya que se usa para determinar propiedades como la cohesión, estabilidad mecánica, cambios de volumen u otros.

1.3.2.3. Límites de plasticidad o de Atterberg

Utilizados en suelos finos, nos permiten caracterizar su comportamiento, para ello mediante ensayos normalizados se obtiene una relación entre los rangos de humedad del suelo y su estado plástico; la relación obtenida permite clasificar el suelo usando el SUCS (Sistema de Clasificación Unificada de Suelos).

A su vez (RODRIGUEZ, 2014) nos indica que los límites de Atterberg nos muestran los puntos de transición entre los estados del suelo, para ello se debe tener en consideración que los suelos presentan varios estados, de acuerdo a su contenido de humedad, es decir entre mayor sea su cantidad de agua menor será la interacción entre sus partículas componentes, por lo que el suelo tenderá a comportarse como si fuere un líquido.

1.3.2.4. Peso Específico.

(PIQUERAS, 2014, pág. 187), lo define como el cociente resultante de dividir al peso de una muestra (suelo) con su respectivo volumen, para su cálculo además se debe considerar la porosidad del material y su contenido de humedad.

1.3.2.5. Perfiles Estratigráficos

Corresponde al estudio de las capas componentes de un suelo (estratos), para llevarlo a cabo se utilizan datos obtenidos de perforaciones, prospección geofísica (estudios en el terreno con la finalidad de encontrar yacimientos minerales, de agua u otros) y mediante el análisis de cortes naturales o artificiales ubicados en el terreno de estudio, con estos datos se obtienen una columna estratigráfica, con la cual se elabora la estratigrafía del subsuelo, este análisis se debe llevar a cabo hasta una profundidad dependiente de la finalidad del proyecto.

1.3.3. Estudio de Calidad del Agua

1.3.3.1. Análisis Microbiológico

Como menciona, (RIVERA, 2012, pág. 17), en su tesis de obtención de grado en la cual utiliza un análisis microbiológico para identificar las variaciones microbiológicas en las aguas naturales desde células eucariotas (núcleos diferenciados), células procariotas (organismos sin núcleos) y virus, en la

cual obtuvo como resultado que el análisis microbiológico de calidad de agua permite identificar el tipo de contaminación que sufre una fuente de agua, por lo que este análisis no permite conocer el estado de contaminación que tiene el río donde terminan actualmente las aguas no tratadas de la ciudad de San Marcos.

1.3.3.2. Composición Físico Químico

Los resultados que obtendremos, en esta parte del estudio de calidad de agua, servirá para poder enfocarnos en llegar como resultado una Demanda Biológica de Oxígeno DBO, por encima de los estándares establecidos por el gobierno de Perú a través del ANA (Autoridad Nacional del Agua).

1.3.4. Componentes Estructurales para PTAR

1.3.4.1 Cámara de Rejas - CRIBAS

Es una cámara diseñada con el propósito de reducir la velocidad de las aguas residuales y a su vez permitir retirar los sólidos almacenados en su interior, el (RNE, OS 090 - 2009) indica que deben utilizarse en toda estructura hídrica por más simple que sea, priorizando el uso de cribas de limpieza manual, al menos que el volumen de sólidos justifique el uso de una limpieza mecanizada.

1.3.4.2 Tanque IMHOFF

Tanque que integra la sedimentación y digestión del lodo producido de las aguas residuales mediante un tratamiento primario, todo en una sola unidad, la normad del RNE, los define como tanques de sedimentación primaria en los cuales se incorpora un compartimiento de sedimentación en forma de “V” sobre una cámara de digestión estrecha para los lodos, ésta cámara además cuenta con respiraderos para gas (RNE, OS 090 - 2009).

1.3.4.3 Filtro Percolador.

También denominado lecho bacteriano o filtro biológico está compuesto por lo general por piezas de plástico con alta superficie específica o piedra gruesa la cual sirve como base para el cultivo bacteriano o biofilm

(microorganismos) que al tener contacto con el agua residual degradan la contaminación que producen al estabilizar la materia orgánica, tal información se encuentra indicada en el punto 3.66 de la norma OS.090 (RNE, OS 090 - 2009)

1.3.4.4 Tanque Dortmund

Estructura hidráulica utilizada principalmente para la etapa final de sedimentación de lodos derivados de procesos biológico-químicos, el tratamiento mediante el tanque tiene como objetivo clarificar el efluente y espesar los lodos, así mismo la norma del RNE (RNE, OS 090 - 2009, pág. 30) indica que los tanques pequeños deben ser diseñados sin equipos mecánicos su forma puede variar (circular, cuadrada o rectangular); las formas cuadriláteras además podrán tener incorporadas varias tolvas y una tolva central en el caso de formas circulares, las tolvas deben contar con una inclinación superior a 60 grados (respecto a la horizontal). Los parámetros de diseño son similares a los de sedimentadores con equipos mecánicos.

Cabe precisar que este tipo de Tanque Sedimentador será usado durante la parte final del proceso de la PTAR en la Ciudad de San Marcos.

1.3.4.5 Lecho de secado

Un lecho de secado se encarga de secar los lodos provenientes de un tanque Imhoff u otras fuentes, para ello se usa un proceso natural el cual consiste en filtrar por efecto de la gravedad el agua contenida en los lodos colocados en un lecho compuesto de grava y arena, el agua filtrada es recogida mediante ductos para luego ser derivada al cuerpo receptor (afluente), el agua que no logra ser recolectada se evapora, la normativa del RNE (RNE, OS 090 - 2009, pág. 64), indica que los lechos compuestos con arena y grava debe ubicarse sobre drenes los cuales están destinado a la deshidratación de lodos por filtración y evaporación, al usar un proceso natural se convierte en una opción fácil de implementar con un bajo costo asociado.

1.3.4.6 Muro de contención

Estructura de contención rígida empleada para contener algún material (generalmente suelo) o líquidos (depósitos) , soporta las fuerzas horizontales

derivadas del empuje, a su vez estos deben soportar las fuerzas verticales transmitidos a paredes de carga o pilares que apoyan sobre ellos.

En el caso de la PTAR, ayudara a prevenir el posible desprendimiento del terreno, por máximas avenidas en el río Cascasen y/o el río Huayobamba, ambos por converger en el terreno de la PTAR.

1.3.4.7 Defensa Ribereñas

Estructuras construidas en dentro del cauce de un río cuya finalidad es proteger, encauzar, controlar o corregir el cauce del afluente, (TERAN, 1998) indica que su finalidad reside en proteger a las personas del riesgo acontecido durante las crecidas de los ríos, esta protección incluye no solo a los elementos estructurales sino a elementos que reducen o dan protección de cualquier índole ante una inundación.

1.3.4.8 Planta de Cloración

Estructura destinada a ser usada durante el proceso de cloración el cual consiste en tratar las aguas mediante un proceso químico, al agregar el cloro al agua en la cantidad adecuada, este se encarga de eliminar los elementos patógenos así como de oxidar compuestos de hierro, manganeso, así mismo elimina el efecto de sabor u olor del agua, (Etienne, 2009) indica que actualmente el uso del cloro es el método más usado en el tratamiento de aguas residuales, este proceso se lleva a cabo por vías de cloración (uso de cloro gas) o por hipo cloración (uso de hipoclorito de sodio o de calcio), estas reacciones químicas permiten realizar la purificación del líquido elemento.

1.3.5. Costo y Presupuesto

1.3.5.1 Metrados

Cálculo que permite obtener la cantidad de recursos necesarios para ejecutar una determinada actividad, generalmente indicada mediante planos, las cantidades son usadas para calcular el costo de la actividad, la (NTP, 2010) define al metrado como toda estimación o cuantificación por partidas de los materiales necesarios para ejecutar una determinada obra.

1.3.5.2 Programación

Es el tiempo estimado, en el que se programa la ejecución de cada una de las partidas establecidas dentro de un proyecto.

1.3.5.3 Costos y presupuestos

Es la parte económica que cuantifica cada una de las partidas, desarrolladas en el Metrado, para así obtener el costo unitario y total de las partidas en mención.

1.4. - Formulación del problema

¿El diseño integral de una planta de tratamiento para aguas residuales beneficiará a la ciudad de San Marcos - Cajamarca?

1.5. - Justificación del estudio

Justificación teórica

La justificación teórica se basa en la solución de un problema mediante la aplicación de la teoría y normas indicadas en el RNE (RNE, OS 090 - 2009) además de un conjunto de libros, artículos, proyectos y otros especializados en el rubro del tratamiento de aguas residuales.

Justificación Social

El diseño propuesto busca mejorar la calidad de vida de la población ubicada en el área de influencia directa e indirecta, y tal como indica el sociólogo *Claus Offe* la responsabilidad social tiene como objetivo una contribución al bienestar general, económico y ambiental con el fin de operar como un elemento de creación y autocontrol para cada uno de los integrantes de la sociedad (Offe, 2019).

Justificación Económica

La ausencia de una planta de tratamiento de aguas residuales contribuye directamente a la proliferación de enfermedades gastrointestinales y considerando que el diseño que se plantea en el presente trabajo busca desarrollar una PTAR que tiene un periodo de

vida útil de 36 años, sobrepasando así a periodos menores como es el caso dejando de las lagunas facultativas que tan solo es de 10 años (Ledezma, 2016), por lo que genera un ahorro considerable para la población del área de influencia.

Justificación Ambiental

Se ha considerado como una justificación ambiental que el diseño busca mejorar y conservar el ecosistema existente en las inmediaciones de la ciudad de San Marcos, actualmente afectado por la descarga de aguas residuales altamente contaminadas en los principales afluentes de esta ciudad (Escobar, 2002).

1.6. Hipótesis

El diseño integral de una planta de tratamiento de aguas residuales impactará positivamente en la ciudad de San Marcos- Cajamarca 2019.

1.7.-Objetivos

1.7.1. Objetivo General

Ejecutar el diseño integral una planta de tratamiento de aguas residuales en la ciudad de San Marcos – Cajamarca.

1.7.2. Objetivos específicos

- Efectuar el levantamiento topográfico del área del proyecto.
- Efectuar el estudio de mecánica de suelos correspondiente área del proyecto.
- Efectuar Estudio de Impacto Ambiental del área del proyecto
- Realizar un análisis físico-químico de calidad de agua en el río afectado
- Diseñar los componentes estructurales necesarios para la PTAR de San Marcos.
- Estimar los costos y presupuestos para la construcción de la PTAR de San Marcos.

II. MÉTODO

2.1. Diseño de investigación

Basado en el tipo de enfoque es cuantitativo ya que la recolección y análisis de datos es usado para responder la pregunta de la problemática y validar la hipótesis, esto mediante el uso del conteo (medición numérica) junto con la estadística para establecer con exactitud la relación de los datos usados (Hernández, Fernández, & Baptista).

Debido a que el presente estudio busca la aplicación de conocimientos adquiridos durante el estudio de la carrera, indicamos que es una investigación del tipo Aplicativa y tal como indica (Carrasco, 2013) este tipo de investigación recibe la denominación de práctica empírica ya que se encuentra emparentada con una investigación básica, ésta depende de los resultados y avances utilizados en la investigación para su ejecución.

De acuerdo a lo indicado en los párrafos anteriores el presente trabajo de investigación corresponde a un estudio Descriptivo ya que sus objetivos buscan evaluar algunas características particulares de un problema, identificar sus rasgos y soluciones para lo cual analizará las características de la variable de estudio que en este caso en particular recae sobre el diseño de una planta de tratamiento de aguas residuales en una zona de influencia ubicada en la provincia de San Marcos.

2.2. Variables Operacionalización.

Variables

➤ Variable Dependiente

Tratamiento de aguas residuales en la ciudad de San Marcos-Cajamarca.

➤ Variable Independiente

Diseño integral de la planta

Tabla 1: Operacionalización de variables

Variables	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensión	Indicador	Escala
Tratamiento de aguas residuales de la ciudad de San Marcos-Cajamarca.	Según la norma OS.090 (RNE) menciona en sus DISPOSICIONES GENERALES en los puntos 4.1.1 y 4.1.2 que el objetivo principal al someter las aguas residuales a tratamiento es optimizar la calidad del agua hasta cumplir con los estándares de modo que su uso no genere ninguna complicación para la salud.	Con la finalidad de diseñar y optimizar los sistemas para la PTAR en San Marcos es necesario recolectar información en campo tal como el ems, estudio topográfico, conocer el caudal que elimina la población de San Marcos con un diseño poblacional entre otros, para así buscar el adecuado diseño.	Estudio topográfico	Red topográfica	Nominal
				Levantamiento Topográfico	
				Perfil Longitudinal	
				Curvas de Nivel	
			Estudio de Mecánica de Suelos	Granulometría	
				Contenido de Humedad	
				Límites Aterberg	
				Peso específico	
				Perfiles Estratigráficos	
			Estudio de Calidad del Agua	Análisis Microbiológico	
Composición Físico Químico					
Componentes Estructurales para PTAR	Camara de Rejas				
	Ttanque Imhoff				
	Tanque Percolador				
	Tanque Dortmund				
Lecho de Secado	Recopilación de información en trabajos similares				
	Metrados				
Costo y Presupuesto	Programación				
Diseño integral de la planta.					

Fuente: Elaboración propia

2.3. Población y muestra

2.3.1. Población

El área en el que se plantea desarrollar el proyecto es de 18817.4391 m², comprendidas en la ciudad de San Marcos donde convergen los ríos Cascasen y río Huayobamba.

La población considerada para el presente proyecto comprende los afluentes de aguas residuales originadas en San Marcos.

2.3.2. Muestra

Definida como un fragmento representativo de la población o como lo indica (Parra, 2003) como un subconjunto o parte de la población obtenida con el fin específico de estudiar las propiedades que posee la población (p, 16). Por lo tanto, en el presente estudio se tomará como muestra los residuos procedentes de las aguas residuales, se analizarán los resultados para determinar las cantidades de los componentes de las aguas residuales resultantes del tratamiento en la PTAR San Marco

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

2.4.1. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

A continuación, se presentan la tabla 2 con las técnicas e instrumentos usados para recolectar la información del presente trabajo de investigación.

Tabla 2: Detalles de las técnicas instrumentos y fuentes

Técnicas	Instrumentos	Fuentes
Determinación de la Demanda	Información adquirida	INEI
Estudio de Mecánica de Suelos	Ficha de Laboratorio	NTP
Estudio de la Calidad del Agua	Ficha de Laboratorio	NTP
Análisis de Costos y Presupuestos	S10 Costos y presupuestos AutoCAD	CAPECO Norma técnica de Metrados.

Fuente: Elaboración propia

2.4.2. Validez y confiabilidad

Podemos definir a la validez como una propiedad de los argumentos al comprobarse que su conclusión está implícita en sus premisas, a su vez (Fuentes, 1989) la define como la relación entre el puntaje obtenido en una prueba con el resultado obtenido al ser mayor al 95% (p, 103).

Sin embargo, en presente estudio la validez no será objeto de análisis debido a que sus parámetros de verificación se encuentran ya establecidos y avalados por un laboratorio reconocido y en la normativa vigente.

2.5. Métodos de análisis de datos

- **Determinación de la Demanda:** Utilizando la información obtenida usando como fuente al INEI se determinó la cantidad de población que sería beneficiada con la elaboración del presente proyecto.
- **Estudio de Mecánica de Suelos:** Se realizó el estudio usando una ficha de laboratorio, en base a los datos obtenidos se determinó humedad, plasticidad, resistencia, capacidad y otros datos necesarios para poder desarrollar el diseño de la PTAR, cada parte del estudio fue elaborado en base a la NTP.
- **Estudio de la Calidad del Agua:** Se analizaron las características físico - químicas y bacteriológicas de las aguas residuales que serán tratadas en la PTAR, para lo cual se han considerado además los protocolos indicados en la NTP.
- **Análisis de Costos y Presupuestos:** Para el análisis se empleó el software y formatos manejados en el programa S10 - Costos y Presupuestos, con el cual se estimará en base al metrado y precios unitarios un costo referencial al diseño de la PTAR para el beneficio de los habitantes, el cálculo de los metrados y los precios unitarios tomaron como referencia a la Norma Técnica de Metrados y al CAPECO respectivamente.
- **Estudio estructural PTAR:** Para lo cual se usó como punto de partida los planos realizados en el programa AutoCAD en donde se dimensionó cada unidad estructural, seguidamente se elaboró un análisis estructural de cada una de las partes

componentes la PTAR así como un análisis en conjunto, las componentes de la PTAR han sido diseñadas y estudiadas en base a la NTP.

2.6. Aspectos éticos

Toda información utilizada y desarrollada en este Proyecto de Investigación es real y cuenta con la veracidad requerida, respetando los aspectos éticos que debe tener un profesional de la escuela académico profesional de Ingeniería Civil, en consideración la Institución de estudios, a la envergadura del proyecto y a los pobladores de la provincia de San Marcos.

III. RESULTADOS

✚ Estudio Topográfico

Realizado en toda el área de influencia localizada en la provincia de San Marcos (región Cajamarca), su localización geográfica exacta en la zona horaria 17 – WGS84 se encuentra determinada entre las coordenadas UTM, latitud sur $7^{\circ} 16' 22.7''$ S (-7.27297378000) y latitud oeste; $78^{\circ} 9' 35.7''$ W (-78.15991927000).

- **Visita preliminar a la zona de influencia (Proyecto-Terreno)**

Previo a la ejecución del levantamiento topográfico se efectuó una visita preliminar al terreno de estudio con el fin de reconocer las características del mismo y así poder determinar los equipos necesarios, personal, clima, y tiempo estimado para llevar a cabo la toma de datos.

- **Levantamiento topográfico**

Se acudió a la zona de estudio ubicada en la provincia de San Marcos, se inició la toma de datos determinando el Benchmark (BM) con la ayuda de un GPS (Garmin Etrex 10) para luego ubicar la estación total sobre dicho punto e iniciar con la toma de puntos referenciales alrededor y en la zona de estudio, estos puntos se usaron como base para determinar las curvas de nivel, perfil del terreno y otros datos necesarios para el diseño de la PTAR, a continuación en la Tabla 3 se muestran las coordenadas del punto inicial y final del perfil longitudinal.

Tabla 3. Detalle de coordenadas del levantamiento topográfico

Cuadro de Coordenadas			
Descripción	Este (x)	Norte (y)	Elevación
Punto de inicio	81292.783	918796.419	2230.195
Punto final	81204.338	918796.419	2229.914

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación

Se ha logrado determinar que la longitud del perfil longitudinal es de 1+ 325 km, una pendiente de 6.8 % y una altura de 89.4 m.

✚ Estudio de mecánica de suelos

a. Estudio de suelos

Con la finalidad de conocer la calidad (características mecánicas y físicas) del suelo correspondiente a la zona de diseño se efectuó el estudio correspondiente, mediante el uso de calicatas se obtuvo una cantidad de muestra representativa del suelo a la cual sometimos a diversos estudios y ensayos, con los datos conseguidos se estableció la estratigrafía del terreno del área de influencia, este proceso se repitió para cada calicata, el conjunto de datos obtenidos nos permitió clasificar el suelo, tamaño de partículas y su textura de una manera técnica según el SUCS (Sist. Unificado de Clasificación de Suelos).

Tabla 4. Resumen límites de consistencia para la PTAR.

Calicata C - 1	Límites de Atterberg	Limite Liquido			Limite Plástico
		Nº de golpes	18	23	
	Peso tara (g)	17.73	13.68	14.08	
E - 01	Peso tara + suelo húmedo (g)	20.88	20.4	20.34	
	Peso tara + suelo seco (g)	19.07	18.76	18.85	
	Humedad %	33.9	32.28	31.24	
	Limites	31.87			NP

Fuente: Resultado de laboratorio de mecánica de suelos

Interpretación

En la tabla N° 4 podemos observar que al considerar la calicata y sus límites de consistencia se concluye que de acuerdo al estado se determina que el suelo es húmedo por lo tanto según es de baja plasticidad en este caso la muestra no presenta limite plástico de acuerdo al SUCS.

Tabla 5. Resumen de analisis mecanico por tamizado para la PTAR

CALICATA C - 1		
ESTRATO E - 01		
Profundidad	3.00	
Descripción De La Muestra		
Peso de tara	95.8	98.6
Sh + Tara	389.2	357.6
Ss + Tara	380.8	348.7
Peso Suelo Seco	285	250.1
Peso del agua	8.4	8.9
Contenido de Humedad (%)		3.25
Limite Liquido	(LL)	NP
Limite Plástico	(LP)	NP
Índice Plástico	(IP)	NP
Clasificación (SUCS)		GP
Clasificación (AASHTO)		A - 1-a(0)
Descripción: GRAVA POBREMENTE GRADUADA CON ARENA		
Observación AASHTO		BUENO
Boloneria > 3"		PRESENTA
Grava 3" N° 4		73.49%
Arena N° 4 - N°200		15.39%
Finos < N° 200		2.67%

Fuente: Resultado de laboratorio de mecánica de suelos

Tabla 6. Resumen de analisis mecanico por tamizado para la PTAR

CALICATA C - 2		
ESTRATO E - 02		
Profundidad	3.00	
Descripción De La Muestra		
Peso de tara	108.70	121.40
Sh + Tara	754.20	722.40
Ss + Tara	732.80	701.40
Peso Suelo Seco	624.10	580.00
Peso del agua	21.40	21.00
Contenido de Humedad (%)		3.52
Limite Liquido	(LL)	NP
Limite Plástico	(LP)	NP
Índice Plástico	(IP)	NP
Clasificación (SUCS)		GP
Clasificación (AASHTO)		A - 1
Descripción: GRAVA POBREMENTE GRADUADA CON ARENA		
Observación AASHTO		BUENO
Boloneria > 3"		PRESENTA
Grava 3" N° 4		70.70%
Arena N°4 – N° 200		22.96%
Finos <N° 200		0.97%

Fuente: Resultado de laboratorio de mecánica de suelos

Interpretación

Al analizar las tablas N° 05 y 06 pertenecientes a dos de las calicatas se infiere que, de acuerdo a su granulometría y estratos, nos encontramos frente a suelos granulares de matriz gruesa.

Así mismo de acuerdo a las profundidades de excavación (3 m) y a las características obtenidas en las calicatas 1 y 2 se concluye que de acuerdo a la clasificación SUCS el suelo del área de influencia está compuesto por arcillas de baja plasticidad (límite líquido por debajo de 50%), así mismo podemos indicar que pertenece al grupo de suelos finos y al subgrupo de arcilla arenosa y se caracterizan por tener de baja a media compresibilidad, por último según clasificación AASHTO las calicatas 1 y 2 son A-1 – a(0) que quiere decir que ambos son suelos gravosos y arenosos.

Adicionalmente de acuerdo al análisis granulométrico las muestras de suelo presentan arena de tamaño de grano medio a grueso, partes de arcilla color marrón y beige, no tienen límites de atterberg (plasticidad) y presentan granos finos que pasan la malla N° 200.

+ Estudio de impacto ambiental

Debido a la ubicación de la zona destinada para la ejecución del proyecto se encuentra en la parte baja de la ciudad de San Marcos, se debe optar por una ruta alterna que mitigue los efectos del desarrollo del proyecto como la generación de polvo, sonidos fuertes y otros componentes del proceso de constructivo que perturben el entorno

Teniendo en cuenta a las evaluaciones realizadas en las zonas de trabajo, se puede concluir que los impactos negativos relacionados al proyecto pueden prevenirse, reducirse o eliminar completamente ya que se desarrollarán paralelamente las medidas de control ambiental recomendadas. Finalmente, de acuerdo a todo lo expuesto, podemos concluir que nuestro proyecto es ambientalmente viable

Se debe considerar las siguientes recomendaciones, según el estudio realizado:

- a) Cumplir con las recomendaciones para mitigar los impactos negativos.
- b) Mantener toda la señalización y prevención en la ejecución del proyecto.
- c) Programar la construcción de la obra, en temporadas fuera de lluvias.
- d) Los responsables de la ejecución del proyecto, deberán tratar en lo posible que el diseño sea compatible con las características físicas de la zona.

Estudio de calidad de agua del río impactado

Para realizar el estudio de las características del agua del río impactado en la Provincia de San Marcos se realiza un análisis microbiológico y físico - químico en

el Laboratorio Químico Farmacéutico (LQF), se sometió 1 L de solución para los estudios correspondientes que tienen como fin de conocer la calidad del agua.

a. Resultados del estudio de calidad del agua

Tabla 7. Tabla de resultados de análisis Físico – químicos de calidad de agua

Parámetro	Medida	Unidades
Temperatura	7.41	°C
ph	23.7	
Cec	673.9	uS/Cm
Demanda Química de Oxígeno	225	mg/L
Demanda Bioquímica de Oxígeno	115	mg/L

Fuente: Resultado de laboratorio de agua

Interpretación

Teniendo en cuenta los LMP para aguas residuales, los valores encontrados dentro de los análisis a los cuales fueron sometidas las muestras de agua residual (físico químico), nos indican que están fuera de los límites establecidos siendo necesario un tratamiento para disminuir las concentraciones antes del vertimiento.

Tabla 8. Resultados de analisis microbiologico

Nº de muestra	Parámetro	Resultado	Unidad	Equipo
1	Coliformes fecales	70	UFC/100 ml	Filtración por membrana
	Coliformes totales	94	UFC/100 ml	Filtración por membrana

Fuente: Resultado de laboratorio de agua

Interpretación

Según los estándares indicados por el reglamento de calidad ambiental para las aguas residuales, los resultados obtenidos para coliformes deben ser menores o iguales a 1000 NMP/100ml, por lo tanto, los resultados obtenidos de la muestra se encuentran en el rango de los valores permitidos.

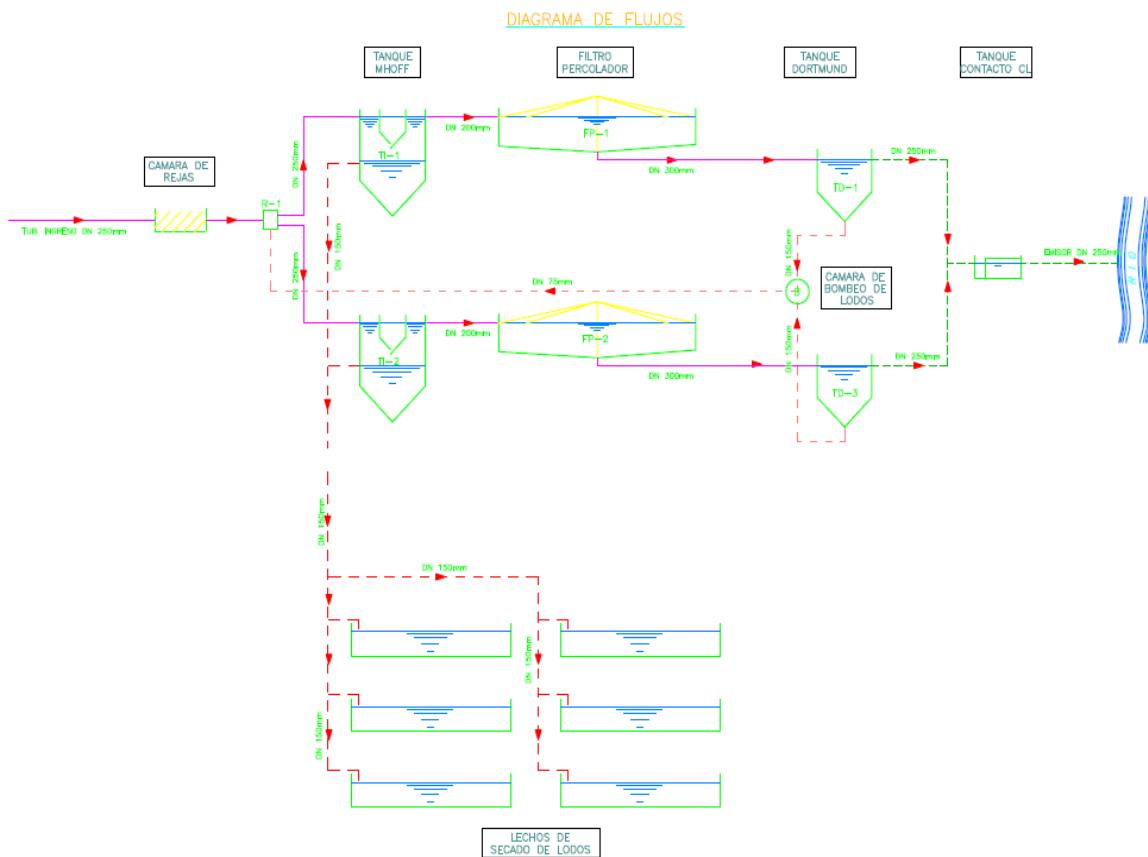
🚧 Diseño de los componentes estructurales necesarios para la PTAR de San Marcos

Para realizar el diseño se procede a diseñar un diagrama de flujo con cada una de las partes:

- Cámara de rejas
- Tanque Imhoff
- Filtro Percolador
- Tanque Dortmund
- Cámara de bombeo de lodos
- Lechos de secados de lodos

a. Diagrama de flujo de la PTAR San Marcos

Figura 1. Diagrama de flujo PTAR.



Fuente: Elaboración propia

Interpretación

Como se puede apreciar la figura 1 se muestran todas las actividades de la propuesta de mejora, es decir el proceso sugerido para la PTAR.

Se procede al diseño de diagrama de flujo en la figura 1, cabe mencionar que todos los diseños están regidos bajo no normativa la Sociedad ASTM A-36 y A-37 (Norma Americana para Pruebas y Materiales) cuyas especificaciones se muestran en la tabla 9.

Tabla 9. Especificaciones generales para PTAR (normas ASTM)

Especificaciones generales de diseño	
Concreto	$f_c = 245 \text{ kg/cm}^2$
Acero	$f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$
Sobrecarga	S/c Indicada
RECUBRIMIENTOS LIBRES	
Columnas y vigas	4.0 cm
Losas sin contacto con agua	2.0 cm
Consideraciones sismo resistentes:	
Sistema estructural	muros con concreto armado
Cemento	Portland tipo I
Pernos y arandelas	ASTM A-37
Planchas	ASTM A-36

Fuente: Normas ASTM

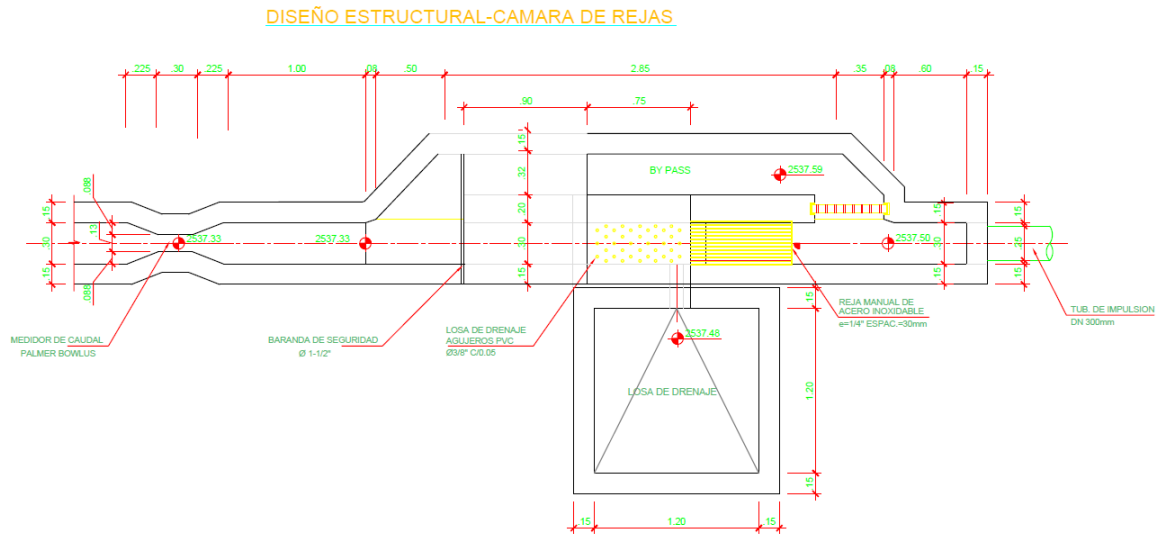
Interpretación

La tabla 9 contiene las especificaciones generales utilizadas en las PTAR que se debe cumplir según las normas ASTM, dichas especificaciones las utilizaremos durante todo el sistema constructivo de la PTAR – San Marcos.

b. Cámara de Rejas

Su diseño tienen como principal finalidad retener desperdicios (basura, solidos, restos vegetales u otros) de tamaño significativo que perturbe el correcto funcionamiento de la planta, el plano del diseño se muestra en la siguiente figura.

Figura 2: Diseño estructural de la cámara de rejas



Fuente: Elaboración propia

Interpretación

La figura 2 muestra los componentes de la cámara de rejas y la secuencia de ingreso de las aguas residuales para su correspondiente tratamiento.

Tabla 10: Especificaciones técnicas de diseño para la cámara de rejas

Especificaciones - Cámara de Rejas	
Baranda de seguridad	Ø 1 - 1/2"
Losa de drenaje agujeros PVC	Ø 3/8" C/0.05
Losa de drenaje agujeros PVC	1.20 m
Reja manual acero inoxidable	e = 1/4 C/30 mm
Tub. De impulsión	DN 300 mm

Fuente: Norma técnica OS.090

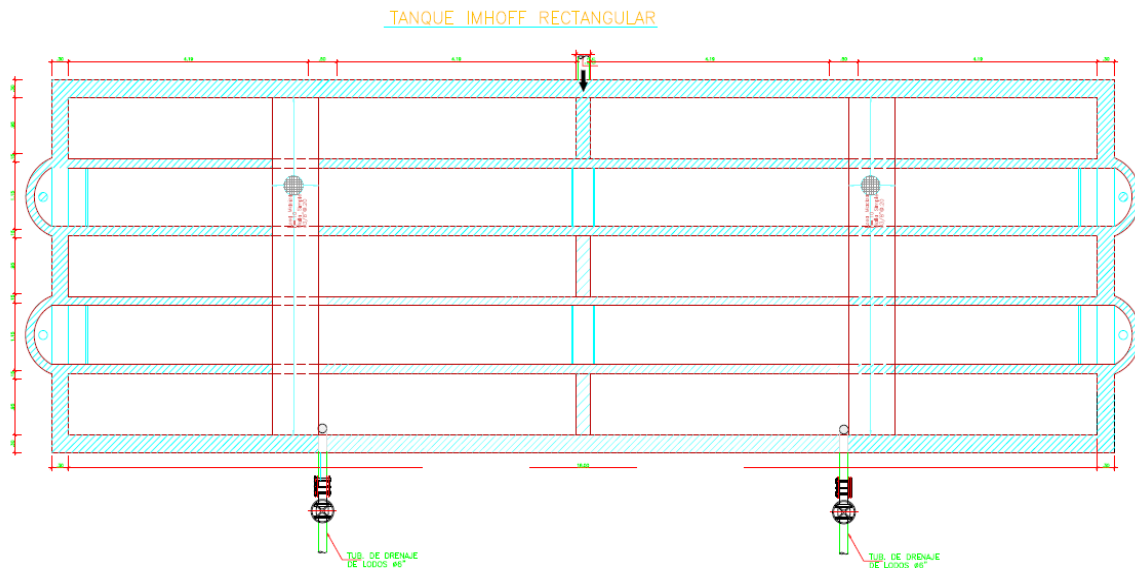
Interpretación

De acuerdo a la NTE (OS.090) este diseño debe incluir barandas de seguridad de Ø 1 - 1/2" también debe incluir una losa de drenaje de 1.20 m con Ø 3/8" C/0.05, la reja manual de acero inoxidable de 1/4 C/30mm y el tubo de impulsión de 300 mm.

c. Tanque Imhoff

Este tanque rectangular ofrece ventajas frente a sus contrapartes, debido al eficiente uso de su área interior, gracias a esto y a la ubicación de sus compuertas, en su interior se puede realizar las fases de sedimentación y digestión de los lodos, procedentes de las aguas residuales, sin usar otra unidad o área de trabajo.

Figura 3: Diseño del Tanque Imhoff



Fuente: Elaboración propia

Interpretación

El diseño del tanque contempla una forma rectangular subdividida en tres partes o compartimentos (sedimentador, digestor de lodos y el área de ventilación).

Se dispuso al sedimentador en la parte superior de la estructura con el fin de retirar los sólidos u otros que interrumpen el funcionamiento de la PTAR, con el fin de realizar una estabilización anaeróbica se dispuso la ubicación del digestor en la parte inferior de la estructura (tanque Imhoff) y a su vez esta se conectó al área de ventilación para que los gases generados escapen mediante los ductos.

Tabla 11. Especificaciones de diseño del tanque Imhoff

Especificaciones del Tanque Imhoff	
Tubos de drenaje de lodos	Ø 6"
Malla simple	Ø 3/8" @0.20

Fuente: Norma técnica OS.090

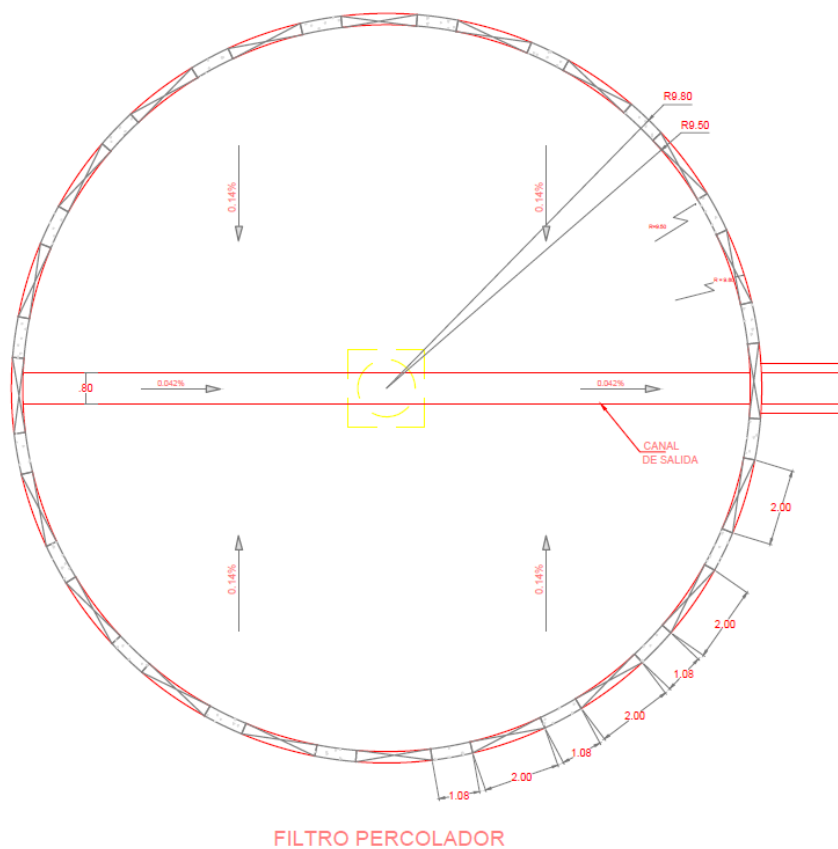
Interpretación

Para la construcción de dicho tanque se debe considerar la norma OS.090 en cuanto a los tubos de drenaje de lodos y la malla simple

d. Filtro Percolador

Filtro biológico cuya operación es generalmente aeróbica, usa la interacción de las sustancias contenidas en las aguas residuales con las bacterias formadas en el filtro con el fin remover la materia orgánica mediante metabolización, disminuyendo en el proceso el volumen de partículas nocivas del efluente y permitiendo al mismo continuar con su tratamiento hasta cumplir con las normas y especificaciones.

Figura 4. Diseño del Filtro Percolador



Fuente: Elaboración propia

Interpretación

Se puede apreciar que es un tanque cilíndrico sobre el que se rocía el agua a tratar. Se efectúa una ventilación por tiro natural que favorece el aporte de oxígeno necesario para mantener la microflora en un medio anaeróbico.

Tabla 12. Especificaciones de diseño del Filtro Percolador

Especificaciones del filtro percolador	
Tubería PVC	2VAR
Transición HFD	2VAR
Tubería HFD BB	2VAR
Codo con pie 90 HFD	2VAR
Tubería HFD BE	2VAR

Fuente: Elaboración propia

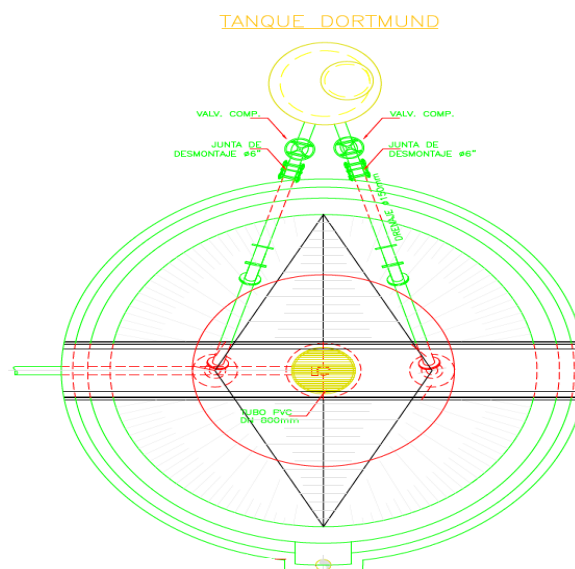
Interpretación

El diseño estructural del filtro contempla el uso de tuberías de PVC, transición HFC, tubería hfd con codo pie de 90cm.

e. Tanque Dortmund

El tanque Dortmund se utiliza para separar las fracciones líquida y sólida de los lodos fecales (LF), esto mediante el uso de la fuerza de gravedad, dejando los sólidos en el fondo y permitiendo que el flujo de agua clarificada continúe su recorrido hacia el rebose del tanque.

Figura 5. Diseño del Tanque Dortmund



Fuente: Elaboración propia

Tabla 13. Especificaciones de diseño del Filtro Percolador

Especificaciones del Tanque Dortmund	
Válvulas compuertas	2 und
Junta de desmontaje	2 de Ø 6"
Tubo de PVC	DN 800 mm
Drenaje	Ø 150 mm
Tubería de agua tratada	Ø 8"

Fuente: Elaboración propia

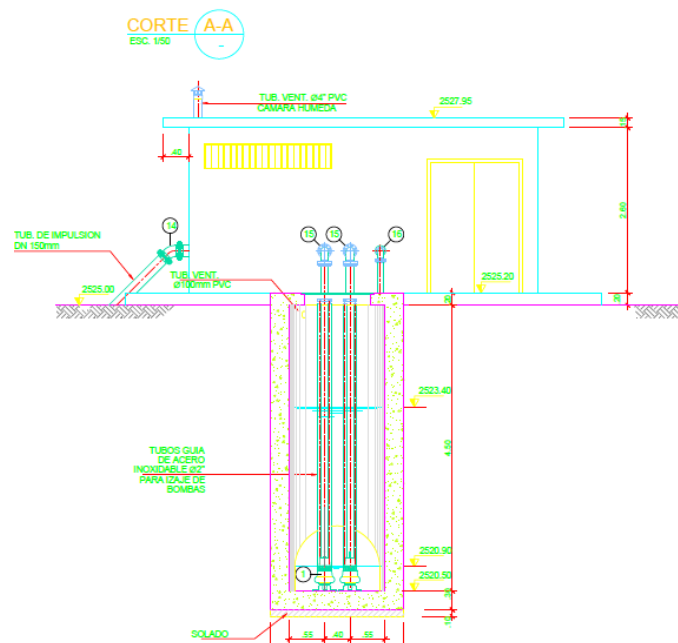
Interpretación

Como se puede apreciar el tanque tiene un diámetro de 7 m y 4.60 m de altura, como observamos en la tabla 13 tenemos algunas especificaciones del tanque, como que llevará 2 válvulas compuerta 2 juntas de desmontaje de acero de 6" tubo de PVC un drenaje de aceros de 150 mm y la tubería de agua tratada de acero de 8".

f. Cámara de Bombeo de Lodos

Es la piscina sumidero donde se encontrarán las bombas responsables de transportar el lodo fecal.

Figura 6: Cámara de bombeo de lodos



Fuente: Elaboración propia

Interpretación

Como vemos en la figura 6 la cámara de bombeo de lodos tiene una altura de 4.20 hasta el NPT y un ancho de 2.10 acá es la parte donde los desechos se disponen para su expulsión hacia el lecho de secados de lodos.

Tabla 14. Especificaciones para la cámara de bombeo de lodos

Especificaciones de diseño - Cámara de bombeo de lodos	
Tub. De impulsión	DN 150 mm
Tub. Ventilación (cámara húmeda)	Ø 4" PVC
Tub. Ventilación	Ø 100 mm
Tubos de gua de acero inoxidable para izaje de bombas	Ø 2"

Fuente: Elaboración propia

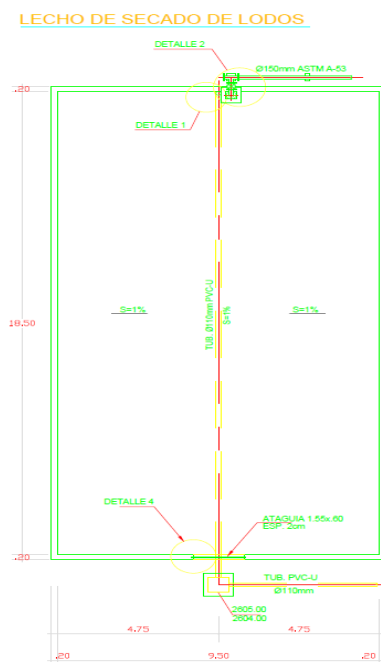
Interpretación

Se pueden apreciar el detalle de las especificaciones de cada tubería a usar en la cámara, de impulsión, ventilación seca y húmeda, así como transporte de la bomba.

g. Lecho de Secado de Lodos

Como último componente de la PTAR, se tiene al lecho de Secado en el cual se retira el agua del lodo casi en su totalidad, reduciendo así su contenido de humedad hasta un 85%.

Figura 7. Diseño propuesto para el Lecho de Secado de Lodos



Fuente: Elaboración propia

Interpretación

De acuerdo a la figura 7, se puede apreciar que las dimensiones propuestas para el lecho de secado tienen una medida de 18.50 x 9.50 m, su uso es para deshidratar lodo extendiéndolo sobre una capa de arena de 25 cm según la norma OS.090.

Tabla 15. Especificaciones – lecho de secado de lodos

Especificaciones - Lecho de secado de lodos	
ATAGUIA 1.55X60	ESP. 2cm
Tub. PVC - U	Ø 110 mm
Tub. PVC - U	Ø 110 mm
S - Pendiente	1%

Fuente: Elaboración propia

Interpretación

Según las normas OS.090 el lecho de secado de lodos tiene que contar con una ataguía en todo el perímetro de dicha posa, con un espesor de 2 cm.

✚ Valoración de costos y presupuestos PTAR - San Marcos

3.5.1 Presupuesto

Para poder realizar una evaluación económica de la implementación se realiza un presupuesto del costo basado en cotizaciones tomando en cuenta costo y calidad de los productos para la construcción.

Tabla 16. Resumen de metrados de presupuesto del diseño de la PTAR.

Descripción de partidas	Unid.	Monto (s/)
Planta de tratamiento de aguas residuales - PTAR San Marcos - Cajamarca 2019		
Obras provisionales	und	15,037.86
Protección de PTAR - estabilidad de taludes	m ³	285,178.43
Cámara de Rejas	m ² , m ³ , kg, m, und	10,780.27
Repartidor de Caudal	m ² , m ³ , kg, m, und	40,995.57
Caja de Distribución	m ² , m ³ , kg, m, und	771.04
Tanque Imhoff	m ² , m ³ , kg, m, und	432,355.86
Filtros Percoladores	m ² , m ³ , kg, m, und	1,164,709.70
Tanque Dortmund	m ² , m ³ , kg, m, und	251,460.58
Lecho de Secado de Lodos	m ² , m ³ , kg, m, und	255,112.91
Edificio de Oficinas y Laboratorio	m ² , m ³ , kg, m, und	62,853.43
Caseta de Cloración	m ² , m ³ , kg, m, und	79,756.16
Cámara de bombeo	m ² , m ³ , kg, m, und	67,046.95
Total		2,625,807.28

Interpretación

En la tabla 16 se aprecia el detalle de los costos asociados a la implementación de la PTAR - San Marcos, considerando las principales estructuras de su diseño.

IV. DISCUSIÓN

Para la elaboración del presente trabajo de investigación, se plantea el diseño de una PTAR, por lo que como primer punto clave se necesita contar con un terreno apropiado para su desarrollo y en base al cual se efectuarán los cálculos (estudio de suelos), lo que conlleva a tomar en cuenta las fajas marginales mínimas establecidas, la normativa del RNE (OS 090 – 2009) nos indica las longitudes mínimas que se deben considerar en caso de tratamiento anaerobico (500 m), lagunas airadas (100 m), lagunas facultativas (200 m), lodos activados y filtros percoladores (100 m), salvo casos excepcionales se considera una faja de 30 m, en el caso de la inexistencia de fajas marginales se usarán defensas ribereñas en los márgenes del río.

Un segundo punto que debemos tener en cuenta es la ubicación de las viviendas de la población ubicadas en áreas cercanas a la desembocadura de las aguas residuales, esto debido a la falta de cumplimiento, por parte de la entidad competente, de las normas establecidas de zonificación urbana.

Como tercer punto se realizaron análisis en laboratorios especializados para determinar la calidad (físico – químico - bacteriológico) de las aguas residuales con los cuales se determinó los límites máximos permisibles comparándolos con los estándares establecidos, comprobando además que las aguas residuales originarias en la provincia de San Marcos son arrojadas a los caudales de los ríos Cascasen y Huayobamba, sin ninguna medida preventiva que salvaguarde el medio ambiente o la salud de los pobladores de la zona de influencia, los resultados del laboratorio se pueden observar en las tablas 17, 18 y 19.

Tabla 17. Límites Máximos Permisibles (LMP)

Parámetro	Unidad	LMP de efluente
Aceites y Grasas	mg/L	20
Coliformes termo-tolerantes	NMP/100ml	10000
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	100
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	200
pH	unidad	6.5 - 8.5
Solidos Totales en Suspensión	mL/L	150
Temperatura	°C	<35

Fuente: D.S. N° 003 – 2010 – MINAM

RESULTADO DE MUESTRA DE AGUA

Tabla 18. Resultados análisis Físico – químicos (calidad de agua)

Parámetro	Medida	Unidades
Temperatura	7.41	
pH	23.7	°C
Cec	673.9	uS/Cm
Demanda Química de Oxígeno	225	mg/L
Demanda Bioquímica de Oxígeno	115	mg/L

Fuente: Resultado de laboratorio de agua

Tabla 19. Resultados de analisis microbiologico

Nº de muestra	Parámetro	Resultado	Unidad	Equipo
1	Coliformes fecales	70	UFC/100 ml	Filtración por membrana
2	Coliformes totales	94	UFC/100 ml	Filtración por membrana

Fuente: Resultado de laboratorio de agua

En la tabla 17 observamos los valores de los límites máximos permisibles de cada uno de los parámetros analizados siendo el principal la demanda química de oxígeno, en la tabla 19 podemos apreciar la cantidad de coliformes fecales los cuales exceden a los LMP establecidos, por lo tanto, las aguas de los ríos Cascasen y Huayobamba se encuentran en un estado altamente contaminado.

V. CONCLUSIONES

Con respecto a la información obtenida de este proyecto de tesis sobre el “Diseño Integral de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de la Ciudad de San Marcos – Cajamarca 2019” podemos concluir lo siguiente:

1. Se realizó el levantamiento topográfico de la zona de estudio, donde se determinó que el terreno es el apropiado para el diseño planteado, esto por la disposición de las cotas obtenidas.
2. Se realizó el estudio de mecánica de suelos, donde se determinó que el suelo es el apropiado para la ejecución del proyecto, considerando las características obtenidas en el laboratorio de suelos.
3. Se realizó el estudio de Impacto Ambiental como parte del proyecto teniendo que, la probabilidad de ocurrencia de los impactos negativos al ejecutarse el presente proyecto es manejable y que se desarrollarán paralelamente las medidas de control ambiental recomendadas. Finalmente, de acuerdo a todo lo expuesto, podemos concluir que nuestro proyecto es ambientalmente viable.
4. Se realizó un análisis Físico Químico de calidad de agua, el cual arrojó un resultado alarmante en lo concerniente a contaminación, también se pudo concluir con este estudio, el grado de DBO necesario para el diseño de la PTAR San Marcos.
5. Los componentes estructurales necesarios para la PTAR de San Marcos, planteados en este proyecto cumplen con los estándares requeridos y estos cumplirán con su objetivo al reducir la contaminación generada por las aguas residuales de la ciudad de San Marcos.
6. En lo que se respeta a la estimación de costos, la implementación del diseño de la planta de tratamiento tiene un costo total de S/ 3'954,205.01 (TRES MILLONES QUINIENTOS NOVENTICUATRO MIL DOSCIENTOS CINCO Y 01/100 NUEVOS SOLES).

VI. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda realizar un replanteo de la PTAR, antes y durante la ejecución del proyecto, esto con la finalidad de mantener las cotas indicadas en los planos, para así asegurar el correcto funcionamiento del sistema de tratamiento.
2. Se sugiere, gestionar las autorizaciones pertinentes para realizar las calicatas necesarias por cada elemento estructural planteado, y tener resultados más exactos en el momento de la ejecución del proyecto.
3. Se recomienda que, el ingeniero responsable de la prevención de pérdidas que adicional a sus actividades inherentes a su cargo elabore un plan de prevención ambiental el cual asegure cumplir con lo estipulado en el expediente técnico en lo correspondiente al estudio de impacto ambiental.
4. En coordinación con las autoridades locales de San Marcos se recomienda realizar una sensibilización a la población, indicando que los resultados obtenidos del análisis físico químico son alarmantes para toda la población.
5. Se sugiere a la población de San Marcos no tener contacto con las aguas del río afectado, ya que son muy peligrosas, así como sensibilizar para que no arrojen basura y no seguir incrementando la contaminación ya que eso nos afecta a todos.
6. Se recomienda la planificación de utilización del terreno libre post ejecución de la PTAR, con un proyecto que aumente la solución obtenida en la disminución de olores que pudieran generarse en la PTAR.

REFERENCIAS

- Duran D. (2014). “*Diseño Preliminar de un camino vecinal de aproximadamente 900 metros de longitud que enlaza dos caminos vecinales, Comuna San José, Parroquia manglar-alto, cantón santa Elena, provincia santa Elena, ecuador*” (Monografía previa a la obtención del título de Ingeniero Civil), Cuenca-ecuador.
- Cueva W. (2013) “*Construcción Carretera Orocullay- Pampa El Cóndor, Distrito Mollepata- Santiago De Chuco-La Libertad (tesis para obtener el título profesional de ingeniero civil), Cajamarca-Perú.*
- Toro J. (2014). “*Evaluación de la Inestabilidad de Taludes en la Carretera Las Pirias-Cruce Lambayeque, San Ignacio*” (tesis para optar el título profesional de ingeniero civil). Jaén-Cajamarca-Perú.
- Ramírez A. (2015). “*Inversión en infraestructura vial y su impacto en el desarrollo económico: Un análisis al caso Colombia (1993-2014)*” (Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de: Magister en Ingeniería Administrativa). Medellín- Colombia
- Alemán, Juárez y Nerio. (2015). “*Propuesta de diseño geométrico de 5.0 km de vía de acceso vecinal montañosa, final col. Quezaltepeque-cantón victoria, santa tecla, la libertad, utilizando software especializado para diseño de carreteras*”, (para optar al título de ingeniero civil) El Salvador
- Roncal A. (2018), “*Diseño de la Trocha Carrozable San Juan – San Francisco - Tunal, Distrito Y Provincia De San Ignacio, Departamento De Cajamarca, 2016*”, (tesis para optar el título de ingeniero civil ambiental) Chiclayo-Perú
- Rodríguez J. (2015), “*Estudio y diseño del sistema vial de la comuna San Vicente de Cucupurol de la parroquia rural de el Quinche del Distrito Metropolitano de Quito, Provincia de Pichincha*” (Proyecto de tesis como requisito previo a la obtención del Título Profesional Superior de Ingeniero Civil). Quito-Ecuador
- Valverde J. (2017), “*Diseño del mejoramiento de la carretera a nivel de afirmado, tramo desvió a Comarsa – Intersección carretera Calorco - Ingacorral, distrito*

de Cachicadán, provincia de Santiago de Chuco, La Libertad”, (Tesis Para Obtener el Título Profesional De Ingeniero Civil). Trujillo-Perú

Vásquez J. (2017), "Diseño Para el Mejoramiento De La Carretera Tramo, Salpo - Shulgon - Provincia De Otuzco – La Libertad", (tesis para obtener el título profesional de: ingeniero civil). Trujillo-Perú

Velásquez M. (2017), “Diseño Para el Mejoramiento de la Carretera Cartavio – Panamericana Norte, Distrito De Santiago De Cao, Acope, La Libertad” (tesis para obtener el título profesional de ingeniero civil). Trujillo-Perú

Ministerio De Transporte y Comunicaciones: Manual de Carreteras: Diseño Geométrico (D.G – 2018)

Alvarado y Martínez. (2017). *Propuesta para la actualización*. Tesis, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima, Lima. Recuperado el 13 de julio de 2018, de <http://hdl.handle.net/10757/622668>

América televisión. (13 de mayo de 2018). <https://www.americatv.com.pe/noticias/actualidad/amazonas-transito-restringido-carretera-limpieza-derrumbes-n321785>. Recuperado el 24 de julio de 2018, de <https://www.americatv.com.pe/noticias/actualidad/amazonas-transito-restringido-carretera-limpieza-derrumbes-n321785>: <https://www.americatv.com.pe/noticias/actualidad/amazonas-transito-restringido-carretera-limpieza-derrumbes-n321785>

Antolín., N. (2014). El Plan de Accesibilidad: un marco de ordenación de las actuaciones públicas para la eliminación de barreras. En N. Antolín., & 1. e. 2002 (Ed.), *El Plan de Accesibilidad: un marco de ordenación de las actuaciones públicas para la eliminación de barreras* (pág. 341). Barcelona: Instituto de Migraciones y Servicios Sociales (IMSERSO).

Becerra. (2012). <https://es.scribd.com/document/249786256/Pavimentos-de-Concreto>. En Becerra, *Tópicos de pavimentos de concreto*. Perú, Perú. Recuperado el 13 de julio de 2018, de <https://es.scribd.com/document/249786256/Pavimentos-de-Concreto>: <https://es.scribd.com/document/249786256/Pavimentos-de-Concreto>

- Becerra, S. M. (2012). Tópicos de Pavimentos de Concreto. En Becerra, *Tópicos de pavimentos de concreto*. Perú, Perú. Recuperado el 13 de julio de 2018, de <https://es.scribd.com/document/249786256/Pavimentos-de-Concreto>:
<https://es.scribd.com/document/249786256/Pavimentos-de-Concreto>
- Brazales, H. D. (2016). *Estimación de costos de construcción por kilómetro de vía, considerando las variables propias de cada región*. Tesis, Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Ecuador. Recuperado el 2 de julio de 2018, de <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/11071/tesis%20Diego%20Brazales%20DEFINITIVA%2012-02-2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Cajaruro, M. D. (2018). "Mejoramiento del camino vecinal Nranjitos, La Libertad, El Triunfo, El Tesoro, Madre de Dios, Cruce Sirumbache, Distrito de Cajaruro, Utcubamba, Amazonas". Cajaruro, Utcubamba, Región Amazonas.
- Cárdenas. (2017). *"DISEÑO DE LA CARRETERA DE PAMPA LAGUNAS – JOLLUCO, DISTRITO DE CASCAS – PROVINCIA DE GRAN CHIMÚ – DEPARTAMENTO LA LIBERTAD"*. Tesis, Universidad Cesar Vallejo, La Libertad, Trujillo. Recuperado el 11 de julio de 2018, de [file:///C:/Users/Rusbel/Downloads/cardenas_sb%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/Rusbel/Downloads/cardenas_sb%20(2).pdf)
- Chura, Z. F. (2014). *Mejoramiento de la Infraestructura Vial a nivel de Pavimento Flexible de la Avenida Simón Bolívar de la Ciudad de ARAPA – Provincia de Azángaro - Puno*. Tesis, Puno. Recuperado el 21 de 06 de 2018, de http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/1951/Chura_Zea_Fredy_Aurelio.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Clarín. (20 de Marzo de 2016). Rutas Argentinas: revelan que el 40% está en pésimo estado. *Clarín*, 14. Recuperado el 23 de julio de 2018, de https://www.clarin.com/sociedad/rutas-argentinas-revelan-pesimo_0_4J4r4n8ag.html: https://www.clarin.com/sociedad/rutas-argentinas-revelan-pesimo_0_4J4r4n8ag.html
- Colegio de Ingenieros del Perú. (2018). <http://www.cip.org.pe/>. Recuperado el 01 de julio de 2018, de <http://cdlima.org.pe/wp-content/uploads/2018/04/C%C3%93DIGO-DE-%C3%89TICA-REVISI%C3%93N-2018.pdf>

- Colegio de Ingenieros del Perú. (2018). *Código de Ética del Colegio de Ingenieros del Perú*. Recuperado el 29 de 07 de 2018, de <http://cdlima.org.pe/wp-content/uploads/2018/04/C%C3%93DIGO-DE-%C3%89TICA-REVISI%C3%93N-2018.pdf>
- Comercio. (13 de marzo de 2017). ¿Cuál es la situación de las carreteras del país? *Comercio*, 17. Recuperado el 23 de julio de 2018, de <https://elcomercio.pe/peru/semana-santa-situacion-carreteras-pais-414246>
- Cornejo y Velásquez. (2009). <https://civilgeeks.com/2014/07/06/comparacion-de-diseno-de-pavimento-rigido-por-los-metodos-pca-y-aashto-1993/>. Obtenido de <https://civilgeeks.com/2014/07/06/comparacion-de-diseno-de-pavimento-rigido-por-los-metodos-pca-y-aashto-1993/>: <https://civilgeeks.com/2014/07/06/comparacion-de-diseno-de-pavimento-rigido-por-los-metodos-pca-y-aashto-1993/>
- Cruzado, A. M., & Tenorio, C. A. (02 de Junio de 2018). (R. N. Sánchez Vega, Entrevistador)
- Dirección Regional de Transportes y Comunicaciones. (11 de marzo de 2017). *Asociación de Transportistas de diversos Distritos de Rodríguez de Mendoza hicieron una protesta por el mal estado de las carreteras*. Recuperado el 12 de julio de 2018, de Dirección Regional de Transportes y Comunicaciones de Amazonas.
- Dirección Regional de Transportes y Comunicaciones. (11 de marzo de 2017). <http://www.drtaamazonas.gob.pe/asociacion-de-transportistas-de-diversos-distritos-de-rodriguez-de-mendoza-hicieron-una-protesta-por-mal-estado-de-carreteras/>. Recuperado el 12 de julio de 2018, de <http://www.drtaamazonas.gob.pe/asociacion-de-transportistas-de-diversos-distritos-de-rodriguez-de-mendoza-hicieron-una-protesta-por-mal-estado-de-carreteras/>.
- El País. (23 de Mayo de 2018). Infraestructura: puente y vía para el desarrollo. (E. País, Ed.) *América Latina y el Caribe necesitan multiplicar su inversión en edificaciones para suplir el retraso y las deficiencias actuales*. Recuperado el 20 de junio de 2018, de https://elpais.com/elpais/2018/05/18/planeta_futuro/1526649693_551565.html

- Esfera Radio. (27 de Octubre de 2016). *Avanza asfaltado de carretera a Lonya Grande*. Recuperado el 25 de junio de 2018, de Avanza asfaltado de carretera a Lonya Grande: <http://www.esferaradio.net/noticias/avanza-asfaltado-de-carretera-a-lonya-grande/>
- Eurorap. (14 de marzo de 2018). Cómo afecta el mal estado de las carreteras en nuestra seguridad. *EuroRAP*, 32. Recuperado el 23 de julio de 2018, de <https://www.20minutos.es/noticia/3287701/0/infraestructura-mal-estado-seguridad-vial/>
- Fernández, C. G. (19 de junio de 2018). Utcubamba, Perú.
- García. (2015). *Propuesta de mejoramiento de la seguridad vial de una carretera de elevada accidentabilidad utilizando tecnologías ITS*. Tesis, Universidad Autónoma de México, México. Recuperado el 11 de julio de 2018, de <http://eds.a.ebscohost.com/eds/results?vid=0&sid=aceee56a-5282-44d9-ba63-19f218cf73e8%40sessionmgr4006&bquery=Construcci%25c3%25b3n%2Bde%2Bla%2Bcimentaci%25c3%25b3n%2Bdel%2Bdistribuidor%2BZaragoza-Textcoco%252c%2Btramo%2BA%2BBy%2BC%252c&bdata=Jmxhbm9ZXMmdH>
- Hernández, Fernández y Baptista. (2014). Metodología de la Investigación. En *Metodología de la Investigación* (pág. 634). México: McGraw-Hill. Recuperado el 27 de julio de 2018, de <http://observatorio.epacartagena.gov.co/wp-content/uploads/2017/08/metodologia-de-la-investigacion-sexta-edicion.compressed.pdf>
- Hernández, Fernández y Baptista. (2014). Metodología de la Investigación. En *Metodología de la Investigación* (pág. 634). México: McGraw-Hill. Recuperado el 26 de julio de 2018, de <http://observatorio.epacartagena.gov.co/wp-content/uploads/2017/08/metodologia-de-la-investigacion-sexta-edicion.compressed.pdf>
- Hernández, S. R., Fernández, C. C., & Baptista, L. P. (2014). *Metodología de la Investigación* (Sexta ed.). México: McGraw-Hill. Recuperado el 20 de junio de 2018, de [file:///C:/Users/Stany/Downloads/Metodolog%C3%ADa%20de%20la%20Investigaci%C3%B3n-sampieri-%206ta%20EDICION%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Stany/Downloads/Metodolog%C3%ADa%20de%20la%20Investigaci%C3%B3n-sampieri-%206ta%20EDICION%20(1).pdf)

- Innovación en Ingeniería. (19 de Julio de 2016). Diseño de la carretera San Bartolo, Maraypata, Agua Santa, Distrito de Santo Tomas- Provincia de Luya - Amazonas. *Revista de Investigación de Estudiantes de Ingeniería*, 1(1), 6. Recuperado el 25 de Junio de 2018, de <http://revistas.ucv.edu.pe/index.php/INNOVACION/article/view/884/690>
- Jesús, H. G. (2011). ACCESIBILIDAD UNIVERSAL Y DISEÑO PARA TODOS. En H. G. Jesús, & E. d. Arquitectura (Ed.), *ACCESIBILIDAD UNIVERSAL Y DISEÑO PARA TODOS* (pág. 272). Madrid: 1a edición junio 2011. Recuperado el 25 de 07 de 2018
- Jesús, H. G. (2012). ACCESIBILIDAD UNIVERSAL Y DISEÑO PARA TODOS. En H. G. Jesús, & E. d. Arquitectura (Ed.), *ACCESIBILIDAD UNIVERSAL Y DISEÑO PARA TODOS* (pág. 272). Madrid: 1a edición junio 2012. Recuperado el 25 de 07 de 2018
- Kenig, L. A., Zehnpfennig, Z. M., & Luis, F. P. (2012). *Fundamentos de Topografía*. Paraná, Brasil: Engenharia Cartográfica e de Agrimensura Universidad Federal de Paraná. Recuperado el 14 de julio de 2018, de [file:///C:/Users/Natalí/Downloads/FUNDAMENTOS%20DE%20TOPOGRAFIA%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Natalí/Downloads/FUNDAMENTOS%20DE%20TOPOGRAFIA%20(1).pdf)
- La Secretaría de Tránsito y Seguridad Vial. (31 de Julio de 2018). http://www.barranquilla.gov.co/transito/index.php?option=com_content&view=article&id=5507&Itemid=12. Recuperado el 28 de Julio de 2018, de http://www.barranquilla.gov.co/transito/index.php?option=com_content&view=article&id=5507&Itemid=12: http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:52bPZyl_pHUIJ:www.barranquilla.gov.co/transito/index.php%3Foption%3Dcom_content%26view%3Darticle%26id%3D5507%26Itemid%3D12+&cd=1&hl=es&ct=clnk&gl=pe
- LeyN°30276. (13 de 11 de 2014). *Ley N° 30276 de 13 de noviembre de 2014, que modifica la Ley de Derecho de Autor (Decreto Legislativo N° 822 de 23 de abril de 1996)*. Recuperado el 27 de 07 de 2018, de Ley N° 30276 de 13 de noviembre de 2014, que modifica la Ley de Derecho de Autor (Decreto Legislativo N° 822 de 23 de abril de 1996): <http://www.wipo.int/wipolex/es/details.jsp?id=15464>

M. Miranda, A. V. (08 de enero de 2017). *El 60% de los caminos en Chile no está pavimentado y regiones VIII y IX lideran déficit*. (La tercera) Recuperado el 20 de junio de 2018, de El 60% de los caminos en Chile no está pavimentado y regiones VIII y IX lideran déficit: <http://www2.latercera.com/noticia/60-los-caminos-chile-no-esta-pavimentado-regiones-viii-ix-lideran-deficit/>

Metrados para Obras de Edificaciones. (2015). *Norma Técnica* (Segunda ed.). Lima, Perú: Macro. Recuperado el 13 de julio de 2018



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

LÍMITES DE CONSISTENCIA

PROYECTO : TESIS : DISEÑO DE INTEGRAL DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA CIUDAD DE SAN MARCOS - CAJAMARCA - 2019

SOLICITANTE : TAFUR VILLATE VICTOR ALEJANDRO

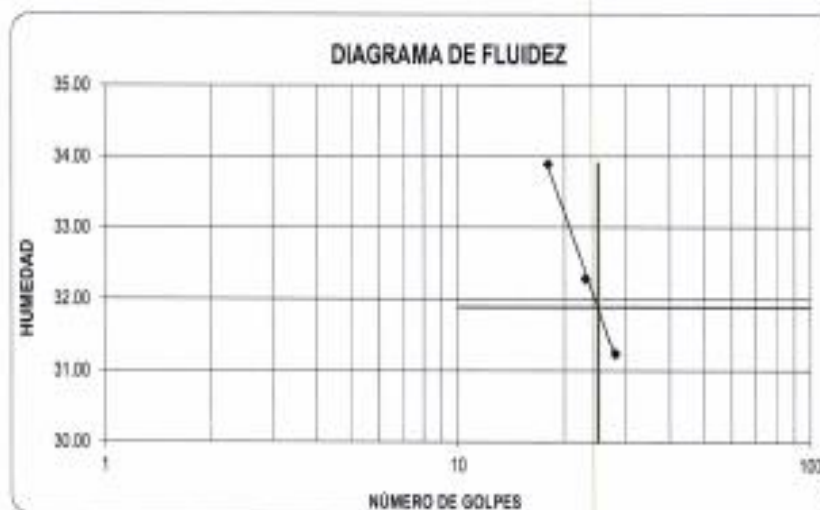
RESPONSABLE : ING. VICTORIA DE LOS ANGELES AGUSTIN DIAZ

UBICACIÓN : SAN MARCOS - CAJAMARCA

FECHA : JULIO DEL 2019

CALICATA C-1 ESTRATO E-03

LÍMITES DE CONSISTENCIA	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
Nº de golpes	18	23	28	-	-
Peso tara (g)	13.73	13.66	14.08		
Peso tara + suelo húmedo (g)	25.88	20.40	26.34		
Peso tara + suelo seco (g)	19.07	18.78	18.65		
Humedad %	33.90	32.28	31.24		
Límites	31.87			N.P.	



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
 Ing. Victoria de los Angeles Agustín Díaz
 Responsable del Laboratorio de Mecánica de Suelos

CAMPUS CHICLAYO
 Carretero Pimentel Km. 3.5
 Tel.: (074) 481 816 Ana.: 6514

Facebook: @ucv_peru
 Twitter: @villatevictor
 www.ucv.edu.pe

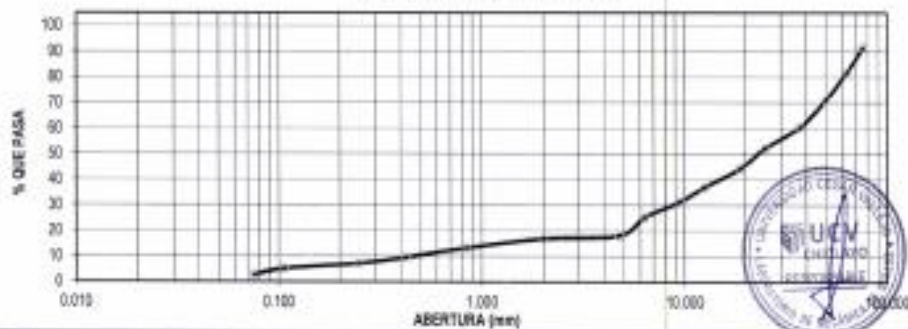
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
ANÁLISIS MECÁNICO POR TAMIZADO
ASTM D-422 / MTC E 107

PROYECTO : TESIS - DISEÑO DE INTEGRAL DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA CIUDAD DE SAN MARCOS - CAJAMARCA - 2019
SOLICITANTE : TAFUR VILLATE VICTOR ALEJANDRO
RESPONSABLE : ING. VICTORIA DE LOS ANGELES AGUSTIN DIAZ
UBICACIÓN : SAN MARCOS - CAJAMARCA
FECHA : JULIO DEL 2019

DATOS DEL ENSAYO

CALICATA :	C - 1	PROGRESIVA :		PESO INICIAL :	2198.90 gr
ESTRATO :	E - 04	FECHA :	JULIO DEL 2019	PESO LAVADO SECO :	2139.90 gr
PROFUNDIDAD :	3.25 - 4.15				

Tamizaje ASTM	Abertura en mm	Peso Retenido	Porcentaje Retenido	Porcentaje Acumulado	% que Pasa	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
75	3.00	35.90	1.63	1.63	98.37	Peso de tara : 35.80 35.80
75	3.00	214.00	9.73	11.36	90.27	Gh + Tara : 389.20 357.80
75	3.00	235.60	10.72	22.08	89.28	Gs + Tara : 389.80 348.70
150	6.00	220.70	10.03	32.11	89.97	Peso Suelo Seco : 285.00 285.10
75	3.00	185.80	8.45	40.56	91.55	Peso del agua : 8.45 8.90
30	60.00	170.28	7.74	48.30	92.26	Contenido de Humedad (%) : 3.28
100	150.00	166.38	7.57	55.87	92.43	Límite Líquido (LL) : N.P.
200	75.00	121.58	5.53	61.40	94.47	Límite Plástico (LP) : N.P.
140	100.00	132.40	6.02	67.42	93.98	Índice Plástico (IP) : N.P.
Nº4	4.75	189.70	8.63	76.05	91.37	Clasificación SuCS : GP
10	2.00	25.88	1.17	77.22	98.83	Clasificación AASHTO : A-1-a (0)
20	0.85	78.88	3.58	80.80	96.42	Descripción : GRAVA POBREMENTE GRADUADA CON ARENA
40	0.425	81.98	3.73	84.53	96.27	Observación AASHTO : BUENO
80	0.250	82.08	3.73	88.26	96.27	Coloración > 2 : PRESENTE
140	0.106	83.08	3.78	92.04	96.22	Grava 75-Nº4 : 73.49%
200	0.075	83.98	3.82	95.86	96.18	Areña Nº4 - Nº200 : 15.39%
< 200		86.70	3.94	100.00	96.06	Fines < Nº200 : 2.67%
Total		2198.80	100.00			

CURVA GRANULOMETRICA


*** Muestreo e identificación realizado por el solicitante.

ING. VICTORIA DE LOS ANGELES AGUSTIN DIAZ
 RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

ANÁLISIS MECÁNICO POR TAMIZADO
ASTM D-422 / MTC E 107

PROYECTO : TESIS: DISEÑO DE INTEGRAL DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA CIUDAD DE SAN MARCOS - CAJAMARCA - 2019

SOLICITANTE : TAFUR VILLATE VICTOR ALEJANDRO

RESPONSABLE : ING. VICTORIA DE LOS ANGELES AGUSTIN DIAZ

UBICACION : SAN MARCOS - CAJAMARCA

FECHA : JULIO DEL 2019

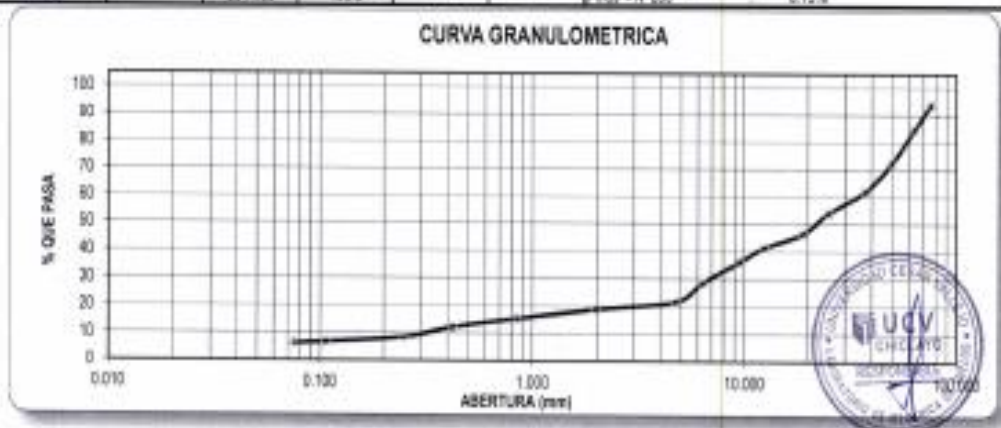
DATOS DEL ENSAYO

CALICATA : C-2 **PROGRESIVA :** **PESO INICIAL :** 2044.60 g

ESTRATO : E-93 **FECHA :** JULIO DEL 2019 **PESO LAVADO SECO :** 1916.60 g

PROFUNDIDAD : 0.00 - 3.00

Tamices ASTM	Abertura en mm	Peso Retenido	% Retenido	Materia Acumulada	% que Pasa	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200	125.60	6.14	9.14	93.86	Peso de tara : 103.40 / 104.60
2 1/2"	63.500	186.90	9.14	18.28	90.72	Si + Tara : 206.80 / 246.60
2"	50.800	248.50	12.15	27.44	77.86	Si + Tara : 264.40 / 244.60
1 1/2"	37.500	272.60	13.40	37.84	66.60	Peso Suelo Seco : 151.00 / 139.60
1"	25.000	298.70	14.61	46.09	55.39	Peso del agua : 2.40 / 2.20
3/4"	18.750	352.10	17.22	53.31	46.47	Contenido de Humedad (%) : 1.58
1/2"	12.500	403.20	19.72	58.57	41.43	Límite Líquido (LL) : 39.80
3/8"	9.525	438.50	21.44	63.85	36.12	Límite Plástico (LP) : N.P.
1/4"	6.350	485.20	23.73	71.47	28.53	Índice Plástico (IP) : N.P.
Nº4	4.750	539.60	26.39	78.31	21.69	Clasificación SUCS : GP-GM
10	2.000	59.30	2.90	81.20	18.80	Clasificación AASTHO : A-1-a(2)
20	0.850	68.80	3.36	84.62	15.38	Descripción : GRAVA POBREMENTE GRADUADA CON LIMO Y ARENA
40	0.425	68.30	3.34	87.96	12.14	Observación AASTHO : BUENO
60	0.250	74.30	3.63	91.49	8.51	Bolomera + 3"
100	0.150	76.80	3.75	93.24	6.15	Grava 3"-Nº4 : 72.17%
200	0.075	12.40	0.61	91.85	6.15	Arena Nº4 - Nº200 : 15.54%
< 200		125.80	6.15	100.00	0.00	Fino < Nº200 : 6.15%
Total		2044.60	100.0			



*** Muestra e identificación realizada por el solicitante.

CAMPUS CHICLAYO
Carretera Panamericana Km. 3.5
Tel: (074) 481 616 Av. 4514

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
[Signature]
E-mail: vicoria.de.los.angeles@ucv.edu.pe
E-mail: vicoria.de.los.angeles@ucv.edu.pe

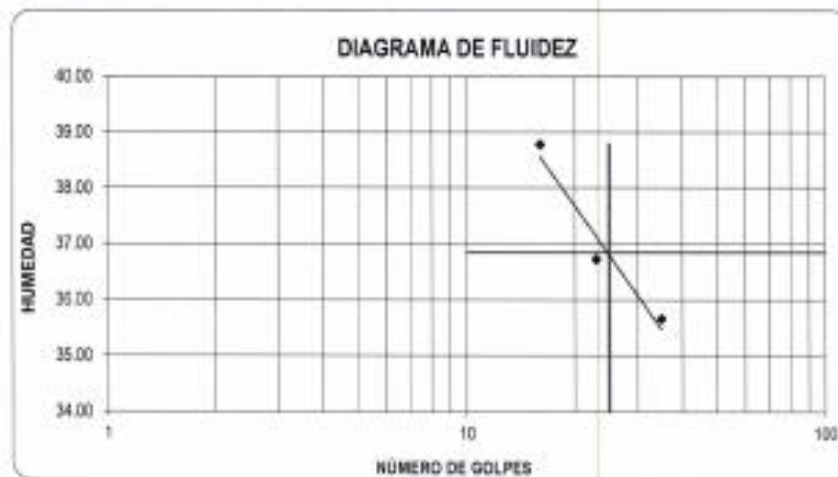
ucv.edu.pe
ucv.edu.pe
ucv.edu.pe
ucv.edu.pe

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

LÍMITES DE CONSISTENCIA

PROYECTO : TESIS ; DISEÑO DE INTEGRAL DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA CIUDAD DE SAN MARCOS - CAJAMARCA - 2019
 SOLICITANTE : TAPUR VILLATE VICTOR ALEJANDRO
 RESPONSABLE : ING. VICTORIA DE LOS ANGELES AGUSTIN DIAZ
 UBICACIÓN : SAN MARCOS - CAJAMARCA
 FECHA : JULIO DEL 2019

LÍMITES DE CONSISTENCIA	CALICATA C-2			ESTRATO E-03		
	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO		
Nº de golpes		16	25	35	-	-
Peso tara (g)	14.30	14.14	14.16			
Peso tara + suelo húmedo (g)	48.30	51.00	52.00			
Peso tara + suelo seco (g)	38.00	41.10	42.00			
Humedad %	38.78	38.72	35.56			
Límites		35.88			N.P.	



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
 VICERRECTORÍA ACADÉMICA
 VICERRECTORÍA DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO TECNOLÓGICO

CAMPUS CHICLAO
 Carretera Píscos Km. 3.5
 Tel.: (074) 481 516 Anx.: 6514

#uvcpers
 @uvcpers
 #valedelante
uv.edu.pe



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

ANALISIS MECANICO POR TAMIZADO
ASTM D-422 / MTC E 107

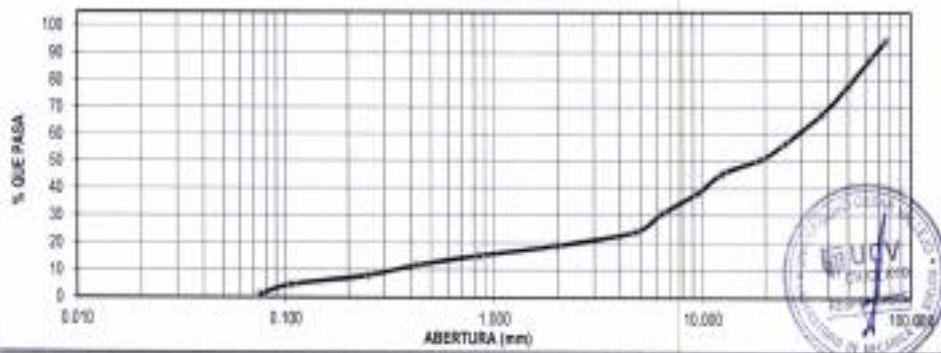
PROYECTO : TESIS - DISEÑO DE INTEGRAL DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA CIUDAD DE SAN MARCOS - CAJAMARCA - 2019
SOLICITANTE : TAPUR VILLATE VICTOR ALEJANDRO
RESPONSABLE : ING. VICTORIA DE LOS ANGELES ADUSTIN DIAZ
UBICACIÓN : SAN MARCOS - CAJAMARCA
FECHA : JULIO DEL 2019

DATOS DEL ENSAYO

CALICATA :	D-2	PROGRESIVA :		PESO INICIAL :	2548.40 gr
ESTRATO :	E-04	FECHA :	JULIO DEL 2019	PESO LAVADO SECO :	2524.60 gr
PROFUNDIDAD :	3.00 - 4.20				

Tamices ASTM	Abertura en mm	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% que Pasa	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200	130.90	5.37	5.37	94.63	Peso de tara : 308.73 121.40
2 1/2"	63.500	184.60	7.24	12.61	87.39	S _h + Tara : 754.20 732.40
2"	50.800	248.60	9.75	22.36	77.64	S _u + Tara : 732.60 701.40
1 1/2"	37.500	283.30	11.33	33.69	67.31	Peso Suelo Seco : 624.18 590.00
1"	25.000	375.60	14.81	48.50	51.50	Peso del agua : 21.40 21.90
3/4"	19.000	458.80	18.05	66.55	33.45	Contenido de Humedad (%) : 3.52
1/2"	12.500	528.80	20.76	87.31	12.69	Limite Líquido (LL) : N.P.
3/8"	9.525	582.30	22.85	109.16	77.15	Limite Plástico (LP) : N.P.
1/4"	6.350	659.90	25.86	135.02	64.14	Indice Plástico (IP) : N.P.
Nº4	4.750	768.70	30.15	165.17	69.85	Clasificación SUCS : GP
10	2.000	828.70	32.51	197.68	67.49	Clasificación AASHTO : A-1-a (0)
20	0.850	84.30	3.29	201.97	96.71	Descripción : GRAVA POBREMENTE GRADUADA CON ARENA
40	0.425	88.70	3.48	205.45	96.52	Observación AASTHO : BUENO
60	0.250	90.00	3.53	208.98	96.47	Gravels > 3" : PROGRESIVA
140	0.106	91.20	3.58	212.18	96.42	Gravels 3"-Nº4 : 70.10%
200	0.075	95.70	3.75	215.93	96.25	Gravels Nº4 - Nº200 : 27.98%
< 200		34.90	1.37	217.30	98.63	Fines < Nº200 : 0.97%
Total		2548.40	100.0			

CURVA GRANULOMETRICA



CAMPUS CHICLAYO
Carretera Pimentel Km. 3.5
Tel: 10740 481 616 Fax: 6514

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

ING. VICTORIA DE LOS ANGELES ADUSTIN DIAZ
MTC - INGENIERO DE LOS ANGELES ADUSTIN DIAZ
APS DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIAS

l@ucv.edu.pe
l@ucv.edu.pe
l@ucv.edu.pe
ucv.edu.pe

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
**ENSAYO DE CORTE DIRECTO
ASTM - D3080**

PROYECTO : TESIS - DISEÑO DE INTEGRAL DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA CIUDAD DE SAN MARCOS - CAJAMARCA - 2019

SOLICITANTE : TAFIR WILLATE VICTOR ALEJANDRO

RESPONSABLE : ING. VICTORIA DE LOS ANGELES AGUSTIN DIAZ

UBICACIÓN : SAN MARCOS - CAJAMARCA

FECHA : JULIO DEL 2019

C - 1 M-3 profundidad = 3.20m REMOLDEADA

**ENSAYO DE CORTE DIRECTO
ASTM - D3080**

Esfuerzo Normal (Kg/cm ²)			1.275 Kg/cm ²			2.55 Kg/cm ²			5.1 Kg/cm ²		
Altera	(cm)		2.50			2.50			2.50		
Diámetro	(cm)		4.98			4.98			4.98		
Densidad Natural	(g/cm ³)		1.30			1.34			1.30		
Humedad Natural	(%)		3.27			3.21			3.40		
Densidad Seca	(g/cm ³)		1.87			1.88			1.89		
1.275 Kg/cm ²			2.55 Kg/cm ²			5.1 Kg/cm ²					
Deformación (%)	Esf. de Corte (Kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado	Deformación (%)	Esf. de Corte (Kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado	Deformación (%)	Esf. de Corte (Kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado			
0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000			
3.10	0.197	1.075	0.10	1.148	1.302	0.15	2.002	1.184			
6.20	0.791	1.790	0.30	0.104	0.169	0.30	2.110	1.248			
9.30	0.791	1.777	0.30	0.208	0.264	0.30	2.188	1.284			
12.40	0.795	1.805	0.40	0.250	0.296	0.40	2.252	1.332			
15.50	0.792	1.814	0.60	0.318	0.377	0.60	2.362	1.361			
18.60	0.814	1.808	0.60	0.351	0.418	0.60	2.411	1.428			
21.70	0.807	1.827	0.70	0.368	0.436	0.70	2.403	1.408			
24.80	0.839	1.868	0.80	0.380	0.457	0.80	2.477	1.468			
27.90	0.842	1.892	0.90	0.408	0.484	0.90	2.501	1.479			
31.00	0.842	1.892	1.00	0.433	0.513	1.00	2.523	1.491			
34.10	0.844	1.900	1.10	0.430	0.520	1.10	2.593	1.516			
37.20	0.848	1.907	1.20	0.443	0.535	1.20	2.620	1.540			
40.30	0.860	1.911	1.30	0.430	0.517	1.30	2.629	1.550			
43.40	0.851	1.914	1.40	0.447	0.530	1.40	2.636	1.559			
46.50	0.854	1.921	1.50	0.480	0.584	1.50	2.688	1.588			
49.60	0.864	1.921	1.60	0.481	0.525	1.60	2.699	1.570			
52.70	0.858	1.933	1.70	0.440	0.529	1.70	2.689	1.570			
55.80	0.862	1.940	1.80	0.440	0.532	1.80	2.687	1.569			
58.90	0.862	1.940	1.90	0.442	0.534	1.90	2.685	1.568			
62.00	0.858	1.930	2.00	0.444	0.529	2.00	2.681	1.568			
65.10	0.860	1.942	2.10	0.445	0.529	2.10	2.680	1.569			
68.20	0.868	1.954	2.20	0.468	0.543	2.20	2.684	1.563			
71.30	0.868	1.954	2.30	0.489	0.544	2.30	2.690	1.584			
74.40	0.869	1.950	2.40	0.460	0.545	2.40	2.687	1.580			
77.50	0.869	1.966	2.50	0.461	0.547	2.50	2.688	1.580			
80.60	0.872	1.983	2.50	0.464	0.550	2.60	2.687	1.580			
83.70	0.872	1.983	2.70	0.465	0.551	2.70	2.686	1.580			
86.80	0.873	1.986	2.80	0.468	0.552	2.80	2.700	1.580			
89.90	0.873	1.980	2.90	0.467	0.554	2.90	2.701	1.580			
93.00	0.876	1.979	3.00	0.472	0.557	3.00	2.700	1.580			
96.10	0.876	1.979	3.10	0.471	0.558	3.10	2.701	1.580			
99.20	0.877	1.975	3.20	0.472	0.560	3.20	2.700	1.580			
102.30	0.877	1.976	3.30	0.473	0.560	3.30	2.704	1.580			
105.40	0.880	1.982	3.40	0.478	0.564	3.40	2.700	1.580			
108.50	0.880	1.982	3.50	0.477	0.568	3.50	2.703	1.580			



CAMPUS CHILAYO
Carrera Píntel Km. 3.5
Tel.: (074) 481 616 Anx. - 6514

UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
ING. VICTORIA DE LOS ANGELES AGUSTIN DIAZ
RESPONSABLE DEL CENTRO DE INVESTIGACIONES

fb:ucv.peru
@ucv.peru
#ucvchilayoc
ucv.edu.pe

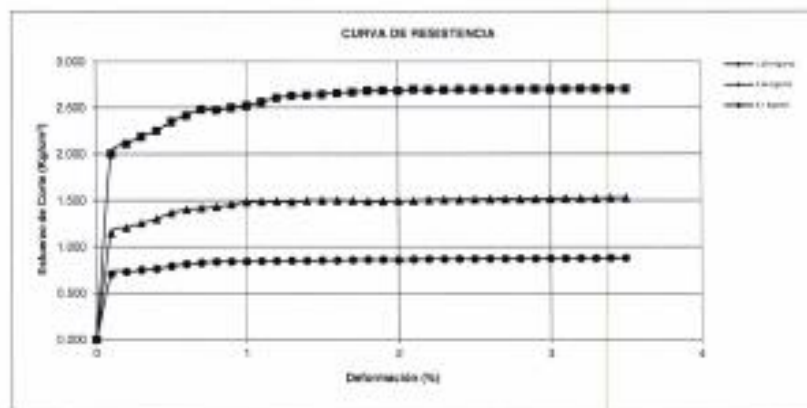
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

ENSAYO DE CORTE DIRECTO
ASTM - D3080

PROYECTO : TESIS - DISEÑO DE INTEGRAL DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA CIUDAD DE SAN MARCOS - CAJAMARCA - 2019
 SOLICITANTE : TAFUR VILLATE VICTOR ALEJANDRO
 RESPONSABLE : ING. VICTORIA DE LOS ANGELES AGUSTIN DIAZ
 UBICACIÓN : SAN MARCOS - CAJAMARCA
 FECHA : JULIO DEL 2019

C - 1 M-3 profundidad = 3.20m Estado: REMOLDEADA
 SUCS: GP - GM

ENSAYO DE CORTE DIRECTO
ASTM - D3080



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
 ING. VICTORIA DE LOS ANGELES AGUSTIN DIAZ
 2019 DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y FUNDAMENTOS

CAMPUS CHICLAYO
 Carretera Pimentel Km. 3.5
 Tel.: (074) 481-616 Fax.: 6514

fb:ucv.peru
 @ucv_peru
 #salvadolorce
ucv.edu.pe

Anexo N° 02: Resultado de análisis de agua



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO



LABORATORIO DE QUÍMICA/ FÍSICA

Tipo de Análisis	: FÍSICOQUÍMICO
Usuario	: VICTOR ALEJANDRO TAFUR VILLATE
Procedencia	: Ciudad de San Marcos - Cajamarca
Muestra	: AGUA RESIDUAL
Fecha de Emisión	: 18-06-2019
MUESTRA RECIBIDA EN LABORATORIO	


REPORTE DE RESULTADOS

PARÁMETRO	MEDIDA	UNIDADES
pH	7.41	
Temperatura	23.7	°C
Cec	673.9	uS/Cm
Demanda Química de Oxígeno	225	mg/L
Demanda Bioquímica de oxígeno	115	mg/L

Resultado: Teniendo en cuenta los LMP para aguas residuales

Los valores encontrados dentro del análisis fisicoquímico del agua residual están fuera de los límites establecidos siendo necesario un tratamiento para disminuir las concentraciones antes del vertimiento.

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO


Dra. María Raquel Maxe Malca
Jefa de Laboratorio de Química/ Física

CAMPUS CHICLAYO
Carretera Pimentel Km. 3.5
Tel.: (074) 481 616 Anx.: 6514

fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe

LABORATORIO DE BIOTECNOLOGÍA Y MICROBIOLOGÍA

TIPO DE ANÁLISIS : Microbiológico
USUARIO : Alejandro Tafur Villate
N° DE MUESTRA : 01
TIPO DE MUESTRA : agua residual
FECHA DE EMISIÓN : 10 de junio del 2019

MUESTRA RECIBIDA EN LABORATORIO

N° DE MUESTRA	PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDAD	EQUIPO
01	Coliformes fecales	70	UFC/100 ml	Filtración por membrana
	Coliformes totales	94	UFC/100 ml	Filtración por membrana

RESULTADOS: Según los estándares de calidad ambiental de agua residuales, los parámetros de coliformes deben ser menor o igual a 1000 NMP/100 ml , por lo tanto los resultados obtenidos de la muestra se encuentran dentro de los valores permitidos.

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO


Ing. Diana Karolina Quiroz Incio
Laboratorio de biotecnología y microbiología

CAMPUS CHICLAYO
Carretera Chiclayo Pimentel Km. 3.5
Telf.: (074) 481616 / Anexo: 6514

fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe

Anexo N° 03: Plano de ubicación



Anexo N° 04: sesión fotográfica del proyecto







Autorización del desarrollo del proyecto de tesis



MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE SAN MARCOS ALCALDIA

"Año del Dialogo y la Reconciliación Nacional"



San Marcos (Cajamarca), 31 de octubre de 2018

OFICIO N° 408-2018-MPSM/A

Señora : Mag. Victoria de los Ángeles Agustín Díaz.
COORDINADORA DE LA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
UCV - CHICLAYO.

Asunto : Autoriza desarrollo de Proyecto de Tesis.

Ref. : Oficio N° 412-2018-UCV.CH/DEIC.



Tengo el agrado de dirigirme a usted, para expresarle mi cordial y afectuoso saludo; a la vez visto el documento de la referencia, manifiestarle que mi Despacho AUTORIZA al estudiante TAFUR VILLATE VICTOR ALEJANDRO identificado con DNI N° 46245439, para desarrollar el Proyecto de Tesis: "DISEÑO INTEGRAL DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA CIUDAD DE SAN MARCOS - CAJAMARCA 2018", con el apoyo necesario de esta Institución.

Es propicia la oportunidad para expresarle las muestras de mi consideración y respeto.

Atentamente,



MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE
SAN MARCOS
[Signature]
Ing. Fernando A. Arbizú Quiroz
ALCALDE

cc.
Archivo.