



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“Evaluación del Sistema de Tratamiento de Aguas  
Residuales de las Lagunas de Oxidación de la Ciudad de  
Casma- 2017”

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

AUTOR:

Khira Muriel Mota Loarte

ASESOR:

Ing. Edgar Gustavo Sparrow Alamo

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Obras Hidráulicas y Saneamiento

NUEVO CHIMBOTE – PERÚ

2017

## PÁGINA DE JURADO

Los miembros del Jurado:

En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo damos conformidad para la sustentación de la Tesis Titulada "Evaluación del Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales de las Lagunas de Oxidación de la Ciudad de Casma-2017", la misma que debe ser defendida por la tesista: Khira Muriel Mota Loarte aspirante a obtener el título Profesional de Ingeniero Civil.



---

Mg. Erika Magaly Mozo Castañeda

PRESIDENTE



---

Ing. Edgar Gustavo Sparrow Álamo

SECRETARIO



---

Ing. Elena Charo Haro Quevedo

VOCAL

## DEDICATORIA

“A Dios padre quién supo guiarme por el buen camino, darme fuerzas para seguir adelante y no desmayar en los problemas que se presentaban, enseñándome a encarar las adversidades sin perder nunca la dignidad”.

A mi abuelo Luis Loarte quien es mi segundo padre, por sus enseñanzas y apoyo en el desarrollo de mi tesis.

A mi madre Miriam Loarte y padre Walter Mota por sus enseñanzas, amor, consejos y apoyo en los momentos difíciles.

A mi hermana Karla Mota por ser un gran ejemplo para mí y por haber estado a mi lado siempre como una gran amiga.

Finalmente, a mis maestros que me acompañaron durante mi formación como profesional.

El autor

## AGRADECIMIENTO

Estoy profundamente agradecida con la Ingeniera Erika Magaly Mozo Castañeda por sus enseñanzas y consejos que me brindo durante estos cinco años de formación profesional.

Al Ing. Rigoberto Cerna Chávez por apoyarme con sus asesorías y recomendaciones para hacer posible la culminación de la presente tesis.

A mi asesor temático el Ing. Edgar Gustavo Sparrow Alamo y al Ing. Gustavo Solano quien con sus conocimientos en Obras Hidráulicas pudo ayudarme en el desarrollo de la presente tesis.

Finalmente, a Cristhian De la Cruz por apoyo moral y desinteresado a lo largo de mi carrera.

El autor

## DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

"Yo, Khira Muriel Mota Loarte con DNI: N° 70763313, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grado y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Civil, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es verás 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 la información aportada, por lo cual me doblego a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo".

Nuevo Chimbote, Julio del 2017



Khira Muriel Mota Loarte

DNI N°: 70763313

# PRESENTACIÓN

Señores miembros del jurado:

Cumpliendo con las disposiciones vigentes establecidas por el Reglamento de Grado y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Civil, someto a vuestro criterio profesional la evaluación del presente trabajo de investigación titulado: “Evaluación del Sistema de Tratamiento de aguas residuales de las Lagunas de Oxidación de la Ciudad de Casma-2017”, con el objetivo de evaluar el “sistema de tratamiento de aguas residuales de las lagunas de oxidación de la ciudad de Casma”.

En el primer capítulo se desarrolla la Introducción que abarca la realidad problemática, antecedentes, teorías relacionadas al tema, formulación del problema, justificación y objetivos de la presente tesis de investigación.

En el segundo capítulo se describe la metodología de la investigación, es decir el diseño de la investigación, variables y su operacionalización, población y muestra, técnicas e instrumentos de recolección de datos que se empleó y su validez y confiabilidad realizada por tres jueces expertos en la materia.

En el tercer capítulo se expondrán los resultados obtenidos de la evaluación realizada en las lagunas de Oxidación y la propuesta de mejora dada por la tesis para dar solución al problema presentado.

En el cuarto capítulo, se discutirán los resultados llegando a conclusiones objetivas y recomendaciones para las futuras investigaciones.

Asimismo, el presente estudio es elaborado con el propósito de obtener el título profesional de Ingeniería Civil y realizar la mejora del sistema de tratamiento de aguas residuales en la Ciudad de Casma.

Con la convicción que se me otorgara el valor justo y mostrando apertura a sus observaciones, agradezco por anticipado las sugerencias y apreciaciones que se brinde a la presente investigación.

## ÍNDICE

CARÁTULA.....	i
PÁGINA DE JURADO.....	ii
DEDICATORIA .....	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD.....	v
PRESENTACIÓN .....	vi
RESUMEN .....	xiv
ABSTRACT.....	xv
I. INTRODUCCIÓN.....	16
II. MÉTODO .....	33
2.1 Diseño de Investigación .....	34
2.1.1 Diseño de Investigación.....	34
2.1.2 Tipo de Estudio .....	34
2.2 Variables, Operacionalización .....	35
2.2.1 Variable.....	35
2.3 Población y Muestra .....	38
2.3.1 Población y Muestra.....	38
2.3.2 Unidad Muestral .....	38
2.4 Técnica e Instrumento de Recolección de Datos, Validez y Confiabilidad ..	38
2.4.1 Técnica de Recolección de Datos.....	38
2.4.2 Instrumento de Recolección de Datos .....	39
2.4.3 Validez y confiabilidad .....	40
2.5 Método de Análisis de Datos .....	40
2.6 Aspectos Éticos .....	41
III. RESULTADOS.....	42
IV. DISCUSIÓN .....	103

V. CONCLUSIONES .....	109
VI. RECOMENDACIONES .....	111
VII. PROPUESTA .....	112
VIII. REFERENCIAS .....	153

## ANEXOS

### Instrumentos

#### Validación de los Instrumentos

#### Matriz de Consistencia

#### Ensayo de Agua- Laguna N° 01

#### Ensayo de Agua- Laguna N° 02

#### Calculo de Población Futura

#### Estudio de Suelos

#### Normas Técnicas

#### Panel Fotográfico

#### Plano de Ubicación y Localización

#### Plano Topográfico actual

#### Plano de Secciones Transversales- Laguna N° 01

#### Plano Topográfico- Diseño de Propuesta de Mejora

#### Plano en Planta de Cámara de Rejas y Desarenador- Diseño Proyectado al Año 2037

#### Plano en Planta de Cámara de Rejas y Desarenador- Diseño con Caudal de Aforo

#### Plano de Cerco Perimétrico

#### Plano de Humedales Artificiales

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 01: Operacionalización de Variables .....	35
Tabla N° 02: Evaluación del estado de funcionamiento del sistema de tratamiento de aguas residuales de las lagunas de oxidación de la ciudad de Casma-2017..	43
Tabla N° 03: Evaluación del estado de funcionamiento de los parámetros de caracterización del sistema de tratamiento de aguas residuales de las lagunas de oxidación de la ciudad de Casma-2017 .....	44
Tabla N° 04: Diagnostico del estado actual de funcionamiento de laguna de oxidación N° 01 de la ciudad de Casma-2017 .....	45
Tabla N° 05: Diagnostico del estado actual de funcionamiento de laguna de oxidación N° 02 de la ciudad de Casma-2017 .....	46
Tabla N° 06: Resultados del volumen de sedimentación en el sistema de tratamiento de aguas residuales de las lagunas de oxidación de la ciudad de Casma-2017: .....	47
Tabla N° 07: Resultados de aforo en campo realizado a la entrada de lagunas de oxidación N° 01 de la ciudad de Casma-2017 .....	48
Tabla N° 08: Resultados del diagnóstico y evaluación de los parámetros de operación de la Laguna de Oxidación N° 01- 2017 .....	53
Tabla N° 09: Resultados del diagnóstico y evaluación de los parámetros de operación de la Laguna de Oxidación N° 02- 2017 .....	57
Tabla N° 10: Resultados del muestreo realizado para determinar los parámetros de caracterización del agua residual en la Laguna de Oxidación N° 01 -2017.....	61
Tabla N° 11: Resultados del muestreo realizado para determinar los parámetros de caracterización del agua residual en la Laguna de Oxidación N° 02 -2015.....	68
Tabla N° 12: Resultados de la comparación entre los afluentes que ingresan a la laguna N° 01 y la Laguna N° 02 .....	75
Tabla N° 13: Resultados de la comparación entre los efluentes que salen de la laguna N° 01 y de la Laguna N° 02.....	82

Tabla N° 14: Resultados del porcentaje de remoción en la laguna de oxidación N° 01- Muestras tomadas en el año 2017.....	89
Tabla N° 15: Resultados del porcentaje de remoción en la laguna de oxidación N° 02- Muestras tomadas en el año 2015.....	90
Tabla N° 16: Resultados de caudales de diseño.....	94
Tabla N° 17: Resultados de la encuesta de satisfacción realizada.....	113

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico N° 01: Comportamiento de DBO a la entrada y salida de la Laguna de oxidación N° 01.....	62
Gráfico N° 02: Comportamiento de solidos totales en suspensión a la entrada y salida de la Laguna de Oxidación N°01 .....	63
Gráfico N° 03: Comportamiento de ACEITES Y GRASAS a la entrada y salida de la Laguna de Oxidación N° 01 .....	64
Gráfico N° 04: Comportamiento de pH a la entrada y salida de la Laguna de Oxidación N° 01 .....	65
Gráfico N° 05: Comportamiento de DQO a la entrada y salida de la Laguna de Oxidación N° 01 .....	66
Gráfico N° 06: Comportamiento de COLIFORMES TERMOTOLERANTES a la entrada y salida de la Laguna de Oxidación N° 01 .....	67
Gráfico N° 07: Comportamiento de DBO a la entrada y salida de la Laguna de oxidación N° 02.....	69
Gráfico N° 08: Comportamiento de solidos totales en suspensión a la entrada y salida de la Laguna de Oxidación N°02 .....	70
Gráfico N° 09: Comportamiento de ACEITES Y GRASAS a la entrada y salida de la Laguna de Oxidación N° 02.....	71
Gráfico N° 10: Comportamiento de pH a la entrada y salida de la Laguna de Oxidación N° 02.....	72
Gráfico N° 11: Comportamiento de DQO a la entrada y salida de la Laguna de Oxidación N° 02.....	73
Gráfico N° 12: Comportamiento de COLIFORMES TERMOTOLERANTES a la entrada y salida de la Laguna de Oxidación N° 02 .....	74

Gráfico N° 13: Comparación entre la cantidad de DBO que ingresa como afluente a la Laguna N° 01 y la Laguna N° 02 .....	76
Gráfico N° 14: Comparación entre la cantidad de SÓLIDOS TOTALES EN SUSPENSIÓN que ingresa como afluente a la Laguna N° 01 y la Laguna N° 02 .....	77
Gráfico N° 15: Comparación entre la cantidad DE ACEITES Y GRASAS que ingresa como afluente a la Laguna N° 01 y la Laguna N° 02 .....	78
Gráfico N° 16: Comparación entre la cantidad de pH que ingresa como afluente a la Laguna N° 01 y la Laguna N° 02 .....	79
Gráfico N° 17: Comparación entre la cantidad de DQO que ingresa como afluente a la Laguna N° 01 y la Laguna N° 02 .....	80
Gráfico N° 18: Comparación entre la cantidad de COLIFORMES TERMOTOLERANTES que ingresa como afluente a la Laguna N° 01 y la Laguna N° 02.....	81
Gráfico N° 19: Comparación entre la cantidad de DBO que sale como efluente a la Laguna N° 01 y la Laguna N° 02 .....	83
Gráfico N° 20: Comparación entre la cantidad de SÓLIDOS TOTALES EN SUSPENSIÓN que sale como efluente a la Laguna N° 01 y la Laguna N° 02 .....	84
Gráfico N° 21: Comparación entre la cantidad de ACEITES Y GRASAS que sale como efluente a la Laguna N° 01 y la Laguna N° 02 .....	85
Gráfico N° 22: Comparación entre la cantidad de pH que sale como efluente a la Laguna N° 01 y la Laguna N° 02 .....	86
Gráfico N° 23: Comparación entre la cantidad de DQO que sale como efluente a la Laguna N° 01 y la Laguna N° 02 .....	87
Gráfico N° 24: Comparación entre la cantidad de COLIFORMES TERMOTOLERANTES que sale como efluente a la Laguna N° 01 y la Laguna N° 02.....	88
Gráfico N° 25: Grado de interés del tema- Pobladores Casmeños- 2017 .....	95

Gráfico N° 26: Calidad de los materiales utilizados- Pobladores Casmeños- 2017 .....	96
Gráfico N° 27: Organización de contenido de temas- Pobladores Casmeños- 2017 .....	97
Gráfico N° 28: Dominio del tema mostrado por el tesista- Pobladores Casmeños- 2017.....	98
Gráfico N° 29: Cumplimiento de los objetivos de la sesión- Pobladores Casmeños- 2017.....	99
Gráfico N° 30: Grado de interés general del evento- Pobladores Casmeños- 2017 .....	100
Gráfico N° 31: Pobladores Casmeños que están de acuerdo en que se realice la mejora de las Lagunas de Oxidación- 2017 .....	101

## RESUMEN

La presente evaluación del “Sistema de Tratamiento de aguas residuales de las lagunas de oxidación de la Ciudad de Casma- 2017”, pertenece a la línea de investigación Obras Hidráulicas y Saneamiento.

Como objetivo general se tuvo: “Evaluar el Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales de las Lagunas de Oxidación de la Ciudad de Casma”. El tipo de investigación fue descriptiva teniendo un “diseño no experimental- cuantitativo”, tanto la población como la muestra de estudio fueron las mismas, siendo las Lagunas de Oxidación de la Ciudad de Casma, como instrumento se tuvo una Guía de Observación elaborada por el tesista, siendo esta misma validada por tres expertos y un protocolo establecido por el “Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento”.

Las teorías en las que se encuentra enmarcada la investigación son “las normas técnicas vigentes en el Perú y el libro de Ingeniería de aguas residuales que tiene como autor a Metcalf y Eddy publicado en el año 2007”.

La tesis tuvo como indicadores el tratamiento secundario, lagunas de oxidación facultativas y los parámetros físicos químicos y bacteriológicos, siendo todos ellos los contribuyentes a llegar a la conclusión que el sistema de tratamiento actualmente se encuentra en mal funcionamiento, ya que según los trabajos de campo y muestreos realizados en el agua residual se determinó que las obras del sistema no están cumpliendo con la función para la que fueron diseñadas y lo que es peor aún no cumple con los Límites Máximos Permisibles y el Estándar de Calidad Ambiental.

**Palabras Claves:** Lagunas de Oxidación, Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO), Agua residual, Afluente, Efluente.

## ABSTRACT

The present evaluation of the Wastewater Treatment System of the oxidation lagoons of the City of Casma-2017, belongs to the Hydraulic Works research line.

The general objective was to: Evaluate the Wastewater Treatment System of the Oxidation Lagoons of the City of Casma. The type of research was descriptive having a non-experimental-quantitative design, both the population and the study sample were the same, being the Oxidation Lagoons of the City of Casma, as an instrument had a Observation Guide elaborated by the thesis, Being validated by three experts and a protocol established by the Ministry of Housing Construction and Sanitation.

The theories in which the research is framed are the technical norms in force in Peru and the book of Engineering of wastewater that has as author to Metcalf and Eddy published in the year 2007.

The thesis was based on secondary treatment, facultative oxidation ponds and chemical and bacteriological physical parameters, all of them contributing to the conclusion that the treatment system is currently malfunctioning, since according to the field work And samples taken in the waste water, it was determined that the works of the system are not fulfilling the function for which they were designed and what is worse still does not comply with the Maximum Permissible Limits and the Environmental Quality Standard.

Key Words: Oxidation Lagoons, Biochemical Oxygen Demand (BOD), Wastewater, Influent, Effluent

## I. INTRODUCCIÓN

La presente investigación se denomina: “Evaluación del sistema de tratamiento de aguas residuales de las lagunas de oxidación de la ciudad de Casma”, la cual busca la implementación de un adecuado “tratamiento de las aguas residuales”, que permita mejorar el riego en las zonas agrícolas de Tabón Alto, disminuir el índice de enfermedades y dar solución al volumen de las aguas servidas producidas en la actualidad, así como las que se producirán en el futuro (Nassar Faddi, 2015, p.15).

Es debido a ello que para dar inicio al presente trabajo se pudo indagar la siguiente realidad problemática: Según Nassar Faddi (2015, p.15) en los últimos años se presentó una creciente escasez de agua potable, necesidad de proteger el medio ambiente y aprovechar económicamente las aguas residuales ha hecho que se promueva internacionalmente el reusó controlado de efluentes”.

Así mismo uno de “los mayores desafíos que actualmente la sociedad tiene que afrontar a nivel mundial es el abastecimiento y saneamiento del agua, ya que, debido al imparable crecimiento de la población, la demanda de los servicios de agua, alcantarillado y saneamiento ha ido en aumento, así como la generación de aguas residuales. Internacionalmente se sabe que 2,600 millones de personas carecen de acceso al saneamiento apropiado en el mundo, los problemas fundamentales que empeoran la situación en muchos países son una infraestructura deficiente, escasez de recursos humanos y medios insuficientes para mejorar la situación” (Organización Mundial de la Salud, 2012, p. 13).

“En el Perú, se genera aproximadamente 2'217,946 m<sup>3</sup> por día de aguas residuales, es decir 142 litros al día por cada habitante, que son descargadas a la red de alcantarillado de las EPS (Entidades Prestadoras de Servicios de Saneamiento), de las cuales solo el 32% de estas recibe tratamiento, se ha proyectado que para el año 2024, el Perú generará más del doble de aguas residuales, 4'842,579 m<sup>3</sup> aproximadamente, que actualmente manejan las

entidades prestadoras de servicio” ( Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental , 2014, p. 20).

Es importante mencionar que actualmente está ocurriendo “sobrecarga de aguas residuales en las plantas de tratamiento cuya infraestructura es insuficiente, lo cual origina que los efluentes tratados excedan los límites máximos permisibles, y no se cumplan con los estándares de calidad ambiental, esto genera problemas ambientales como la contaminación de los cuerpos de agua y la generación de malos olores que se convierten en focos infecciosos para la salud de las poblaciones, así como para la flora y fauna del lugar” (Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental, 2014, p. 21).

En la localidad de Casma el “sistema de tratamiento de aguas residuales está constituida por dos lagunas” , la laguna N° 02 que actualmente se encuentra inoperativa, la laguna N°01 que es la más antigua pero aún sigue funcionando debido al mantenimiento que se le realizó en el año 2014 , “esta recibe todos los afluentes provenientes de los desagües de la localidad de Casma, no existiendo tratamiento alguno a las aguas servidas ya que por lo menos se necesitan 2 lagunas; así mismo los efluentes son eliminados a través de la acequia de regadío tabón alto, uniéndose a las aguas que se utilizan para el regadío de los cultivos que se siembran en la zona tales como plantas de maíz, esparrago, mango Kent, ají paprika y otros; hecho que actualmente está generando daños económicos a los agricultores de la zona y perjudicando a la población de Casmeña ya que los productos de pan llevar que son cosechados de dichos terrenos son comercializados en el mercado local, mercados de la ciudad de Lima, Trujillo, Chimbote y el extranjero”. Atentando contra la salud pública y ocasionando perjuicios al medio ambiente y acuífero (Comercio, 2016, noviembre 8).

Así mismo en la visita de campo se pudo diagnosticar que el sector de tabón alto presenta la mayor zona de riesgo por la evacuación directa de las aguas servidas al canal de regadío principal, mezclándose con las aguas del río Casma que son usados en los campos agrícolas sin ningún tratamiento previo en su uso.

Es importante mencionar que los principales factores que están asociados a este problema, es el diseño de la laguna de Oxidación que se hizo de acuerdo a un porcentaje de población, que debido al aumento de los años se fue incrementando y no recibe los mantenimientos necesarios por parte de la entidad a cargo del sistema.

Los antecedentes más relevantes encontrados sobre el tema de investigación son los siguientes; para el autor Rosa Carolina Olea Madruga en el año 2013, en su tesis titulada: "Evaluación de la planta de tratamiento de aguas residuales del municipio de Coatepec, Veracruz" (Olea, 2013, p.1), planteó como objetivo general: "Evaluar el funcionamiento de la planta de tratamiento de aguas residuales municipales por lagunas de estabilización de Coatepec, Veracruz, México" (Olea, 2013, p.12). utilizo como muestra de estudio: "La planta de tratamiento de aguas residuales de Coatepec" el instrumento utilizado para recoger los datos fue: Protocolos y la metodología empleada fue: "el muestreo de la planta de tratamiento, la caracterización de las aguas residuales del proceso, la determinación de los parámetros de operación de la planta y la discusión de los resultados obtenidos" (Olea, 2013, p.37). Por consiguiente de dicha investigación se presenta los siguientes conclusiones según Olea ( 2013), los parámetros de efluentes analizados cumplieron con la normativa y "se observa una menor eficiencia de la planta (75%), que la marcada por el balance ideal (100%) , la entrada a la planta mostró un comportamiento dentro de lo típico para las descargas de agua doméstica, en lo referente al pH es posible concluir que no se encontraron valores extremos; en el afluente los resultados varían de 7 a 7.5 lo que permite un tratamiento eficaz puesto que está dentro de los parámetros recomendados, la DBO ("Demanda bioquímica de oxígeno") y la DQO ("Demanda química de oxígeno") en el afluente presentaron valores dentro del rango de lo típico, y mantuvieron una relación constante, salvo en marcadas ocasiones" (p.82). "Esta relación se puede comprobar con los valores de la DBO/DQO, ya que concuerdan con lo marcado por la literatura y significa que el agua es fácilmente degradable y el tratamiento biológico es adecuado para ella, las eficiencias de las distintas lagunas, a pesar de haber tenido algunos valores bajos en términos de lo reportado por las distintas bibliografías y también en

comparación el balance de masa realizado, se pueden considerar aceptables, ya que la eficiencia de todo el conjunto fluctuó del 60 al 79%, para finalizar es posible concluir que la planta de tratamiento de aguas residuales del municipio de Coatepec opera de manera correcta porque cumple tanto con la normatividad de la materia como con los estándares establecidos en la bibliografía” (Olea, 2013,p.83). “La presencia de bioindicadores como la pulga de agua en el agua tratada reafirma la calidad de la misma, para una continuación de este trabajo sería importante el estudio de la remoción de los organismos patógenos en el agua residual, otra alternativa interesante para continuar este trabajo sería llevar a cabo el análisis de muestras compuestas, para lo cual se tendría que contactar con algún laboratorio del municipio de Coatepec, evitando así los problemas de la distancia y transporte” (Olea, 2013, p.84).

También se tiene el estudio que fue realizado por Gil García Cristina María y Farache Pericana José Luis en el año 2010 en su tesis titulada: “Evaluación del funcionamiento en la planta de tratamiento de las aguas residuales con lagunas de oxidación Aricagua, municipio Antolín del Campo, Estado Nueva Esparta” (Gil y Farache, 2010,p.1), quienes se plantearon como objetivo: “Evaluar el funcionamiento en la Planta de Tratamiento de las Aguas Residuales con lagunas de oxidación Aricagua, Municipio Antolín Del Campo, Estado Nueva” (Gil y Farache, 2010,p.25), la muestra de estudio utilizada fueron: las Lagunas de Oxidación Aricagua, se emplearon los protocolos como instrumento de recolección de datos, de dicha investigación se tuvo las siguientes conclusiones: “El caudal que ingresa a la planta , calculado por medio a través de aforos fue 55.44 l/seg., indicándonos así que el cálculo de la población tiene un margen de error del 0.7%, la planta de tratamiento fue diseñada para una población de 100 000 habitantes, sin embargo la primera etapa construida y actualmente en funcionamiento, cubre una población de diseño de 20 000 habitantes según información suministrada por la Unidad Ejecutora de Saneamiento Ambiental (UESA), con un umbral hasta el 2005, el cual, para ese año la población era de 20 325 habitantes “ (Gil y Farache, 2010,p.130). “Actualmente la población es de 24193 habitantes, aunque esta cifra varía en temporadas vacacionales, aumentando hasta en un 30%; la cifra

que excede la capacidad de la primera etapa, el efluente del sistema de tratamiento presentó los siguientes valores físico- químicos promedios: el pH el valor fue de 7.73, el valor de DBO, fue 68.38 mg/l, el OD el valor fue de 6.36 mg/l, el SST(sólidos suspendidos totales) el valor fue de 88.85 mg/l, el ST(sólidos totales) el valor fue de 1481.85 mg/l, el SDT( Sólidos disueltos totales) el valor fue de 1280.69 mg/l, el cloruro el valor fue de 333.46 mg/l. Según la norma, los valores de DBO, SST y OD están por encima del límite máximo establecido, lo que significa que la planta no está cumpliendo con el proceso de remoción de la carga orgánica, los valores bacteriológicos obtenidos en los estudios del laboratorio de Coliformes Fecales y Totales en el efluente fue  $2.03 \times 10^4$  NMP/100 y  $1.46 \times 10^4$  NMP/100 respectivamente, donde cada valor excede notablemente su valor permitido por la norma” (Gil y Farache, 2010, p.132).

Debido a que la muestra no pasó por un proceso de cloración, ya que se encuentra fuera de funcionamiento, según los valores obtenidos en los estudios físico-químicos y bacteriológicos muestran que el tratamiento, de las está trabajando en condiciones poco óptimas con respecto a la eficiencia. Debido a que los resultados obtenidos, sobre todo en materia de sólidos, están muy por debajo del límite esperado en remoción de sólidos, el valor de remoción del DBO fue 81,18%, aunque es notable que está funcionando el sistema en este aspecto, se necesita aumentar la “eficiencia en la eliminación de la DBO”, para que el agua residual tratada, sea reutilizable, las lagunas de oxidación y maduración en temporadas vacacionales, se colapsan (se desbordan), debido a que el sistema de bombeo hacia “el tanque de almacenamiento, ubicado en el cerro el Coco”, solo funciona una sola bomba de dos que deberían estar operativas, el sistema de cloración no funciona, por lo que se está suministrando agua para riego de cultivos y ornamento sin clorar, con un alto grado de contaminación a lo que en bacterias se refiere y por último desde su “puesta en funcionamiento, la planta de tratamiento de aguas residuales Aricagua”, no se le ha realizado ningún tipo de limpieza en sus lagunas, lo que nos hace deducir, que el fondo de estas lagunas tiene una capa considerable de lodos, debido a que no existen sedimentadores, ni

lechos de secados en el sistema, y todo el lodo generado, se queda estancados en las lagunas (Gil y Farache, 2010,p.132).

Como último antecedente se tiene el estudio que fue realizado por Gloria Correa Restrepo en el año 2008 en su tesis titulada: “Evaluación y monitoreo del sistema de lagunas de estabilización del municipio de Santa Fé de Antioquia, Colombia” (Correa, 2008,p.1), quienes se plantearon como objetivo: “Evaluar y monitorear el comportamiento actual del sistema de lagunas de estabilización para el tratamiento de las aguas residuales domésticas del municipio de Santa Fe de Antioquia” (Correa, 2008,p.40) , Según Correa (2008) la muestra en estudio utilizada fue: “Lagunas de Estabilización del municipio de Santa Fé de Antioquia”, el instrumento utilizado para recoger los datos fue: “Muestreos del sistema” y Protocolos , en cuanto a la metodología se tiene: “reconocimiento a la zona de estudio, revisión de los diferentes métodos de diseño para lagunas, muestreos de campo y el trabajo de laboratorio” ( p.46), así mismo de dicha investigación se presenta los siguientes conclusiones: “Con respecto a los caudales encontrados, es pertinente hacer un control del mismo durante las 24 horas, para minimizar las sobrecargas al proceso de tratamiento, para esto se recomienda revisar la calibración del vertedero de excesos, localizado en el sistema preliminar de la planta y controlar la distribución de los afluentes para cada laguna facultativa, la razón que existe entre la DBO y la DQO total del agua cruda está en un promedio de 0.45, cociente que se ha encontrado muy comúnmente para las aguas residuales domésticas” (Correa, 2008, p.123).

Las teorías en las que se encuentra sustentada la investigación se tiene: Según “RNE-NormaOS.090” (2009) , el cual establece que el Tratamiento de Agua Residual se da en una infraestructura que permite la depuración de las aguas residuales, ya que “toda agua servida o residual debe ser tratada, tanto para proteger la salud pública como para preservar el medio ambiente. Antes de tratar cualquier agua servida se debe conocer su composición, esto es lo que se llama caracterización del agua” (p.84).

Según Nassar Faddi (2016, párr.3), un sistema de “aguas servidas bien operado debe eliminar al menos un 90 % de la materia orgánica y de los

microorganismos patógenos presentes en ella, la etapa primaria elimina el 60 % de los sólidos suspendidos y un 35 % de la DBO (Demanda Bioquímica de Oxígeno), la etapa secundaria, en cambio, elimina el 30 % de los sólidos suspendidos y un 55 % de la DBO”.

Para Metcalf y Eddy (2007), “Niveles de tratamiento” son: “El Pre-Tratamiento donde se remueven grandes objetos que puedan dañar el equipo, como el cribado, las rejillas y los desarenadores. El objetivo del pretratamiento es acondicionar el agua residual a fin esta pueda pasar a las demás etapas de tratamiento sin afectar la operación de los mismos. También se puede incluir a la flotación como pretratamiento para remover las grasas y aceites” (p.16), así mismo en el tratamiento Primario, tiene como objetivo “la remoción de sólidos orgánicos e inorgánicos sedimentables, para disminuir la carga en el tratamiento biológico, los sólidos removidos en el proceso tienen que ser procesados antes de su disposición final. Los procesos del tratamiento primario para las aguas residuales pueden ser: tanques Imhoff, tanques de sedimentación y tanques de flotación” (Metcalf y Eddy, 2007, p. 16). En cuanto al tratamiento secundario, “comprende todos los procesos biológicos que se encargan de eliminar la mayoría de materia orgánica biodegradable y sólidos suspendidos” (Norma OS.090, 2009, p. 31), “con una eficiencia de remoción de DBO soluble mayor a 80%, pudiendo ser de biomasa en suspensión o biomasa adherida” (Norma OS.090, 2009, p. 32). El tratamiento secundario “incluye los siguientes sistemas: lagunas de estabilización, lodos activados (incluidas las zanjas de oxidación y otras variantes), filtros biológicos, humedales y biodiscos” (Norma OS.090, 2009, p. 36), en el último nivel de tratamiento es el Tratamientos Terciario, que tiene como “objetivo de remover contaminantes específicos, usualmente tóxicos o compuestos no biodegradables, tales como el nitrógeno y el fósforo que no se pueden remover con el tratamiento secundario. Sin el tratamiento terciario adecuado, la descarga de la planta podría seguir siendo un riesgo ambiental. Ejemplos del tratamiento terciario serían: el carbón activado, el intercambio iónico y la transferencia de gases” (Metcalf y Eddy, 2007, p. 38).

Según Correa (2008), “entre las técnicas de bajo costo utilizadas en los tratamientos biológicos para depurar las aguas residuales domésticas, ha sido las lagunas de oxidación. El lagunaje ha pasado en pocos años a convertirse en la elección prioritaria, para muchos países, incluso aplicadas en diversas condiciones climáticas, teniendo un recorrido de implantación desde los trópicos hasta Alaska” (p.15).

Por esta razón en la Ciudad de Casma se emplean “lagunas de oxidación para dar tratamiento a sus aguas residuales”: Según la Norma OS.090 (2009, p.33), “las lagunas de oxidación o estabilización son estanques diseñados para el tratamiento de aguas residuales mediante procesos biológicos naturales de interacción de la biomasa (algas, bacterias, protozoarios, etc.) y la materia orgánica contenida en el agua residual”. Por otra parte, según Metcalf y Eddy (2007) dice que las “lagunas de oxidación son lugares de almacenamiento de aguas residuales, relativamente grandes y de poca profundidad, provistas de estructuras en tierra abiertas al sol y al aire y cuyo fin es el de lograr el tratamiento de las aguas residuales a través de procesos naturales, pero controlados” (p.60).

Según la “Guías para la realización de la Inspección Ambiental Estatal” (2014) sostiene que: “los sistemas de lagunas de oxidación se utilizan generalmente en las zonas rurales, para el tratamiento de las aguas residuales. Este tipo de lagunas son frecuentemente utilizados por pequeños municipios y también por algunas industrias, en la creencia, errónea por cierto, de que funcionan con muy poco mantenimiento, si bien el mantenimiento no requiere mano de obra intensiva, sí necesita controlarse la biomasa del mismo, de manera que pueda lograr el objetivo primordial de sanear el efluente para ser volcado a los cuerpos receptores sin contaminar .Por lo general, están constituidos por tres lagunas: la primera anaeróbica, la segunda facultativa y la tercera aeróbica” (p.21).

“Estos sistemas si no son correctamente mantenidos, transcurrido cierto tiempo de funcionamiento, comienzan a colapsar provocando sobrenadantes en superficie y emanaciones de olores desagradables. Esto a su vez, provoca

el vuelco posterior a cursos de agua sin cumplir con los parámetros estipulados en las normativas vigentes” (Lagunas de oxidación, 2015, párr.1).

Según la “Guía Ambiental” las principales ventajas y desventajas de las lagunas de oxidación son: En cuanto a las ventajas: “Es un proceso sencillo que no requiere de personal altamente capacitado , es el tratamiento que presenta menos problemas siempre y cuando se asegure un mínimo de atención a su operación, requiere la menor inversión de capital, construcción, operación y mantenimiento que cualquier otro proceso, cuando el valor del terreno no es excesivo, no necesita equipo de alto costo , utiliza poca o nula energía eléctrica, entrega efluentes de calidad igual o superior a algunos procesos convencionales de tratamiento , es el único proceso de tratamiento convencional sin desinfección que entrega un efluente con bajo contenido de bacterias, presenta pocos problemas en el manejo y disposición de lodos, sirve como hábitat para la flora y la fauna silvestre” (Lagunas de Estabilización, 2013, párr.7), y en cuanto a las desventajas se puede mencionar: “este proceso de tratamiento puede emitir olores desagradable, requiere de una gran extensión de terreno, puede contaminar el manto freático, puede entregar un efluente con gran cantidad de sólidos suspendidos, en algún momento hay que vaciarlas y extraer los lodos depositados en el fondo, Generalmente su ubicación es lejana a la población” (Lagunas de Estabilización, 2013, párr.8).

Por otro lado, en cuanto a los tipos de lagunas de oxidación podemos encontrar: Lagunas Anaerobias (Sin Aireación): “Cuando la carga orgánica es tan grande que predomina la fermentación sin oxígeno. Cuando actúan bacterias anaerobias, se producen gases malolientes y por esta razón, las plantas de tratamiento anaeróbicas se construyen como estructuras cerradas con control de emisión de gases para evitar molestias al entorno” (Mogollón Natalia, 2011, párr. 4). “Las lagunas anaerobias se emplean generalmente como primera unidad de un sistema cuando la disponibilidad de terreno es limitada o para el tratamiento de aguas residuales domésticas con altas concentraciones y desechos industriales, en cuyo caso pueden darse varias unidades anaerobias en serie, no es recomendable el uso lagunas anaerobias

para temperaturas menores de 15 °C y presencia de alto contenido de sulfatos en las aguas residuales, mayor a 250 mg/l" (Norma OS.090, 2009, p. 34), así mismo según Cuervo (2003) sostiene que "las lagunas anaeróbicas son reservorios de mayor profundidad (2.5 a 5.0 m) y reciben cargas orgánicas más elevadas, de modo que la actividad fotosintética de las algas es suprimida, encontrándose ausencia de oxígeno en todos sus niveles, en estas condiciones, estas lagunas actuarán como un digestor anaeróbico abierto sin mezcla y debido a las altas cargas orgánicas que soportan, el efluente contiene un alto porcentaje de materia orgánica que requiere de otro proceso adicional para complementar el tratamiento" (p.14).

En cuanto a las lagunas Aerobias se puede decir que: "Son lagunas de poca profundidad, con oxígeno disuelto en todo su volumen. Profundidades entre 0.3-1.0 m y tiempos de residencia entre 3 y 5 días" (Mogollón Natalia, 2012, párr.4). "Se da cuando existe oxígeno en todos los niveles de profundidad. Los procesos aeróbicos tienen la ventaja de que aceleran el proceso de descomposición de los residuos orgánicos y no producen gases malolientes como resultado de la acción bacteriana. La desventaja de este proceso es que normalmente se requiere energía externa para producir la aireación necesaria" (Mogollón Natalia, 2011, párr.4), por otra parte, en la tesis de Correa (2013, p.18), dice que las lagunas aerobias "son estanques de profundidad reducida (0.5 a 1.0 m) y diseñadas para una máxima producción de algas. En estas lagunas se mantienen condiciones aeróbicas a todo nivel y tiempo, y la reducción de materia orgánica es efectuada por acción de organismos aerobios. Estas unidades han sido utilizadas preferentemente para propósitos de producción y cosecha de algas y su uso en tratamiento de desechos no es generalizado". Para terminar con la clasificación se tiene a las Lagunas Facultativas: Según Mogollón Natalia (2011, p.6), nos dice que son "una mezcla de las dos anteriores, la parte superior aerobia y el fondo anaerobio, esta situación es la más común en una laguna de oxidación expuesta al ambiente", así mismo según Romero (2010), "sostiene que las lagunas facultativas son estanques de profundidad más reducida (1.5 a 2.5 m), en las cuales la actividad fotosintética de las algas ejerce un papel preponderante en la capa superior, al mantener un cierto nivel de oxígeno

disuelto que varía de acuerdo a la profundidad y hora del día , en la zona del fondo se depositan los sólidos suspendidos que sufren un proceso de reducción por estabilización anaerobia” (p.56).

En cuanto a la Evaluación de todo Sistema de Tratamiento es importante saber que según “Guías para la realización de la Inspección Ambiental Estatal” (2014): “se inicia con una inspección inicial cuyo desarrollo debe satisfacer los siguientes objetivos: Conocer el sistema e identificar los problemas más evidentes, establecer la capacidad potencial de la planta y sus limitaciones para alcanzar las metas de optimización de la producción, efectuar un diagnóstico previo que sirva para orientar los recursos necesarios para la posterior evaluación de los procesos más críticos y determinar los recursos disponibles para las siguientes etapas del proceso” (p. 57).

A sí mismo los aspectos a inspeccionar en un sistema de tratamiento, según la “Guía para la realización de la Inspección Ambiental Estatal” (2014) son: “Tipo de laguna: de acuerdo a las clasificaciones, si es un sistema de lagunas verificar que funcione correctamente de acuerdo al proyecto, fecha de construcción y tiempo de operación: son los mantenimientos recibidos durante el período, datos de proyecto: carga orgánica, volumétrica, tiempo de residencia hidráulica, eficiencia de diseño, nivel de completamiento de la obra: si está totalmente concluida, accesos y alrededores de la obra: estado e higiene de los mismos, existencia de micro vertederos, control del acceso, presencia de personal ajeno o animales, llegada al sistema de tratamiento de vertimientos indebidos como los pluviales, estado de la conductora: salideros, obstrucciones” (p.63). “Si está llegando residual a las lagunas, en caso negativo definir las causas probables, estado del órgano de entrada: si funciona, estado técnico, estado de los taludes, necesidades de rectificaciones, mantenimiento. Nivel de limpieza, estado del vaso de la laguna: presencia de vegetación acuática (emergente o flotante), objetos extraños, azolvamiento. Posibilidad de infiltraciones, necesidades de impermeabilización, presencia de vectores o malos olores, estado de los registros y cajas de distribución: limpieza de los mismos, existencia de tapas”

(Marsilli, 2015, p. 57), “estado de los órganos de salida: si funcionan, estado técnico. Si existen efluentes, en caso negativo definir posibles causas, personal que atiende la obra: Conocimientos y capacitación” (Marsilli, 2015, p. 58).

En otro sentido es importante saber que las aguas residuales, “son aquellas que resultan del uso doméstico o industrial del agua, se les llama también aguas residuales, aguas negras o aguas cloacales; son residuales pues, habiendo sido usada el agua, constituyen un residuo, algo que no sirve para el usuario directo; son negras por el color que habitualmente tienen, algunos autores hacen una diferencia entre aguas servidas y aguas residuales en el sentido que las primeras solo provendrían del uso doméstico y las segundas corresponderían a la mezcla de aguas domésticas e industriales, en todo caso, están constituidas por todas aquellas aguas que son conducidas por el alcantarillado e incluyen, a veces, las aguas de lluvia y las infiltraciones de agua del terreno” (Marsilli, 2015, párr.1).

En cuanto a la clasificación de dichas “aguas residuales” según el “Organismo de evaluación y fiscalización ambiental” (2014) , se puede mencionar: “Aguas Residuales Industriales: son aquellas que resultan del desarrollo de un proceso productivo, incluyéndose a las provenientes de la actividad minera, agrícola, energética, agroindustrial, entre otras, aguas residuales domésticas: agua de origen doméstico, comercial e institucional que contiene desechos fisiológicos y otros provenientes de la actividad humana y aguas residuales municipales: son aguas residuales domésticas, se puede incluir bajo esta definición a la mezcla de aguas residuales domésticas con aguas de drenaje pluvial o con aguas residuales de origen industrial, siempre que estas cumplan con los requisitos para ser admitidas en los sistemas de alcantarillado de tipo combinado” (p.15).

En cuanto a los “parámetros principales de las aguas residuales para la caracterización del agua”, se dividen en físicos, químicos y bacteriológicos. Dentro de los Parámetros químicos podemos encontrar: “La Demanda bioquímica de oxígeno (DBO), es la cantidad de oxígeno que requieren los microorganismos para la estabilización de la materia orgánica bajo

condiciones de tiempo y temperatura específicos (generalmente 5 días y a 20°C) y es el parámetro más utilizado para medir la calidad de las aguas residuales y superficiales” (Mecalf y Eddy, 2007, p.60), la “Demanda química de oxígeno (DQO), es la medida de la cantidad de oxígeno requerido para la oxidación química de la materia orgánica del agua residual” (Mecalf y Eddy, 2007, p.61) . “La relación DBO/DQO indica la biodegradabilidad de las aguas residuales”, si la relación entre DBO/ DQO es de 0.3 a 0.8 entonces el tipo de un agua es cruda, si la relación es de 0.4 a 0.6 el tipo de agua es después de la sedimentación primaria y si la relación es de 0.1 a 0.3 el tipo de agua residual es un efluente final” (Mecalf y Eddy, 2007, p.62).

Añadiendo a lo anterior “si la relación es de 0.5 o más significa que es fácilmente biodegradable mientras que si es de 0.3 o menor no es fácilmente biodegradable e incluso podría presentar sustancias tóxicas” (Mecalf y Eddy, 2007, p.60). “El pH es la medida de la acidez del agua residual. El rango de pH que permite la actividad biológica en el agua residual es típicamente de 6 a 9” (Mecalf y Eddy, 2007, p.63), “tanto el nitrógeno como el fósforo se usan para medir la cantidad de nutrientes presentes y el grado de descomposición en el agua residual, el nitrógeno se evalúa como nitrógeno total, orgánico, amoniacal, nitrito y nitratos, mientras que el fósforo solo se mide en orgánico e inorgánico” (Mecalf y Eddy, 2007, p.63). “Los cloruros hablan de la posibilidad de reusar el agua residual en el ámbito agrícola” (Mecalf y Eddy, 2007, p.64). “Los sulfatos se evalúan en el agua residual ya que pueden provocar malos olores e impactan en el tratamiento del lodo residual” (Mecalf y Eddy, 2007, p.64). “Los compuestos orgánicos volátiles son compuestos de reciente estudio y la principal importancia de su remoción dentro de las plantas de tratamiento es debido a las afectaciones que provocan en la salud humana” (Mecalf y Eddy, 2007, p.65).

En cuanto a los Parámetros físicos se tiene: “Los sólidos se clasifican de diferentes formas, tanto volátiles y fijos, como suspendidos y disueltos y en general se miden para evaluar el reúso potencial del agua residual y para determinar las operaciones unitarias y los procesos más óptimos para su tratamiento. Específicamente los sólidos suspendidos es uno de los

dos estándares universales usados en la evaluación de afluentes (junto con la DBO5) y señalan la necesidad de filtrar el efluente antes de su reúso. En general se asume que los sólidos volátiles representan materia orgánica y los sólidos fijos son el residuo inorgánico. La relación entre volátiles/fijos se usa para caracterizar el agua residual respecto a la cantidad de materia orgánica presente. Los sólidos sedimentables son los sólidos que en un tiempo determinado sedimentan por efecto de la gravedad. El término grasas y aceites, el cual también incluye a las aceras y otros contaminantes parecidos del agua residual, interfieren con la actividad biológica ya que su baja solubilidad disminuye su degradación biológica” (Olea Rosa, 2013, p.16).

Por último, los Parámetros Bacteriológicos son: “Los coliformes totales y fecales se miden para evaluar la presencia de bacterias patógenas y la efectividad del proceso de desinfección” (Olea Rosa, 2013, p.16).

Por consiguiente, los factores a tener en cuenta “para el diseño de un sistema de tratamiento” son: “Selección del Sitio, la ubicación de un sistema de lagunas está en su mayor parte determinada por la posición del colector terminal y también por la disponibilidad de terreno. Es muy importante la dirección prioritaria del viento, no solo para mitigar los malos olores, sino porque tiene un papel importante en la aeración de lagunas aerobias y facultativas. El área a escogerse debe ser suficientemente plana, de modo que evite un exagerado movimiento de tierras, que es el ítem más caro de este tipo de instalaciones” (Norma OS.090, 2009, p. 22). “El área deberá estar lo más alejada posible de centros poblados considerando las siguientes distancias: 500 m como mínimo para tratamientos anaerobios, 200 m como mínimo para lagunas facultativas, 100 m como mínimo para lagunas airadas, el proyecto debe considerar un área de protección alrededor del sistema de tratamiento” (Norma OS.090, 2009, p. 23), período de Diseño, el proyecto se hace “para satisfacer las necesidades de la población actual y futura” por lo que se debe tener en cuenta el crecimiento y superficie que ocupara la población durante todo el período de diseño. “Para el diseño de plantas de tratamiento de aguas residuales se considera un horizonte del periodo de diseño de 20 a 30 años” (Norma OS.100, 2006, p. 28).

Los Factores que afectan el Período de Diseño son: Factor de crecimiento de la población, este factor tiene una consideración de la cantidad de población al último año del periodo de diseño, constituyendo la máxima necesidad de servicio durante el tiempo de vida del proyecto, por consiguiente, el periodo de diseño corto se justifica cuando el crecimiento de la población es demasiado alto, pudiendo ser insegura la densidad poblacional asumida por la localidad (Lucho Katherine, 2015, p.84).

La Población de Diseño se basa en la determinación de la población futura es una de los factores más importantes de un proyecto, ya que nos permitirá conocer la magnitud del servicio a prestar y por consiguiente ofrecer las mayores condiciones de factibilidad técnico económico. El crecimiento de una población está condicionado a múltiples causas que están enmarcadas dentro del orden social, cultural, económico, costumbrista y geográfico, etc. Para determinar el crecimiento de la población se recurrirá a la información ofrecida por el INEI “Instituto Nacional de Estadística e Informática”, para así poder sacar la tasa de crecimiento y posteriormente la población futura (Lucho Katherine, 2015, p.84); para ello se tiene la siguiente formula: Población futura= Población actual \* tasa de crecimiento.

Así mismo las Lluvias, son un importante aspecto a tomar en cuenta ya que produce un aumento de caudal, al tomarlo en cuenta el diseño puede variar (Lucho Katherine, 2015, p.85), dentro del caudal de diseño podemos encontrar “la dotación de agua que es la dotación promedio diaria anual por habitante, se fijará en base a un estudio de consumos técnicamente justificado, sustentado en informaciones estadísticas comprobadas” (Lucho Katherine, 2015, p.86),, “si se comprobara la no existencia de estudios de consumo y no se justificará su ejecución, se considerará por lo menos para sistemas con conexiones domiciliarias una dotación de 180 l/hab/d, en clima frío y de 220 l/hab. /d. en clima templado y cálido” (Norma OS.100,2006, p.1). Y “el caudal de contribución de alcantarillado, se considerará que el 80% del caudal de agua potable consumida ingresa al sistema de alcantarillado” (Norma OS.100, 2006, p.3), para ello se tiene las siguiente formulas: Caudal

de agua = Población actual \* Dotación de agua y Caudal de alcantarillado= Caudal de agua \* 0.80.

Para Terminar con el marco teórico es importante conocer y apoyar toda la investigación en los aspectos legislativos que en este caso incluyeron las siguientes normas nacionales: “Estándar de Calidad Ambiental” (ECA), que es definido como la “medida que establece el nivel de concentración o el grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, presentes en el aire, agua o suelo en su condición de cuerpo receptor, que no representa riesgo significativo para la salud de las personas ni al ambiente” . (“Decreto Supremo” N°015-2015-MINAM, 2015, p.1). ( VER ANEXO N° 01- NORMAS TÉCNICAS) , “Límites Máximos Permisibles para los efluentes de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas o Municipales : La Ley General del Ambiente define al Límite Máximo Permisible (LMP), como la medida de concentración o grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, que caracterizan a un efluente o una emisión, que al ser excedida causa o puede causar daños a la salud, al bienestar humano y al ambiente” (DECRETO SUPREMO N° 003-2010-MINAM, 2010, p.2). (VER ANEXO N°02- NORMAS TÉCNICAS), “Norma Técnica de Edificación OS.090-Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales”: “La presente norma está relacionada con las instalaciones que requieren las plantas de tratamiento de aguas residuales municipales y los procesos que deben experimentar las aguas residuales antes de su descarga al cuerpo receptor o a su reutilización” (“Norma OS.090”, 2006, p.1). (VER ANEXO N°03- NORMAS TÉCNICAS). “El Protocolo de Monitoreo de la Calidad de los Efluentes de las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas o Municipales”: “El Protocolo de Monitoreo establece procedimientos y metodologías que deben cumplirse en la ejecución de los Programas de Monitoreo. Su aplicación contribuye al cumplimiento de las normas ambientales y la protección de los ecosistemas acuáticos. La aplicación de los procedimientos establecidos en el Protocolo de Monitoreo representa asimismo una herramienta de evaluación, fiscalización y mejora de las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) existentes” (“RM N°273-2013-VIVIENDA”, 2013, p.4). (VER ANEXO N° 04- NORMAS TÉCNICAS) y

“el Reglamento para el Otorgamiento de Autorizaciones de Vertimiento y Reúso de Aguas Residuales Tratadas-Resolución Jefatural N°224-2013-ANA” :“El presente reglamento tiene por objeto regular los aspectos y procedimientos administrativos a seguir para el otorgamiento de autorizaciones, modificaciones y renovaciones de vertimiento de aguas residuales tratadas a cuerpos naturales de agua continental o marina, y de reúso de aguas residuales tratadas”(RJ “N°224-2013-ANA”, 2013,p.4). (VER ANEXO N° 05- NORMAS TÉCNICAS)

En contraste con la problemática vivida en las lagunas oxidación de la ciudad de Casma, se formuló la siguiente pregunta: ¿Cuál será el resultado de la evaluación del “sistema de tratamiento de aguas residuales de las lagunas de oxidación de la Ciudad de Casma-2017”?

Así como fuente de sustento al trabajo de investigación realizado se presenta la siguiente justificación: El proyecto permitirá mejorar la calidad de vida del poblador Casmeño, ya que tendrá “un impacto positivo en la mejora de la salud, calidad de vida y economía local”. A sí mismo el presente proyecto de investigación “se encargará de realizar un diagnóstico sobre el funcionamiento de la planta de tratamiento de aguas residuales” de la provincia de Casma y dar una “propuesta de solución a uno de los problemas más graves” que existe a nivel mundial “la escasez de agua” y “la contaminación ambiental” (García y Tarache, 2010, p.54). Actualmente el agua residual que desemboca en la Laguna de Oxidación no tiene un buen tratamiento ,debido a que no existe una buena inspección ni tratamiento que ayude a separar los sólidos, sedimentos y grasas el cual ayudará para que la laguna cumpla el proceso de controlar la biomasa que se encuentra en el efluente y cumplan la función de disminuir los parámetros de contaminación, sino se toma en cuenta este proceso de tratamiento “causa contaminación ambiental y enfermedades a la población que está en contacto directo” y a la vez deterioro de la laguna (García y Tarache, 2010, p.56). Al evaluar la Laguna de Oxidación se pueden plantear soluciones, para ello se estudiará el tratamiento que recibe el agua residual para la disminución de parámetros de

contaminación de forma momentánea; luego se investiga tratamientos preliminares que implica una serie de sistemas que ayudan a mejorar el paso del agua residual a la laguna de oxidación, cumpliendo cada uno de ellos y aplicando las nuevas tecnologías, se mejora la calidad de tratamiento del agua residual para luego entrar a la etapa del tratamiento secundario y disposición final. El resultado de la investigación permitirá cambiar hábitos en las personas ya que consumirán productos agrícolas regados con agua no contaminada.

Finalmente para concluir con la introducción del proyecto de investigación se planteó el siguiente Objetivo General, “Evaluar el sistema de tratamiento de aguas residuales de las lagunas de oxidación de la ciudad de Casma-2017” y los siguientes Objetivos Específicos: Realizar un diagnóstico in situ del estado actual de funcionamiento del “tratamiento de aguas residuales en la Ciudad de Casma”, efectuar muestreos en el sistema para determinar los “parámetros de caracterización del agua residual y compararlo con lo establecido en las Normas Técnicas”, elaborar una propuesta de mejora para el “funcionamiento adecuado de las lagunas de oxidación de la Ciudad de Casma” y Realizar charlas informativas con los pobladores para dar a conocer la investigación realizada en “las lagunas de oxidación de la ciudad de Casma”.

## **II. MÉTODO**

El presente Proyecto de investigación titulado “Evaluación del sistema de tratamiento de aguas residuales de las lagunas de oxidación de la Ciudad de Casma-2017 se llevará a cabo de la siguiente manera”:

Se empezará realizando un diagnóstico del estado actual de funcionamiento del “tratamiento de las aguas residuales”, se tomarán muestras en campo del agua residual para conocer sus parámetros de caracterización y poder seleccionar el tratamiento más óptimo. Para que finalmente en base a los resultados obtenidos se elabore una propuesta de mejora para dar solución al problema presentado (García y Tarache, 2010, p.8).

## 2.1 Diseño de Investigación

### 2.1.1 Diseño de Investigación

Se realizó una investigación no experimental-cuantitativa, debido a que se describirá el tratamiento del agua residual mediante la observación y se dará una propuesta de mejora a “las lagunas de oxidación de la Ciudad de Casma”; no se manipulará la variable y toda la información podrá ser medida (Roberto Marroquín Peña, 2014, p.16).

A sí mismo de acuerdo a lo que se desea investigar se considerará la investigación como aplicada, pues se tomarán los conocimientos ya existentes con el fin de solucionar en cierta medida el problema presentado en las “lagunas de oxidación de la Ciudad de Casma”.

El esquema del diseño de investigación será el siguiente:



Donde:

**M:** Representa la muestra, es decir el lugar donde se realizará el proyecto de investigación “Lagunas de Oxidación de la Ciudad de Casma”

**Xi:** Representa la variable en estudio, “Tratamiento de aguas residuales de las lagunas de oxidación”.

**Oi:** Representa todos resultados obtenidos de la evaluación.

### 2.1.2 Tipo de Estudio

El estudio será del tipo descriptivo, ya que “se recogerán los datos de la realidad sin alterarlos”, empleando diferentes métodos, para que luego se realice “el análisis, interpretación y discusión de los resultados obtenidos”. A sí mismo el presente proyecto contará con una variable independiente y no presentará hipótesis (Roberto Marroquín Peña, 2014, p.17).

## 2.2 Variables, Operacionalización

### 2.2.1 Variable

La variable a emplear para la “Evaluación del sistema de tratamiento de aguas residuales en la Ciudad de Casma”, será una variable independiente: “Tratamiento de Aguas Residuales de las Lagunas de oxidación”.

**Tabla N°01: “Operacionalización de Variables”**

TIPO DE VARIABLE	VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
<b>VARIABLE INDEPENDIENTE</b>	<b>Tratamiento de Aguas</b>	“Toda agua servida debe ser tratada, tanto para proteger la salud pública como para preservar el medio ambiente, los tratamientos en las lagunas de oxidación se dan con estanques	Para realizar la evaluación del funcionamiento del “tratamiento de aguas residuales” se usó una guía de	“Nivel de Tratamiento”	Tratamiento secundario	Nominal

<p><b>Residuales de las Lagunas de Oxidación.</b></p>	<p>diseñados para tratar las aguas residuales mediante procesos biológicos naturales de interacción de la biomasa (algas, bacterias, protozoarios, etc.) y la materia orgánica contenida en el agua residual".</p> <p>Fuente: ("Norma OS.090", 2009)</p>	<p>observación.</p> <p>Usando la técnica de observación directa, para de esta manera poder conocer el estado actual de funcionamiento de las lagunas.</p>	<p>"Tipos de lagunas de oxidación"</p>	<p>Laguna de oxidación facultativa</p>	<p>Nominal</p>
-------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------	----------------------------------------	----------------

			<p>Para conocer los parámetros de caracterización del agua residual se empleó protocolos dados por el Ministerio de Vivienda y certificados por un laboratorio. Los resultados obtenidos serán comprados con las normas técnicas de calidad de agua.</p>	<p>“Parámetros de caracterización”</p>	<p>-Parámetros químicos</p> <p>-Parámetros físicos</p> <p>-Parámetros bacteriológicos</p>	<p>Nominal</p> <p>Nominal</p> <p>Nominal</p>
--	--	--	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------

“Fuente: Elaboración Propia, 2017”

## **2.3 Población y Muestra**

### **2.3.1 Población y Muestra**

“Se denomina población, a la totalidad de individuos a quienes se generalizarán los resultados del estudio, que se encuentran delimitados por características comunes y que son precisados en el espacio y tiempo”. La población y muestra a estudiar serán las “Lagunas de Oxidación de la Ciudad de Casma”, que está constituida por la laguna N°01 y la laguna N°02 (Abanto, 2014, p.44). Las lagunas de Oxidación se encuentran ubicadas a las afueras de la Ciudad de Casma y tiene como limites las siguientes localidades: por el Norte, Este y Oeste las zonas agrícolas y por el Sur la Ciudad de Casma.

A sí mismo la laguna N°01 cuenta con un área de 15441.73 m<sup>2</sup> y la laguna N°02 con 15 590.86 m<sup>2</sup>.

### **2.3.2 Unidad Muestral**

Lagunas de Oxidación de la Ciudad de Casma.

## **2.4 Técnica e Instrumento de Recolección de Datos, Validez y Confiabilidad**

### **2.4.1 Técnica de Recolección de Datos**

“Las técnicas son procedimientos sistematizados, Las técnicas deben ser seleccionadas teniendo en cuenta lo que se investiga, porqué, para qué y cómo se investiga, operativos que sirven para la solución de problemas prácticos” (Abanto,2014, p.47).

Para dar desarrollo a la presente investigación se empleará la siguiente técnica:

- Observación directa:

“Es la técnica de recolección de datos a través de la percepción directa de los hechos educativos, los Datos serán recogidos en campo empleando la observación, esta técnica se empleará con el fin de contar con la información necesaria para poder cumplir con los objetivos planteados” (Abanto,2014, p.47).

- Encuesta:

“Es una técnica para obtener información generalmente de una muestra de sujetos” (Abanto,2014, p.49).

#### 2.4.2 Instrumento de Recolección de Datos

Los instrumentos son:

- Guía de observación:

“Consiste en un listado de ítems por aspectos que guían la observación del comportamiento de la situación u objeto que sea motivo de investigación” (Abanto,2014, p.48).

Será elaborada por el tesista en base a la variable, dimensiones e indicadores planteados en el proyecto de investigación, así mismo la guía será validada por ingenieros especialistas en el área de investigación

- Protocolo:

El protocolo a emplear será el Establecido por el Ministerio de Vivienda (RM N°273-2013-VIVIENDA) en su Anexo N° VIII: “Reporte de Resultados del Monitoreo de efluentes de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales”, para así poder conocer los “parámetros físicos, químicos y bacteriológicos del agua residual” para poder compararlo con lo establecido en las Normas Técnicas (Díaz, 2011, p.16).

- Cuestionario:

Es el instrumento que utiliza un formulario impreso destinado a obtener respuestas sobre el problema en estudio y que el consultado llena por sí mismo (Díaz, 2011, p.17).

### 2.4.3 Validez y confiabilidad

La validez apunta a sostener cuán legítimas son las proposiciones o ítems que conforma el instrumento. Así también la confiabilidad hace referencia a si la escala funciona de manera similar bajo diferentes condiciones. En tal sentido todo instrumento debe tener su denominación de confiabilidad según el estadístico que utilice (Abanto, 2014, p.49).

La validación del Instrumento en este caso la “Guía de Observación” fue realizada con la siguiente técnica: Criterio de Jueces, es decir fue validada por tres jueces especialistas en el tema de estudio (Ingenieros especialistas en Obras Hidráulicas).

En cuanto a la confiabilidad de los instrumentos usados en este caso un Protocolo dado por el Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento se decidió respetar la validación indicada por los autores.

## 2.5 Método de Análisis de Datos

“Se especifican como van a ser tratados los datos. Esta tarea puede hacerse mediante tablas de frecuencia y gráficos con sus correspondientes análisis e interpretaciones” (Abanto, 2014, p.50).

El método a emplear para el análisis de recolección de datos, será: El Análisis Descriptivo, ya que el presente proyecto de investigación describió el comportamiento e influencia de la variable independiente (Tratamiento de aguas residuales en las Lagunas de Oxidación), en la población (Lagunas de Oxidación de la Ciudad de Casma).

Por otro para el análisis de datos se utilizó la estadística descriptiva que comprende el cálculo de la: media, mediana, moda, varianza, cálculo de tasas, frecuencia, correlación, etc.

## **2.6 Aspectos Éticos**

Durante el desarrollo del presente proyecto de investigación el tesista se compromete a: Respetar la propiedad Intelectual de los distintos autores, es decir toda la información será correctamente citada en base a la norma ISO 690 y 690-2.

Respetar la veracidad de los resultados, es decir los resultados serán reales, no se inventarán datos.

Respetar el protocolo de Monitoreo de calidad de los efluentes en las plantas de tratamiento, así mismo el análisis de los parámetros de calidad del agua residual serán realizados en laboratorios acreditados ante el Instituto Nacional de Defensa del Consumidor y de la Propiedad Intelectual –INDECOPÍ; según lo establecido por el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento en el año 2013.

Realizar la comparación de los resultados de la investigación tomando en cuenta los límites máximos permisibles establecidos por el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento o en su defecto según las guías correspondientes de la Organización Mundial de la Salud.

Contribuir al cuidado del medio ambiente, mediante la implementación de una propuesta de mejora de las Lagunas de Oxidación de la Ciudad de Casma.

Solucionar el problema presentado en las Lagunas de Oxidación de la Ciudad de Casma y brindar una mejor calidad de vida a la población Casmeña, teniendo en cuenta la responsabilidad social.

### III. RESULTADOS

A continuación, se presentarán los resultados obtenidos mediante la aplicación de los instrumentos de recojo de datos. La obtención de resultados se basa en el enfoque cuantitativo y el análisis estadístico descriptivo.

Agregando a lo anterior en las siguientes líneas se describirá todo el trabajo realizado:

Se empleó una guía de observación elaborada por el tesista, teniendo en cuenta la clasificación de las lagunas, tipos de tratamiento de aguas residuales y las normas establecidas para el buen funcionamiento de una laguna de oxidación. La presente guía fue llenada con ayuda de algunos documentos de operación y mantenimiento con los que cuenta SEDA-CHIMBOTE, pero en su mayoría fueron llenados mediante lo observado en la visita de campo.

Luego se emplearán protocolos otorgados por el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento en el año 2013, con el fin de poder determinar los parámetros de calidad del agua residual a la entrada y salida de las lagunas de oxidación presentes en la Ciudad de Casma, es importante mencionar que el laboratorio donde se analizaran las muestras debe estar acreditado por INDECOPI.

Los parámetros de caracterización del agua residual analizados fueron: DBO Y DQO, pH, ACEITES Y GRASAS, SOLIDOS TOTALES EN SUSPENSIÓN y COLIFORMES TERMOTOLERANTES, los cuáles serán comparados con los límites máximos permitidos de aguas residuales dados por el ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento y el Estándar de Calidad Ambiental.

### 3. Resultados de la “Evaluación del sistema de tratamiento de aguas residuales de las lagunas de oxidación de la ciudad de Casma- 2017”

Para poder realizar la evaluación del estado actual de funcionamiento del tratamiento de aguas residuales se elaboró una Guía de Observación, donde se anotó todo lo observado en campo, en la visita se pudo observar que la Laguna de oxidación N° 01 actualmente se encuentra en mal funcionamiento y no recibe el mantenimiento y limpieza adecuada. En cuanto a la laguna de Oxidación N°02 se pudo observar que actualmente se encuentra inoperativa.

Así mismo fue necesario “tomar muestras a la entrada y salida de la Laguna de Oxidación” N°01 y N°02 con el fin de poder conocer los parámetros de caracterización, nivel de contaminación del agua residual y calcular la eficiencia de las Lagunas (Gil y Tarache, 2010, p.102).

Después de realizada la evaluación de las lagunas, se pudo determinar que el sistema no cumple con el proceso de depuración adecuado, es por ello que se optó por realizar una propuesta de mejora, el cual comprendió el diseño de una rejilla y desarenador, como tratamiento preliminar “con el fin de eliminar los sólidos suspendidos y evitar posibles fluctuaciones bruscas que puedan que puedan incidir sensiblemente sobre el tratamiento secundario”, el tratamiento secundario que se planteo es el que ya está diseñado, que consistió en la rehabilitación y limpieza de la laguna de oxidación N° 01 y la N°02 de la ciudad de Casma, el cual “es un proceso biológico que se basa en la oxidación de la materia orgánica presente” (Lagunas de Estabilización, 2013, párr.5).

El tratamiento terciario que se empleó para adecuar el efluente para su reutilización fueron los humedales como la totora la cual fue usada como filtro de depuración. A sí mismo para combatir los malos alores producidos por las lagunas de oxidación se propuso realizar la plantación de árboles.

Por último, se planteó colocar cercos con púas de alambre en toda el área de sistema de tratamiento con el fin de evitar accidentes y el acceso de personal extraño.

Para terminar con el trabajo realizado se realizó charlas de sensibilización y capacitación con el fin de dar a conocer a la población Casmeña el problema presentado y la propuesta de mejora y solución elaborada por el tesista.

**Tabla N° 02:** Evaluación del estado de funcionamiento del “Sistema de tratamiento de aguas residuales de las lagunas de oxidación de la ciudad de Casma-2017”

LAGUNAS	VOLUMEN DE SEDIMENTACIÓN	OBRAS	ESTADO
LAGUNA N° 01	35.60%	Canal de Entrada	No recibe limpieza y mantenimiento
		“Vaso de la Laguna”	Se observó la “presencia de vegetación acuática y presencia de objetos extraños”
		Canal de Salida	Se observó la salida de objetos extraños y desbordes del canal
		Taludes	Presenta crecimiento de vegetación debido a la falta de mantenimiento y limpieza
		Accesos y alrededores	Esta laguna no cuenta con ningún cerco de protección que evite el ingreso de personas.
LAGUNA N° 02	Actualmente se encuentra inoperativa	Canal de Entrada	Se encuentran deterioradas y en desusó
		Vaso de la Laguna	Se encuentra en proceso de secado, así mismo se observó la presencia de vegetación y filtraciones
		Canal de Salida	Se encuentra fuera de funcionamiento
		Taludes	SI cuentan con la pendiente adecuada y no presenta crecimiento de vegetación
		Accesos y alrededores	El camino de acceso se encuentra cubierto de vegetación y se observó la presencia de animales cercanos a la laguna

“Fuente: Base de Datos”

**INTERPRETACIÓN:** En el cuadro se puede apreciar que los resultados obtenidos del instrumento Guía de Observación donde se da a conocer la evaluación realizada en campo sobre el estado funcionamiento actual de las

dos lagunas donde se pudo observar que ambas lagunas presentan problemas y no cumplen con la función para las que fueron diseñadas.

<b>PORCENTAJE DE REMOCIÓN DE LOS PARÁMETROS</b>		
<b>PARÁMETRO</b>	<b>LAGUNA N°01</b>	<b>LAGUNA N°02</b>
DBO5	66,67%	69,88%
SÓLIDOS TOTALES EN SUSPENSIÓN	75,23%	87,84%
ACEITES Y GRASAS	82,76%	0.44
PH	-9,78%	0,14%
DQO	66,56%	73,45%
COLIFORMES TERMOTOLERANTES	62,86%	31,43%
EFICIENCIA	<b>66,67 %</b>	<b>69,88 %</b>

**Tabla N° 03:** Evaluación del estado de funcionamiento de los parámetros de caracterización del “Sistema de tratamiento de aguas residuales de las lagunas de oxidación de la ciudad de Casma-2017”.

“Fuente: Base de Datos”

**INTERPRETACIÓN:** En el cuadro se puede apreciar el estado de funcionamiento actual de los parámetros físicos, químicos y bacteriológicos en las lagunas de Oxidación N° 01 y N° 02, debido a ello es importante mencionar que ambas lagunas no superan el 80% en remoción ideal, por lo tanto, ambas lagunas no están cumpliendo con el proceso de desinfección.

### 3.1 Resultados del Diagnóstico in situ del estado actual de funcionamiento del “tratamiento de aguas residuales en la Ciudad de Casma”.

LAGUNAS	CLASIFICACIÓN DE LAS LAGUNAS DE OXIDACIÓN	TIPO DE LAGUNAS	NIVEL DE TRATAMIENTO	REÚSO DE LOS EFLUENTES	OBRAS	ESTADO
LAGUNA N° 01	Sistemas ( Varias lagunas), el sistema cuenta con dos lagunas de oxidación	Facultativa construida en el año de 1995	Si Cuenta con tratamiento preliminar que son las rejillas	Los efluentes tienen como disposición final el canal de regadío de tabón alto	Canal de Entrada	No recibe limpieza y mantenimiento
					“Vaso de la Laguna2	Se observó la “presencia de vegetación acuática y presencia de objetos extraños”
					Canal de Salida	Se observó la salida de objetos extraños y desbordes del canal
					Taludes	Presenta crecimiento de vegetación debido a la falta de mantenimiento y limpieza
			Si cuenta con tratamiento secundario que son las dos lagunas de oxidación			

					Accesos y alrededores	La laguna no cuenta con ningún cerco de protección que evite el ingreso de personas.
--	--	--	--	--	-----------------------	--------------------------------------------------------------------------------------

**Tabla N° 04:** Diagnostico del estado actual de funcionamiento de laguna de oxidación N° 01 de la ciudad de Casma-2017

**INTERPRETACIÓN:** En la presente tabla se puede apreciar “los resultados obtenidos de la evaluación con ayuda de la Guía de Observación” (Correa, 2008, p.120). En la laguna de oxidación N° 01, donde se pudo observar que el sistema que conforma la laguna no está operando de manera adecuada, así mismo no cuenta con personal de vigilancia y no recibe mantenimiento ni limpieza.

**(Ver anexo - Guía de Observación- Laguna de oxidación N° 01)**

**Tabla N° 05:** Diagnostico del estado actual de funcionamiento de laguna de oxidación N° 02 de la ciudad de Casma-2017

“LAGUNAS”	“CLASIFICACIÓN DE LAS LAGUNAS DE OXIDACIÓN”	“TIPO DE LAGUNAS”	“NIVEL DE TRATAMIENTO”	“REÚSO DE LOS EFLUENTES”	“OBRAS”	“ESTADO”
LAGUNA N° 02	Sistemas ( Varias lagunas), pero actualmente la laguna N° 02 se encuentra inoperativa	Facultativa construida en el año de 1995	Actualmente se encuentran fuera de funcionamiento todos sus niveles de tratamiento	Hasta el año 2015 tenían como disposición el canal de regadío de tabón alto, pero actualmente no recibe ningún tipo de afluente ya que se encuentra inoperativa.	Canal de Entrada	Se encuentran deterioradas y en desusó
					“Vaso de la Laguna”	Se encuentra en proceso de secado, así mismo se observó la presencia de vegetación y filtraciones
					Canal de Salida	Se encuentra fuera de funcionamiento

					Taludes	No presenta crecimiento de vegetación
					Accesos y alrededores	El camino de acceso se encuentra cubierto de vegetación y se observó la presencia de animales cercanos a la laguna

**INTERPRETACIÓN:** En la presente tabla se puede apreciar los “resultados de la evaluación realizada con la Guía de Observación” en la laguna de oxidación N° 02, donde se pudo observar que el sistema actualmente se encuentra fuera de funcionamiento.

**(Ver anexo - Guía de Observación- Laguna de oxidación N° 02)**

ÁREA TOTAL DE AGUA	VOLUMEN TOTAL DE AGUA	DISTANCIA	ÁREA DE COLMATACIÓN	VOLUMEN DE COLMATACIÓN	PORCENTAJE DE SEDIMENTACIÓN (%)
15041,7275	29481,79	10,00	117,3784	1173,784	3,981
		10,00	100,2264	1002,264	3,400
		10,00	127,4006	1277,006	4,332
		10,00	121,1179	1211,179	4,108
		10,00	55,039	550,39	1,867
		10,00	52,0746	520,746	1,766
		10,00	37,5414	375,414	1,273
		10,00	72,1369	721,369	2,447

	10,00	41,8444	418,444	1,419
	10,00	57,7507	577,507	1,959
	10,00	43,0641	430,641	1,461
	10,00	34,1468	341,468	1,158
	10,00	34,7368	347,368	1,178
	10,00	40,9651	409,651	1,390
	10,00	38,3721	383,721	1,302
	10,00	54,0109	540,109	1,832
	6,16	35,3174	217,555	0,738
<b>PORCENTAJE TOTAL DE SEDIMENTACIÓN</b>			<b>10498,616</b>	<b>35,611</b>

**Tabla N° 06:** Resultados del volumen de sedimentación en el “Sistema de tratamiento de aguas residuales de las lagunas de oxidación de la ciudad de Casma-2017”.

**INTERPRETACIÓN:** En la presente tabla se puede apreciar los resultados del trabajo realizado en campo llamado batimetría, donde se pudo determinar que del 100 % del volumen total de la laguna de oxidación N° 01 el 35.611% se encuentra ocupado por sedimentos.

**(Ver anexo - Plano de Secciones Transversales)**

**Tabla N° 07:** Resultados de aforo en campo realizado a la entrada de lagunas de oxidación N° 01 de la ciudad de Casma-2017

AFORO EN CAMPO					CAUDALES DE DISEÑO		
TIEMPO	DISTANCIA	VELOCIDAD	ÁREA	CAUDAL	CAUDAL EN EL AÑO 1995	CAUDAL EN EL AÑO 2017	CAUDAL EN EL AÑO 2037
8.27 seg.	5.50 metros	0.6651 m/seg.	0.2027	<b>0.1078 <math>\frac{m^3}{seg.}</math></b>	0.0512 $\frac{m^3}{seg.}$	0.0686 $\frac{m^3}{seg.}$	0.0863 $\frac{m^3}{seg.}$

“Fuente: Base de Datos”

**INTERPRETACIÓN:** En la presente tabla se puede apreciar los resultados de la obtenidos del aforo realizado en campo el cual nos da a conocer que el caudal que ingresa a la laguna es de  $0.1146 \frac{m^3}{seg.}$ , el cual supera a los caudales de diseño calculados en base a la población actual y futura.

### Cálculos de aforo en campo

- Cálculo del “caudal de entrada a la Laguna de Oxidación N° 01”:
  - Distancia= 5.50 m (Desde el ultimo buzón hasta la entrada a las rejillas)
  - Tiempo= t1= 8.29 seg.  
t2= 8.20 seg.  
t3= 8.32 seg.

**t promedio= 8.27 seg.**

- Entonces:  
Se tiene una velocidad de:

$$V = \frac{d}{t}$$

Donde:

V= Velocidad

d= Distancia

t= Tiempo

$$V = \frac{5.50 m}{8.27 seg.}$$

$$V = 0.6651 \frac{m}{seg}$$

Se calcula el área de la tubería:

$$A = \pi x \frac{D^2}{4}$$

Donde:

A= Área de la tubería

D=Diámetro = 20 pulgadas = 0.508 m

L= Longitud de la tubería= 5.50 m

$$A = \pi x \frac{0.508^2}{4}$$

$$A = 0.2027 \text{ m}^2$$

Finalmente se calcula el caudal:

$$Q = V x A$$

Donde:

Q= Caudal

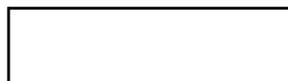
A= Área de la tubería

V= Velocidad

Factor de corrección= 0.80

$$Q = 0.6651 x 0.2027$$

$$Q = 0.1348 x 0.80$$



$$Q = 0.1078 \frac{m^3}{seg.}$$

### Cálculo de los caudales de diseño

- Caudal de diseño en el año de 1995: En el año 1995 había 25130 pobladores Casmeños, fecha en la que se dio la puesta en marcha de “las lagunas de oxidación de la Ciudad de Casma” (“Seda Chimbote”, 2017, p.3)

#### CÁLCULO DEL CAUDAL AGUA:

- Cálculo de agua= Población actual x Dotación de agua

- Cálculo de agua= 25'130 x 220 Lt. / hab./ día →

Según RNE- NORMA OS 090
----------------------------

Entonces:

$$\text{Cálculo de agua} = 5'528'600 \frac{lt}{dia} \rightarrow$$

Se convierte a Lt / seg.
--------------------------

$$\text{Cálculo de agua} = \frac{5'528'600 \frac{lt}{dia}}{86400 \frac{seg}{dia}}$$

$$\text{Cálculo de agua} = 63.9884 \frac{lt}{seg.}$$

#### CÁLCULO DEL CAUDAL DE ALCANTARILLADO:

Cálculo de alcantarillado = Caudal de agua x 80%

Cálculo de alcantarillado = 63.9884 x 0.8

**Cálculo de alcantarillado = 51.1907  $\frac{lt}{seg.}$**

<b>Cálculo de alcantarillado = 0.0512 <math>\frac{m^3}{seg.}</math></b>
-------------------------------------------------------------------------

- Caudal de diseño en el año 2007: Según el INE en el año 2017 tenemos 33684 pobladores Casmeños.

#### CÁLCULO DEL CAUDAL AGUA:

- Cálculo de agua= Población actual x Dotación de agua

- Cálculo de agua= 33684 x 220 Lt. / hab./ día

Según RNE-  
NORMA OS 090

Entonces:

$$\text{Cálculo de agua} = 7'410'480 \frac{\text{lt}}{\text{día}}$$

Se convierte a Lt / seg.

$$\text{Cálculo de agua} = \frac{7'410'480 \frac{\text{lt}}{\text{día}}}{86400 \frac{\text{seg}}{\text{día}}}$$

$$\text{Cálculo de agua} = 85.7694 \frac{\text{lt}}{\text{seg.}}$$

#### CÁLCULO DEL CAUDAL DE ALCANTARILLADO:

Cálculo de alcantarillado = *Caudal de agua* x 80%

Cálculo de alcantarillado = 85.7694 x 0.8

**Cálculo de alcantarillado = 68.6155  $\frac{\text{lt}}{\text{seg.}}$**

**Cálculo de alcantarillado = 0.0686  $\frac{\text{m}^3}{\text{seg.}}$**

- Caudal de diseño para el año 2037: Según cálculos de población futura para el año 2037 tendremos 42350 pobladores Casmeños.

**CÁLCULO DEL CAUDAL AGUA:**

$$\text{Caudal de agua} = \frac{P_f \times \text{Dotación}}{86400}$$

$$\text{Caudal de agua} = \frac{42350 \times 220}{86400}$$

$$\text{Caudal de agua} = 107.8356 \frac{\text{Lt}}{\text{seg}}$$

**CÁLCULO DEL CAUDAL DE ALCANTARILLADO:**

$$\text{Cálculo de alcantarillado} = \text{Caudal de agua} \times 80\%$$

$$\text{Cálculo de alcantarillado} = 107.8356 \times 0.8$$

$$\text{Cálculo de alcantarillado} = 86.2685 \frac{\text{Lt}}{\text{seg}}$$

<b>Cálculo de alcantarillado = 0.0863 <math>\frac{\text{Lt}}{\text{seg}}</math></b>
-------------------------------------------------------------------------------------

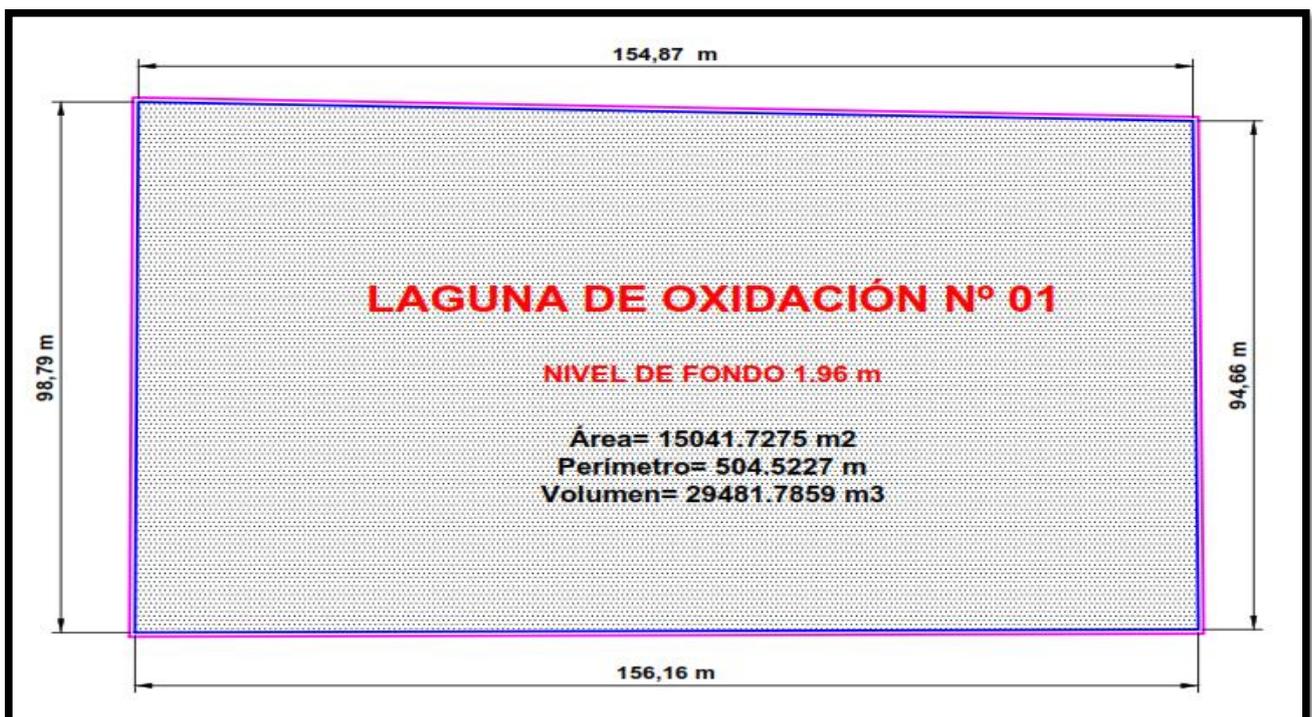
**Tabla N° 08:** Resultados del diagnóstico y evaluación de los parámetros de operación de la Laguna de Oxidación N° 01- 2017

<b>PARÁMETROS DE OPERACIÓN</b>			
"Tiempo de retención Hidráulica" ( TRH)	"Carga Orgánica Volumétrica" (COV)	"Carga Orgánica Superficial" (COS)	"Eficiencia" (%)
3.165 días	2.764 $\frac{\text{mg}}{\text{l x día}}$	5.418 $\frac{\text{mg x m}}{\text{l x día}}$	66.67%

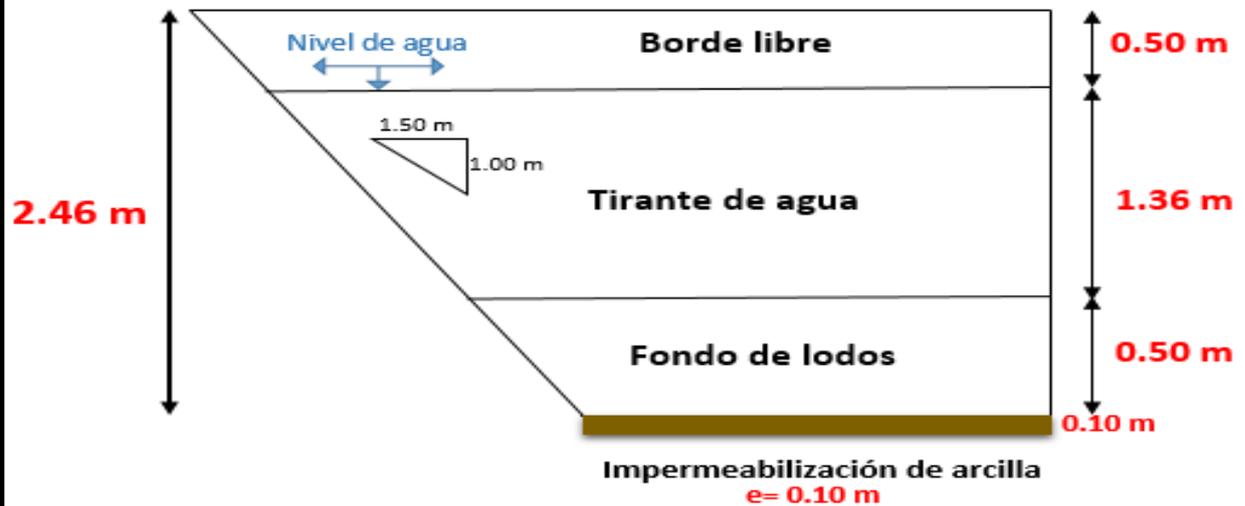
"Fuente: Base de Datos"

**INTERPRETACIÓN:** En el cuadro se puede apreciar los resultados de los parámetros de operación” cálculos en la laguna N° 01 donde se puede apreciar que el “tiempo de retención hidráulica” en la laguna es de 3.165 días, la “carga orgánica volumétrica y superficial” es de 2.764 mg /l x día y 5.418 mg x m/l x día respectivamente; por último, se pudo determinar que la laguna N° 01 tiene una “eficiencia” de remoción de un 66.67%. (Colecbi,2017, p.1)

### DISEÑO ACTUAL DE LA LAGUNA DE OXIDACIÓN N° 01



## SECCIÓN TÍPICA DE LAGUNA



### LAGUNA N° 1

Según romero (1999):

#### 1. Tiempo de retención hidráulica

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

Donde:

V = Volumen

Q = Caudal

TRH = "Tiempo de retención hidráulica"

"Sección transversal de la Laguna de Oxidación N° 01"

$$\text{TRH} = \frac{(15041.7275 \times 1.96)\text{m}^3}{0.1078 \frac{\text{m}^3}{\text{seg}}}$$

$$\text{TRH} = \frac{29481.7859 \text{ m}^3}{0.1078 \frac{\text{m}^3}{\text{seg}}}$$

$$\text{TRH} = 273485.9545\text{seg} \times \frac{1 \text{ horas}}{3600 \text{ seg}}$$

$$\text{THR} = 75.9683 \text{ horas} \times \frac{1 \text{ dia}}{24 \text{ horas}}$$

$$\text{THR} = 3.165 \text{ dias}$$

<b>THR = 3.165 dias</b>
-------------------------

## 2. Carga Orgánica volumétrica

$$\text{COV} = \frac{\text{DBO} \times \text{Q}}{\text{V}}$$

Donde:

V = Volumen

Q = Caudal

DBO= Demanda bioquímica de oxígeno (Afluente)

\*Se tiene el siguiente caudal en  $\frac{\text{m}^3}{\text{dia}}$

$$Q = 0.1078 \frac{\text{m}^3}{\text{seg}} \times 3600$$

$$Q = 388.08 \frac{\text{m}^3}{\text{dia}}$$

\*Entonces:

$$\text{COV} = \frac{210 \frac{\text{mg}}{\text{l}} \times 388.08 \frac{\text{m}^3}{\text{dia}}}{29481.7859 \text{ m}^3}$$

<b>COV = 2.764 <math>\frac{\text{mg}}{\text{l} \times \text{dia}}</math></b>
------------------------------------------------------------------------------

### 3. Carga orgánica superficial

$$\text{COS} = \frac{\text{DBO} \times \text{Q}}{\text{A}}$$

Donde:

Q = Caudal

A = Área

DBO = Afluente

\*Se tiene el siguiente caudal en  $\frac{\text{m}^3}{\text{dia}}$

$$Q = 0.1078 \frac{\text{m}^3}{\text{seg}} \times 3600$$

$$Q = 388.08 \frac{\text{m}^3}{\text{dia}}$$

$$\text{COS} = \frac{210 \frac{\text{mg}}{\text{l}} \times 388.08 \frac{\text{m}^3}{\text{dia}}}{15041.7275 \text{ m}^2}$$

$$\text{COS} = 5.418 \frac{\text{mg} \times \text{m}}{\text{l} \times \text{dia}}$$

### 4. Eficiencia

$$E = \frac{\text{DBO Afluente} - \text{DBO Efluente}}{\text{DBO Afluente}} \times 100$$

$$E = \frac{210 - 70}{210} \times 100$$

$$E = 0.6667 \times 100$$

$$E = 66.67 \%$$

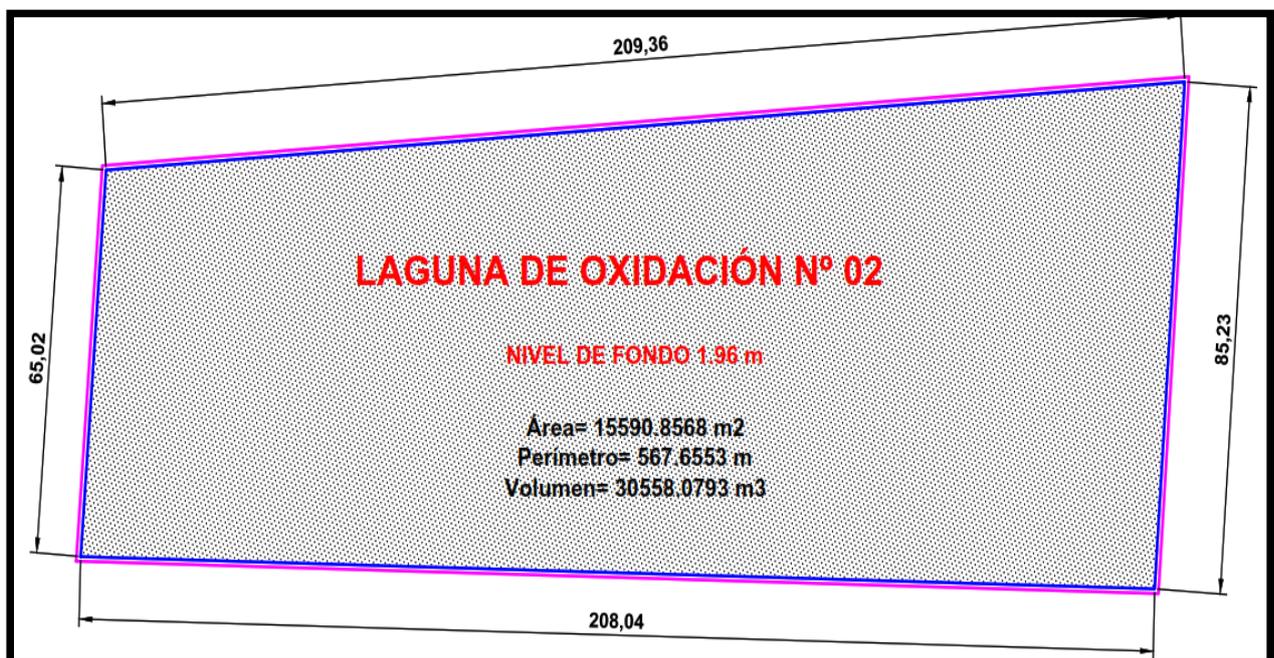
**Tabla N° 09:** Resultados del diagnóstico y evaluación de los parámetros de operación de la Laguna de Oxidación N° 02- 2017

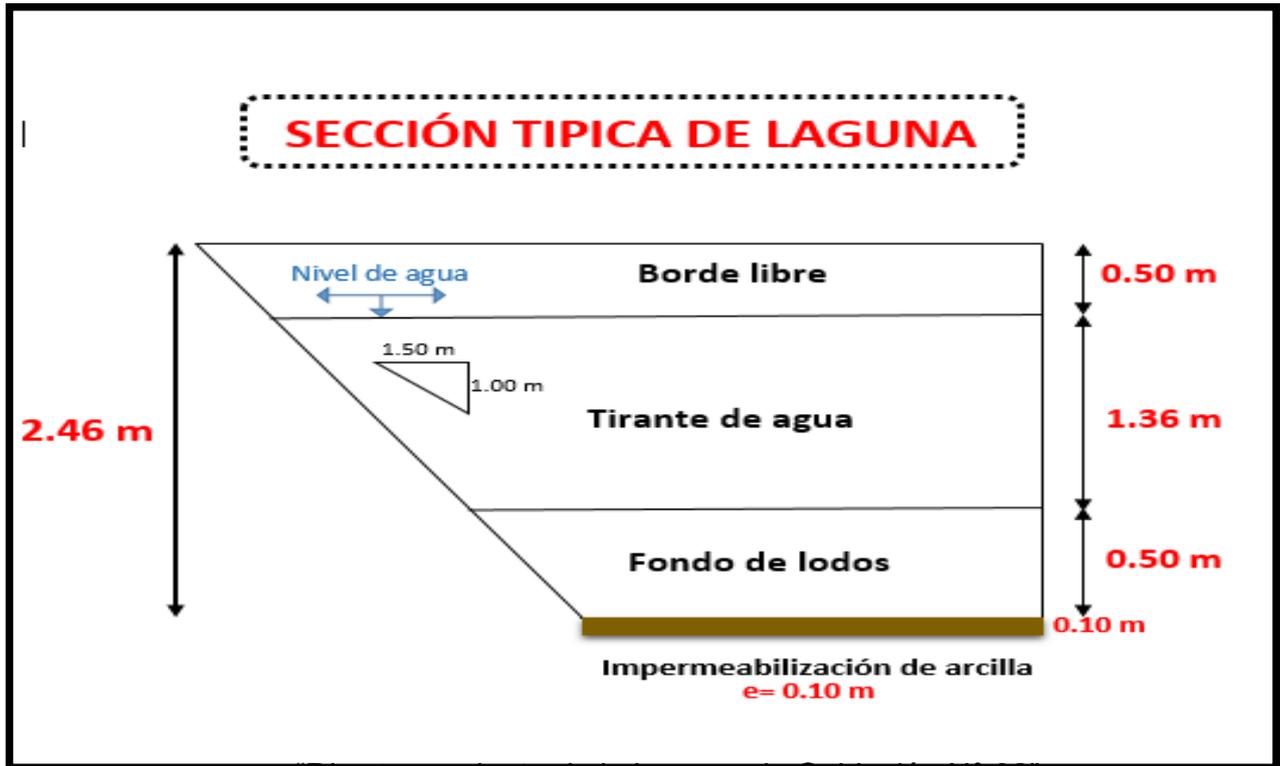
PARÁMETROS DE OPERACIÓN			
“Tiempo de retención Hidráulica” ( TRH)	“Carga Orgánica Volumétrica” (COV)	“Carga Orgánica Superficial” (COS)	“Eficiencia” (%)
La Laguna N° 02 se encuentra inoperativa y no recibe ningún tipo de afluente	No cuenta con carga orgánica volumétrica	No cuenta con carga orgánica superficial	69.98%

“Fuente: Base de Datos”

**INTERPRETACIÓN:** En la presente tabla se puede apreciar los “resultados de los parámetros de operación” calculados en la laguna N ° 02 donde se puede apreciar que el “tiempo de retención hidráulica”, “carga orgánica volumétrica y la carga orgánica superficial” son nulos debido a que se encuentra en desuso, así mismo en base a las muestras tomadas en el año 2015 se pudo determinar que su “eficiencia” fue de 69.98% (Colecbi, 2015, p.1).

#### DISEÑO ACTUAL DE LA LAGUNA DE OXIDACIÓN N° 02





Diseño en planta de la Laguna de Oxidación N° 02  
 “Sección transversal de la Laguna de Oxidación N° 02”

**LAGUNA N° 2**

Según romero (1999):

**1. Tiempo de retención hidráulica**

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

Donde:

V = Volumen

Q = Caudal

TRH = Tiempo de retención hidráulica

**TRH = La Laguna N° 02 se encuentra inoperativa y no recibe ningún tipo de afluente**

## 2. Carga Orgánica volumétrica

$$\text{COV} = \frac{\text{DBO} \times \text{Q}}{\text{V}}$$

Donde:

V = Volumen

Q = Caudal

DBO= Demanda bioquímica de oxígeno (Afluente)

**COV = No cuenta con carga orgánica volumétrica**

## 3. Carga orgánica superficial

$$\text{COS} = \frac{\text{DBO} \times \text{Q}}{\text{A}}$$

Donde:

Q = Caudal

A = Área

DBO = Afluente

**COS = No cuenta con carga orgánica volumétrica**

## 4. Eficiencia

$$E = \frac{\text{DBO Afluente} - \text{DBO Efluente}}{\text{DBO Afluente}} \times 100$$

$$E = \frac{986 - 296}{986} \times 100$$

$$E = 0.6667 \times 100$$

**E = 69.98 %**

3.2 Resultados del muestreo realizado en el sistema para determinar los parámetros de caracterización del agua residual y la comparación realizada con las normas técnicas.

**Tabla N° 10:** Resultados del muestreo realizado para determinar los parámetros de caracterización del agua residual en la Laguna de Oxidación N° 01 -2017

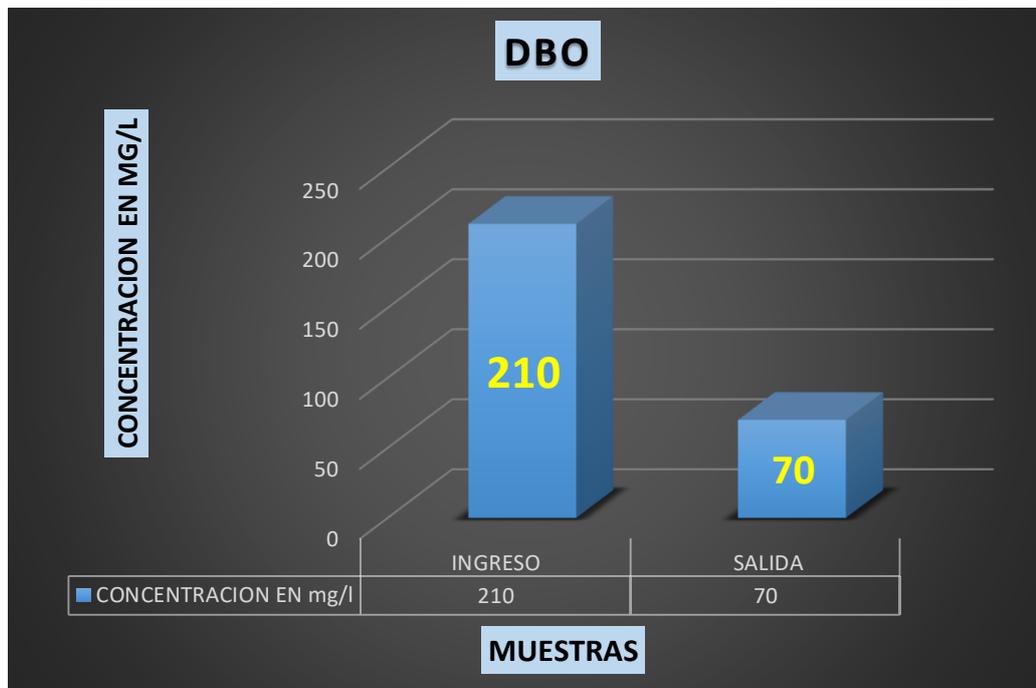
PARÁMETRO	AFLUENTE	EFLUENTE	NORMA LMP	NORMA ECA
DBO (mg/l)	210	70	100	15
SÓLIDOS TOTALES EN SUSPENSIÓN (mg/)	218	54	150	.....
ACEITES Y GRASAS (mg/)	58	10	20	5
PH ( unidad)	6,85	7,52	6.5-8.5	6,5 – 8,5
DQO (mg/)	320	107	200	40
COLIFORMES TERMOTOLERANTES (NMP/100 mL)	35 x 10 <sup>6</sup>	13 x 10 <sup>6</sup>	10000	1000
DBO/DQO	0,66	0,66	> 0.5 fácilmente biodegradable	
			< 0.3 difícilmente biodegradable	

“Fuente: Base de Datos”

**INTERPRETACIÓN:** En el cuadro se puede apreciar el resumen de los resultados obtenidos del muestreo realizado al agua residual presente a “la entrada y salida de la laguna de oxidación N° 01 de la Ciudad de Casma”, la tabla nos indica que “la relación entre DBO/DQO es de 0,66” es decir el agua residual es fácilmente biodegradable y no contiene sustancias tóxicas, pero aun así no es apta para el riego agrícola (Mecalf y Eddy, 2007, p.52).

**(Ver anexo – “Ensayo físico, químico y bacteriológico del agua residual presente en la Laguna N° 01”)**

**GRÁFICO N° 01:** “Comportamiento de DBO a la entrada y salida de la Laguna de oxidación N° 01”



“Fuente: Base de Datos”

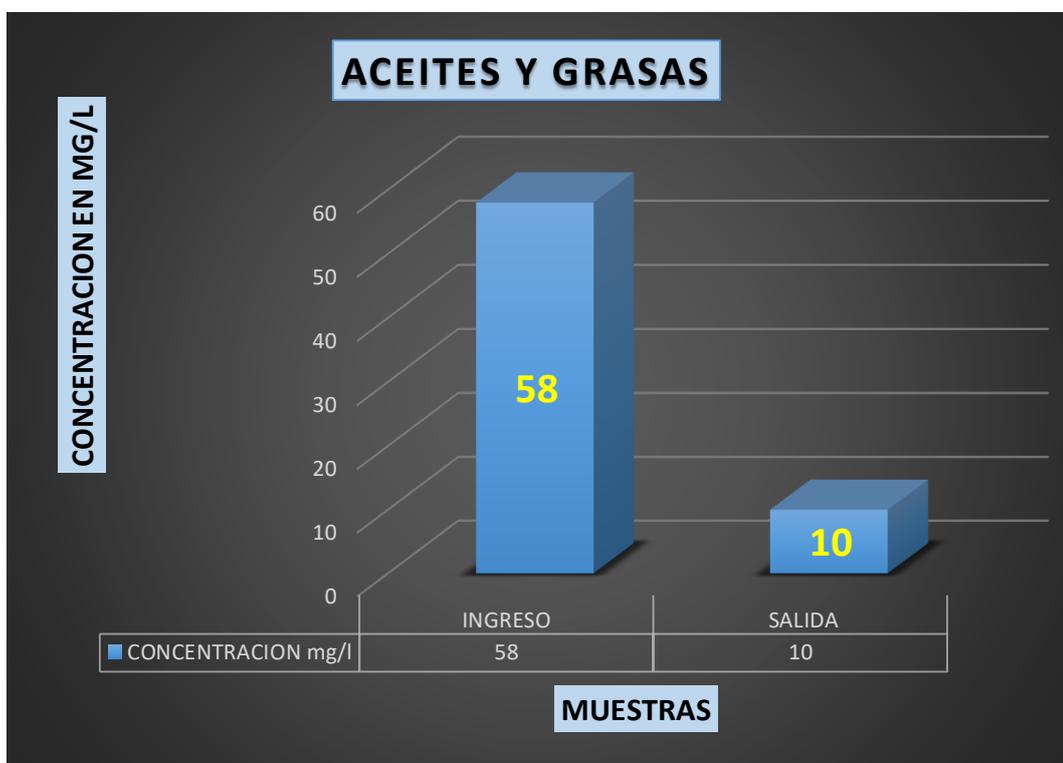
**INTERPRETACIÓN:** En el gráfico se puede apreciar que la cantidad de “DBO5” presente a la entrada de la laguna N° 01 cuenta con 210 mg/L y a la salida cuenta con 70 mg/L.

**GRÁFICO N° 02:** “Comportamiento de solidos totales en suspensión a la entrada y salida de la Laguna de Oxidación N°01”.



**ACIÓN:** En el gráfico se aprecia que la cantidad de “SÓLIDOS TOTALES EN SUSPENSIÓN” presente a la entrada de la Laguna N° 01 es de 218 mg/L a la entrada y a la salida cuenta con 54 mg/L.

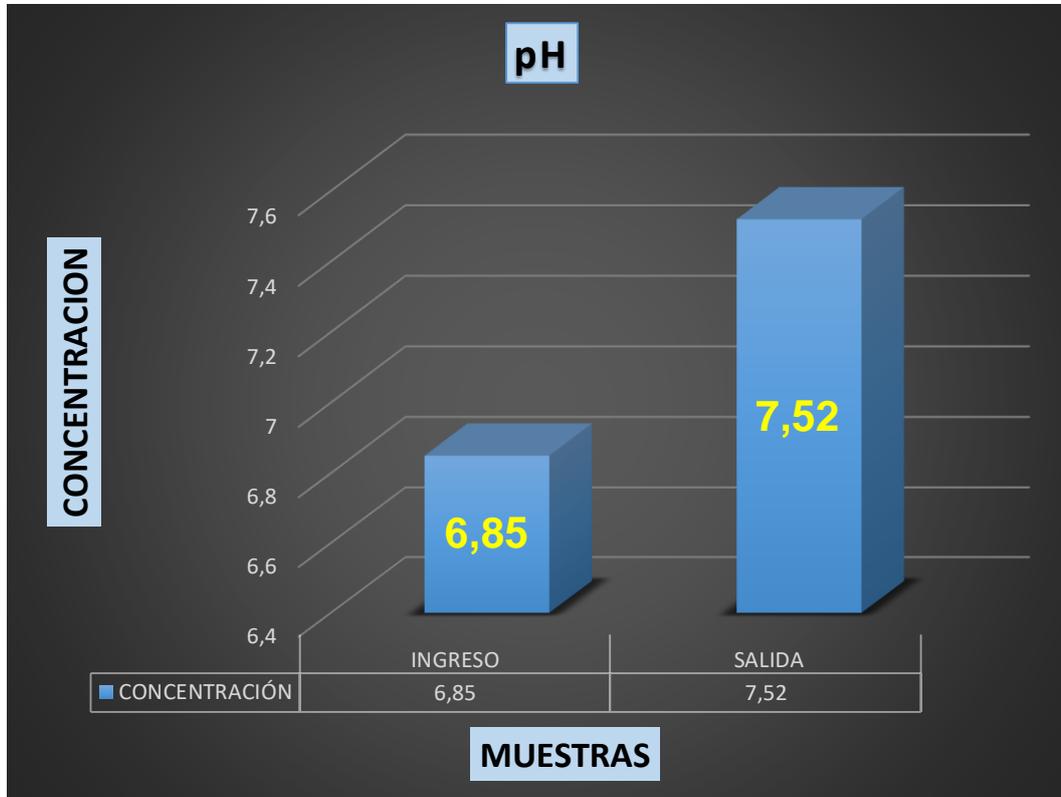
**GRÁFICO N° 03:** “Comportamiento de ACEITES Y GRASAS a la entrada y salida de la Laguna de Oxidación N° 01”



“Fuente: Base de Datos”

**INTERPRETACIÓN:** En el gráfico se aprecia que la cantidad de “ACEITES Y GRASAS” presente a la entrada de la Laguna N ° 01 es de 58 mg/L y la salida cuenta con 10 mg/L.

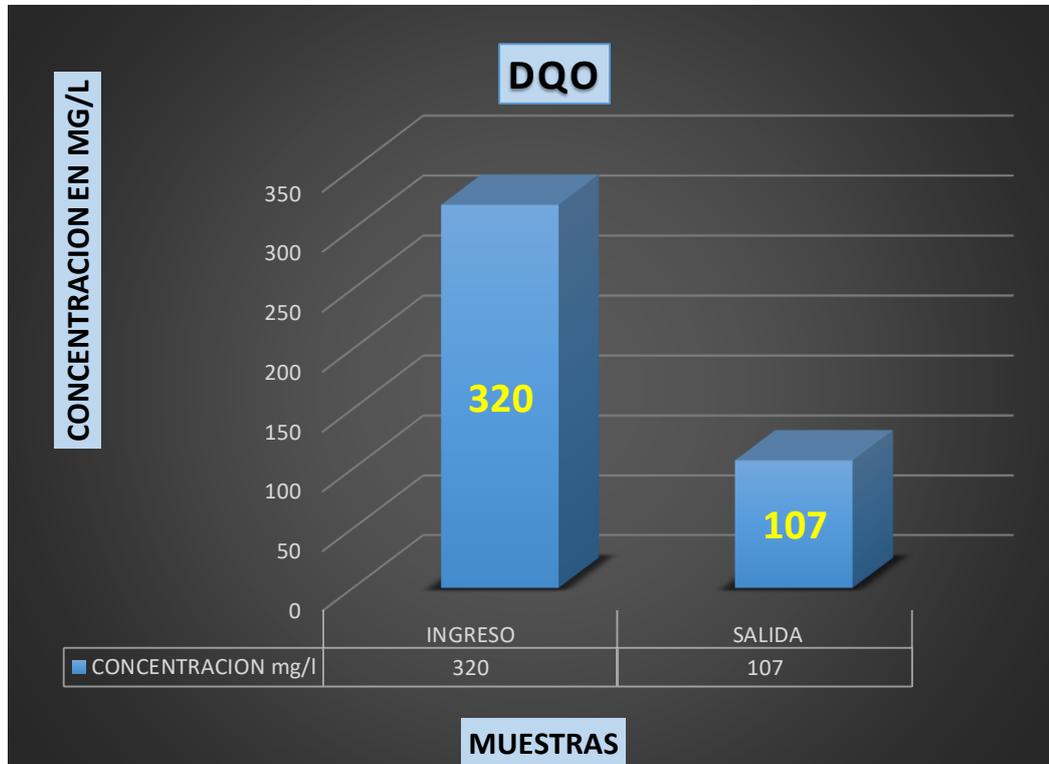
**GRÁFICO N° 04:** “Comportamiento de pH a la entrada y salida de la Laguna de Oxidación N° 01”.



“Fuente: Base de Datos”

**INTERPRETACIÓN:** En el presente gráfico se puede apreciar que la cantidad de “pH” presente a la entrada de la Laguna N° 01 es de 6,85 y la salida cuenta con una cantidad de 7,52.

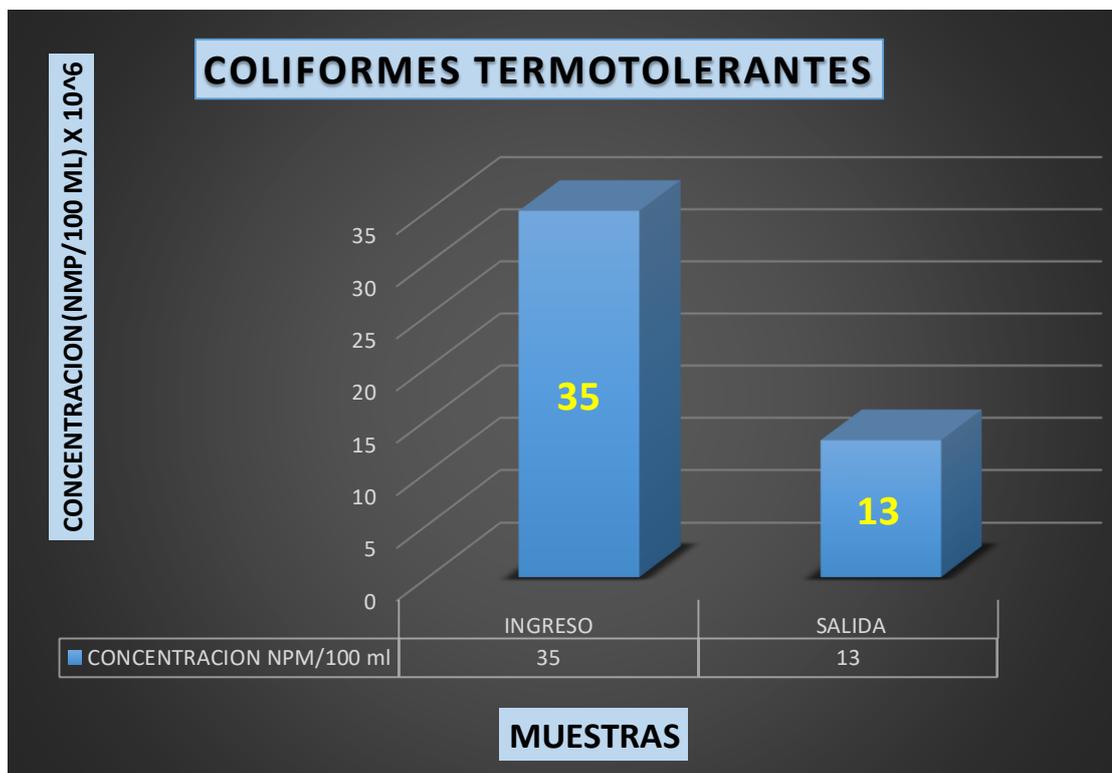
**GRÁFICO N° 05:** “Comportamiento de DQO a la entrada y salida de la Laguna de Oxidación N° 01”



“Fuente: Base de Datos”

**INTERPRETACIÓN:** En el gráfico se puede apreciar que la cantidad de “DQO” presente a la entrada de la Laguna N° 01 es de 320 mg/L y la salida cuenta con una cantidad de 107 mg/L.

**GRÁFICO N° 06:** “Comportamiento de COLIFORMES TERMOTOLERANTES a la entrada y salida de la Laguna de Oxidación N° 01”.



“Fuente: Base de Datos”

**INTERPRETACIÓN:** En el gráfico se puede apreciar que la cantidad de “COLIFORMES TERMOTOLERANTES” presente a la entrada de la Laguna N° 01 es de  $35 \times 10^6$  NPM/100 ml y la salida cuenta con  $13 \times 10^6$ .

**Tabla N° 11:** Resultados del muestreo realizado para determinar los parámetros de caracterización del agua residual en la Laguna de Oxidación N° 02 -2015

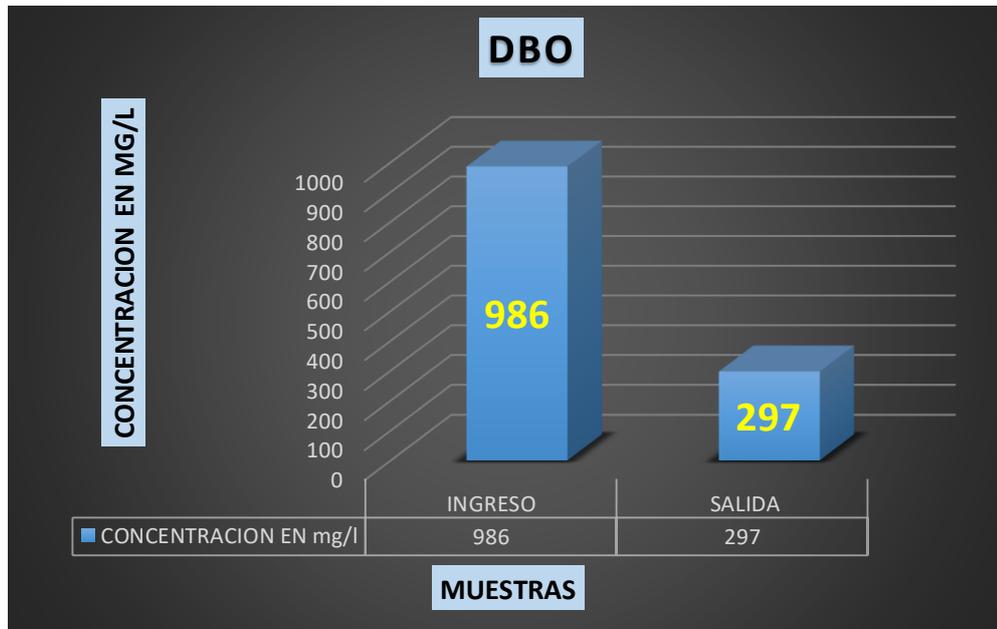
PARÁMETRO	AFLUENTE	EFLUENTE	NORMA LMP	NORMA ECA
DBO (mg/l)	986	297	100	15
SÓLIDOS TOTALES EN SUSPENSIÓN (mg/l)	370	45	150	.....
ACEITES Y GRASAS (mg/l)	75	42	20	5
PH ( unidad)	7,26	7,25	6.5-8.5	6,5 – 8,5
DQO (mg/l)	1627	432	200	40
COLIFORMES TERMOTOLERANTES (NMP/100 mL)	35 x 10 <sup>6</sup>	24 x 10 <sup>6</sup>	10000	1000
DBO/DQO	0,61	0,69	> 0.5 fácilmente biodegradable	
			< 0.3 difícilmente biodegradable	

“Fuente: Base de Datos”

**INTERPRETACIÓN:** En la presente tabla se puede apreciar el resumen de los resultados obtenidos del muestreo realizado al agua residual presente “a la entrada y salida de la laguna de oxidación N° 02 de la Ciudad de Casma”, la tabla nos indica que la relación entre DBO/DQO es de 0,61 y 0,69 es decir el agua residual es fácilmente biodegradable y no contiene sustancias toxicas, pero aun así no es apta para el riego agrícola.

**(Ver anexo - “Ensayo físico, químico y bacteriológico del agua residual presente en la Laguna N° 02”)**

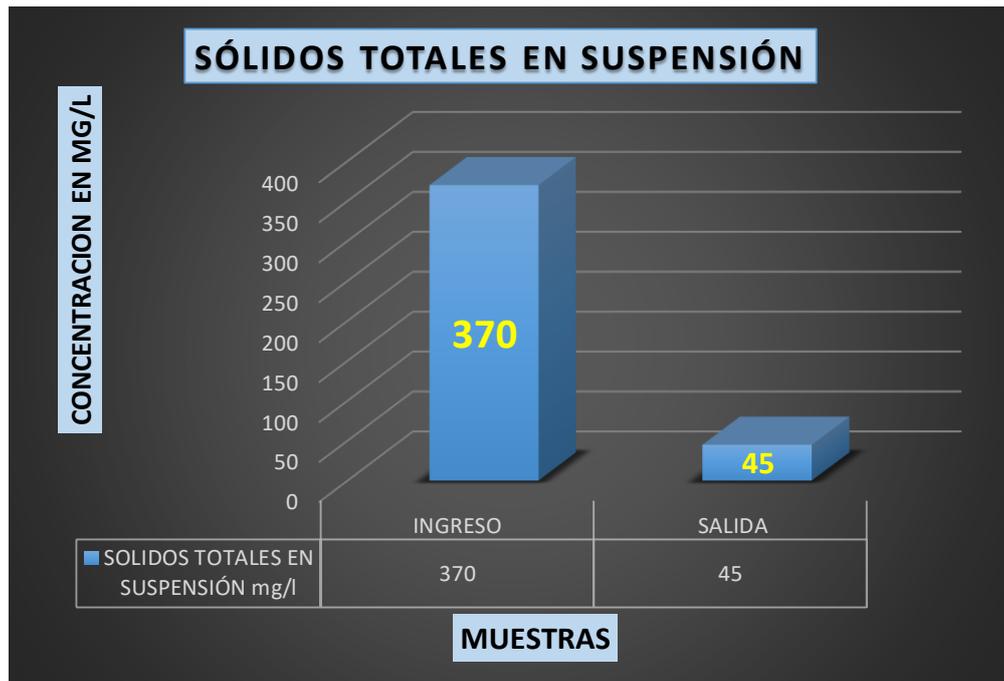
**GRÁFICO N° 07:** “Comportamiento de DBO a la entrada y salida de la Laguna de oxidación N° 02”.



“Fuente: Base de Datos”

**INTERPRETACIÓN:** En el gráfico se puede apreciar que la cantidad DBO<sub>5</sub> que ingresa a la Laguna N° 02 es de 986 mg/L y la cantidad que sale de dicha laguna es de 297 mg/L.

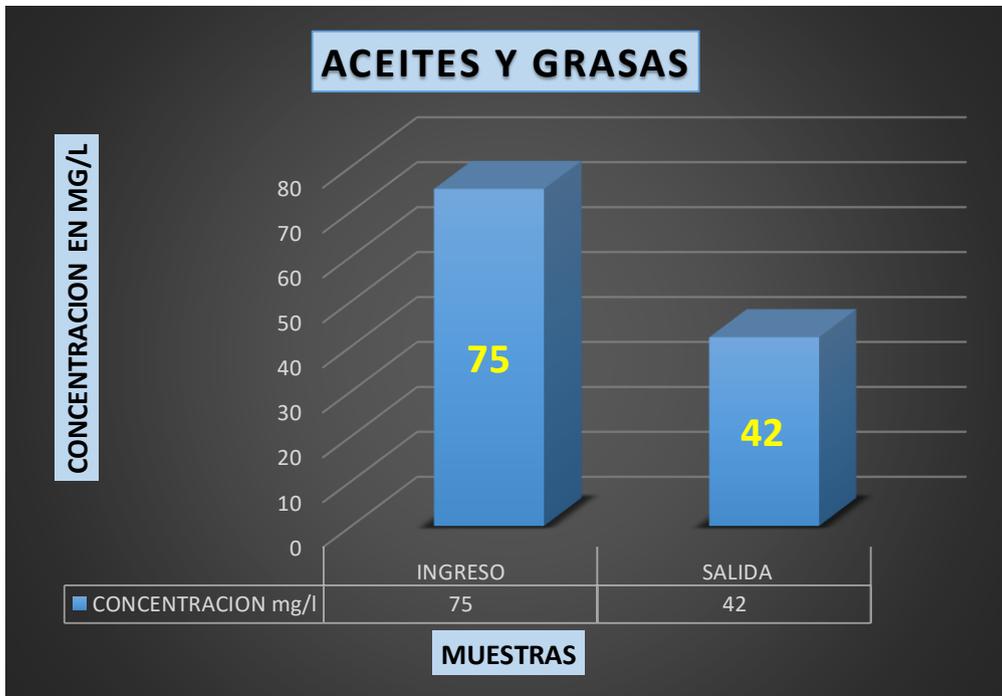
**GRÁFICO N° 08:** “Comportamiento de solidos totales en suspensión a la entrada y salida de la Laguna de Oxidación N°02”.



“Fuente: Base de Datos”

**INTERPRETACIÓN:** En el gráfico se puede apreciar que la “cantidad de SÓLIDOS TOTALES EN SUSPENSION” que contiene la Laguna N° 02 es de 370 mg/L y la cantidad que sale es de 45 mg/L.

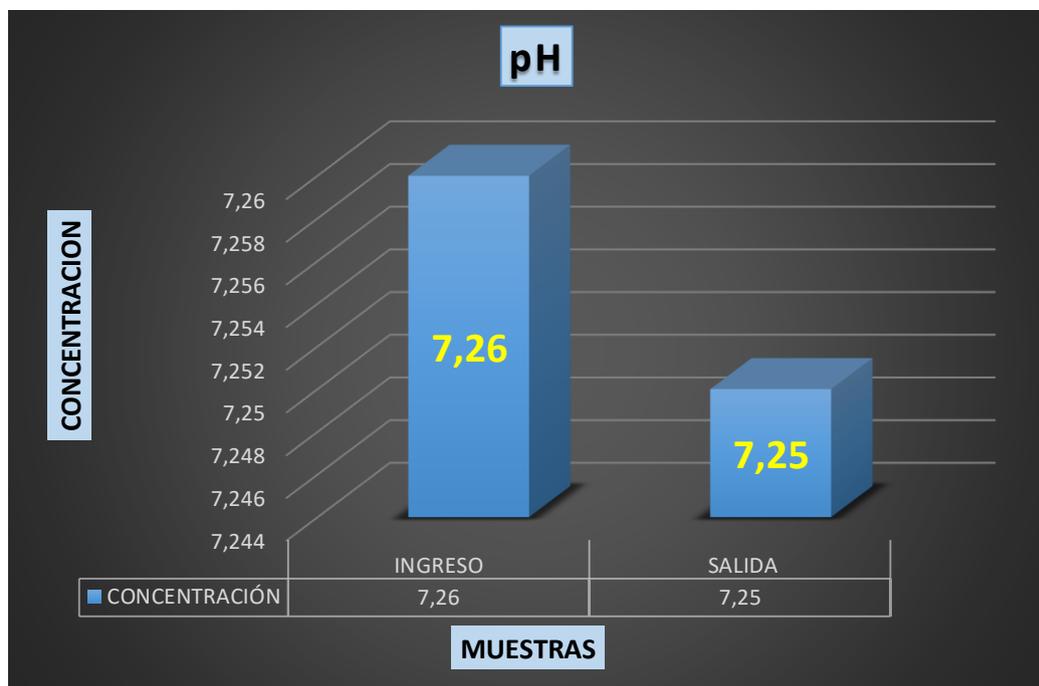
**GRÁFICO N° 09:** “Comportamiento de ACEITES Y GRASAS a la entrada y salida de la Laguna de Oxidación N° 02”.



“Fuente: Base de Datos”

**INTERPRETACIÓN:** En el gráfico se puede apreciar que la cantidad de “ACEITES Y GRASAS” presente a la “entrada” de la Laguna N° 2 cuenta con 75 mg/l y la cantidad de “salida” es de 42 mg/l.

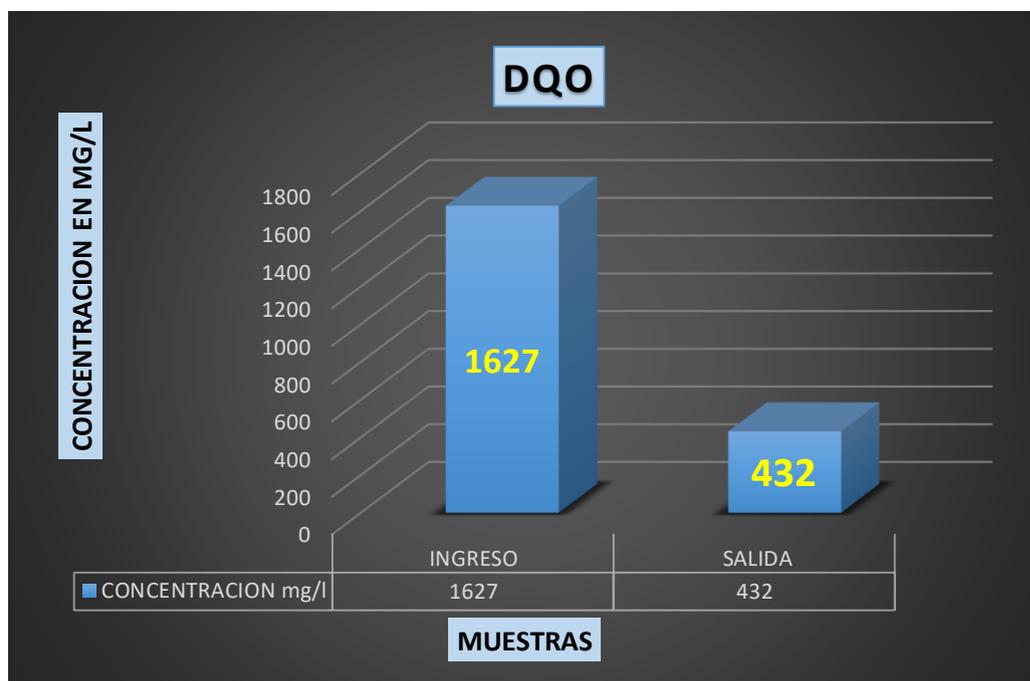
**GRÁFICO N° 10:** “Comportamiento de pH a la entrada y salida de la Laguna de Oxidación N° 02”



“Fuente: Base de Datos”

**INTERPRETACIÓN:** “En el gráfico se puede apreciar que la cantidad pH presente a la entrada de la Laguna N° 02” cuenta con 7,26 y a la salida cuenta con 7,25”.

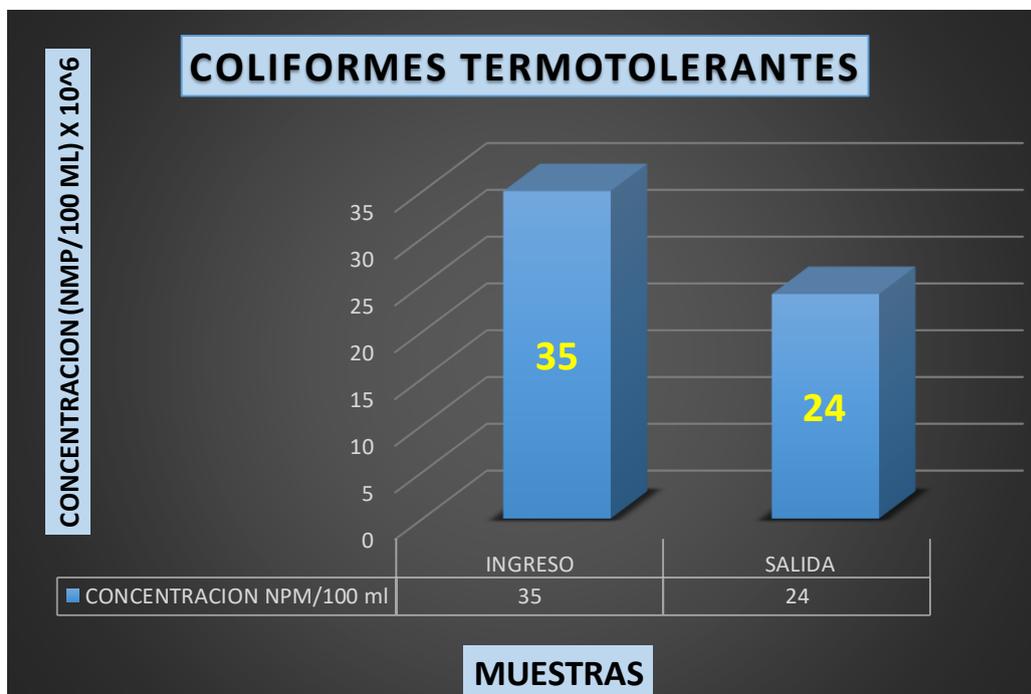
**GRÁFICO N° 11:** “Comportamiento de DQO a la entrada y salida de la Laguna de Oxidación N° 02”.



“Fuente: Base de Datos”

**INTERPRETACIÓN:** “En el gráfico se puede apreciar que la cantidad” de DQO presente en la Laguna N°02 cuenta con 1627 mg/L a la entrada y 432 mg/L a la salida.

**GRÁFICO N° 12:** “Comportamiento de COLIFORMES TERMOTOLERANTES a la entrada y salida de la Laguna de Oxidación N° 02”.



“Fuente: Base de Datos”

**INTERPRETACIÓN:** El presente grafico estadístico nos indica que la cantidad de “COLIFORMES TERMOTOLERANTES” presentes en la Laguna N° 02 cuenta con  $35 \times 10^6$  NMP/100 ml a la entrada y  $24 \times 10^6$  NMP/100 ml a la salida.

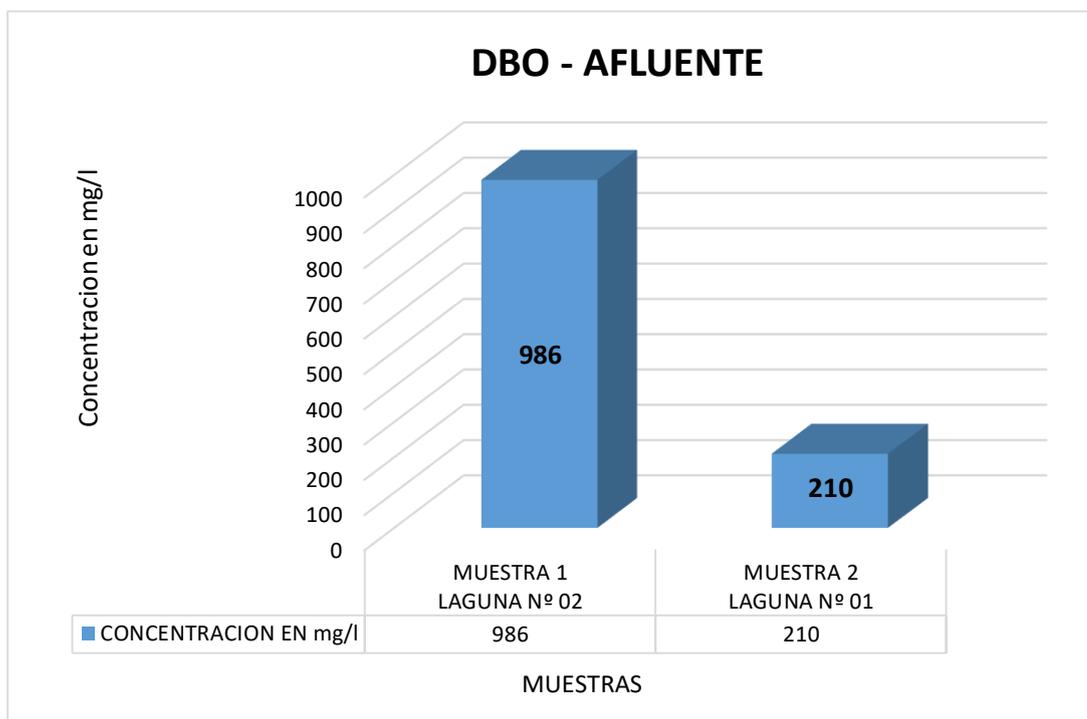
**Tabla N° 12:** Resultados de la comparación entre los afluentes que ingresan a la laguna N° 01 y la Laguna N° 02

PARÁMETRO	AFLUENTE LAGUNA N° 01	AFLUENTE LAGUNA N° 02	METCALF Y EDDY		
			FUERTE	MEDIA	DÉBIL
DBO (mg/l)	210	986	350	190	110
SÓLIDOS TOTALES EN SUSPENSIÓN (mg/)	218	370	400	210	120
ACEITES Y GRASAS (mg/)	58	75	100	90	50
PH ( unidad)	6,85	7,26	6.4-7.5		
DQO (mg/)	320	1627	800	430	250
COLIFORMES TERMOTOLERANTES (NMP/100 mL)	35 x 10 <sup>6</sup>	35 x 10 <sup>6</sup>	No establece		
DBO/DQO	MAYOR 0.5 fácilmente biodegradable y Menor a 0.3 difícilmente biodegradable				

“Fuente: Base de Datos”

**INTERPRETACIÓN:** En el cuadro estadístico se puede apreciar la cantidad de afluente que ingresa a la Laguna N° 01 en el año 2017 y la cantidad que ingresa a Laguna N° 02 en el año 2015.

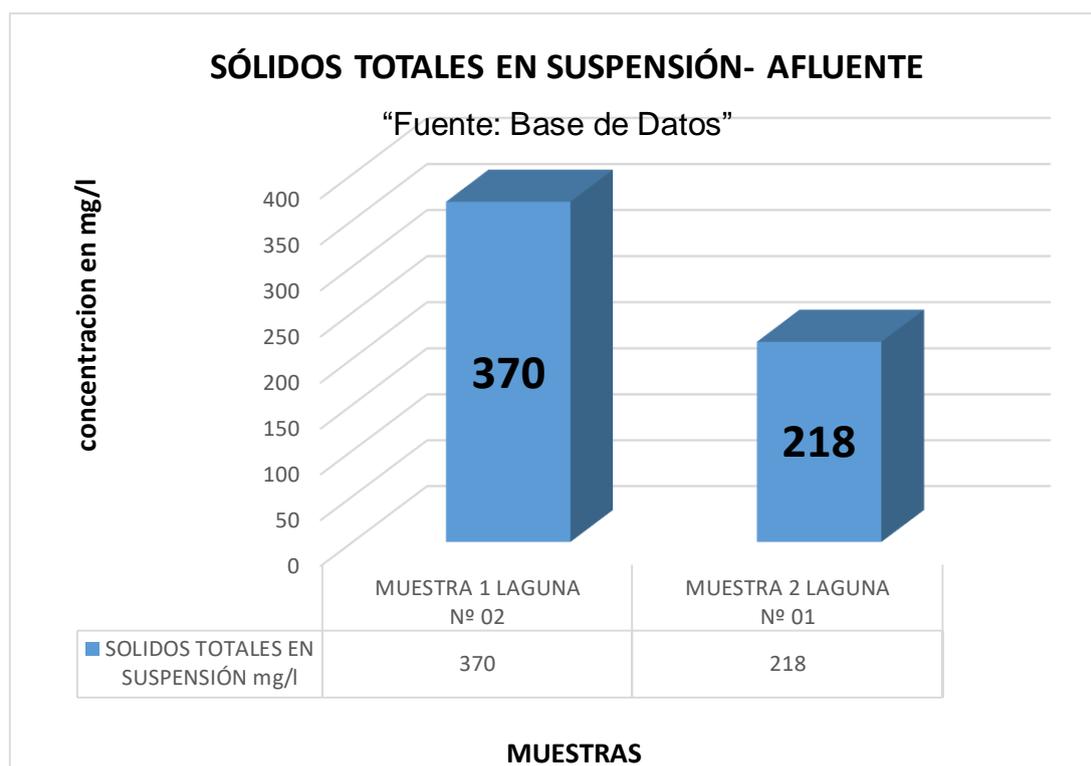
**GRÁFICO N° 13:** “Comparación entre la cantidad de DBO que ingresa como afluente a la Laguna N° 01 y la Laguna N° 02”.



“Fuente: Base de Datos”

**INTERPRETACIÓN:** “En el grafico estadístico se puede apreciar”: que la cantidad de “DBO” que ingresa a la Laguna N° 02 es de 986 mg/l y la cantidad de DBO que ingresa a la Laguna N° 01 es de 210 mg/l.

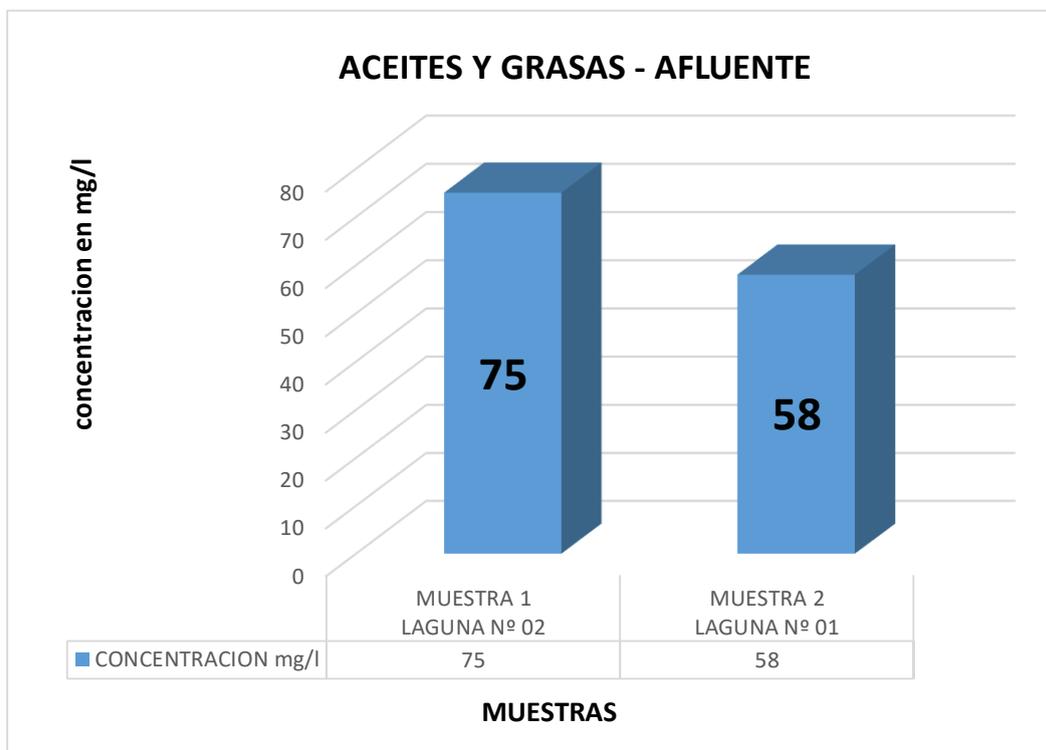
**GRÁFICO N° 14:** “Comparación entre la cantidad de SÓLIDOS TOTALES EN SUSPENSIÓN que ingresa como afluente a la Laguna N° 01 y la Laguna N° 02”.



“Fuente: Base de Datos”

**INTERPRETACIÓN:** En gráfico estadístico se puede apreciar que la cantidad de “SÓLIDOS TOTALES EN SUSPENSIÓN” que ingresa a la Laguna N° 02 es de 370 mg/l y la cantidad que ingresa a la Laguna N° 01 es de 218 mg/l.

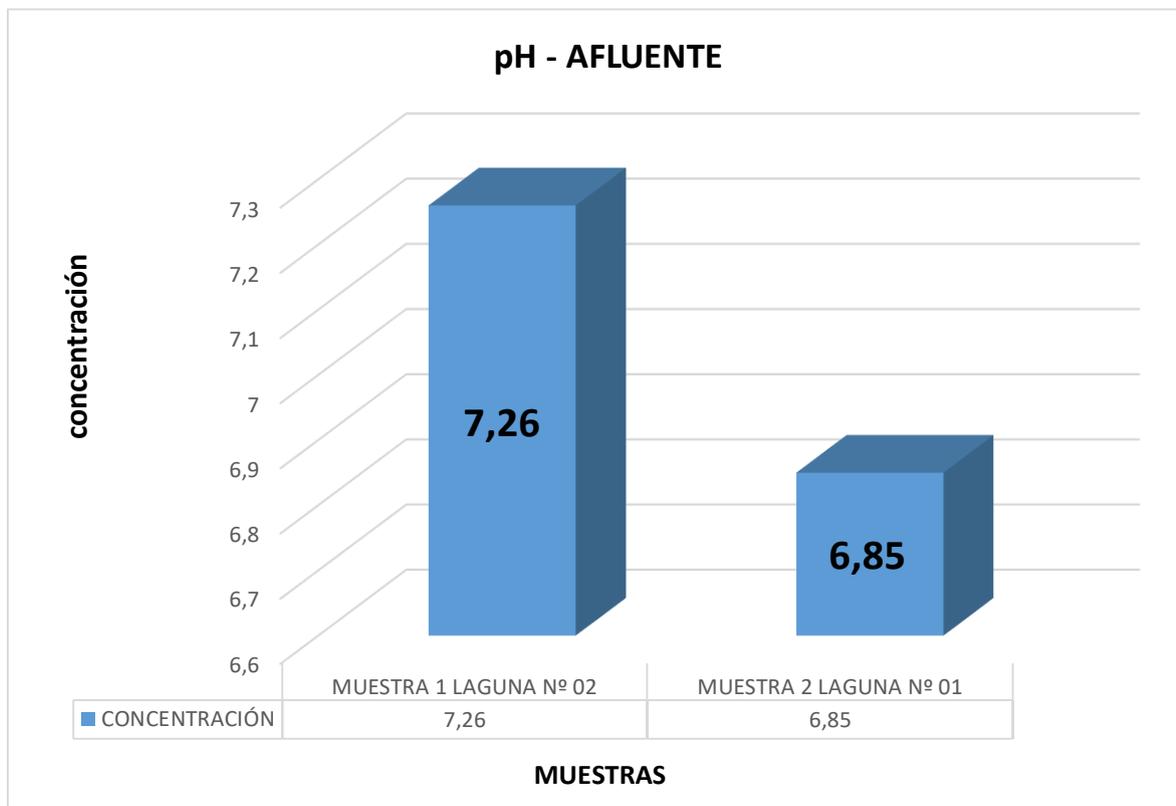
**GRÁFICO N° 15:** “Comparación entre la cantidad DE ACEITES Y GRASAS que ingresa como afluente a la Laguna N° 01 y la Laguna N° 02”.



“Fuente: Base de Datos”

**INTERPRETACIÓN:** “En el grafico estadístico se puede apreciar que la cantidad de ACEITES Y GRASAS” que ingresa a la Laguna N° 02 es de 75 mg/l y la cantidad que ingresa a la Laguna N° 01 es de 58 mg/l.

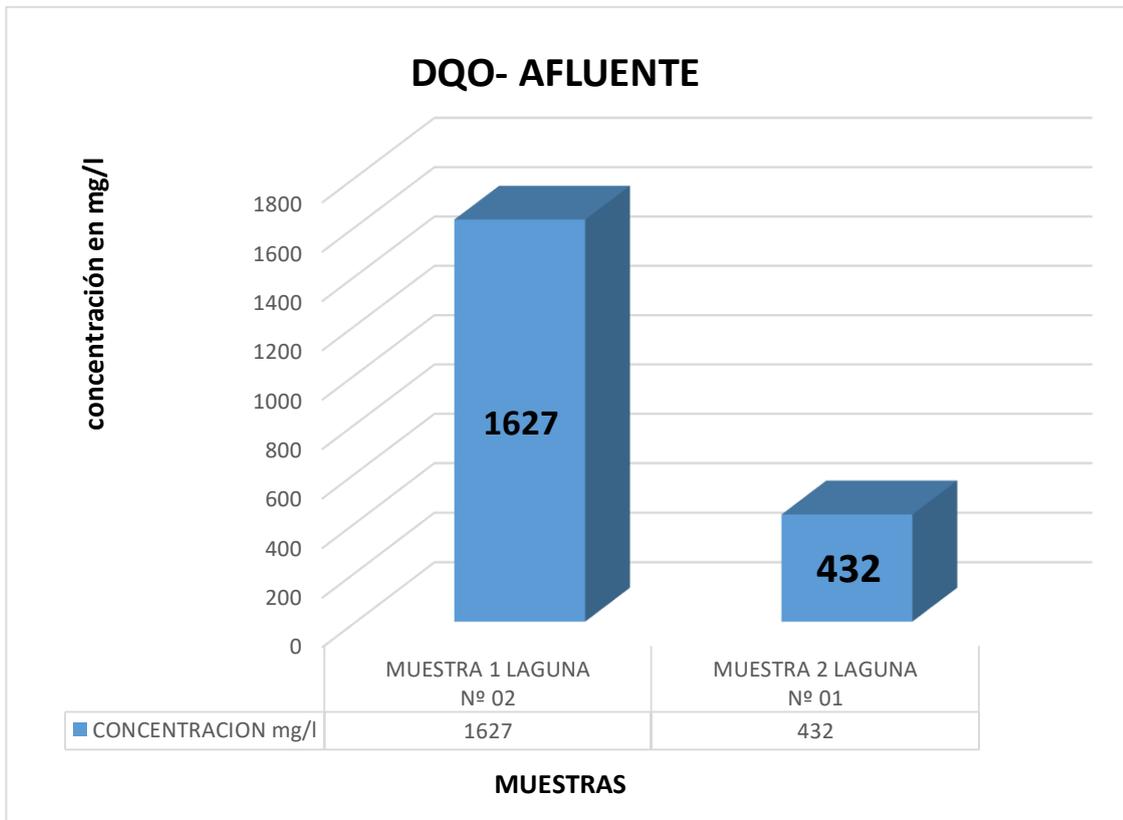
**GRÁFICO N° 16:** “Comparación entre la cantidad de pH que ingresa como afluente a la Laguna N° 01 y la Laguna N° 02”.



“Fuente: Base de Datos”

**INTERPRETACIÓN:** En el gráfico estadístico se puede apreciar que la cantidad de pH que ingresa a la Laguna N° 02 es de 7,26 y la cantidad que ingresa a la Laguna N° 01 es de 6,85.

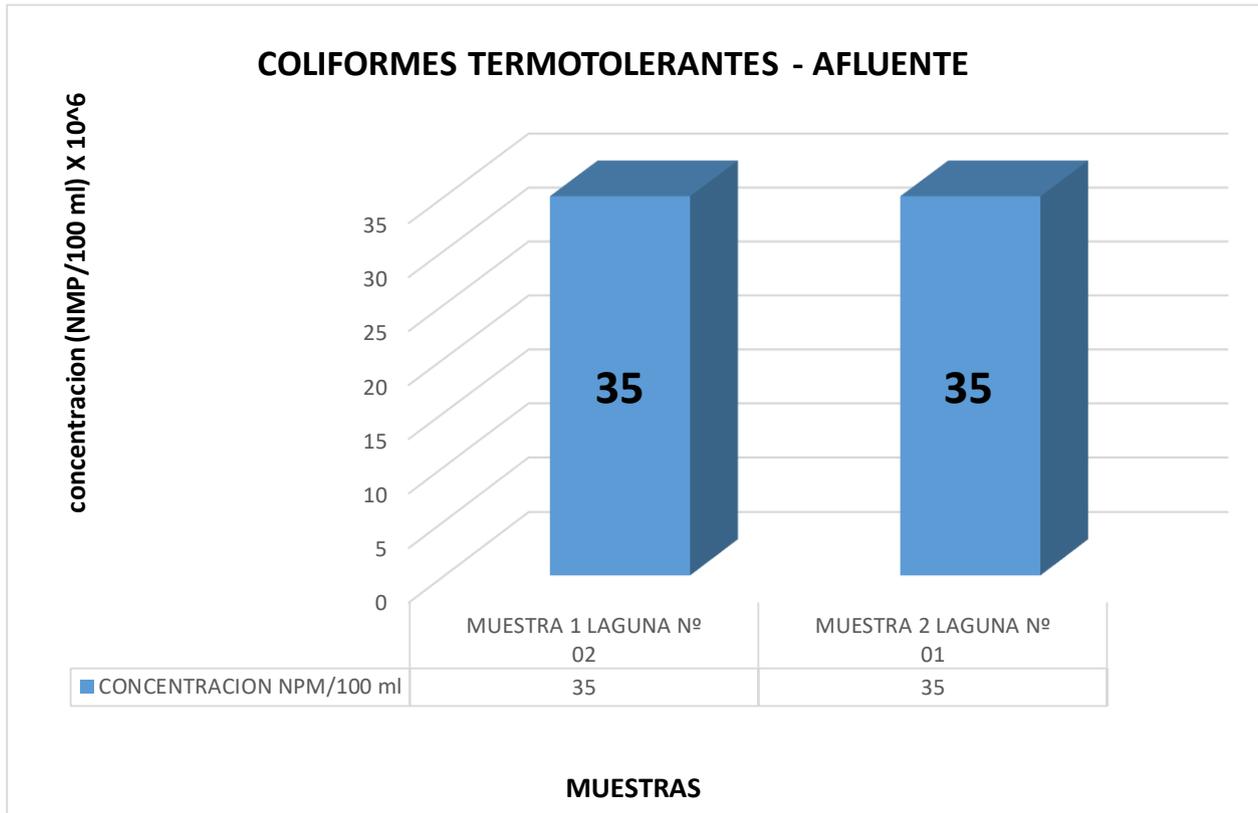
**GRÁFICO N° 17:** “Comparación entre la cantidad de DQO que ingresa como afluente a la Laguna N° 01 y la Laguna N° 02”.



“Fuente: Base de Datos”

**INTERPRETACIÓN:** En gráfico estadístico se puede apreciar que la cantidad de “DQO” que ingresa a la Laguna N° 02 es de 1627 mg/ l y la cantidad que ingresa a la Laguna N° 01 es de 432 mg/l.

**GRÁFICO N° 18:** “Comparación entre la cantidad de COLIFORMES TERMOTOLERANTES que ingresa como afluente a la Laguna N° 01 y la Laguna N° 02”.



“Fuente: Base de Datos”

**INTERPRETACIÓN:** En el grafico estadístico se puede apreciar que la cantidad de “COLIFORMES TERMOTOLERANTES” que ingresa a la Laguna N° 02 es de  $35 \times 10^6$  NMP/100 ml y la cantidad que ingresa a la Laguna N° 01 es de  $35 \times 10^6$  NMP/100 ml.

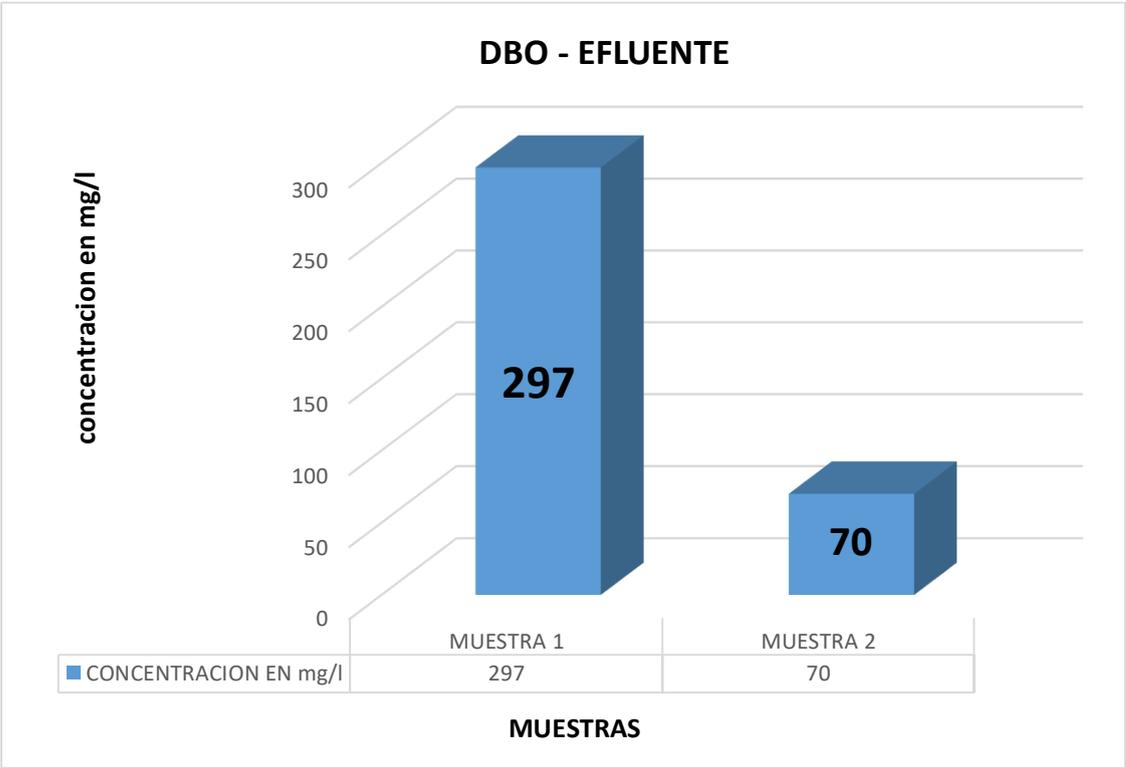
**Tabla N° 13:** Resultados de la comparación entre los efluentes que salen de la laguna N° 01 y de la Laguna N° 02

<b>PARÁMETRO</b>	<b>EFLUENTE LAGUNA N° 01</b>	<b>EFLUENTE LAGUNA N° 02</b>
<b>DBO (mg/l)</b>	70	297
<b>SÓLIDOS TOTALES EN SUSPENSIÓN (mg/l)</b>	54	45
<b>ACEITES Y GRASAS (mg/l)</b>	10	42
<b>PH ( unidad)</b>	7,52	7,25
<b>DQO (mg/l)</b>	107	432
<b>COLIFORMES TERMOTOLERANTES (NMP/100 mL)</b>	13 x 10 <sup>6</sup>	24 x 10 <sup>6</sup>

“Fuente: Base de Datos”

**INTERPRETACIÓN:** En el cuadro estadístico se puede apreciar la cantidad de efluente que ingresa a la Laguna N° 01 en el año 2017 y la cantidad que ingresa a Laguna N° 02 en el año 2015.

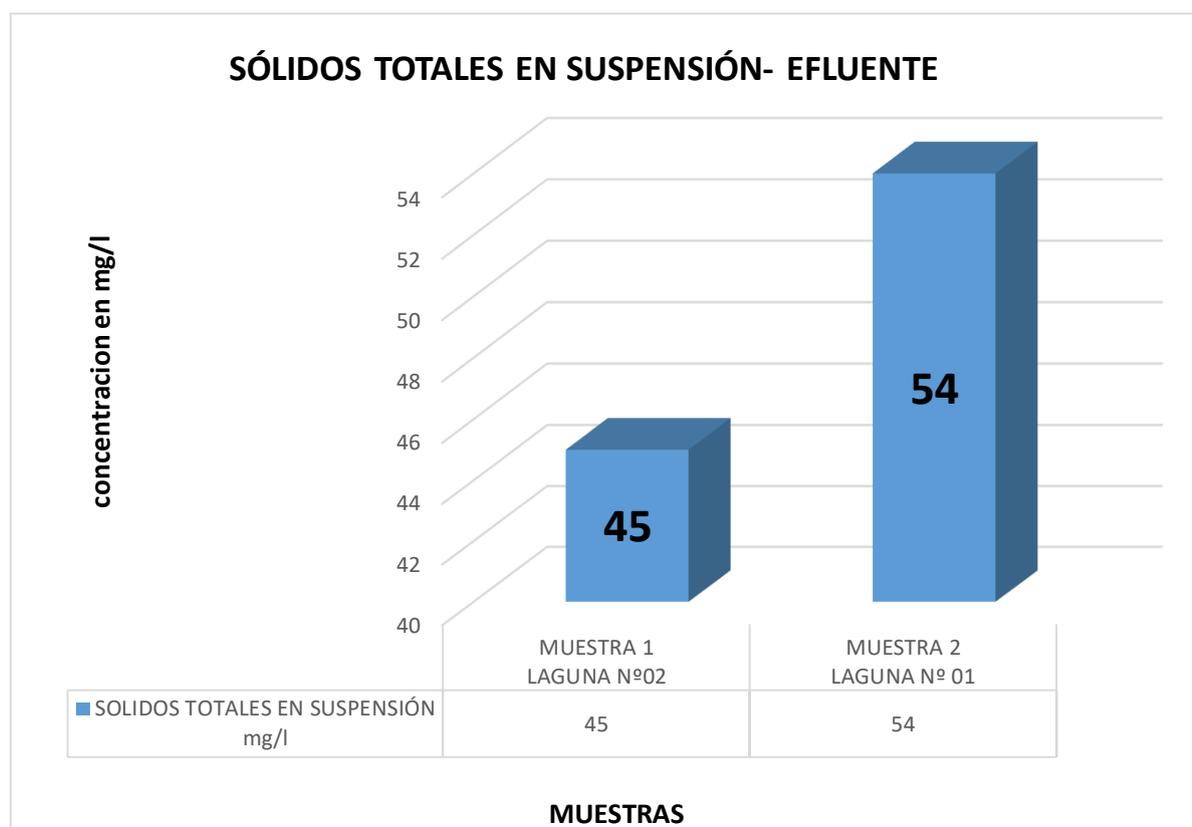
**GRÁFICO N° 19:** “Comparación entre la cantidad de DBO que sale como efluente a la Laguna N° 01 y la Laguna N° 02”.



“Fuente: Base de Datos”

**INTERPRETACIÓN:** En grafico estadístico se puede apreciar que la cantidad de “DBO” que evacúa de la Laguna N° 02 es de 297 mg/l y la cantidad que sale de la Laguna N° 01 es de 70 mg/l.

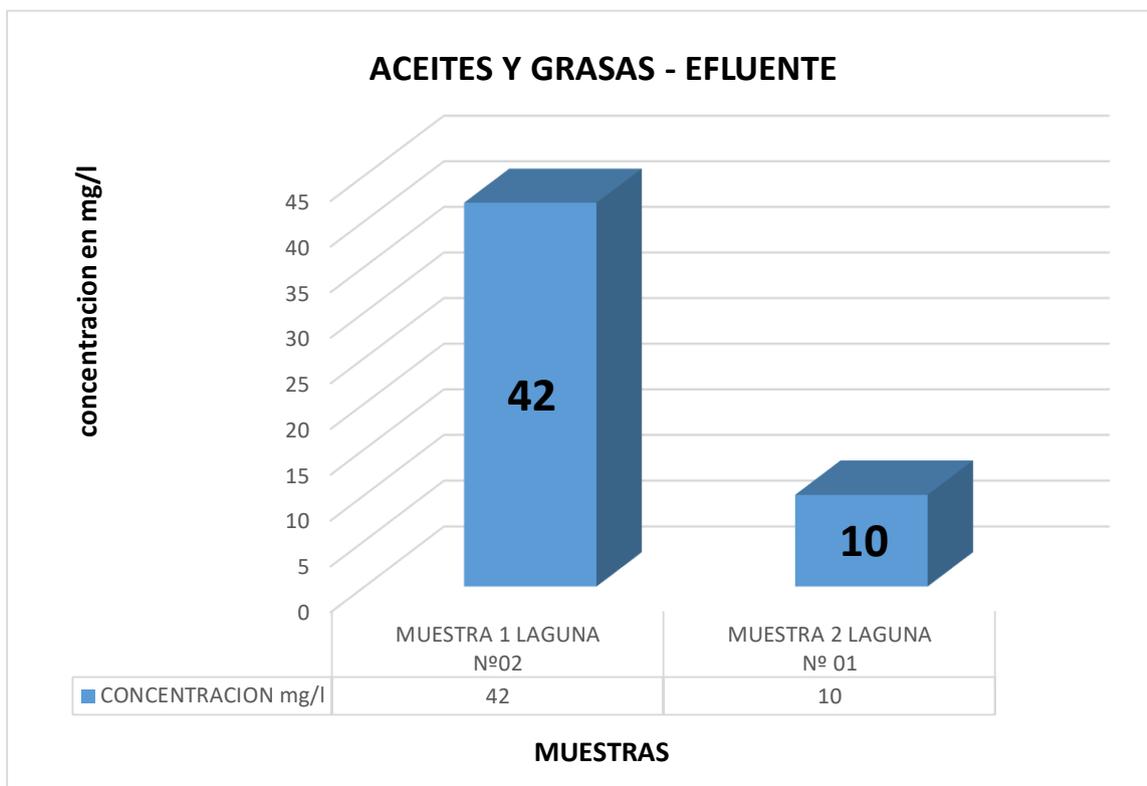
**GRÁFICO N° 20:** “Comparación entre la cantidad de SÓLIDOS TOTALES EN SUSPENSIÓN que sale como efluente a la Laguna N° 01 y la Laguna N° 02”.



“Fuente: Base de Datos”

**INTERPRETACIÓN:** “En el grafico estadístico se puede apreciar que la cantidad de SÓLIDOS TOTALES EN SUSPENSIÓN” que evacúa de la Laguna N° 02 es de 45 mg/l y la cantidad que sale de la Laguna N° 01 es de 54 mg/l.

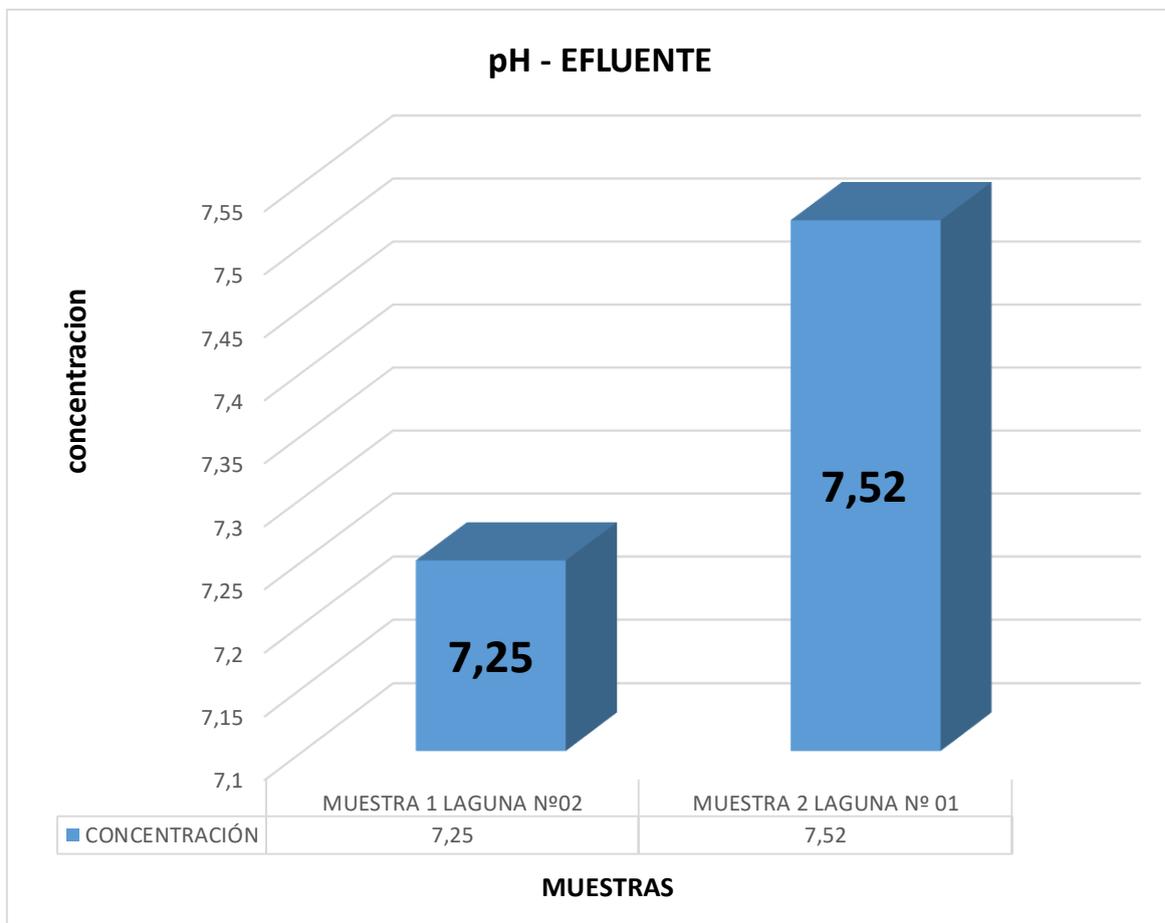
**GRÁFICO N° 21:** “Comparación entre la cantidad de ACEITES Y GRASAS que sale como efluente a la Laguna N° 01 y la Laguna N° 02”.



“Fuente: Base de Datos”

**INTERPRETACIÓN:** “En el grafico estadístico se puede apreciar que la cantidad de ACEITES Y GRASAS” que evacúa de la Laguna N° 02 es de 42 mg/l y la cantidad que sale de la Laguna N° 01 es de 10 mg/l.

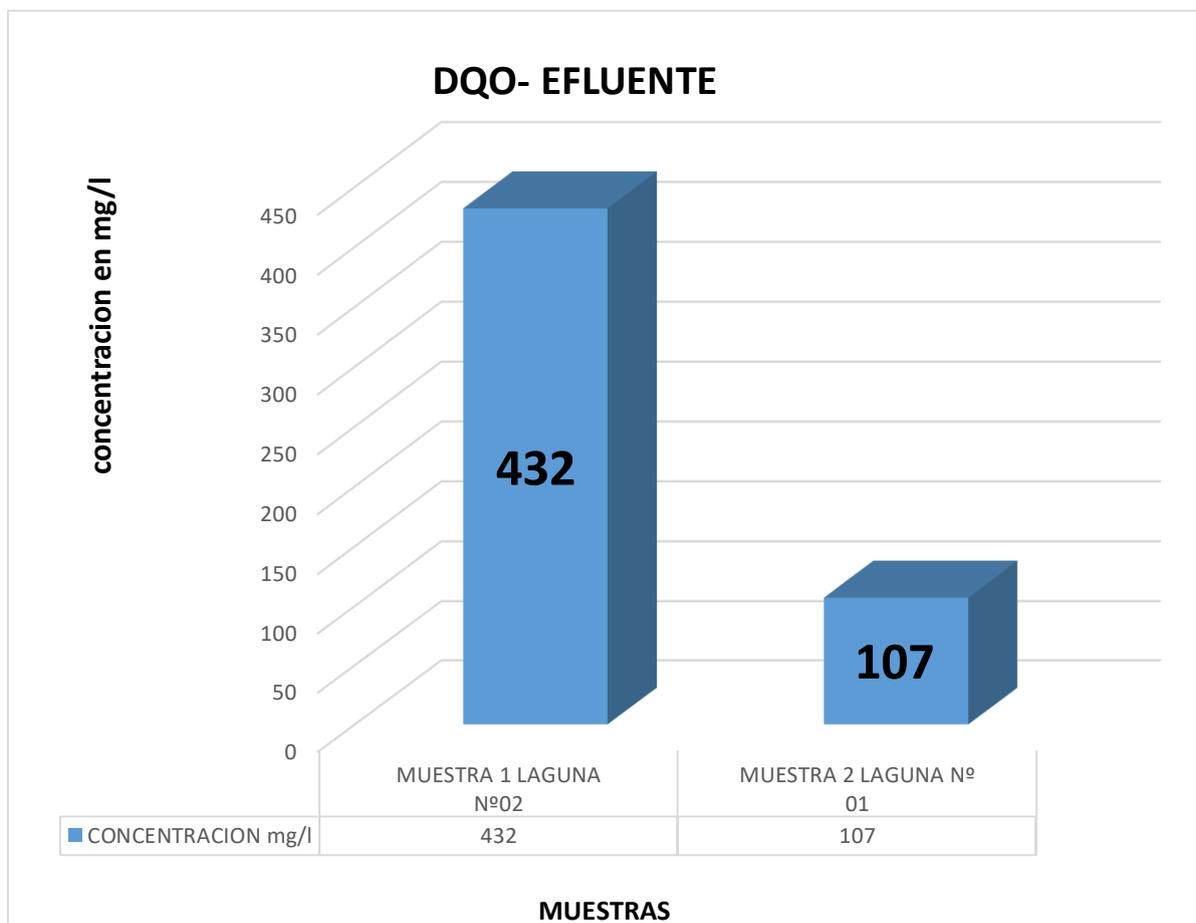
**GRÁFICO N° 22:** “Comparación entre la cantidad de pH que sale como efluente a la Laguna N° 01 y la Laguna N° 02”.



“Fuente: Base de Datos”

**INTERPRETACIÓN:** En gráfico estadístico se puede apreciar que la cantidad de pH que evacúa de la Laguna N° 02 es de 7,25 y la cantidad que sale de la Laguna N° 01 es de 7,52.

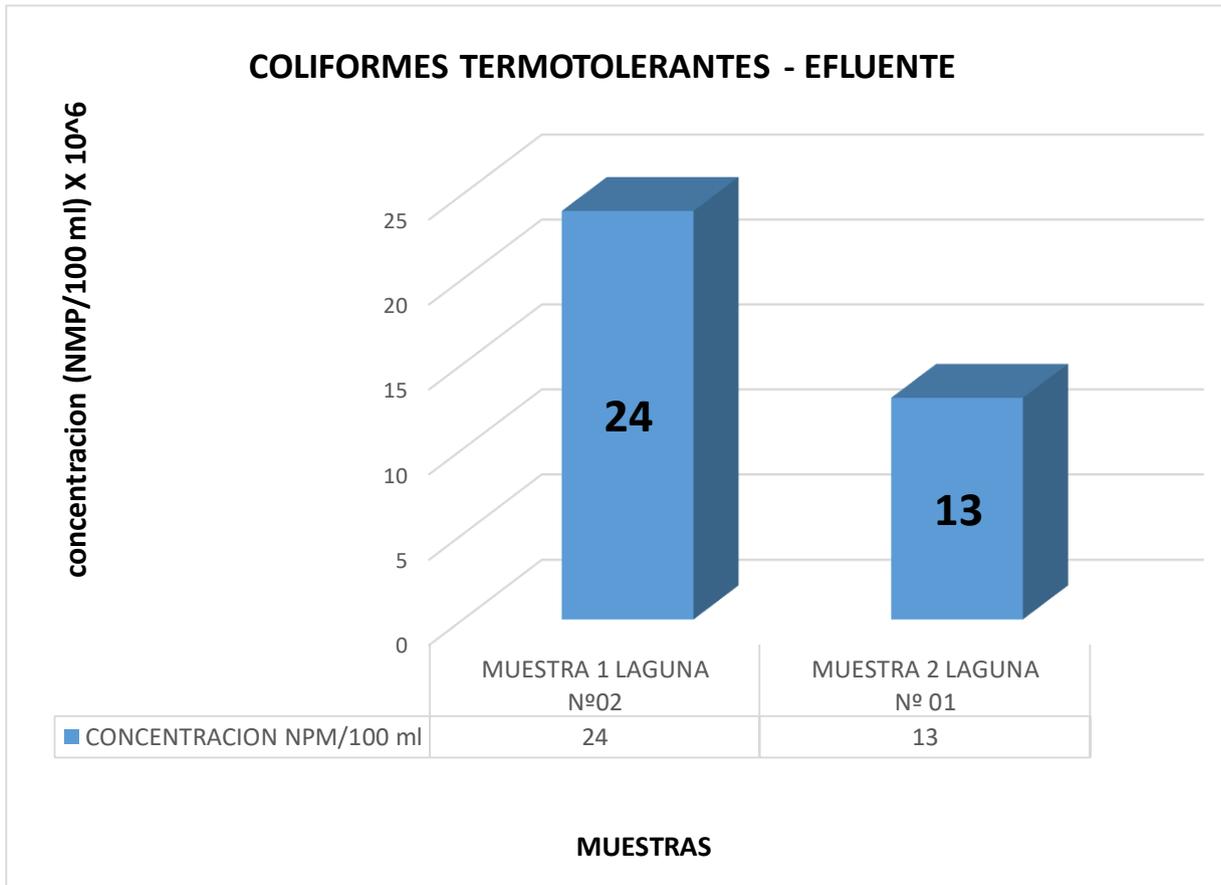
**GRÁFICO N° 23:** “Comparación entre la cantidad de DQO que sale como efluente a la Laguna N° 01 y la Laguna N° 02”.



“Fuente: Base de Datos”

**INTERPRETACIÓN:** En el gráfico estadístico se puede apreciar que la cantidad de “DQO” que evacúa de la Laguna N° 02 es de 432 mg/l. y la cantidad que sale de la Laguna N° 01 es de 107 mg/l.

**GRÁFICO N° 24:** “Comparación entre la cantidad de COLIFORMES TERMOTOLERANTES que sale como efluente a la Laguna N° 01 y la Laguna N° 02”.



“Fuente: Base de Datos”

**INTERPRETACIÓN:** En el presente gráfico se puede apreciar que la cantidad de “COLIFORMES TERMOTOLERANTES” que evacúa de la Laguna N° 02 es de 24 x 10<sup>6</sup> NMP/100 ml. y la cantidad que sale de la Laguna N° 01 es de 13 x 10<sup>6</sup> NMP/100 ml.

**Tabla N° 14:** Resultados del porcentaje de remoción en la laguna de oxidación N° 01- Muestras tomadas en el año 2017

PARÁMETRO	LAGUNA N°01	TOTAL
DBO	66,67%	66,67%
SÓLIDOS TOTALES EN SUSPENSIÓN	75,23%	75,23%
ACEITES Y GRASAS	82,76%	82,76%
PH	-9,78%	-9,78%
DQO	66,56%	66,56%
COLIFORMES TERMOTOLERANTES	62,86%	62,86%

“Fuente: Base de Datos”

**INTERPRETACIÓN:** En el cuadro estadístico se puede apreciar el “porcentaje de remoción de los parámetros físicos, químicos y bacteriológicos” en la laguna de Oxidación N° 01, debido a ello es importante mencionar que la remoción del DBO<sub>5</sub>, SÓLIDOS TOTALES EN SUSPENSIÓN, DQO Y COLIFORMES TERMOTOLERANTES no son las esperadas pues no superan el 80% de remoción que es lo ideal. (“Norma OS.090”, 2009, p.45).

**Tabla N° 15:** Resultados del porcentaje de remoción en la laguna de oxidación N° 02- Muestras tomadas en el año 2015

<b>PARÁMETRO</b>	<b>LAGUNA N°02</b>	<b>TOTAL</b>
DBO5	69,88%	69,88%
SÓLIDOS TOTALES EN SUSPENSIÓN	87,84%	87,84%
ACEITES Y GRASAS	44%	44%
PH	0,14%	0,14%
DQO	73,45%	73,45%
COLIFORMES TERMOTOLERANTES	31,43%	31,43%

“Fuente: Base de Datos”

**INTERPRETACIÓN:** En cuadro estadístico se puede apreciar “el porcentaje de remoción de los parámetros físicos, químicos y bacteriológicos” en la laguna de Oxidación N° 02, debido a ello es importante mencionar que la remoción del DBO<sub>5</sub>, ACEITES Y GRASAS, DQO Y COLIFORMES TERMOTOLERANTES no son las esperadas pues no superan el 80% de remoción que es lo ideal (“Norma OS.090”, 2009, p.45).

### 3.3 Resultados sobre la charla realizada con los pobladores con el fin de dar a conocer la investigación realizada en las lagunas de oxidación de la ciudad de Casma.

“Se realizaron charlas con la población Casmeña, así mismo fue necesario realizar encuestas con el fin de conocer su opinión acerca de la evaluación realizada en el Sistema de Tratamiento de la Ciudad de Casma”.

Según Abanto (2014, p.102) se tienen las siguientes formulas:

$$n = \frac{NZ^2S^2}{(N - 1)E^2 + Z^2S^2}$$

$$n = \frac{NZ^2PQ}{(N - 1)E^2 + Z^2PQ}$$

**Donde:**

N= “Población”

P= “Proporción de éxito (50%)”

Q= “Proporción de Fracaso (50%)”

Z= “Nivel de Confianza 95% (1.96)”

E= “Margen de Error (5%)”

S= “Desviación Estándar  $S^2 = PQ$ ”

También es necesario emplear la fórmula de muestra de ajuste, que es la siguiente:

$$n' = \frac{n}{1 + \frac{n}{N}}$$

**Donde:**

N= "Muestra Ajustada"

n= "Muestra"

N= "Población" (p.106)

Teniendo en cuenta las formulas presentadas se calculó la muestra de pobladores a encuestar en la ciudad de Casma. A si se tiene:

$$n = \frac{N Z^2 P Q}{(N - 1) E^2 + Z^2 P Q}$$

Teniendo:

N= 33684

Z= 95%= 1.96

E= 5%

P= 50%

Q= 50%

$$n = \frac{(33684) (1.96)^2(0.50)(0.50)}{(33684 - 1)(0.05)^2 + (1.96)^2(0.50)(0.50)}$$

$$n = 379.8$$

$$n = 380 \text{ personas}$$

**Ajuste:**

$$n' = \frac{n}{1 + \frac{n}{N}}$$

$$n' = \frac{380}{1 + \frac{380}{33684}}$$

$$n' = 375.76$$

$$n' = 376 \text{ personas}$$

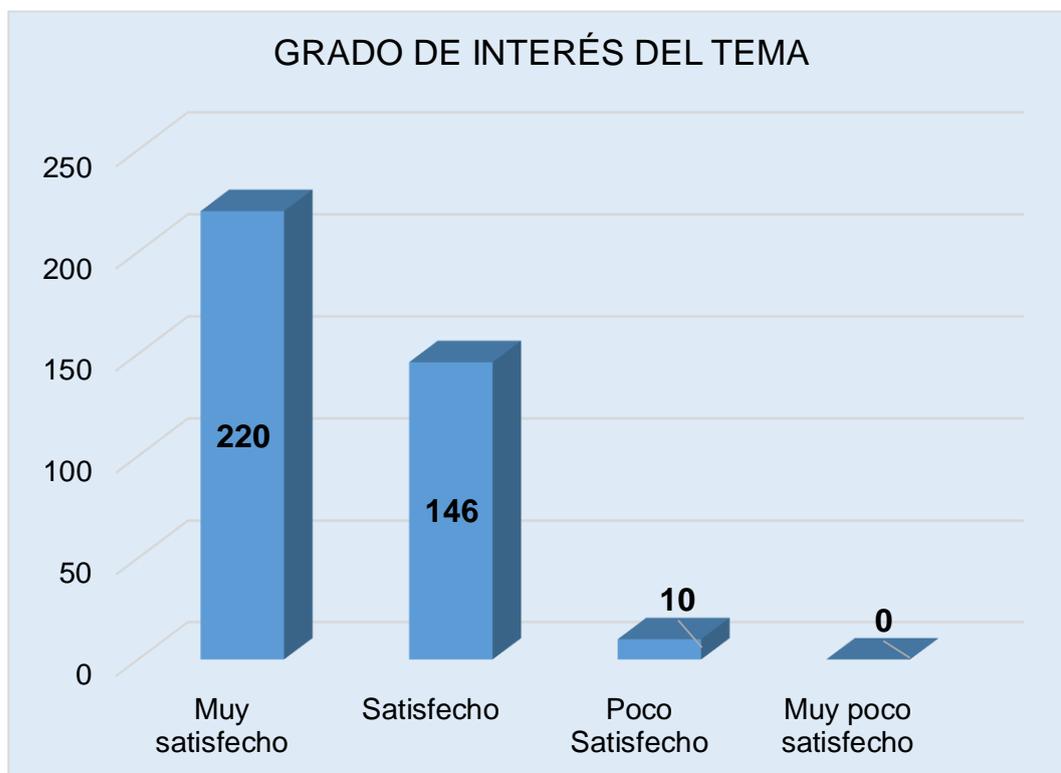
“Finalmente se encuestaron a **376 pobladores** casmeños que fueron seleccionados empleando el muestreo intencional o de conveniencia, dado que el investigador selecciono de manera directa a los individuos”.

**Tabla N° 16:** Resultados de la encuesta de satisfacción realizada

NÚMERO	PREGUNTA	RESPUESTA	CANTIDAD
1	Grado de Interés del tema	Muy satisfecho	220
		Satisfecho	146
		Poco Satisfecho	10
		Muy poco satisfecho	0
2	Calidad de los Materiales Utilizados	Muy satisfecho	122
		Satisfecho	247
		Poco Satisfecho	7
		Muy poco satisfecho	0
3	Organización de contenido de temas	Muy satisfecho	120
		Satisfecho	250
		Poco Satisfecho	6
		Muy poco satisfecho	0
4	Dominio del tema demostrado por el tesista	Muy satisfecho	252
		Satisfecho	116
		Poco Satisfecho	8
		Muy poco satisfecho	0
5	Cumplimiento de objetivos de la sesión	Muy satisfecho	253
		Satisfecho	120
		Poco Satisfecho	3
		Muy poco satisfecho	0
6	Grado de Interés general del Evento realizado	Muy satisfecho	280
		Satisfecho	92
		Poco Satisfecho	4
		Muy poco satisfecho	0
7	Estaría de acuerdo en que se realice el mejoramiento del sistema de tratamiento de aguas residuales de las Lagunas de Oxidación de la Ciudad de Casma	SI	268
		NO	15
		TALVEZ	93

**INTERPRETACIÓN:** En la presente tabla se puede apreciar que de las 376 personas encuestadas el 72.4 % se encuentran de acuerdo en que se realice la mejora de las Lagunas de Oxidación y más del 80% se encuentra entre muy satisfecho y satisfecho con el tema presentado.

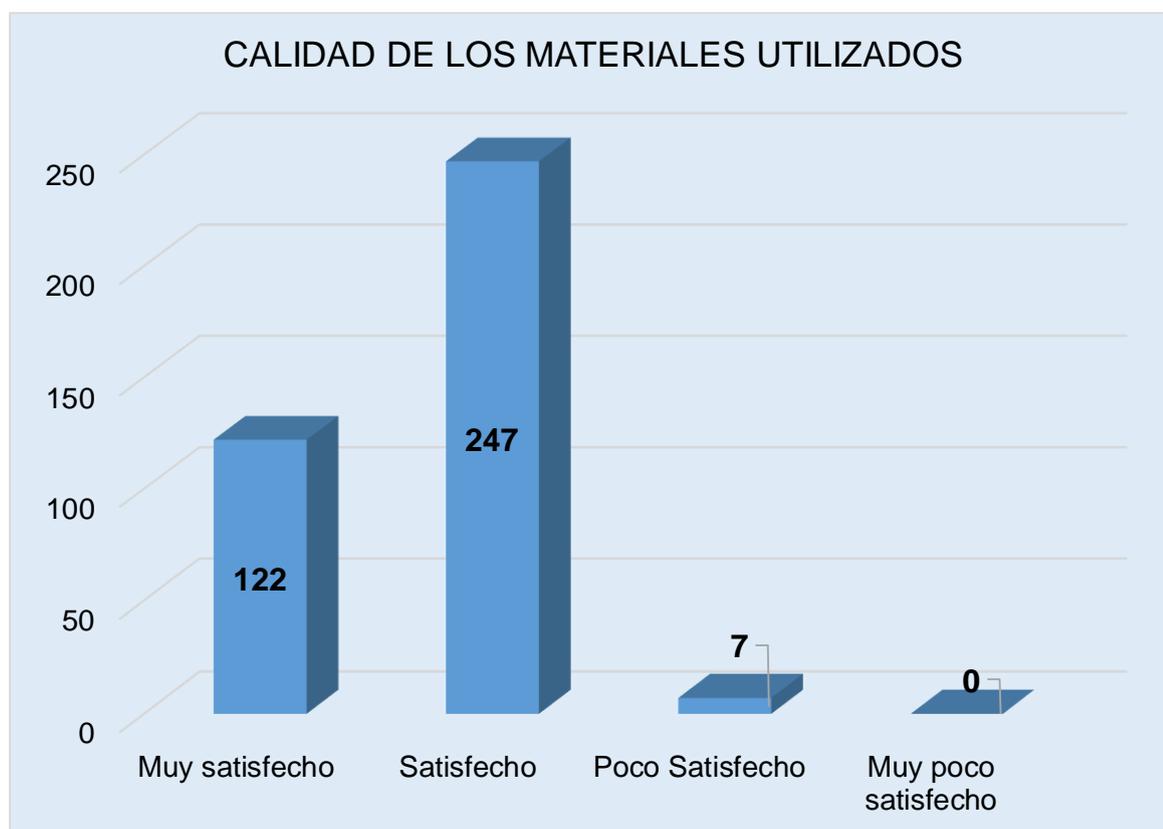
**“GRÁFICO Nº 25: Grado de interés del tema- Pobladores Casmeños- 2017”**



“Fuente: Base de Datos”

**INTERPRETACIÓN:** “En el gráfico estadístico se aprecia”: que de las 376 personas encuestadas 220 están muy satisfechas con el tema tratado, 146 están satisfechas y 10 se encuentran poco satisfechas.

**“GRÁFICO N° 26: Calidad de los materiales utilizados- Pobladores Casmeños- 2017”**



“Fuente: Base de Datos”

**INTERPRETACIÓN:** “En el gráfico estadístico se aprecia que de las 376 personas encuestadas 122 se encuentran muy satisfechas con la calidad de los materiales utilizados, 247 se encuentran satisfechas y 7 poco satisfechas.

**“GRÁFICO N° 27: Organización de contenido de temas- Pobladores Casmeños- 2017”**



“Fuente: Base de Datos”

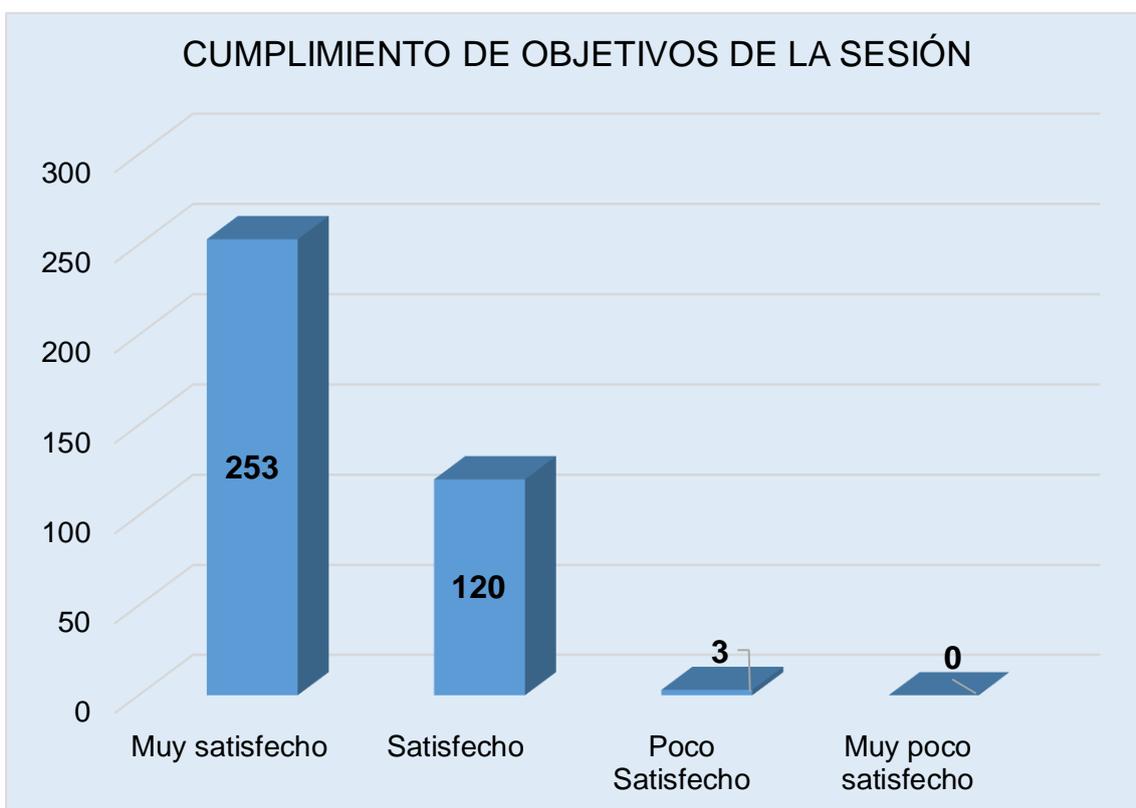
**INTERPRETACIÓN:** “En el gráfico estadístico se aprecia”: que de las 376 personas encuestadas 120 se encuentran muy satisfechas con la organización de contenido de temas, 250 se encuentran satisfechas y 6 personas se encuentran poco satisfechas.

**“GRÁFICO N° 28: Dominio del tema mostrado por el tesista- Pobladores Casmeños- 2017”**



**CIÓN:** “En el gráfico estadístico se aprecia”: que de las 376 personas encuestadas 252 se encuentran muy satisfechas con el dominio del tema presentado por la tesista, 116 personas se encuentran satisfechas y 8 están poco satisfechos.

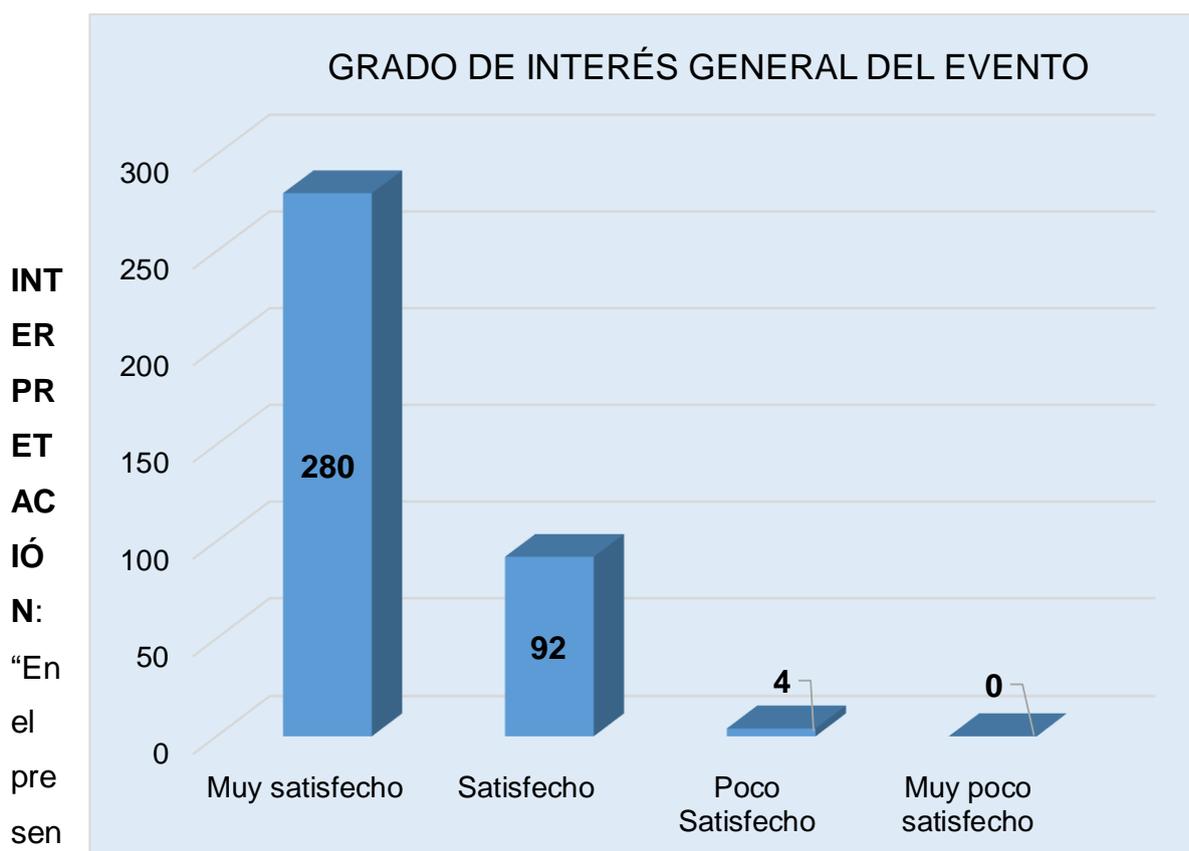
**“GRÁFICO Nº 29:** Cumplimiento de los objetivos de la sesión- Pobladores Casmeños- 2017”



“Fuente: Base de Datos”

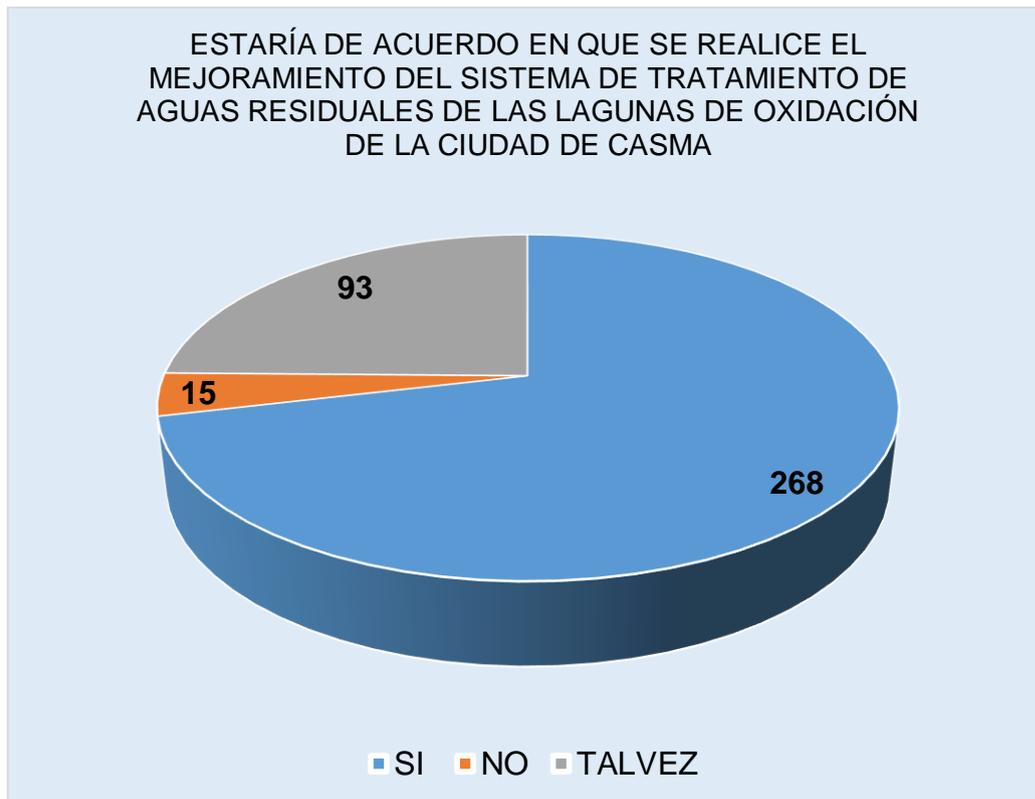
**INTERPRETACIÓN:** “En el gráfico estadístico se aprecia”: que de las 376 personas encuestadas 253 se encuentran muy satisfechas con el cumplimiento de los objetivos de la sesión, 120 se encuentran satisfechas y 3 personas se encuentran poco satisfechas.

**“GRÁFICO N° 30: Grado de interés general del evento- Pobladores Casmeños- 2017”**



te gráfico estadístico se aprecia”: que de las 376 personas encuestadas 280 se encuentran muy satisfechas con el grado de interés general del evento, 92 se encuentran satisfechas y 4 personas están poco satisfechas.  
 “Fuente: Base de Datos”

**“GRÁFICO N° 31:** Pobladores Casmeños que están de acuerdo en que se realice la mejora de las Lagunas de Oxidación- 2017”



“Fuente: Base de Datos”

**INTERPRETACIÓN:** “En el gráfico estadístico se aprecia”: que de las 376 personas encuestadas 268 si están de acuerdo que se realice la mejora de las Lagunas de Oxidación, 15 no están de acuerdo y 93 personas marcaron que talvez estarían de acuerdo en el mejoramiento del sistema de tratamiento.

## IV. DISCUSIÓN

En las siguientes líneas se dará a conocer la discusión de los resultados obtenidos de la investigación, las cuales fueron comparadas y contrastados con el marco teórico presentado por el tesista, las normas técnicas establecidas por los diferentes ministerios y con los trabajos previos realizados por otros autores. Por otro lado, dicha discusión es realizada con el fin de poder determinar el estado actual de funcionamiento del Sistema de Tratamiento de aguas residuales de las Lagunas de Oxidación de la Ciudad de Casma y en base a ello realizar la propuesta de mejora del Sistema de Tratamiento.

En base al objetivo general se tiene la tabla N° 02 y N° 03 que nos da a conocer los resultados de la evaluación realizada a las Lagunas de oxidación, sabiendo que en base a la batimetría realizada en la laguna N° 01 se ha determinado que dicha laguna cuenta actualmente con un volumen de sedimentación 35.60 %, el cual nos indica que la laguna no está trabajando al 100% que es lo ideal, así mismo este valor nos indica que solo el 64.4% del volumen total de la laguna se encuentra trabajando; teniendo en cuenta lo establecido por la Norma OS.090 en el ítem de Tratamientos secundarios nos dice que una laguna facultativa deberá tener como máximo un volumen de sedimentación del 20%, pasado ello deberá recibir el mantenimiento y limpieza correspondiente; sin embargo dicha laguna no se encuentra en un buen estado de funcionamiento y necesita su mantenimiento y limpieza correspondiente. En cuanto a las obras que conforman el sistema de la Laguna de Oxidación N° 01: canal de entrada, vaso de la laguna, canal de salida, taludes, accesos y alrededores; mediante la guía se observación se determinó que actualmente se encuentran en mal estado ya que según lo observado en campo se pudo determinar que no cumple con lo establecido por la “Guía para la realización de la Inspección Ambiental Estatal” (2014). Seguidamente se tienen los resultados de las muestras del agua residual tomadas en campo y analizadas en el laboratorio, a través del cual se determinó que la laguna N° 01 cuenta con una eficiencia de remoción y depuración de un 66.67%, dicho valor no es aceptable ya que según lo establecido por la Norma OS.090 los tratamientos secundarios debe tener una eficiencia de remoción de un 80% como mínimo, de modo similar el valor de la laguna N° 01 de la ciudad de Casma no cumple con lo establecido por Metcalf y Eddy (2007) presentado en el marco teórico de la tesis de Olea Rosa ya que

establece que la eficiencia de remoción y depuración de las lagunas facultativa debe estar en el rango de 70-95%, en base a ello se puede decir que el sistema de la Laguna N° 01 no está cumpliendo con el proceso de depuración adecuado.

Del mismo modo se realizó la evaluación en la Laguna N° 02 el volumen de sedimentación es nulo ya que actualmente se encuentra inoperativa, en cuanto al estado de las obras que conforman dicha laguna: canal de entrada, vaso de la laguna, canal de salida, accesos y alrededores; se encuentran en mal funcionamiento ya que según lo observado no cumple con lo establecido por la “Guía para la realización de la Inspección Ambiental Estatal” (2014); así mismo es importante mencionar que el talud que conforma dicha laguna si cuenta con la pendiente adecuada y no presenta crecimiento de vegetación por lo que se puede decir que si estaba cumpliendo con la función para la que fue diseñada. Seguidamente se tiene los resultados de las muestras del agua residual tomadas en campo y analizadas en el año 2015, cuando todavía se encontraba funcionamiento la laguna N° 02 , se determinó que contaba con una eficiencia de 69.98%; dicho valor no es aceptable ya que según lo establecido por la Norma OS.090 los tratamientos secundarios contar con una eficiencia de remoción de un 80% como mínimo, de modo similar no cumple con lo establecido por Metcalf y Eddy (2004) presentado en el marco teórico de la tesis de Olea Rosa ya que establece que la eficiencia de remoción y depuración de las lagunas facultativa debe estar en el rango de 70-95%. En base a ello se puede decir que el sistema de la Laguna N° 02 no cumplió con el proceso de depuración adecuado y entregaba efluentes que causaban daños al medio ambiente.

Seguidamente teniendo en cuenta el primer objetivo específico trazado y los resultados de la tabla N°4 a la N°9, se tuvieron los siguientes resultados en base al diagnóstico realizado in situ; con la Guía de Observación elaborada para la presente investigación se pudo determinar que el sistema fue construido en el año 1995, es decir cuenta con 22 años de antigüedad lo cual actualmente excede el parámetro dado por la Norma OS.090 que es de 20 años, así mismo el estado actual de las obras de la Laguna de Oxidación N°01 se encuentra en mal estado de funcionamiento ya que presenta crecimiento de vegetación, se observó la presencia de sólidos orgánicos en el vaso de la laguna y malos olores, ocasionando esto que no se cumpla con lo establecido por la “Guía para la realización de la Inspección Ambiental Estatal” (2014). Seguidamente en base al aforo realizado en campo se

pudo determinar el caudal que ingresa a la laguna N° 01 teniendo a si un valor de 0.1078 m<sup>3</sup>/seg que al ser comparado con el caudal proyectado para el año 2017 la laguna debería tener un caudal de entrada de 0.0686 m<sup>3</sup>/seg y para el año 2037 debería tener un caudal de entrada de 0.0863 m<sup>3</sup>/seg , lo cual nos hace suponer que el sistema cuenta con entradas ilícitas de agua residual ya que el valor calculado en campo excede considerablemente el valor proyectado. Posteriormente teniendo en cuenta los cálculos realizados para determinar el tiempo de retención hidráulica se determinó un tiempo de 3.165 días que actualmente se encuentra por debajo de lo establecido por la Metcalf y Eddy (2006), presentado en el marco teórico de la tesista Olea Rosa que establece que el tiempo de retención hidráulica para una laguna facultativa debe de ser de 5-30 días.

Por otro lado, en cuanto al diagnóstico in situ realizado a la laguna N°02, se tiene un caudal cero ya que actualmente se encuentra fuera de funcionamiento y no recibe ningún afluente, en cuanto al estado actual de las obras que conforman el sistema se pudo determinar que se encuentran deteriorados, solo los taludes están en buen estado y cuentan con la pendiente indicada, el “tiempo de retención hidráulico” y la “carga orgánica Volumétrica” no pudieron ser calculo ya que se encuentra actualmente inoperativa y en periodo de secado (Colecibi, 2015, p.2).

Por otra parte, teniendo en cuenta el segundo objetivo específico que consistió en el muestreo realizado en el sistema para determinar los parámetros de caracterización del agua residual , las tablas N°10 a la N°15 y los gráficos N° 01 hasta el N° 24 se obtuvieron los siguientes resultados en la Laguna de Oxidación N° 01 y N° 02, realizados en el año 2017 y 2015 según Colecibi (2017, p.1) : el valor de la “Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) en la laguna N° 01 es de 210 mg/l” y en la “laguna N° 02 es de 986 mg/l”, el cual al ser comparado con lo establecido por Metcalf y Eddy (2004) presentado en la tesis de Olea Rosa quien considera el siguiente rango de DBO: 350 mg/l rango fuerte ,190 mg/l rango medio y 110 mg/l rango débil, con lo cual se puede decir que la cantidad de DBO que ingresa a la laguna N° 01 se encuentra en un rango fuerte-medio y en el caso de la Laguna N° 02 se encuentra en un rango fuerte, en cuanto a los sólidos totales en suspensión se tiene un ingreso en la Laguna N° 01 de 280 mg/l y en la Laguna N° 02 de 370 mg/l que al ser comparado con lo establecido por Metcalf y Eddy (2004) quien considera un rango fuerte de 400 mg/l , 210 mg/l rango medio y 120 rango débil , teniendo en cuenta ello se dice que los sólidos totales en suspensión presentes en la laguna N°

01 se encuentran en un rango fuerte-medio y en el caso de la Laguna N° 02 se encuentra en un rango fuerte-medio , para los aceites y grasas se obtuvo un valor de 58 mg/l en la laguna N° 01 y 75 mg/l en la Laguna N° 02 , al compararlo con lo establecido por Metcalf y Eddy (2004) quien considera un rango fuerte de 100 mg/l , 90 mg/l rango medio y 50 rango débil, se tiene que la cantidad de aceites y grasas presentes en la Laguna N° 01 y Laguna N° 02 se encuentran en el rango medio-débil, en cuanto al pH se obtuvo un valor de 6.85 en la laguna N° 01 y en la Laguna N° 02 de 7.26 , los cuales fueron comparados con lo establecido por Madera, Silva y Peña (2011) presente en el marco teórico de la tesis de Gloria Correa quienes dicen que suele encontrarse entre 6.4 y 7.5 , a partir de ello se puede decir que el pH en la Laguna N° 01 se encuentra en un valor óptimo y en el caso de la Laguna N° 02 se encuentra elevado, para “la Demanda Química de Oxígeno ( DQO)” se tuvo un valor en la Laguna N° 01 de 320 mg/l y en la Laguna N° 02 de 1627 mg/l que al ser comparado con lo establecido por Metcalf y Eddy (2004) quien considera un rango fuerte de 800 mg/l , 430 mg/l rango medio y 250 rango débil, a si se puede decir que la DQO presente en la Laguna N° 01 se encuentra en el rango medio-débil y en el caso de la Laguna N° 02 se encuentra en el rango fuerte . Por ultimo en base a la relación entre la DBO/DQO se obtuvo un valor en la Laguna N° 01 de 0.66 y en la Laguna N° 02 de 0.61, a partir de ello se puede decir que el agua residual en ambos casos es fácilmente biodegradable es decir no contiene sustancias toxicas ya que según Metcalf y Eddy (2004) los valores mayores a 0.5 son fácilmente biodegradables y menor a 0.3 difícilmente biodegradable; de todo ello se puede decir que el afluente que ingresa a la Laguna N° 01 se encuentra en el rango fuerte-medio, que hace suponer que el agua residual que se encuentra combinado con las aguas residuales industriales.

Incluyendo al segundo objetivo específico se tiene la discusión de los resultados de los efluentes tomados en el canal de salida de la Laguna N° 01 y N° 02 las cuales fueron comparados con los “Límites Máximos Permisibles para efluentes de Plantas de Tratamiento de aguas residuales” y el “Estándar de Calidad Ambiental para riego agrícola” ; en base a ello el valor de salida de la “Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) en la laguna N° 01 es de 70 mg/l” y en “la laguna N° 02 es de 297 mg/l”, que al ser comparado con los Límites Máximos Permitidos para efluentes de PTAR (2010) y el Estándar de Calidad de Ambiental para riego agrícola (2015) , quienes consideran un valor máximo de salida de “DBO 100mg/l y 15mg/l respectivamente”, de ello se puede decir que la cantidad de DBO que evacua a la laguna N° 01 si

cumple con lo establecido por los LMP para efluentes de PTAR, pero no cumple con el Estándar de calidad ambiental y en el caso de la Laguna N° 02 no cumple con los LMP para efluentes de PTAR ni mucho menos con el Estándar de Calidad Ambiental , en cuanto a los “sólidos totales en suspensión” los siguientes cantidades de salida: Para la Laguna N° 01 de 54 mg/l y en la Laguna N° 02 de 45 mg/l que al ser comparados con los Límites Máximos Permitidos para efluentes de PTAR (2010), quien considera un valor máximo de salida de Solidos totales en Suspensión de 150 mg/l, así se puede decir que la “cantidad de Solidos Totales en suspensión” que evacua de la laguna N° 01 y N° 02 si cumplen con lo establecido por los LMP para efluentes de PTAR, así mismo en el caso de las aceites y grasas se obtuvo un valor de salida de la Laguna N° 01 de 10 mg/l y en la Laguna N° 02 de 42 mg/l las cual al ser comparado con los Límites Máximos Permitidos para efluentes de PTAR (2010) y el Estándar de Calidad de Ambiental para riego agrícola (2015) , quienes consideran un valor máximo de salida de “Aceites y Grasas 20mg/l y 5mg/l respectivamente”, con lo cual se puede decir que la cantidad de Aceites y grasas que evacua a la laguna N° 01 si cumple con lo establecido por los LMP para efluentes de PTAR, pero no cumple con el Estándar de calidad ambiental y en el caso de la Laguna N° 02 no cumple con los LMP para efluentes de PTAR ni mucho menos con el Estándar de Calidad Ambiental , por consiguiente el valor del pH a la salida fue: en la Laguna N° 01 de 7.52 mg/l y en la Laguna N° 02 de 7.25 mg/l que al ser comparados con los Límites Máximos Permitidos para efluentes de PTAR (2010) y el Estándar de Calidad Ambiental , quienes consideran un valor máximo de salida pH de 6.5-8.5, así mismo se puede decir que la cantidad de pH que evacua de la laguna N° 01 y N° 02 si cumplen con lo establecido por los LMP para efluentes de PTAR y con el Estándar de Calidad Ambiental , además en cuanto a la “Demanda química de Oxígeno ( DQO)” se obtuvo un valor de salida de la Laguna N° 01 de 107 mg/l y en la Laguna N° 02 de 432 mg/l que al ser comparados con los Límites Máximos Permitidos para efluentes de PTAR (2010) y el Estándar de Calidad de Ambiental para riego agrícola (2015) , quienes consideran un valor máximo de salida de “DQO 200mg/l y 40mg/l respectivamente”, teniendo en cuenta ello se dice que el DQO que evacua a la laguna N° 01 si cumple con lo establecido por los LMP para efluentes de PTAR, pero no cumple con el Estándar de calidad ambiental y en el caso de la Laguna N° 02 no cumple con los LMP para efluentes de PTAR ni mucho menos con el Estándar de Calidad Ambiental , por consiguiente el valor de coliformes termotolerantes que evacuan de la Laguna N° 01 es de 13x  $10^6$

NMP/100ml y de la Laguna N° 2 es de  $24 \times 10^6$  NMP/100ml , así mismo dichos valores fueron comparados con los Límites Máximos Permitidos para efluentes de PTAR (2010) y el Estándar de Calidad Ambiental , quienes consideran un valor máximo de salida los coliformes termotolerantes de 10000 NMP/100ml y 1000 NMP/100ml respectivamente , comprobándose así que ambas lagunas no cumplan con ninguna de las dos normas técnicas , finalmente en cuanto a la relación de DBO/ DQO se obtuvo un valor en la Laguna N° 01 de 0.66 y en la Laguna N° 02 de 0.69 que al comparados con lo establecido por Metcalf y Eddy nos indica que el efluente que evacúa de ambas lagunas es fácilmente biodegradable ya que la relación es mayor a 0.5.

Para poder dar fin al presente trabajo de investigación fue necesario realizar charlas informativas con los pobladores Casmeños, donde se aplicó encuestas de satisfacción que tuvo como resultados lo plasmado en la tabla N° 16 y los gráficos del N° 25 al N°31, las cuales dan a conocer que de las 376 personas encuestadas, 280 personas se encontraron muy satisfechas e interesadas con el evento realizado, así mismo es importante mencionar que el 72.4 % de las personas encuestadas están de acuerdo en que se realice el mejoramiento del “Sistema de Tratamiento de aguas residuales de las lagunas de oxidación de la Ciudad de Casma”, ya que este problema viene afectando directamente al sector agrícola perteneciente a Tabón Alto e indirectamente a toda la ciudad Casmeña desde hace más de 15 años y aún no se la da ninguna solución.

## V. CONCLUSIONES

Del presente proyecto de investigación se llegó a las siguientes conclusiones:

1. En base a la evaluación realizada en el “sistema de tratamiento de aguas residuales de las lagunas de oxidación de la ciudad de Casma” se determinó que actualmente se encuentra en mal funcionamiento, ya que según los trabajos de campo, aforo, batimetría, mediciones, topografía y muestreos realizados en el agua residual se determinó que las obras del sistema no están cumpliendo con la función para la que fueron diseñadas y lo que es peor aún no cumple con los “Límites Máximos Permisibles” y el Estándar de Calidad Ambiental”, pues exceden el valor de 10,000 NMP/100 mL para Coliformes Termotolerantes” ( Minam,2015, p.2) .
2. Se realizó el diagnostico in situ, donde se observó que el sistema cuenta con un “tratamiento preliminar que son las rejillas y un tratamiento secundario que son las lagunas de oxidación del tipo facultativa”, así mismo con la batimetría realizada en campo se determinó que la “laguna N° 01 no está cumpliendo con su función pues el 35.611% de la laguna se encuentra ocupado por sedimentos”, así mismo se ha podido determinar que existe sobre carga en el sistema debido al crecimiento de la población y además se está recibiendo aguas provenientes de alguna industria , ya que según el aforo realizado en campo se determinó que el caudal actual que recibe el sistema es de  $0.1078 \frac{m^3}{seg.}$  y según la cantidad de población dada por el “Instituto Nacional de Estadística e informática” se debería tener un caudal de  $0.0686 \frac{m^3}{seg.}$  para el año 2017 y para el 2037 de  $0.0863 \frac{m^3}{seg.}$  ; con ello se comprueba la sobrecarga presentada en el sistema.
3. Se realizó la toma de muestras y se analizaron las mismas, a partir de ello se puede decir que “los efluentes de la Laguna N° 01 fueron de: DBO 70 mg/l, Sólidos totales en suspensión 54 mg/l, aceites y grasas 10 mg/l, pH 7.52, DQO 107 mg/l, Coliformes Termotolerantes  $13 \times 10^6$  NMP/100 ml y en la Laguna N° 02 fueron de : DBO 297 mg/l, Sólidos totales en suspensión 45 mg/l, aceites y grasas 42 mg/l, pH 7.25, DQO 432 mg/l, Coliformes Termotolerantes  $24 \times 10^6$  NMP/100 ml, de dichos valores los Coliformes Termotolerantes presentes en la Laguna N° 01 no cumplen

con los parámetros establecidos por los “Límites Máximos Permitidos para efluentes de plantas de Tratamiento de aguas residuales” que establece un valor máximo de 10000 NMP/100 ml, en cuanto a la Laguna N° 2 los valores de DBO, Aceites y Grasas, DQO y Coliformes Termotolerantes exceden los “Límites Máximos Permitidos para efluentes de plantas de Tratamiento de aguas residuales” que establece un valor de 100 mg/l para el DBO, 20 mg/l para los aceites y grasas, 200 mg/l para el DQO y 10000 NMP/100 ml. Por otro lado, al comparar los resultados de las muestras de la laguna N° 01 y N° 02 se pudo comprobar que solo el pH de ambas lagunas cumple con el “Estándar de Calidad Ambiental para riego agrícola” que establece los siguientes valores: 15 mg/l para el DBO, 5 mg/l para los aceites y grasas, pH 6.5-8.5 para el pH, 40 mg/l para el DQO y 1000 NMP/100 ml para los Coliformes Termotolerantes. En cuanto a la eficiencia se obtuvo un valor de 66.675% para la Laguna N°01 y 69.98% para la Laguna N° 02, dichos valores comprueban que el proceso de depuración y remoción no está funcionando bien pues la Norma OS.090 del Reglamento Nacional de Edificaciones establece que la eficiencia de las lagunas debe ser mayor al 80% (Minam,2015, p.3).

4. La propuesta de mejora del tesista consistió en el diseño de un “nuevo Pre-tratamiento en este caso “desarenadores”, rehabilitación y mantenimiento de la laguna N° 01 y laguna N° 02, colocación de humedales para siembra de totora el cual será usado como tratamiento terciario y filtro de depuración y finalmente se planteó la colocación de cercos de protección y geomembranas para evitar las filtraciones en las zonas aledañas” (Silva, 2015, p.43).
5. Realizada la charla se pudo determinar que de “las 376 personas encuestadas el 72.4 % se encuentra de acuerdo en que se realice la mejora de las Lagunas de Oxidación y más del 80% se encuentra entre muy satisfecho y satisfecho con el tema presentado por el tesista”.

## VI. RECOMENDACIONES

- Se recomienda al “Gerente de la empresa Seda Chimbote S.A” cumplir con los periodos de operación y mantenimiento del sistema de tratamiento de aguas residuales en la Ciudad de Casma, con el fin de evitar el ingreso residuos orgánicos y objetos extraños al vaso de la laguna y evitar la sedimentación de los residuos en el fondo de la laguna, también se debe realizar la limpieza de los alrededores de toda la planta y los taludes para eliminar la vegetación.
- Se recomienda al “Administrador de la empresa Seda Chimbote autorice la supervisión y fiscalización a las empresas industriales con el fin de determinar si dichas empresas están realizando el tratamiento adecuado a sus industriales y hacia donde lo están evacuando”
- Se sugiere al” Gerente General de la empresa Seda Chimbote y alcalde de la Municipalidad Provincial de Casma trabajar en conjunto con el fin de dar solución inmediata al funcionamiento inadecuado del Sistema de Tratamiento y la contaminación generada por las mismas”.
- A los agricultores de tabón alto se les recomienda realizar las gestiones necesarias y exigir a las autoridades que se dé una pronta solución al problema de contaminación que se está presentando con las aguas que usan para el riego de sus terrenos agrícolas.
- “A futuros investigadores para la continuación del presente trabajo se les recomienda realizar el estudio de las propiedades de la totora y la remoción de los organismos patógenos en el agua residual y estudios adicionales como los de Nitrógeno, Fosforo y metales pesados, para corroborar si el agua residual contiene residuos industriales” (Correa, 2008, p.96).

## VII. PROPUESTA

Los resultados sobre la propuesta de mejorada para el funcionamiento adecuado de las lagunas de oxidación de la ciudad de Casma serán presentados en el siguiente ítem.

“Después de realizada la evaluación de las lagunas, se ha podido determinar que el sistema no cumple con el proceso de depuración adecuado, es por ello que se optó por realizar una propuesta de mejora, el cual comprendió el diseño de una rejilla y desarenador, como tratamiento preliminar con el fin de eliminar los sólidos suspendidos y evitar posibles fluctuaciones bruscas que puedan que puedan incidir sensiblemente sobre el tratamiento secundario. El tratamiento secundario que se planteo es el que ya está diseñado, que consistió en la rehabilitación y limpieza de la laguna de oxidación N° 01 y la N° 02 de la ciudad de Casma, el cual es un proceso biológico que se basa en la oxidación de la materia orgánica presente” (Olea, 2013, p.82)

“El tratamiento terciario que se empleó para adecuar el efluente para su reutilización fueron los humedales como la totora la cual será usada como filtro de depuración. A sí mismo para combatir los malos alores producidos por las lagunas de oxidación se propuso realizar la adición de cal viva a los residuos sólidos” (Olea, 2013, p.82)

“Por último, se planteó colocar cercos con púas de alambre con una altura de tres metros que serán colocados en toda el área del sistema de tratamiento con el fin de evitar accidentes y el acceso de personal extraño, así mismo se ha planteado realizar la colocación de geomenbranas con el fin de evitar las filtraciones en las zonas aledañas. Es importante mencionar que todo ello servirá para disminuir el índice de contaminación, enfermedades en la población Casmeña y dar solución al volumen de aguas residuales producidas en la actualidad y las que se producirán en futuro” (Olea, 2013, p.83)

**Tabla N° 17: “Resultados de los caudales de diseño”**

<b>CAUDALES DE DISEÑO</b>		
<b>PARÁMETRO</b>	<b>FÓRMULA</b>	<b>RESULTADO</b>
<b>Caudal Promedio (Lt/seg.)</b>	$Q_p = \frac{P_f \times \text{Dotación} \times 0.80}{86400}$	<b>86.2685 Lt/s</b>
<b>Caudal Máximo Diario (Lt/seg.)</b>	$Q_{\text{maxd}} = 1.3 \times Q_p$	<b>112.1491 Lt/s</b>
<b>Caudal Máximo Horario (Lt/seg.)</b>	$Q_{\text{maxh}} = 2.5 \times Q_p$	<b>215.6713 Lt/s</b>

**INTERPRETACIÓN:** “En la presente tabla se puede apreciar los resultados de los cálculos realizados para poder hallar los caudales de diseño donde se tiene que caudal promedio en base a la población futura es de 86.2685 Lt/seg, el caudal máximo diario es de 112.1491 Lt/seg. y el caudal máximo horario es de 215.6713 Lt/seg”.

**(Ver anexo - Cálculo de población futura en la Ciudad de Casma)**

“Fuente: Base de Datos”

**“Cálculo del caudal de la población futura para el año 2037”**

**Caudal Promedio (Lt/seg.)**

$$Q_m = \frac{P_f \times \text{Dotación}}{86400}$$

$$Q_m = \frac{42350 \times 220}{86400}$$

$$Q_m = 107.8356 \frac{\text{Lt}}{\text{seg}}$$

**CÁLCULO DEL CAUDAL DE ALCANTARILLADO:**

Cálculo de alcantarillado = Caudal de agua x 80%

Cálculo de alcantarillado = 107.8356 x 0.8

**Cálculo de alcantarillado = 86.2685  $\frac{\text{Lt}}{\text{seg}}$**

**Caudal Máximo Diario (Lt/seg.)**

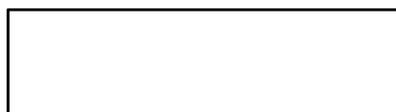
$$Q_{\text{maxd}} = 1.3 \times Q_p$$

$$Q_{\text{maxd}} = 1.3 \times 86.2685$$

$$Q_{\text{maxd}} = 112.1491 \frac{\text{Lt}}{\text{seg}}$$

**Caudal Máximo Horario (Lt/seg.)**

$$Q_{\text{maxh}} = 2.5 \times Q_p$$



$$Q_{\max h} = 2.5 \times 86.2685$$

$$Q_{\max h} = 215.6713 \frac{\text{Lt}}{\text{seg.}}$$

## DISEÑO DE CAMARA DE REJAS PARA LIMPIEZA MANUAL

PROYECTO: "EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LAS LAGUNAS DE OXIDACIÓN DE LA CIUDAD DE CASMA-2017"

<b>MAXIMO HORARIO AL 2037</b>	0.2157 m <sup>3</sup> /s
-------------------------------	--------------------------

Q <sub>mín</sub>	0.16178 m <sup>3</sup> /s
Q <sub>prom</sub>	0.21570 m <sup>3</sup> /s
Q <sub>máx</sub>	0.28041 m <sup>3</sup> /s

CALCULO DE LAS REJAS PARA EL Q <sub>máximo</sub>	
Q máximo (m <sup>3</sup> /s)	0.28041 m <sup>3</sup> /s
Espesor de barra, "e" (pulg)	0.25
Separación entre barras, "a"(pulg)	1
"Eficiencia de barra" E=(a/(e+a))	0.8000
Velocidad en rejas, V (m/s)(0.6 - 0.75)	0.65
Velocidad de aproximación V <sub>o</sub> (m/s)(0.3 - 0.6)	0.52
Ancho canal, b (m) (asumir)	<b>1.00</b>
Coefficiente de Manning, n	0.013
Numero de barras "n"= (b-a)/(e+a)	30
Diametro de Emisor D (m)	0.54"

Cálculo para el caudal máximo	
Area útil en rejas (m <sup>2</sup> )	0.4314
Area total (m <sup>2</sup> )	0.5393
Cálculo de tirante "y" (m)	0.5393
Cálculo de radio hidráulico, m	0.2594

Cálculo de la pendiente	
$Q = AxR^{(2/3)} \times S^{1/2}$	
S (m/m) =	0.0003

Cálculo de perdida de carga con 50% de ensuciamiento	
$H_f = 1.143 \cdot ((2V)^2 - V_o^2) / (2g)$	
Pérdida carga H <sub>f</sub> (m) =	0.0823 m

Cálculo de Longitud Disipación	
$L = (b - D) / (2 \cdot \text{tg}(12^\circ 30''))$	
L =	1.13 m

VERIFICACIÓN DE VELOCIDAD PARA Q <sub>mínimo</sub>	
Cálculo de constante para ingresar a ábaco	
Valor de $AR^{(2/3)} / b^{(8/3)}$	0.2194
Resultado de la lectura del ábaco y/b	0.3500
calculo del tirante, y	0.3500

ingrese el valor correspondiente

calculo del area,m2	0.3500
Cálculo de la velocidad, Vo,m/s	0.4622

<b>Cálculo del Ancho del By pass</b>
$Q = 1.71X(B+0.2B)H^{(3/2)}$

B =	0.80 m
H =	0.331 m

**NOTA:**

Se considera el diseño de camara de rejas mas desfavorable por lo que se establece dimensiones que se puedan construir

## DISEÑO DE DESARENADOR CASMA - AÑO 2037

Caudales de Diseño		
Qmaximo =	0.280	m³/s
Qmedio =	0.140	m³/s
Qminimo =	0.056	m³/s

Numero de Desarenadores =	1.00	und
Ancho de Canal =	2.50	m
Velocidad de Flujo en Canal =	0.40	m/s

### CRITERIOS DE DISEÑO (Adoptar seccion Parabólica)

Cada canal se diseña para un caudal maximo de emergencia, un caudal maximo caudal normal, un caudal promedio y un caudal minimo, se adopta una seccion de control de ancho fijo, y el flujo en la seccion de control estara a la profundidad critica.

#### 1.- SECCION DE CONTROL

Camara de desarenadora de seccion parabolica de seccion:

$$A = \frac{2HT}{3}$$

Donde:

A = Área de la sección  
 H = Altura de la sección  
 T = Ancho superior de la sección

Para el diseño final, la seccion parabolica se aproxima a una seccion con tramos rectos facil de construir

#### 2.- PARA Qmaximo NORMAL

La profundidad de flujo en el canal desarenador sera:

Qmax Normal =	0.28041	m³/s
---------------	---------	------

(Para cada canal)

$$Q = Va = \frac{2HTv}{3}$$

H =	$\frac{3Q}{2TV}$
-----	------------------

H =	0.42	m
-----	------	---

Determinando la altura de velocidad y la profundidad para la seccion de control (dc) según Bernouilli, se igualan las energias aguas arriba en el canal con la energia en la seccion de control

Energia en el canal = Energia en la seccion de control + perdidas

$$H + \frac{v^2}{2g} = dc + \frac{vc^2}{2g} + 0,1 \frac{vc^2}{2g}$$

Para canales rectangulares, la profundidad critica esta dada por dc esta dada por:

$$dc = 2 \frac{vc^2}{2g}$$

Ordenando la Expresión:

$$H + \frac{v^2}{2g} = 2 \frac{vc^2}{2g} + \frac{vc^2}{2g} + 0,1 \frac{vc^2}{2g} = 3,1 \frac{vc^2}{2g}$$

La altura de velocidad en la seccion de control será: (Hv)

$$H + \frac{v^2}{2g} = 2 \frac{vc^2}{2g} + \frac{vc^2}{2g} + 0,1 \frac{vc^2}{2g} = 3,1 \frac{vc^2}{2g} \quad 0.14 \quad m$$

La profundidad en la sección de control sera:

$$dc = 2 \frac{vc^2}{2g} = \boxed{0.29 \quad m}$$

La velocidad en la seccion de control sera:

$$vc = \sqrt{2g \times Hv} \quad \boxed{1.6 \quad m/s}$$

El área de la sección de control será:

$$a = \frac{Q}{vc} \quad 0.1702 \quad m^2$$

El ancho en la sección de control será:

$$w = \frac{a}{dc} \quad 0.59 \quad m$$

### 3.- PARA Qmedio

Para canales rectangulares el caudal (q), por unidad de ancho (w) sera:

$$Q_{medio} = \boxed{0.140 \quad m^3/s} \quad (\text{Para cada canal})$$

$$q = \frac{Q}{w}$$

$$y_c = \sqrt[3]{\frac{q^2}{g}} = \sqrt[3]{\frac{Q^2}{w^2 g}}$$

$$y_c w = \sqrt[3]{\frac{Q^2 W}{g}}$$

El área de flujo (a) en la sección de control:

$$a = \sqrt[3]{\frac{Q^2 W}{g}}$$

<b>a =</b>	0.1055	m
------------	--------	---

La profundidad de flujo en la sección de control (dc) será :

$$d_c = \frac{a}{w}$$

<b>dc =</b>	0.18	m
-------------	------	---

La profundidad en la cámara desarenadora (H) será :

$$H + \frac{v^2}{2g} = 3,1 \frac{v_c^2}{2g} = \frac{3,1}{2} \times 2 \frac{v_c^2}{2g} = \frac{3,1}{2} d_c$$

<b>H =</b>	0.27	m
------------	------	---

El ancho de la lámina de agua en el canal (T) será:

$$T = \frac{3Q}{2Hv}$$

<b>T =</b>	2.55	m
------------	------	---

#### 4.- PARA Q<sub>minimo</sub>

<b>Q<sub>minimo</sub> =</b>	0.05608	m <sup>3</sup> /s
-----------------------------	---------	-------------------

 (Para cada canal)

El área de flujo (a) será :

$$a = \sqrt[3]{\frac{Q^2 W}{g}}$$

<b>a =</b>	0.057	m <sup>2</sup>
------------	-------	----------------

La profundidad de flujo en la sección de control (dc) será :

$$d_c = \frac{a}{w} =$$

$dc =$	0.0977	m
--------	--------	---

La profundidad en la camara desarenadora (H) sera :

$$H = 3,1 \frac{dc}{2} - \frac{v^2}{2g} =$$

$H =$	0.1469	m
-------	--------	---

El ancho de la lamina de agua en el canal (T) sera:

$$T = \frac{3Q}{2Hv}$$

$T =$	1.91	m
-------	------	---

### 5.- Para Qmaximo de emergencia

$Q_{max} \text{ Normal} =$	0.2804	m <sup>3</sup> /s	(un canal fuera de servicio)
----------------------------	--------	-------------------	------------------------------

El area de flujo (a) sera :

$$a = \sqrt{\frac{Q^2 w}{g}}$$

$a =$	0.17	m <sup>2</sup>
-------	------	----------------

La profundidad de flujo en la seccion de control (dc) sera :

$$dc = \frac{a}{w} =$$

$dc =$	0.29	m
--------	------	---

La profundidad en la camara desarenadora (H) sera :

$$H = 3,1 \frac{dc}{2} - \frac{v^2}{2g} =$$

$H =$	0.44	m
-------	------	---

El ancho de la lamina de agua en el canal (T) sera:

$$T = \frac{3Q}{2Hv}$$

$T =$	3.15	m
-------	------	---

### 6.- La longitud de la cámara desarenadora (L)

Para remover partículas de 0.21mm de diámetro, con una velocidad de asentamiento ( $V_s$ ) de 1.15 m/min, para una velocidad de flujo ( $v$ ) y altura del agua ( $H$ ), en condiciones de flujo máximo normal será :

$$\frac{L}{v} = \frac{H}{v_s}$$

L =	6.58	m
-----	------	---

Longitud mínima adicional recomendada es de :

L <sub>min</sub> adicional =	2 H <sub>max</sub>
------------------------------	--------------------

L <sub>min</sub> adicional =	0.89	m
------------------------------	------	---

Longitud máxima adicional es el 50% de la longitud teórica :

L <sub>max</sub> adicional =	3.29	m
------------------------------	------	---

Se puede adoptar una longitud total (L) de cada canal desarenador de:

L =	8.67	m
-----	------	---

Los 3.92 metros de longitud adicional proveerán una longitud adecuada para compensar pérdidas de eficiencia, debida a turbulencia a la entrada y a la salida, en condiciones de caudal máximo.

### 8.- El tiempo de retención ( $\theta$ ) para caudal máximo normal será:

$\theta$ =	0.482	minutos
------------	-------	---------

El tiempo de sedimentación ( $\theta_s$ ) para caudal máximo normal, será:

$\theta_s$ =	0.50	minutos
--------------	------	---------

(Ver anexo: Plano en Planta de Cámara de Rejas y Desarenador- Diseño al Año 2037)

## DISEÑO DE CAMARA DE REJAS PARA LIMPIEZA MANUAL

**PROYECTO: " EVALUACION DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LAS LAGUNAS DE OXIDACIÓN DE LA**

<b>SEGÚN AFORO</b>	0.1078 m <sup>3</sup> /s
--------------------	--------------------------

Q <sub>mín</sub>	0.08085 m <sup>3</sup> /s
Q <sub>prom</sub>	0.10780 m <sup>3</sup> /s
Q <sub>máx</sub>	0.14014 m <sup>3</sup> /s

### CALCULO DE LAS REJAS PARA EL Q<sub>máximo</sub>

Q máximo (m <sup>3</sup> /s)	0.14014 m <sup>3</sup> /s
Espesor de barra, "e" (pulg)	0.25
Separación entre barras, "a"(pulg)	1
"Eficiencia de barra" E=(a/(e+a))	0.8000
Velocidad en rejas, V (m/s)(0.6 - 0.75)	0.65
Velocidad de aproximación V <sub>o</sub> (m/s)(0.5 - 0.6)	0.52
Ancho canal, b (m) (asumir)	<b>1.00</b>
Coefficiente de Manning, n	0.013
Numero de barras "n"= (b-a)/(e+a)	30
Diametro de Emisor D (m)	0.5 4"

Cálculo para el caudal máximo	
Area útil en rejas (m <sup>2</sup> )	0.2156
Area total (m <sup>2</sup> )	0.2695
Cálculo de tirante "y" (m)	0.2695
Cálculo de radio hidráulico, m	0.1751

Cálculo de la pendiente	
$Q = AxR^{(2/3)}x S^{1/2}$	
S (m/m) =	0.0005

Cálculo de pérdida de carga con 50% de ensuciam	
$H_f = 1.143 * ((2V)^2 - V_o^2) / (2g)$	
Pérdida carga H <sub>f</sub> (m) =	0.0823 m

Cálculo de Longitud Disipación	
$L = (b - D) / (2 * tg(12'30"))$	
L =	1.13 m

VERIFICACIÓN DE VELOCIDAD PARA Q <sub>mínim</sub>	
Cálculo de constante para ingresar a ábaco	
Valor de $AR^{(2/3)} / b^{(8/3)}$	0.0844
Resultado de la lectura del ábaco y/b	0.3500
calculo del tirante, v	0.3500

ingrese el valor correspondiente

calculo del area,m2	0.3500
Cálculo de la velocidad, Vo,m/s	0.2310

<b>Cálculo del Ancho del By pass</b>
$Q = 1.71X(B+0.2B)H^{(3/2)}$

B =	0.60 m
H =	0.253 m

**NOTA:**

Se considera el diseño de camara de rejas mas desfavorable por lo que se establece dimensiones que se puedan construir

## DISEÑO DE DESARENADOR CASMA - AFORO

Caudales de Diseño		
Qmaximo =	0.140	m³/s
Qmedio =	0.070	m³/s
Qminimo =	0.028	m³/s

Numero de Desarenadores =	1.00	und
Ancho de Canal =	2.00	m
Velocidad de Flujo en Canal =	0.40	m/s

### CRITERIOS DE DISEÑO (Adoptar seccion Parabólica)

Cada canal se diseña para un caudal maximo de emergencia, un caudal maximo caudal normal, un caudal promedio y un caudal minimo, se adopta una seccion de control de ancho fijo, y el flujo en la seccion de control estara a la profundidad critica.

#### .- SECCION DE CONTROL

Cámara de desarenadora de seccion parabolica de seccion:

$$A = \frac{2HT}{3}$$

Donde:

A = Área de la sección  
H = Altura de la sección  
T = Ancho superior de la sección

Para el diseño final, la seccion parabolica se aproxima a una seccion con ramos rectos facil de construir

#### .- PARA Qmaximo NORMAL

La profundidad de flujo en el canal desarenador sera:

Qmax Normal =	0.14014	m³/s
---------------	---------	------

(Para cada canal)

$$Q = Va = \frac{2HTv}{3}$$

H =	$\frac{3Q}{2TV}$
-----	------------------

H =	0.26	m
-----	------	---

Determinando la altura de velocidad y la profundidad para la seccion de control (dc) según Bernouilli, se igualan las energias aguas arriba en el canal con la energia en la seccion de control

Energia en el canal = Energia en la seccion de control + perdidas

$$H + \frac{v^2}{2g} = dc + \frac{vc^2}{2g} + 0,1 \frac{vc^2}{2g}$$

Para canales rectangulares, la profundidad critica esta dada por dc esta dada por:

$$dc = 2 \frac{vc^2}{2g}$$

Ordenando la Expresión:

$$H + \frac{v^2}{2g} = 2 \frac{vc^2}{2g} + \frac{vc^2}{2g} + 0,1 \frac{vc^2}{2g} = 3,1 \frac{vc^2}{2g}$$

La altura de velocidad en la seccion de control será: (Hv)

$$H + \frac{v^2}{2g} = 2 \frac{vc^2}{2g} + \frac{vc^2}{2g} + 0,1 \frac{vc^2}{2g} = 3,1 \frac{vc^2}{2g} \quad 0.09 \quad m$$

La profundidad en la sección de control sera:

$$dc = 2 \frac{vc^2}{2g} = \boxed{0.18 \quad m}$$

La velocidad en la seccion de control sera:

$$vc = \sqrt{2g \times Hv} \quad \boxed{1.3 \quad m/s}$$

El área de la sección de control será:

$$a = \frac{Q}{vc} \quad 0.1070 \quad m^2$$

El ancho en la sección de control será:

$$w = \frac{a}{dc} \quad 0.58 \quad m$$

#### .- PARA Qmedio

Para canales rectangulares el caudal (q), por unidad de ancho (w) sera:

$$Q_{medio} = \boxed{0.070 \quad m^3/s} \quad (\text{Para cada canal})$$

$$q = \frac{Q}{w}$$

$$y_c = \sqrt[3]{\frac{q^2}{g}} = \sqrt[3]{\frac{Q^2}{w^2 g}}$$

$$y_c w = \sqrt[3]{\frac{Q^2 W}{g}}$$

El área de flujo (a) en la sección de control:

$$a = \sqrt[3]{\frac{Q^2 W}{g}}$$

<b>a =</b>	0.0663	m
------------	--------	---

La profundidad de flujo en la sección de control (dc) será :

$$d_c = \frac{a}{w}$$

<b>dc =</b>	0.11	m
-------------	------	---

La profundidad en la cámara desarenadora (H) será :

$$H + \frac{v^2}{2g} = 3,1 \frac{v_c^2}{2g} = \frac{3,1}{2} \times 2 \frac{v_c^2}{2g} = \frac{3,1}{2} d_c$$

<b>H =</b>	0.17	m
------------	------	---

El ancho de la lámina de agua en el canal (T) será:

$$T = \frac{3Q}{2Hv}$$

<b>T =</b>	2.04	m
------------	------	---

#### I.- PARA Q<sub>minimo</sub>

<b>Q<sub>minimo</sub> =</b>	0.02803	m <sup>3</sup> /s	(Para cada canal)
-----------------------------	---------	-------------------	-------------------

El área de flujo (a) será :

$$a = \sqrt[3]{\frac{Q^2 W}{g}}$$

<b>a =</b>	0.036	m <sup>2</sup>
------------	-------	----------------

La profundidad de flujo en la sección de control (dc) será :

$$d_c = \frac{a}{w} =$$

$dc =$	0.0618	m
--------	--------	---

La profundidad en la cámara desarenadora (H) será :

$$H = 3,1 \frac{dc}{2} - \frac{v^2}{2g} =$$

$H =$	0.0911	m
-------	--------	---

El ancho de la lámina de agua en el canal (T) será:

$$T = \frac{3Q}{2Hv}$$

$T =$	1.54	m
-------	------	---

**i.- Para Qmaximo de emergencia**

$Q_{max} \text{ Normal} =$	0.1401	m <sup>3</sup> /s	(un canal fuera de servicio)
----------------------------	--------	-------------------	------------------------------

El área de flujo (a) será :

$$a = \sqrt{\frac{Q^2 W}{g}}$$

$a =$	0.11	m <sup>2</sup>
-------	------	----------------

La profundidad de flujo en la sección de control (dc) será :

$$dc = \frac{a}{w} =$$

$dc =$	0.18	m
--------	------	---

La profundidad en la cámara desarenadora (H) será :

$$H = 3,1 \frac{dc}{2} - \frac{v^2}{2g} =$$

$H =$	0.27	m
-------	------	---

El ancho de la lámina de agua en el canal (T) será:

$$T = \frac{3Q}{2Hv}$$

$T =$	2.55	m
-------	------	---



**.- La longitud de la cámara desarenadora (L)**

Para remover partículas de 0.21mm de diámetro, con una velocidad de asentamiento ( $V_s$ ) de 1.15 m/min, para una velocidad de flujo ( $v$ ) y altura del agua ( $H$ ), en condiciones de flujo máximo normal será :

$$\frac{L}{v} = \frac{H}{v_s}$$

$L =$	4.11	m
-------	------	---

Longitud mínima adicional recomendada es de :

$L_{\text{min adicional}} =$	2 Hmax
------------------------------	--------

$L_{\text{min adicional}} =$	0.55	m
------------------------------	------	---

Longitud máxima adicional es el 50% de la longitud teórica :

$L_{\text{max adicional}} =$	2.06	m
------------------------------	------	---

Se puede adoptar una longitud total ( $L$ ) de cada canal desarenador de:

$L =$	5.42	m
-------	------	---

Los 3.92 metros de longitud adicional proveerán una longitud adecuada para compensar pérdidas de eficiencia, debida a turbulencia a la entrada y a la salida, en condiciones de caudal máximo.

**.- El tiempo de retención ( $\theta$ ) para caudal máximo normal será:**

$\theta =$	0.301	minutos
------------	-------	---------

El tiempo de sedimentación ( $\theta_s$ ) para caudal máximo normal, será:

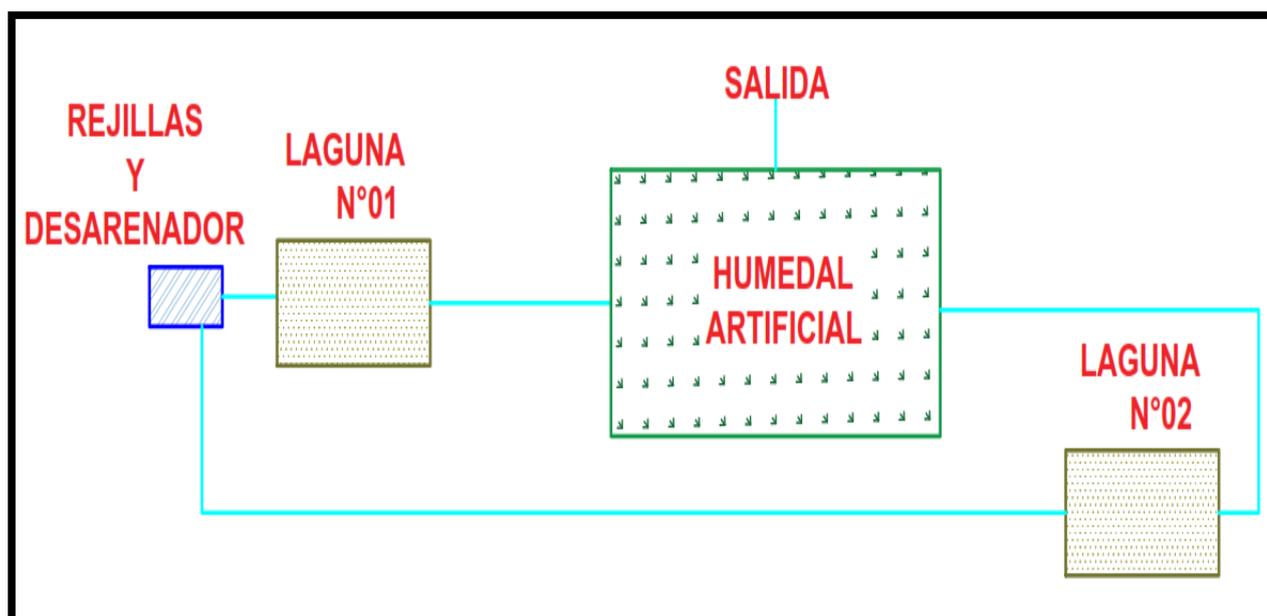
$\theta_s =$	0.23	minutos
--------------	------	---------

**Ver anexo: Plano en Planta de Cámara de Rejas y Desarenador- Diseño con Caudal de Aforo)**

## Mejoramiento y rehabilitación de las lagunas de oxidación de la Ciudad de Casma que será usado como tratamiento secundario

En la propuesta de mejora planteada por el tesista se pretende almacenar y tratar las aguas residuales provenientes de la población Casmeña mediante dos “lagunas de oxidación del tipo facultativa”, el fondo de dichas lagunas estará cubierto por “geomembranas que están constituido por láminas de Cloruro de Polivinilo, y aditivos 100 % de resinas vírgenes que la hacen impermeable, y le permiten adaptarse con facilidad a la topografía del terreno. Tal estructura debe satisfacer las condiciones normales de estabilidad, tal estructura debe satisfacer las condiciones normales de estabilidad” (Mendoza, 2014, p.15).

se adopta esta solución, pues las condiciones topográficas y geológicas son favorables, una vez que el embalse esté en funcionamiento se derivara las aguas mediante una línea de conducción de “Tubería PVC” hacia los humedales a irrigar.



## **“Manual para la Operación y Mantenimiento de las Lagunas de Oxidación de la Ciudad de Casma”**

“El objetivo principal de un sistema de tratamiento de agua residual es depurar el agua residual hasta unos niveles acordes con la normativa vigente y proporcionar una correcta integración de esta agua residual con el entorno, y obtener los mejores rendimientos posibles. El cumplimiento de este objetivo está condicionado por la correcta realización de la operación y el mantenimiento de las diferentes etapas que conforman el sistema de tratamiento” (Mendoza, 2014, p.15).

### **1. Pretratamiento.**

#### 1.1 “Rejillas”

- “Operación”
  - “Tener una reja de repuesto”.
  - “Realizar dos limpiezas al día, una al mediodía y otra a las seis de la tarde. En el caso que haya pocos sólidos, la limpieza podría hacerse eventualmente”.
  - “Utilizar un rastrillo, para retirar los sólidos retenidos. Luego enterrarlos en un sitio asignado para ello”.
  - “Limpiar las herramientas utilizadas” (Mendoza, 2014, p.15).
- “Mantenimiento”:
  - “Cuando se observe que la reja esté desgastada, proceder a cambiarla con la de repuesto e inmediatamente, mandar a hacer otra que se guardará como repuesto”.
  - “Realizar el cambio en la hora que se observe el menor flujo de agua”.
  - “Limpiar las herramientas utilizadas” (Mendoza, 2014, p.15).

## 1.2 “Desarenador”

### ▪ “Operación”:

- “Las compuertas de limpieza deben estar cerradas en funcionamiento normal”.
- “Utilizando un rastrillo, agitar la arena de fondo, tres veces al día en sentido contrario al flujo de agua. En el caso que haya poco sedimento, la limpieza podría hacerse eventualmente”.
- “Limpiar las herramientas” (Mendoza, 2014, p.16).

### ▪ “Mantenimiento”:

- “Medir dos veces a la semana en nivel de arena depositada en el sitio de entrada, cuando este alcance la altura señalada para su almacenamiento”. proceder a sacar la arena de la siguiente manera.
- “Abrir las compuertas de limpieza”.
- “Esperar un rato hasta que se realice la limpieza hidráulica del desarenador. Puede hacerse uso de herramientas para la remoción manual de sólidos decantados”
- “Limpiar las herramientas”.
- “Anotar fecha en el cuaderno de mantenimiento” (Mendoza, 2014, p.16).

## 2. “Lagunas de Oxidación”.

“Debe contratarse por lo menos un operador a medio tiempo para las lagunas de estabilización” (Operación y Mantenimiento de Lagunas, 2016, p.2).

### 2.1 “Operación para funcionamiento inicial”.

“Cuando una laguna de estabilización inicia su vida, las pérdidas por percolación son mayores debido a que: a) el terreno absorbe mucha agua mientras logra saturarse y b) porque aún no se ha producido la disminución de la conductividad hidráulica y de la permeabilidad que ocasionan los sólidos que contienen las aguas residuales” (Operación y Mantenimiento de Lagunas, 2016, p.3).

“El hecho de que los abonados potenciales de un sistema de alcantarillado nuevo se conecten lentamente, hace coincidir la época en que las pérdidas son máximas con aquella en que el caudal sanitario es mínimo. Todo lo anterior hace que el período inicial de operación sea crítico para la obtención del tirante

de agua en la laguna que le permita funcionar satisfactoriamente. Si no se toman medidas para lograr de alguna manera un nivel satisfactorio de operación, se presentarán problemas tales como el nacimiento de plantas en el fondo de la laguna -las cuales cuesta mucho eliminar- y producción de malos olores” (Operación y Mantenimiento de Lagunas, 2016, p.3).

Según el Mantenimiento de Lagunas (2016), “para tener un funcionamiento apropiado y evitar la producción de malos olores, proceder de la siguiente manera:”

- “Llenar la laguna por lo menos hasta una altura de 1m. con agua del río vecino o en el caso de no contar con volúmenes suficientes de agua, proceder a segmentar el área de la laguna con pequeños diques temporales los que permitirán la saturación progresiva del fondo de toda la laguna. Chequear la estanqueidad del fondo y taludes de la laguna, la pérdida no debe ser mayor a 5 mm/día” (p.3)
- “Luego del paso anterior, permitir la entrada de las aguas servidas, hasta alcanzar toda la altura de agua con que debe funcionar la laguna” (p.3)
- “Controlar que el pH esté entre 7.0 y 7.5 (medidor portátil) en la laguna primaria, si fuera necesario arrojar a través de la entrada, solución de cal (1 libra en 20 litros de agua), en cantidad suficiente hasta tener el pH indicado” (p.3)

“Este funcionamiento inicial debe ser parte de las obligaciones del contrato de construcción del sistema de lagunas de estabilización” (p.3)

## 2.2 “Operación para el funcionamiento normal”.

- “Características del funcionamiento normal”.

**Según la “Operación y Mantenimiento de Lagunas” (2016), “para lagunas facultativas y de maduración se debe tener las siguientes características”:**

- “El color de agua es verde intenso y un poco transparente”.
- “No hay olores desagradables”.
- “El pH es mayor que 7.0”.
- “No hay natas de algas o lodo flotando en la superficie de agua”.
- “El agua que sale es clara con una coloración verdosa”.
- “No hay vegetación ni en taludes ni en las áreas vecinas” (p.4).

**Para la “Operación y Mantenimiento de Lagunas” (2016) “las actividades diarias” son:**

- “No permitir la entrada de personas extrañas”.
- “Chequear que la distribución de caudal en el cajón de llegada, esté de acuerdo a lo fijado, especialmente cuando haya varias entradas a la laguna. Debe tenerse la misma altura de agua en las bocas de las tuberías que salen del cajón de distribución o en los vertederos de división de caudal o vertederos regulables”.
- “Verificar que se mantengan rigurosamente los niveles de agua y los caudales de operación, de común acuerdo con el ingeniero responsable.
- Cambiar oportunamente las cartas de los registradores automáticos de caudal”.
- “Recorrido general de la instalación”.
- “Anotar los datos sobre las lagunas de acuerdo a lo establecido para el monitoreo” (p.5).

**Para la “Operación y Mantenimiento de Lagunas” (2016) “las actividades periódicas” son:**

- “Cuando se tengan lluvias fuertes, bajar unos 5 cm. el nivel del vertedero de salida y después de 2 horas de haber pasado la lluvia, regresar al nivel normal” (p.6).
- “Hacer oscilar el nivel de las lagunas periódicamente para evitar el desarrollo de mosquitos, mediante la operación de las compuertas/vertedero de las estructuras de interconexión y salida. Aplicar insecticidas en el caso de que fuera necesario” (p.6).

### 2.3 “Control de funcionamiento”.

Según la “Operación y Mantenimiento de Lagunas” (2016), “para poder llevar a cabo el proceso de depuración de aguas residuales es necesario mantener un control, y así proporcionar un producto económico y de calidad” (p.7)

Se debe realizar:

- “Por lo menos cada 6 meses”.
- “Cuando se presenten olores fuertes”.
- “Cuando el agua que sale es muy turbia, en el caso de anaerobias, o es color café o ceniza en el caso de facultativas o de maduración” (p.7).

Según la “Operación y Manual de Mantenimiento” (2016), para la comprobación se realizarán 3 veces en una semana los siguientes análisis:

En la entrada de laguna:

- “DBO5 o DQO”.
- “pH”.
- “Aceites y Grasas”
- “Sólidos en suspensión”.
- “Sólidos totales” .
- “Coliformes fecales” (p.8).

En la salida de laguna:

- “DBO5 o DQO”
- “pH”
- “Aceites y Grasas”
- “Sólidos en suspensión”
- “Sólidos totales”
- “Coliformes fecales” (p.8).

“Con estos análisis, verificar el trabajo y la eficiencia de la laguna. Comparar las características del efluente con los límites permisibles para su posterior uso”.

**Mucha materia orgánica:**

“En este caso hay que averiguar”:

- “Si la laguna ya está en el período final de diseño, si es así, habrá que ampliar el sistema o desviar parte de las aguas servidas hasta que se amplíe el sistema” (Operación y Mantenimiento de Lagunas, 2016, p.9).
- “Si hay entrada de otras aguas servidas diferentes a las domésticas (aguas de mataderos, de canales, limpieza de corrales, industriales, etc.), si es así cortar estas entradas” (Operación y Mantenimiento de Lagunas, 2016, p.9).

### **Compuestos tóxicos:**

“Averiguar si los usuarios lavan recipientes de fungicidas, insecticidas, etc. y arrojan en el alcantarillado, para tomar las medidas correspondientes” (Operación y Mantenimiento de Lagunas, 2016, p.9).

### **Malos olores**

“Las lagunas anaerobias producen un mal olor, propio de su naturaleza, esta es la razón por la cual, a pesar de sus ventajas, no se pueden usar en lugares muy céntricos o poblados. Normalmente, las lagunas facultativas no presentan malos olores, cuando éstos ocurren, se pueden deber a sobrecarga. Evitar que la carga alcance a 357 kg DBO/(ha.día) en lagunas primarias” (Operación y Mantenimiento de Lagunas, 2016, p.10).

“Otra causa de malos olores en una laguna facultativa es la presencia de materias flotantes, las cuales, al impedir el paso de la luz solar, interrumpen o minimizan el proceso de fotosíntesis con la consiguiente merma en la producción de oxígeno por parte de las algas. Este problema se resuelve con buena operación y mantenimiento” (Operación y Mantenimiento de Lagunas, 2016, p.10).

“Los malos olores también pueden ser producidos por la ausencia de algas, debido a que éstas han sido perjudicadas por la presencia de materias tóxicas o excesivamente ácidas y alcalinas. Lo anterior sucede cuando hay descargas de tipo industrial, al alcantarillado, sin los debidos controles” (Operación y Mantenimiento de Lagunas, 2016, p.10).

### **Exceso de lodo:**

“El acarreo de muchos en el afluente es porque el nivel del lodo está muy alto (mayor a la mitad de la profundidad), entonces es necesario sacar el exceso de lodo” (Operación y Mantenimiento de Lagunas, 2016, p.11).

## 2.4 Mantenimiento

### **“Actividades diarias”:**

- “Mantener limpio el cajón de entrada, las tuberías y canales de conducción”.
- “Cuidar las lagunas facultativas y de acabado para evitar que haya acumulación de flotantes que eviten la acción beneficiosa de la luz solar.

Normalmente, el viento acumula los flotantes en las esquinas, de donde pueden ser removidos con facilidad por medio de rastrillos, etc. Si tal cosa no sucediera, se debe contar con un pequeño bote. El uso de rejas puede retener algunos de los flotantes, pero no evita tener que remover flotantes de la misma laguna, pues muchos de ellos son producidos en la propia laguna como consecuencia de los procesos biológicos que suceden en ella. Los flotantes removidos se pueden enterrar o secar antes de enviarlos a algún sitio para disposición final de residuos sólidos.

- Lavar los accesorios utilizados” (Operación y Mantenimiento de Lagunas, 2016, p.12).

**Según la “Operación y Mantenimiento de Lagunas” (2016) las actividades periódicas son:**

- “Por lo menos cada semana chequear los taludes para observar si hay problemas de filtración o erosión. Si esto existiera, corregir el problema inmediatamente” (p.13).
- “Por lo menos cada 3 meses, inspeccionar las cercas, los avisos de seguridad y el nivel del lodo” (p.13).
- “Mantener los taludes, bordes libres y áreas vecinas libres de maleza, hierbas o cualquier otro crecimiento vegetal, que puedan facilitar la reproducción de mosquitos y otra clase de insectos; para esto es necesario por lo menos cada mes sacarlos de raíz” (p.13).
- “Un mal mantenimiento de las estructuras de salida o interconexión, puede provocar desbordes ocasionados por obstrucciones. Los desbordes en las lagunas de estabilización son muy peligrosos, pudiendo llegar a producir el colapso total de la estructura” (p.13).

## 2.5 Evaluación de lagunas de oxidación.

“Al hacer esfuerzos por evaluar cargas orgánicas aplicables por unidad de área, o las constantes de reacción de los modelos para el cálculo de lagunas, se tropieza con muchos problemas debido a que casi siempre el estudio se limita a correlacionar dos o tres variables, cuando en realidad las que están interviniendo en los procesos simultáneos que suceden son más de cincuenta o cien” (Operación y Mantenimiento de Lagunas, 2016, p.14).

“El registro histórico de algunos datos puede proporcionar información acerca de cómo funciona la laguna. El objetivo principal de la evaluación es optimizar el sistema operativo de las lagunas a nivel puntual y apoyar a la creación de un sistema o manual para obtener constantes representativas para la zona” (Operación y Mantenimiento de Lagunas, 2016, p.14).

## 2.6 Remoción de lodo.

Según la “Operación y Mantenimiento de Lagunas” (2016), “es importante que las lagunas mantengan el mayor tiempo posible, una geometría y condiciones lo más parecidas a las del diseño original”

“Después de 10 años de funcionamiento, comenzar a medir la profundidad del lodo cada año. Cuando el nivel de lodo en la primera mitad de la laguna alcance la mitad de la profundidad, será necesario sacar el lodo y se procederá de la siguiente manera” (p.15).

- “El trabajo debe realizarse a inicio de temporada de verano”
- “Sacar de operación la laguna y enviar las aguas por el desvío a otra laguna o en último caso al cuerpo receptor. Se recomienda que, antes de secar una laguna para remover lodos, se desvíe el afluente de ella durante unos 30 días. Esto hace que ya los lodos estén digeridos en su mayor parte al hacer la limpieza, evitando problemas y molestias”
- “Bajar poco a poco el nivel hasta alcanzar un nivel que permita la exposición del lodo al ambiente. Se recomienda secar las lagunas haciendo sifonaje con mangueras de succión o tuberías. Si es posible, se puede utilizar una bomba para este propósito” (p.16).
- “Dejar así hasta que seque el lodo y pueda ser sacado con pala y carretillas (si es con pala mecánica y volquete será más rápido), este lodo seco puede ser usado en el suelo, para el cultivo de productos industrializables, de tallo alto y que no se consuman crudos”
- “Alternativamente se podrá remover el lodo de lagunas primarias por dragado o bombeo a una laguna de secado de lodos”
- “El lodo seco debe almacenarse en pilas de hasta 2 m por un tiempo mínimo de 6 meses, previo a su uso como acondicionador de suelos. De no usarse deberá disponerse en un relleno sanitario”
- “Retirado el lodo, la laguna será puesta nuevamente en funcionamiento”

- “Anotar la fecha, cantidad de material retirado y el personal utilizado en el cuaderno de mantenimiento” (p.16).

### **“Suministro e instalación de Geomenbrana HDPE 1.5 mm Alta Consistencia”**

#### Descripción

#### “Preparación de la Superficie”

- a. La capa de apoyo de las Geomembranas impermeabilizante de almacenamiento estará formada por arena zarandeada de la zona del proyecto.
- b. “Previo a efectuar la faena de relleno con arena zarandeada, se requerirá extraer la totalidad de las gravas aisladas, gravilla, piedras grandes y fracturadas que se presentan en superficie. Para tal efecto, sólo deberá emplearse maquinaria pesada. El material extraído en exceso será transportado al botadero” (Gonzales,2010, p.6).
- c. “Se deberá compactar el sello de excavación del estanque mediante la aplicación de un rodillo vibratorio liso autopropulsado o arrastrado de peso estático no inferior a 5,0 Ton. La compactación se efectuará pasando a lo menos 4 veces por un mismo punto de la superficie siempre que la densificación alcanzada sea igual o superior a 92,5% de la densidad máxima compactada seca (DMCS) obtenida del ensayo Proctor Modificado. El traslape entre las pasadas no será inferior a 25 Cms. En caso de no alcanzar la densidad especificada se deberá aumentar el número de pasadas. La verificación del grado de densificación alcanzado se efectuará con medidas de control, a razón de una densidad en sitio cada 50 m<sup>2</sup>” (Gonzales,2010, p.6).
- d. “Una vez que se complete el proceso de densificación se examinará la superficie y se removerá con auxilio de mano de obra la totalidad de los clastos que afloren” (Gonzales,2010, p.7).

#### **Especificaciones Técnicas**

- a. “Antes de iniciar la instalación de la geomembrana, el Contratista Instalador debe inspeccionar la cama de arena para comprobar si cumple con los requerimientos de instalación de la geomembrana. El contratista debe certificar por escrito la aprobación de la superficie de apoyo de la geomembrana; debe estar preparado para rectificar la cama de apoyo en caso que se requiera. Durante el período en que se realice la instalación de la geomembrana, el Contratista será responsable por la

protección y mantención de las áreas expuestas de la base de apoyo, hasta la aceptación final o término del trabajo. Se incluye en este punto la mantención del contenido de humedad de la base de apoyo de la geomembrana” (Gutiérrez,2012, p.3).

- b. “Antes de comenzar con los trabajos de instalación de la geomembrana sobre cualquier superficie de hormigón, el Contratista debe inspeccionar la superficie y la instalación de los insertos, debiendo certificar por escrito, su conformidad con la superficie sobre la cual se pondrá el liner. El Contratista debe estar preparado para limpiar y rectificar las superficies que no sean aceptables, dejándolas aptas para la aplicación de la geomembrana. Durante el período de instalación de la geomembrana, el Contratista será responsable por la protección y mantención de las superficies expuestas del hormigón y de los insertos, hasta la aceptación final de los trabajos” (Gutiérrez,2012, p.3).

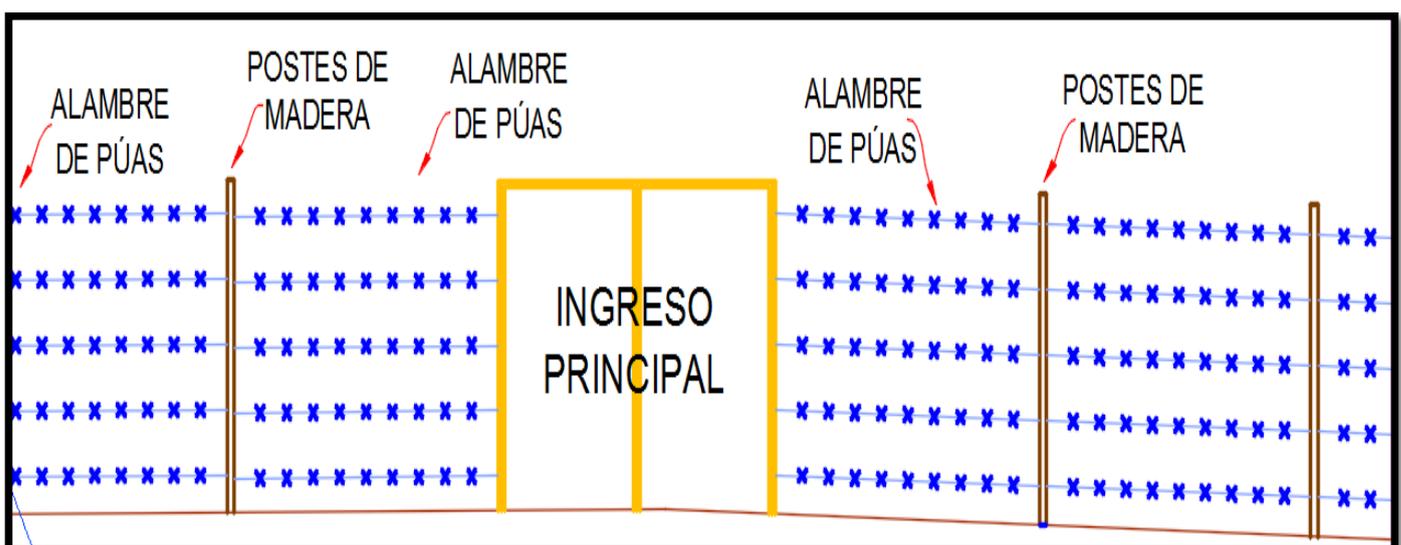
Según Gutiérrez (2012), la instalación de la geomembrana se realiza de la siguiente manera:

- a. “Las zanjas de anclaje para el sistema de impermeabilización deberán ser excavadas previamente al despliegue de la membrana” (p.10)
- b. “El proveedor deberá entregar a la Inspección un diagrama de zanjas necesarias para el anclaje, quien coordinará con el contratista de movimiento de tierras la ejecución de éstas” (p.10)
- c. “Las aristas de las zanjas de anclaje deberán ser suaves, de modo de evitar dobleces angulosos en la membrana” (p.10).1



### **“Cercos Perimétricos con alambre de Púas”**

- “Se empleará el concreto  $f'c=140\text{kg/cm}^2$  para los dados de refuerzo: Los postes llevarán mezcla que será anclado mediante dados de concreto  $f'c = 140 \text{ kg/cm}^2$ , cuyas dimensiones varían con el diámetro del poste, siendo para poste de 4” de diámetro un dado de 60x60cm. La forma de medición y pago será realizada por metro cúbico” (Acero, 2015, p.4).
- “Se colocará un cerco con malla y alambre con púas  $h=3.00 \text{ m}$  postes madera: Será un cerco de cierre alrededor de los terrenos donde se construye la laguna, se ejecutará de acuerdo como especifiquen los planos. Debe tener sus puertas de acceso y letreros respectivos. La forma de pago y de medición será por metro lineal” (Acero, 2015, p.5).
- “Fue conveniente también la colocación de un Portón metálico de dos hojas de 3.00 x 2.40 metros, ello con el fin de permitir el acceso y control del personal que trabajara en el mantenimiento y cuidado del sistema” (Acero, 2015, p.7).



Cercos Perimétricos- Ciudad de Casma

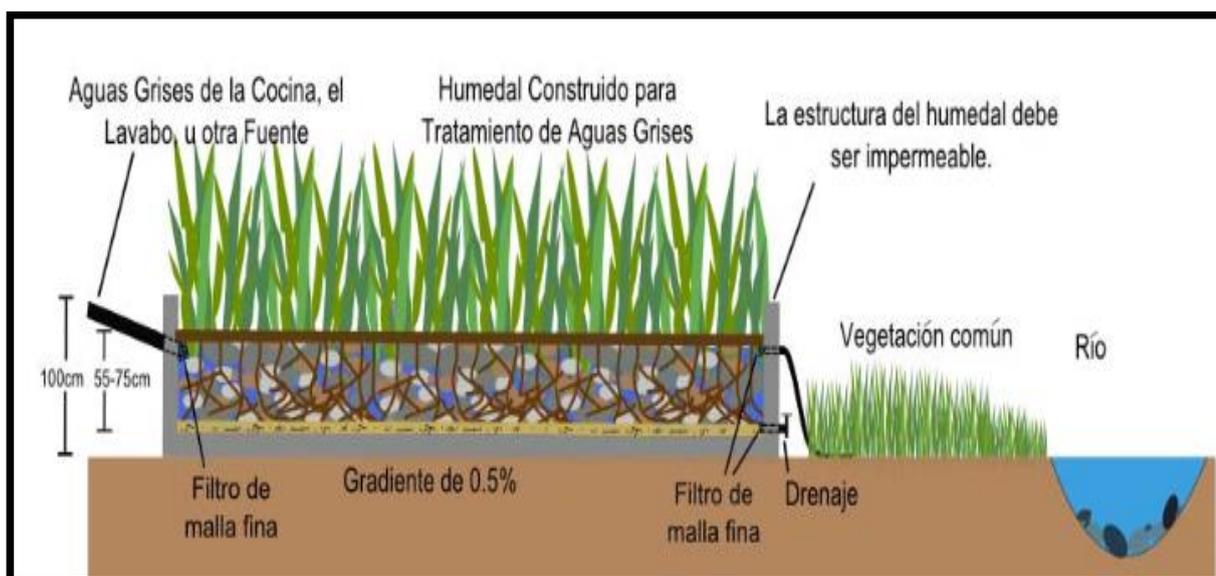
(Ver anexo: Plano de Cerco Perimétrico)

**“Humedales Artificiales”**

El tratamiento terciario a ser empleado en el sistema de tratamiento de la Ciudad de Casma son los “Humedales Artificiales”, son humedales construidos, que “son humedales que el hombre construye en áreas donde antes estos no existían y que tienen como función fundamental el tratamiento de las aguas residuales. De aquí que ellos se incluyan entre los llamados sistemas naturales de tratamiento. En estos sistemas los contaminantes presentes en las aguas residuales son removidos por una serie de procesos físicos, químicos y biológicos que se efectúan en el ambiente natural, entre estos procesos se encuentran la sedimentación, la adsorción a las partículas del suelo, la asimilación por las plantas y la transformación microbiana” (Silva, 2015, p.1).

“En los humedales crecen plantas acuáticas emergentes entre las que se encuentran: juncos, enneas, totora y espadañas, dichas plantas proporcionan superficie para el crecimiento de los microorganismos y permiten la filtración y adsorción de los contaminantes presentes en el agua residual, además de inhibir el crecimiento de las algas y favorecer la formación de zonas aerobias alrededor de las raíces debido a las características de estas plantas de trastocar el oxígeno desde las hojas hasta las raíces” (Silva, 2015, p.1)

Para calcular el área del humedal en el Sistema de Tratamiento de la ciudad de Casma



se empleó el siguiente Diseño

### Consideraciones para el tamaño

Según Silva (2015), para determinar el tamaño de un sistema biológico grande de filtración, se debe los siguientes datos:

- “Determini “Sistema subterráneo de los humedales artificiales” esto (°C)”.
- “Cantidad de DBO producido actualmente, y el nivel de DBO deseado para el agua que sale del sistema” (p.5)
- “La profundidad puede variar entre los 40 y 120 centímetros para encontrar un tamaño apropiado. Por ejemplo, si hay una restricción en el área de terreno disponible para el humedal construido, una profundidad de 120 cm aminorará la huella del sistema” (p.5).

A si mismo según Silva (2015, p.6), se tienen las siguientes formulas:

#### **Ecuación 1: “Cálculo de la Velocidad de Reacción”**

$$k_r = k_{20}(1.06^{(T-20)})$$

Donde:

$k_r$  = “Velocidad de Reacción2

$k_{20} = 1.1 \text{ día}^{-1}$  (Constante de velocidad de reacción en 20°)

$T$  = “Temperatura media mínima” (p.8)

#### **Solución:**

Teniendo:

$T$  = “Temperatura media mínima en Casma” = **15 ° C**

$$k_{20} = 1.1 \text{ día}^{-1}$$

$$k_r = k_{20}(1.06^{(T-20)})$$

$$k_r = 1.1(1.06^{(15-20)})$$

$$k_r = 1.1(1.06^{(15-20)})$$

$$k_r = 1.1 \times 0.74726$$

$$k_r = 0.82198$$

**Ecuación 2:** Según Silva (2015, p.10) “Cálculo del “t” tiempo de detención t (día), tiempo que el agua debe quedarse en el sistema para alcanzar el nivel de DBO deseado”.

$$t = \frac{-\ln\left(\frac{C}{C_0}\right)}{k_r}$$

Donde:

$C_0$  = “Concentración de DBO del agua que entra al sistema (mg/l)”

$C$  = “Concentración de DBO deseada del agua (mg/l)”

$k_r$  = “Velocidad de Reacción” (p.10)

**Solución:**

Teniendo:

$C_0$  = “DBO del afluente en el sistema de tratamiento de Casma” = **210** mg/l

$C$  = “DBO esperado para el sistema de tratamiento de Casma2 = **15** mg/l

$k_r$  = **0.82198**

$$t = \frac{-\ln\left(\frac{C}{C_0}\right)}{k_r}$$

$$t = \frac{-\ln\left(\frac{15}{210}\right)}{0.82198}$$

<b>t = 3.21 días</b>
----------------------

**Ecuación 3:** Según Silva (2015, p.12) “Cálculo de la: [organic loading rate],  $L_{org}$  ( $g \frac{DBO}{m^2 \times día}$ ). Este número indicará la masa de DBO por área por día que el sistema recibirá. En general, la [organic loading rate] no debe exceder **11.2** ( $g \frac{DBO}{m^2 \times día}$ ). Este umbral no será excedido con afluente aplicado hasta 5 cm por día. Casi todos los sistemas de humedales construidos de aguas residuales tendrán una [organic loading rate] debajo de este umbral”

$$L_{org} = \frac{(C)(d_w)(n)}{t}$$

Donde:

$C$  = “Concentración de DBO deseada del agua” (mg/l)

$d_w$  = “Profundidad del Sustrato (m), que debe estar entre 0.4 a 1.2 m”

$t$  = “Tiempo de detención” (días)

$n$  = “Porosidad efectiva” (p.13).

Valores típicos de sustratos construidos

Sustrato	tamaño efectivo $d_{10}^*$ , mm	Porosidad efectiva $\eta$
Arena (media)	1	0.3
Arena (grueso)	2	0.32
Arena con grava	8	0.35
Grava (media)	32	0.4
Grava (grueso)	128	0.45

Solución:

Fuente: Silva, 2015

Teniendo:

Porosidad "n"

$C$  = "DBO esperado para el sistema de tratamiento de Casma" = 15 mg/l

$d_w$  = 1 metro por "restricciones de terreno".

$t$  = "Tiempo de detención calculado" = 3.21 días

$n$  = "Porosidad efectiva usando grava media de 32 mm= 0.4" (Silva,2015, p.15)

$$L_{org} = \frac{(C)(d_w)(n)}{t}$$

$$L_{org} = \frac{(15)(1)(0.4)}{3.21}$$

$$L_{org} = 1.86 \rightarrow \text{Si cumple } < 11.2 \text{ gramos}$$

**Ecuación 4:** “Área de terreno necesaria para la cama del humedal construido de flujo subterráneo ( $m^2$ )” (Silva, 2015, p.17).

$$A_s = \frac{(Q)(t)}{(n)(d_w)}$$

Donde:

$Q$  = “Flujo diario medio por el humedal ( $\frac{m^3}{día}$ )”

$t$  = “Tiempo de detención (días)”

$d_w$  = “Profundidad del Sustrato (m)”

$n$  = “Porosidad efectiva”

\* “Para sistemas grandes emplear la conversión de 1 hectárea = 10000  $m^2$  (Silva, 2015, p.17).

**Solución:**

“Cálculo del Caudal diario medio por el humedal”:

- Caudal de salida de las lagunas =  $0.04375 \frac{m^3}{seg.}$

Entonces:

Q humedal=  $1.3 \times 0.04375$

Q humedal =  $0.05687 \frac{m^3}{seg.} \times \frac{86400 \text{ seg.}}{día}$

**Q humedal =  $4914 \frac{m^3}{día}$**

Teniendo:

$$Q = \text{“Flujo diario medio por el humedal”} = 4914 \left(\frac{\text{m}^3}{\text{día}}\right)$$

$$t = \text{“Tiempo de detención”} = 3.21 \text{ días}$$

$$d_w = \text{“Profundidad del Sustrato”} = 1 \text{ m}$$

$$n = \text{“Porosidad efectiva”} = 0.4 \text{ m}$$

$$A_S = \frac{(Q)(t)}{(n)(d_w)}$$

$$A_S = \frac{(4914)(3.21)}{(0.4)(1)}$$

$$A_S = 39434.85 \text{ m}^2$$

$$A_S = 3.943 \text{ hectáreas}$$

**Ecuación 5:** “Cálculo de las dimensiones del humedal del tratamiento (m), utilice la siguiente expresión”:

$$W = \left(\frac{A_S}{R_A}\right)^{\frac{1}{2}}$$

Donde:

$$W = \text{“Ancho del humedal” (m)}$$

$$A_S = \text{“Área del humedal” (m}^2\text{)}$$

$$R_A = \text{“Es la proporción como longitud/ ancho, se recomienda una proporción de 2:1 o 4:1”}$$

Teniendo:

$$A_S = \text{“Área del humedal”} = 39434.85 \text{ m}^2$$

$R_A =$  “Es la proporción como longitud/ ancho”, será = **2:1**

$$W = \left( \frac{A_S}{R_A} \right)^{\frac{1}{2}}$$

$$W = \left( \frac{39434.85}{2} \right)^{\frac{1}{2}}$$

$$W = \left( \frac{39434.85}{2} \right)^{\frac{1}{2}}$$

$W = 140.42 \text{ m}$	$\Rightarrow$	Ancho del Humedal
------------------------	---------------	-------------------

**Ecuación 6:** Según Silva (2015, p.18) “Calculo de la L, Longitud del humedal” (m):

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

Donde:

$L =$  “Longitud del humedal” (m)

$A_S =$  “Área del humedal” ( $m^2$ )

$w =$  “Ancho del humedal” (m)

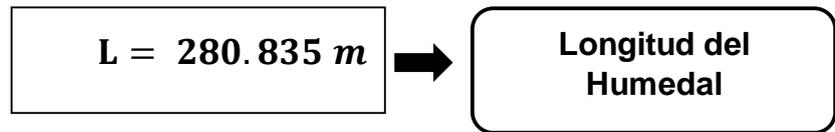
Teniendo:

$A_S =$  “Área del humedal” = **39 434  $m^2$**

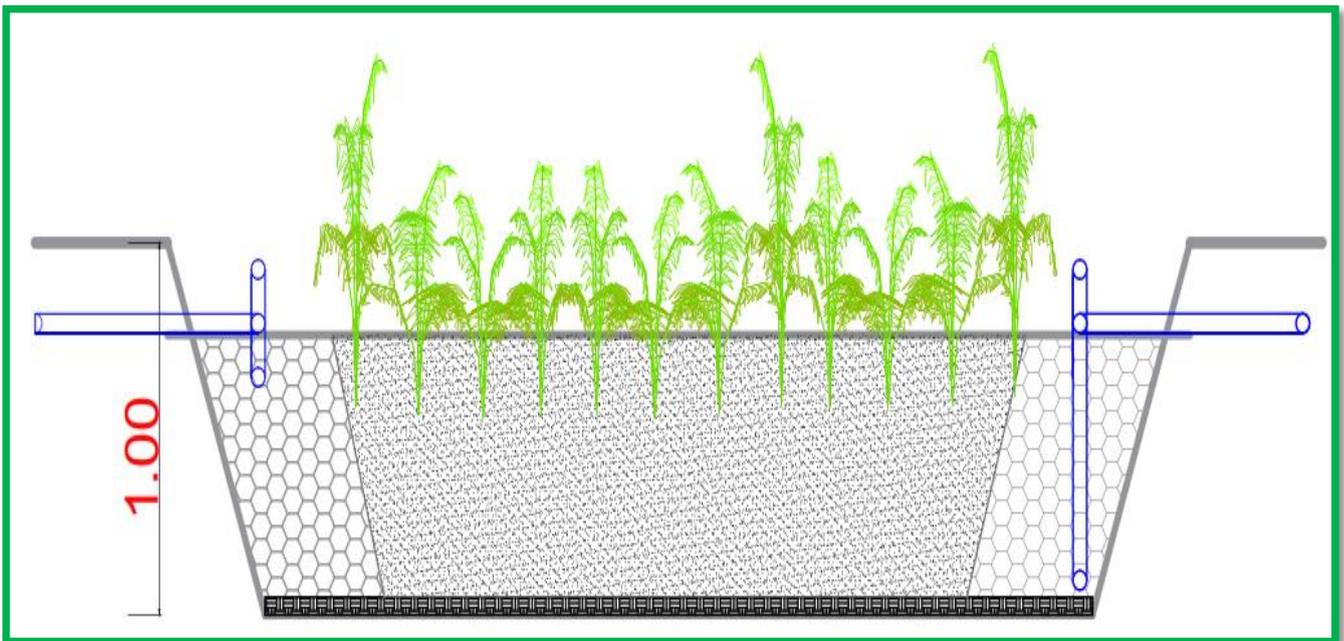
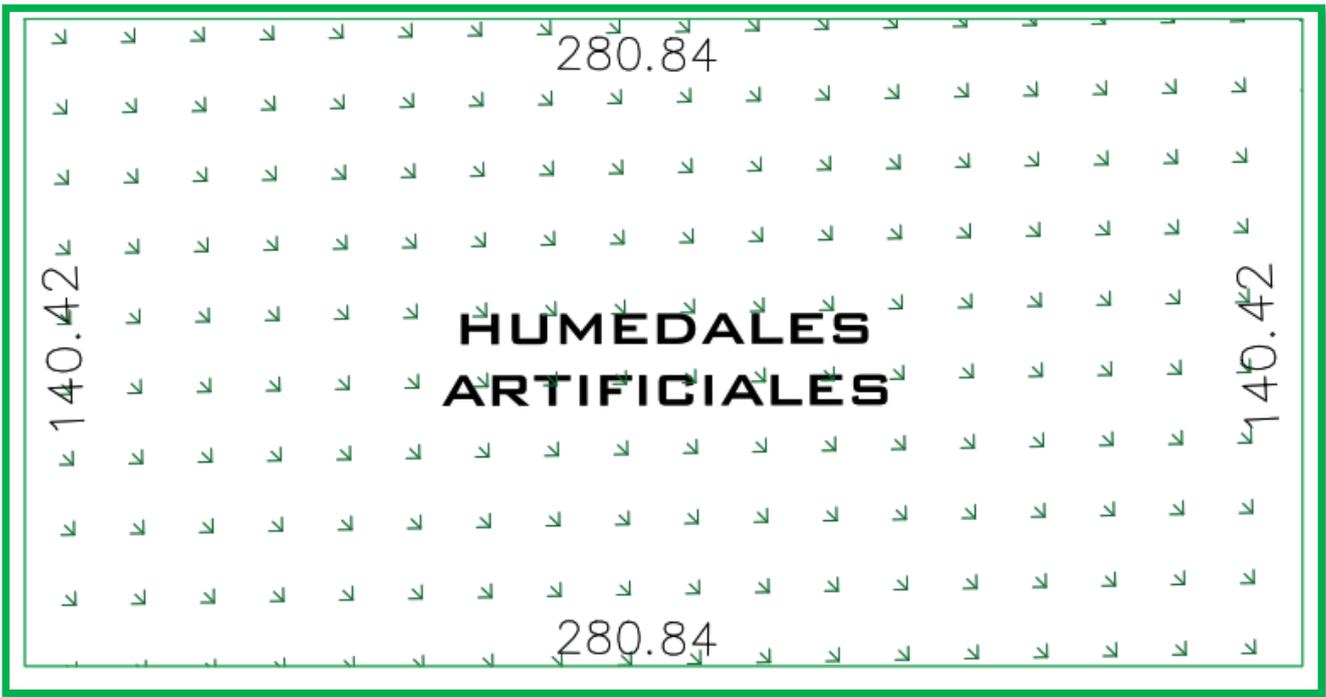
$w =$  “Ancho del humedal” = **140.23 m**

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

$$L = \frac{39434}{140.42}$$



“Finalmente, después de realizado el diseño se obtuvo un área total de humedal de **3.943 Hectáreas** con las medidas de 140.42 metros de ancho y 280.835 metros de largo” (Silva, 2015, p.21).



“Corte transversal del Humedal Artificial”

(Ver anexo: Plano de Humedales Artificiales)

## VIII. REFERENCIAS

- ABANTO, Iván. Diseño y desarrollo del proyecto de investigación. Perú: Universidad César Vallejo, 2014. 119 pp.
- ACERO, Alfredo. Especificaciones técnicas de cerco perimétrico. Perú: Servicio Nacional de Capacitación para la industria de la construcción, 2015. 29 pp.
- AUTORIDAD Nacional del Agua (Perú): Reglamento, RJ N° 224-2013-ANA: Reglamento para el otorgamiento de autorizaciones de vertimiento y reúso de aguas residuales tratadas. Lima: INN, 2013. 48 pp.
- CORREA, Gloria. Evaluación y Monitoreo del sistema de lagunas de estabilización del municipio de Santa Fe de Antioquia Colombia. Trabajo de investigación (Magister en Ingeniería). Medellín: Universidad de Antioquia, Facultad de Ingeniería, 2008.159 pp.
- DÍAZ, Fausto. Manual para la elaboración de tesis y trabajos de investigación. México: Universidad Politécnica Hispano Mexicana, 2011. 91 pp.
- FISCALIZACIÓN Ambiental de Aguas Residuales-OEFA. Odiaga. 20 de abril del 2014. Disponible en : [www.oefa.gob.pe](http://www.oefa.gob.pe)
- GIL, Cristina y TARACHE, José. Evaluación del funcionamiento en la planta de tratamiento de las aguas residuales con lagunas de oxidación Aricagua, municipio Antolín del Campo, Estado Nueva Esparta- 2010. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Nueva Esparta: Universidad de Oriente, Escuela de Ingeniería y Ciencias aplicadas, 2010. 205 pp.
- Funciones y Aplicaciones de las Geomenbranas [Mensaje en un Blog]. Lima: Gutiérrez, F., 2012, (15 de abril de 2012). [Fecha de Consulta: 25 de mayo de 2017]. Recuperado de [https:// www.slideshare.net/carloscursegutierrez/ catlogon-geomembrana](https://www.slideshare.net/carloscursegutierrez/catlogon-geomembrana)
- GONZÁLES, César. Manual técnico de geomenbranas. Perú: Prodac, 2010. 45 pp.
- LAGUNA de Estabilización [Mensaje en un Web Site]. Lima: Rolim, F., (8 de noviembre de 2010). [Fecha de Consulta: 25 de septiembre de 2016]. Recuperado de <http://www.guiambiental.com.ar/>
- LAGUNA de Oxidación [Mensaje en un blog]. Lima: Romero, F., (25 de marzo de 2014). [Fecha de Consulta: 24 de septiembre de 2016]. Recuperado de <http://www.dinamicaambiental.com.ar/>

- LAGUNA de Oxidación [Mensaje en un blog]. Lima: Mogollón Natalia, F., (16 de noviembre de 2009). [Fecha de Consulta: 24 de septiembre de 2016]. Recuperado de <http://nata.mogollon.over-blog.com>
- LAGUNA de Oxidación queda rehabilitada en Casma y la segunda está en proceso de secado [en línea]. Diario Chimbote.PE. 25 de mayo de 2016. [Fecha de Consulta: 21 de diciembre de 2016]. Disponible en: <http://www.diariodechimbote.com/portada/editorial/87633-2016-05-25-05-55-08>
- LUCHO, Katherine. Propuesta de mejoramiento de calidad del sistema de tratamiento de agua residual de la laguna de oxidación las Gaviotas en el distrito de Nuevo Chimbote. Tesis (Título en Ingeniería Civil). Chimbote: Universidad San Pedro, Escuela de Ingeniería Civil, 2015. 172 pp.
- MARROQUÍN, Roberto. Proyecto de Investigación científica. Perú: Universidad Nacional de Educación Enrique Guzmán y Valle, 2014. 288 pp.
- MENDOZA, Sergio. Mantenimiento de Sistemas de Tratamiento. Acodal: Universidad Paulista, 2014.125 pp.
- METCALF, Eddy. Tratamiento, evacuación y reutilización de aguas residuales [en línea]. 2.<sup>a</sup> ed. California: Labor, 2007 [fecha de consulta: 4 de septiembre de 2016].  
Disponible en: <https://es.scribd.com/doc/73087511/Tratamiento-Avanzado-de-Agua-Residual-Metcalf>
- MINISTERIO del Ambiente (Perú): Guías para la realización de la Inspección Ambiental Estatal. Lima: INN, 2014. 67 pp.
- MINISTERIO del Ambiente (Perú): Normas Legales, Decreto Supremo N° 003-2010-MINAM: Límites Máximos Permisibles para los efluentes de Plantas de Tratamiento de aguas Residuales, Domésticas o Municipales. Lima: INN, 2010. 2 pp.
- MINISTERIO del Ambiente (Perú): Normas Legales, Decreto Supremo N° 015-2015-MINAM: Estándar Nacional de Calidad Ambiental para Agua. Lima: INN, 2015. 7 pp.
- MINISTERIO de Vivienda Construcción y Saneamiento (Perú). Protocolo, ANEXO RM N° 273-2013-VIVIENDA: Protocolo de monitoreo de la calidad de los efluentes de las plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas o municipales. Lima: INN, 2013. 31 pp.

- MINISTERIO de Vivienda Construcción y Saneamiento (Perú). Reglamento Nacional de Edificaciones, Norma OS.090: Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales. Lima: INN, 2009. 65 pp.
- MINISTERIO de Vivienda Construcción y Saneamiento (Perú). Reglamento Nacional de Edificaciones, Norma OS.100: Consideraciones Básicas de Diseño de Infraestructura Sanitaria. Lima: INN, 2006. 7 pp.
- OLEA, Rosa. Evaluación del funcionamiento en la planta de tratamiento de las aguas residuales del Municipio de Coatepec, Veracruz. Tesis (Experiencia Recepcional en Ingeniería Ambiental). Veracruz: Universidad Veracruzana, Facultad de Ciencias Químicas, 2013. 101pp.
- OPERACIÓN y mantenimiento de Lagunas [Mensaje en un Artículo]. Lima: Romero, F., 2016, (7 de agosto de 2016). [Fecha de Consulta: 25 de mayo de 2017]. Recuperado de [www.biblioteca.udep.edu.pe/bibvirudep/tesis/pdf/](http://www.biblioteca.udep.edu.pe/bibvirudep/tesis/pdf/)
- ORGANIZACIÓN Mundial de la Salud. Waddell. 12 de enero de 2010. Disponible en : <http://www.who.int/gho/publications/es/>
- SILVA, Juan. Humedales Construidos. Colombia: Universidad del Valle, 2015. 80 pp.
- TAYADE, Chandra. Diseño de Desarenadores. 3.ª ed. Cosude: Instituto de Ingeniería Sanitaria, 2016. 89 pp.
- TRATAMIENTO de aguas residuales [Mensaje en un Artículo]. México: Nassar Faddy, F., (15 de diciembre de 2016). [Fecha de Consulta: 25 de septiembre de 2016]. Recuperado de <http://www.tierramor.org/Articulos/tratagua.htm>
- TRATAMIENTO los residuos líquidos [Mensaje en un Artículo]. Estados Unidos: Marsilli, F., (22 de julio de 2015). [Fecha de Consulta: 2 de enero de 2017]. Recuperado de <http://greenarea.me/>
- YENNS, Peter. Guía para el diseño de Desarenadores y rejillas. 2.ª ed. Cosude: Instituto de Ingeniería Sanitaria, 2015. 34 pp.





# ANEXOS



**DISTRITO: CASMA**  
**PROVINCIA: CASMA**  
**REGIÓN: ANCASH**

**JULIO-2017**



# INSTRUMENTOS



**DISTRITO: CASMA**  
**PROVINCIA: CASMA**  
**REGIÓN: ANCASH**

**JULIO-2017**



# GUÍA DE OBSERVACIÓN



**DISTRITO: CASMA**  
**PROVINCIA: CASMA**  
**REGIÓN: ANCASH**

**JULIO-2017**



# **GUÍA DE OBSERVACIÓN: LAGUNA N° 01**

**DISTRITO: CASMA  
PROVINCIA: CASMA  
REGIÓN: ANCASH**

**JULIO-2017**

## GUÍA DE OBSERVACIÓN

**PROYECTO: "EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LAS LAGUNAS DE OXIDACIÓN DE LA CIUDAD DE CASMA"**

### "LAGUNA N°01"

<b>Responsable de la evaluación:</b> Khira Murrel Mota Loarte	<b>Fecha y hora:</b> 22 Enero - 2017 12:00 pm
<b>Ciudad:</b> CASMA	<b>Distrito:</b> CASMA

#### I.- CLASIFICACIÓN DE LAS LAGUNAS DE OXIDACIÓN

SEGÚN EL NÚMERO		OBSERVACIONES
Simples ( Una sola laguna)	<input type="checkbox"/>	El sistema cuenta con dos lagunas de oxidación que actúan de forma independiente.
Sistemas (Varias lagunas)	<input checked="" type="checkbox"/>	

#### II.- TIPOS DE LAGUNAS DE OXIDACIÓN

TIPO DE LAGUNA		OBSERVACIONES
Anaeróbicas	<input type="checkbox"/>	Es facultativa porque se encuentra expuesta al medio ambiente y además cuenta con una profundidad total de 2.46 m.
Facultativas	<input checked="" type="checkbox"/>	
Aerobias	<input type="checkbox"/>	


---

**KHIRA M. MOTA LOARTE**  
 TESISISTA


---

**OSCAR SEVILLANO DAVILA**  
 OPERADOR DE SEDA CHIMBOTE

### III.- NIVEL DE TRATAMIENTO

NIVEL DE TRATAMIENTO			OBSERVACIONES
Tratamiento Preliminar	<input checked="" type="checkbox"/> Si Cuenta	<input type="checkbox"/> No Cuenta	El tratamiento preliminar usado son las rejillas y el tratamiento secundario son las lagunas de oxidación.
Tratamiento Primario	<input type="checkbox"/> Si Cuenta	<input checked="" type="checkbox"/> No Cuenta	
Tratamiento Secundario	<input checked="" type="checkbox"/> Si Cuenta	<input type="checkbox"/> No Cuenta	
Tratamiento Terciario	<input type="checkbox"/> Si Cuenta	<input checked="" type="checkbox"/> No Cuenta	

### IV. DATOS DEL PROYECTO

Fecha de construcción	1995			
Tiempo de operación	5-10 años	10-15 años	15-20 años	<input checked="" type="checkbox"/> 25 Años
Nº de Mantenimientos Recibidos	<input checked="" type="checkbox"/> 1-3	3-6	6-9	9-12
Obra Completada	<input type="checkbox"/> SI		<input checked="" type="checkbox"/> NO	
Cuenta con personal que atiende las lagunas	<input type="checkbox"/> SI		<input checked="" type="checkbox"/> NO	

### V. ESTADO DE FUNCIONAMIENTO DE LAS OBRAS DEL SISTEMA

OBRAS	BUEN FUNCIONAMIENTO	MAL FUNCIONAMIENTO	OBSERVACIONES
Canal de Entrada		<input checked="" type="checkbox"/>	Se observó que no recibe limpieza ni mantenimiento.
Vaso de la Laguna		<input checked="" type="checkbox"/>	Se observó la presencia de objetos extraños y contaminación.
Cajas de Distribución	<input checked="" type="checkbox"/>		Las tuberías de distribución no presentan daños.
Canal de Salida		<input checked="" type="checkbox"/>	Se observó desborde del agua en el canal de salida.
Taludes		<input checked="" type="checkbox"/>	Se observó el crecimiento de vegetación.




**VI. REÚSO DE LOS EFLUENTES**

REÚSOS	SI	NO	OBSERVACIONES
Para que evacúe al mar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Para riego agrícola	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	El efluente final es evaluado por el canal de riego de tabán.
Para consumo humano	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Otros	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

**VII. ACCESOS Y ALREDEDORES DE LA OBRA**

BUEN ESTADO	MAL ESTADO	OBSERVACIONES
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Se observó la presencia de animales alrededor de la laguna. Asimismo el sistema de tratamiento no cuenta con cerco de protección.




---

**KHIRA M. MOTA LOARTE**  
 TESISISTA




---

**OSCAR SEVILLANO DAVILA**  
 OPERADOR DE SEDA CHIMBOTE



# **GUÍA DE OBSERVACIÓN: LAGUNA N° 02**

**DISTRITO: CASMA  
PROVINCIA: CASMA  
REGIÓN: ANCASH**

**JULIO-2017**

## GUÍA DE OBSERVACIÓN

**PROYECTO: "EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LAS LAGUNAS DE OXIDACIÓN DE LA CIUDAD DE CASMA"**

**"LAGUNA N°02"**

<b>Responsable de la evaluación:</b> Khira Muriel Mota Loarte	<b>Fecha y hora:</b> 26 enero - 2023 2:00 pm
<b>Ciudad:</b> Casma	<b>Distrito:</b> CASMA

### I.- CLASIFICACIÓN DE LAS LAGUNAS DE OXIDACIÓN

SEGÚN EL NÚMERO		OBSERVACIONES
Simples ( Una sola laguna)	<input type="checkbox"/>	El sistema cuenta con dos lagunas de oxidación que trabajan de forma independiente.
Sistemas (Varias lagunas)	<input checked="" type="checkbox"/>	

### II.- TIPOS DE LAGUNAS DE OXIDACIÓN

TIPO DE LAGUNA		OBSERVACIONES
Anaeróbicas	<input type="checkbox"/>	Es facultativa por que se encuentra expuesta al medio ambiente.
Facultativas	<input checked="" type="checkbox"/>	
Aerobias	<input type="checkbox"/>	


---

**KHIRA M. MOTA LOARTE**  
 TESISISTA


---

**OSCAR SEVILLANO DAVILA**  
 OPERADOR DE SEDA CHIMBOTE

### III.- NIVEL DE TRATAMIENTO

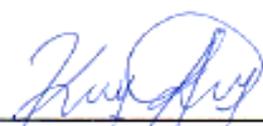
NIVEL DE TRATAMIENTO			OBSERVACIONES
Tratamiento Preliminar	<input checked="" type="checkbox"/> Si Cuenta	<input type="checkbox"/> No Cuenta	El tratamiento preliminar son las rejillas y el secundario son las lagunas de oxidación.
Tratamiento Primario	<input type="checkbox"/> Si Cuenta	<input checked="" type="checkbox"/> No Cuenta	
Tratamiento Secundario	<input checked="" type="checkbox"/> Si Cuenta	<input type="checkbox"/> No Cuenta	
Tratamiento Terciario	<input type="checkbox"/> Si Cuenta	<input checked="" type="checkbox"/> No Cuenta	

### IV. DATOS DEL PROYECTO

Fecha de construcción	1999			
Tiempo de operación	5-10 años	10-15 años	<del>15-20 años</del>	20-25 Años
Nº de Mantenimientos Recibidos	<del>1-3</del>	3-6	6-9	9-12
Obra Completada	<input type="checkbox"/> SI		<input checked="" type="checkbox"/> NO	
Cuenta con personal que atiende las lagunas	<input type="checkbox"/> SI		<input checked="" type="checkbox"/> NO	

### V. ESTADO DE FUNCIONAMIENTO DE LAS OBRAS DEL SISTEMA

OBRAS	BUEN FUNCIONAMIENTO	MAL FUNCIONAMIENTO	OBSERVACIONES
Canal de Entrada		X	Se encuentra deteriorado y en desuso.
Vaso de la Laguna		X	se encuentra fuera de funcionamiento
Cajas de Distribución		X	Se encuentran rotas.
Canal de Salida		X	Se encuentra inoperativo
Taludes	X		No presenta crecimiento de vegetación.





**VI. REÚSO DE LOS EFLUENTES**

REÚSOS	SI	NO	OBSERVACIONES
Para que evacúe al mar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Para riego agrícola	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Para consumo humano	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Otros	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Actualmente no existe ningún efluente que evacúe de la laguna

**VII. ACCESOS Y ALREDEDORES DE LA OBRA**

BUEN ESTADO	MAL ESTADO	OBSERVACIONES
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	El camino de acceso no recibe limpieza y a que se encuentra cubierto de vegetación también se observa la presencia de animales




---

**KHIRA M. MOTA LOARTE**  
**TESISTA**



---

**OSCAR SEVILLANO DAVILA**  
**OPERADOR DE SEDA CHIMBOTE**



# PROTOCOLO



**DISTRITO: CASMA**  
**PROVINCIA: CASMA**  
**REGIÓN: ANCASH**

**JULIO-2017**

**REPORTE DE RESULTADOS DEL MONITOREO DE EFLUENTES DE PTAR**

**I. RESULTADOS DEL MONITOREO**

Fecha del monitoreo: 22 de febrero - 2017 - LAGUNA N° 01

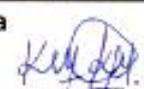
Nombre de la PTAR:					
Parámetro	Tipo de muestra	Resultado del análisis		LMP	Eficiencia PTAR
		Afluente	Efluente		
pH, unidad	frasco de vidrio	6.85	7.52	6.5-8.5	66.67%
Temperatura, °C	-	-	-	-	
DBO5, mg/L 1)	frasco de vidrio	210	70	100	
DQO, mg/L1)	frasco de plástico	320	107	200	
SST, mg/L	frasco de plástico	218	54	150	
Aceites y Grasas, mg/L	frasco de vidrio	58	10	20	
Coliformes Termotolerantes, NMP/100 mL	frasco de vidrio	$35 \times 10^6$	$13 \times 10^5$		
Caudal del afluente, L/s <sup>2</sup> )	107.8 L/s <sup>2</sup>			Método de medición	Aforo en campo
Caudal del efluente, L/s <sup>2</sup> )	Se observó el atascamiento del buzón de salida y el caudal crítico cero.			Método de medición	Aforo en campo
Nombre de laboratorio acreditado	« COLECBI »				
Responsable de la PTAR	Fecha:	Firma			
SEDA - CHIMBOTE	30 Abril - 2017				

- 1) Para efluentes de lagunas de estabilización el valor reportado será el de la DBO y DQO solubles.
- 2) Caudal medido en el momento del monitoreo para las muestras simples.

**REPORTE DE RESULTADOS DEL MONITOREO DE EFLUENTES DE PTAR**

**I. RESULTADOS DEL MONITOREO**

Fecha del monitoreo: ... 02 - Noviembre - 2015 - LAGUNA N° 02

Nombre de la PTAR:					
Parámetro	Tipo de muestra	Resultado del análisis		LMP	Eficiencia PTAR
		Afluente	Efluente		
pH, unidad	Frascos de vidrio	7.26	7.25	6.5-8.5	69.98 %
Temperatura, °C	-	-	-	-	
DBO5, mg/L 1)	Frascos de vidrio	986	297		
DQO, mg/L 1)	Frasco de plástico	1627	432		
SST, mg/L	Frasco de plástico	370	45		
Aceites y Grasas, mg/L	Frasco de vidrio	75	42		
Coliformes Termotolerantes, NMP/100 mL	Frasco de vidrio	$35 \times 10^6$	$24 \times 10^6$		
Caudal del afluente, L/s <sup>2</sup> )	Actualmente se encuentra fuera de funcionamiento		Método de medición	-	
Caudal del efluente, L/s <sup>2</sup> )	No recibe ningún afluente ni salen efluentes		Método de medición	-	
Nombre de laboratorio acreditado	"COLECBI"				
Responsable de la PTAR SEDA - CHIMBORÉ	Fecha: 10 de Abril - 2017	Firma 			

- 1) Para efluentes de lagunas de estabilización el valor reportado será el de la DBO y DQO solubles.
- 2) Caudal medido en el momento del monitoreo para las muestras simples.

FUENTE: MVCS, 2013



# CUESTIONARIO



**DISTRITO: CASMA**  
**PROVINCIA: CASMA**  
**REGIÓN: ANCASH**

**JULIO-2017**



CHARLA INFORMATIVA

REGISTRO DE PARTICIPANTES

PROYECTO DE TESIS: " Evaluación del Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales de las Lagunas de Oxidación de la Ciudad de Casma - 2017"

N°	NOMBRE Y APELLIDOS	EDAD	SEXO		DATOS REFERENCIALES	FIRMA	HUELLA
			F	M			
1	GINTANA FIGUEROA CASTILLO	32	X		Dirección: AV. GRAU H.6 DNI: 42592291 Telef: _____		
2	UTERIO A. FIGUEROA CAJERES	55		X	Dirección: AV. GRAU H.6 DNI: 32106410 Telef: _____		
3	Jose Alberto Figueroa Castillo	31		X	Dirección: AV. Grau - H.6 DNI: 45020490 Telef: _____		
4	Jersso Alex Salazar Minaya	30		X	Dirección: Villa hermosa II etapa DNI: 43087850 Telef: 986690058		
5	Max Ariuvo hoarte Chávez	25		X	Dirección: Av. Miguel Grau #689 M.K.L.14 DNI: 48080501 Telef: 934530433		
6	Ramos Tito Omar Fernando	18		X	Dirección: AV. Miraflores Alto DNI: 77234020 Telef: 977642323		
7	Leonardo Bravo Mendoza	27		X	Dirección: Jr. Mejía # 359 DNI: 46152137 Telef: 939464994		
8	José Cortez Díaz	42		X	Dirección: AV. GRAU M. K. L. 6 DNI: 32130885 Telef: _____		
9	Isabel Tito Hidalgo	39	X		Dirección: AV. Grau M.K.L.6 DNI: 32132718 Telef: _____		
10	Byron Figueroa Castillo	24		X	Dirección: AV. Grau M. H. Lot. 6 DNI: 73322584 Telef: _____		



**PROYECTO:** " Evaluación del Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales de las Lagunas de Oxidación de la Ciudad de Casma - 2017"

**INTRODUCCION:** La presente charla informativa fue realizada con el propósito de dar a conocer al poblador Casmeño todo el trabajo de investigación realizado por el tesista con el fin de mejorar la calidad de vida de los pobladores y cuidar el medio ambiente

**NOMBRE Y APELLIDO:** Jorge Luis Ortiz Asis

**DIRECCIÓN:** Victor Raul

**FIRMA:**

Su opinión es importante para tratar de mejorar el trabajo realizado

	DESCRIPCIÓN	MUY SATISFECHO	SATISFECHO	POCO SATISFECHO	MUY POCO SATISFECHO
1	Grado de interés del tema tratado.		X		
2	Calidad de materiales Utilizados.	X			
3	Organización de contenidos de temas.	X			
4	Dominio del tema demostrado por el tesista.		X		
5	Cumplimiento de objetivos de la sesión.		X		
6	Grado de interes general del evento realizado		X		

Estaria de acuerdo en que se realice el mejoramiento del sistema de tratamiento de aguas residuales de las Lagunas de Oxidación de la ciudad de Casma.

Si, estoy de acuerdo	No, Estoy de acuerdo	Talvez
X		



# **VALIDACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS**



**DISTRITO: CASMA  
PROVINCIA: CASMA  
REGIÓN: ANCASH**

**JULIO-2017**



# **VALIDACIÓN DE GUÍA DE OBSERVACIÓN**

**DISTRITO: CASMA  
PROVINCIA: CASMA  
REGIÓN: ANCASH**

**JULIO-2017**

## JUICIO DE EXPERTO SOBRE LA PERTINENCIA DEL INSTRUMENTO

### INSTRUCCIONES

Coloque en cada casilla la letra correspondiente al aspecto cualitativo que le parece que cumple cada ítem y alternativa de respuesta, según los criterios que a continuación se detallan.

E = Excelente      B = Bueno      M = Mejorar      X = Eliminar      C = Cambiar

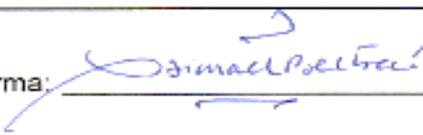
Las categorías a evaluar son: Redacción, contenido, congruencia y pertinencia. En la casilla de observaciones puede sugerir el cambio o correspondencia.

PREGUNTAS		RESPUESTAS	OBSERVACIONES
N°	ITEM		
I	Clasificación de las Lagunas de Oxidación.	B	
II	Tipos de Lagunas de Oxidación.	B	
III	Nivel de Tratamiento.	B	
IV	Datos del proyectos	B	
V	Estado de funcionamiento de las Obras del Sistema.	B	
VI	Reúso de los Efluentes	B	
VII	Accesos y Alrededores de la Obra	B	

Evaluado por:

Nombre y Apellido: ADINAEL ANTONIO BELTRÁN CRUZADO

DNI: 42490508

Firma: 

### CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

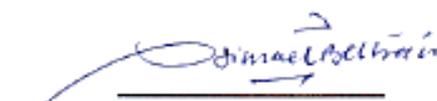
Yo, ASIMAEEL ANTONIO BELTRAN CRUZADO, titular del DNI N° 42490508, de profesión INGENIERO CIVIL, ejerciendo actualmente como DOCENTE DE OBRAS HIDRAULICAS, en la Institución UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO.

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación del Instrumento (Guía de Observación), a los efectos de su aplicación al TESISISTA de la UCV: Khira Muriel Mota Loarte

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones.

	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	EXCELENTE
Congruencia de ítems			✓	
Amplitud de conocimiento			✓	
Redacción de ítems			✓	
Claridad y precisión			✓	
pertinencia			✓	

En Nuevo Chimbote, a los 16 días del mes de mayo, del 2017

  
Firma

### CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo, VICTOR ROLANDO ROJAS SUÑA, titular del DNI N° 33264718, de profesión INGENIERO CIVIL, ejerciendo actualmente como DOCENTE, en la Institución UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO S.A.C.

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación del Instrumento (Guía de Observación), a los efectos de su aplicación al TESISISTA de la UCV: Khira Muriel Mota Loarte

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones.

	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	EXCELENTE
Congruencia de ítems			✓	
Amplitud de conocimiento			✓	
Redacción de ítems			✓	
Claridad y precisión			✓	
pertinencia			✓	

En Nuevo Chimbote, a los 15 días del mes de MAYO del 2017



Firma

## JUICIO DE EXPERTO SOBRE LA PERTINENCIA DEL INSTRUMENTO

### INSTRUCCIONES

Coloque en cada casilla la letra correspondiente al aspecto cualitativo que le parece que cumple cada ítem y alternativa de respuesta, según los criterios que a continuación se detallan.

E = Excelente      B = Bueno      M = Mejorar      X = Eliminar      C = Cambiar

Las categorías a evaluar son: Redacción, contenido, congruencia y pertinencia. En la casilla de observaciones puede sugerir el cambio o correspondencia.

PREGUNTAS		RESPUESTAS	OBSERVACIONES
Nº	ITEM		
I	Clasificación de las Lagunas de Oxidación.	B	
II	Tipos de Lagunas de Oxidación.	B	
III	Nivel de Tratamiento.	E	
IV	Datos del proyectos	B	
V	Estado de funcionamiento de las Obras del Sistema.	B	
VI	Reúso de los Efluentes	E	
VII	Accesos y Alrededores de la Obra	B	

Evaluated by:

Nombre y Apellido:

Rayner Gustavo Guencio Escobar

DNI:

42210549

Firma:

[Firma manuscrita]

### CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo, Heyner Gustavo Guerrero Escobal, titular del DNI N° 42210549, de profesión Ingeniero civil, ejerciendo actualmente como Sub gerente de obras públicas, en la Institución Municipalidad provincial de Casma.

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación del Instrumento (Guía de Observación), a los efectos de su aplicación al TESISISTA de la UCV: Khira Muriel Mota Loarte

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones.

	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	EXCELENTE
Congruencia de ítems			✓	
Amplitud de conocimiento			✓	
Redacción de ítems				✓
Claridad y precisión			✓	
Pertinencia				✓

En Nuevo Chimbote, a los 12 días del mes de junio del 2017

  
Firma

## JUICIO DE EXPERTO SOBRE LA PERTINENCIA DEL INSTRUMENTO

### INSTRUCCIONES

Coloque en cada casilla la letra correspondiente al aspecto cualitativo que le parece que cumple cada ítem y alternativa de respuesta, según los criterios que a continuación se detallan.

E = Excelente      B = Bueno      M = Mejorar      X = Eliminar      C = Cambiar

Las categorías a evaluar son: Redacción, contenido, congruencia y pertinencia. En la casilla de observaciones puede sugerir el cambio o correspondencia.

PREGUNTAS		RESPUESTAS	OBSERVACIONES
N°	ITEM		
I	Clasificación de las Lagunas de Oxidación.	B	
II	Tipos de Lagunas de Oxidación.	B	
III	Nivel de Tratamiento.	B	
IV	Datos del proyectos	B	
V	Estado de funcionamiento de las Obras del Sistema.	E	
VI	Reúso de los Efluentes	E	
VII	Accesos y Alrededores de la Obra	E	

Evaluado por:

Nombre y Apellido: EDWIN GUSTAVO SOLANO CASTAÑEDA

DNI: 26613987

Firma: \_\_\_\_\_

  
Edwin G. Solano Castañeda  
ING. CIVIL CIP 53253  
CONSULTOR N° C12923



### CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo, EDWIN GUSTAVO SOLANO CASTAÑEDA, titular del DNI N° 26613987, de profesión INGENIERO CIVIL, ejerciendo actualmente como CONSULTOR en la Institución "SERVICIOS DE CONSULTORIA SAC"

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación del Instrumento (Guía de Observación), a los efectos de su aplicación al TESISISTA de la UCV: Khira Muriel Mota Loarte

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones.

	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	EXCELENTE
Congruencia de ítems			✓	
Amplitud de conocimiento			✓	
Redacción de ítems				✓
Claridad y precisión			✓	
pertinencia			✓	

En Nuevo Chimbote, a los 16 días del mes de MAYO del 2017

Firma

  
Edwin Gustavo Solano Castañeda  
INGENIERO CIVIL CIP 50253  
CONSULTOR N° C12923



# **VALIDACIÓN DE CUESTIONARIO**

**DISTRITO: CASMA  
PROVINCIA: CASMA  
REGIÓN: ANCASH**

**JULIO-2017**

## JUICIO DE EXPERTO SOBRE LA PERTINENCIA DEL INSTRUMENTO

### INSTRUCCIONES

Coloque en cada casilla la letra correspondiente al aspecto cualitativo que le parece que cumple cada ítem y alternativa de respuesta, según los criterios que a continuación se detallan.

E = Excelente      B = Bueno      M = Mejorar      X = Eliminar      C = Cambiar

Las categorías a evaluar son: Redacción, contenido, congruencia y pertinencia. En la casilla de observaciones puede sugerir el cambio o correspondencia.

PREGUNTAS		RESPUESTAS	OBSERVACIONES
N°	ITEM		
I	Grado de interés del tema.	B	
II	Calidad de materiales utilizados.	B	
III	Organización de contenido de temas.	B	
IV	Dominio del tema demostrado por el tesista.	B	
V	Cumplimiento de objetivos de la sesión.	B	
VI	Grado de interés general de evento realizado.	B	
VII	Estaría de acuerdo en que se realice el mejoramiento del sistema de tratamiento de aguas residuales de las Lagunas de Oxidación de la Ciudad de Casma.	B	

Evaluated por:

Nombre y Apellido: Manuel Antonio Cardozo Sernaque

DNI: 02955165

Firma: 

### CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

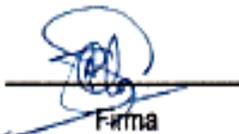
Yo, Manuel Antonio Cardozo Serrapue, titular del DNI N° 02855168, de profesión Docente, ejerciendo actualmente como Jefe del Fondo Editorial, en la Institución Universidad César Vallejo- Chimbote.

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación del Instrumento Cuestionario, a los efectos de su aplicación al TESISISTA de la UCV: Khira Muriel Mota Loarte

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones.

	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	EXCELENTE
Congruencia de ítems			✓	
Amplitud de conocimiento			✓	
Redacción de ítems			✓	
Claridad y precisión			✓	
pertinencia			✓	

En Nuevo Chimbote, a los 29 días del mes de mayo del 2017

  
Firma



## CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo, Freyner Gustavo Guerrero Escobedo, titular del DNI N° 62202549, de profesión Ingeniero civil, ejerciendo actualmente como Sub gerente de obras públicas, en la Institución Municipalidad Provincial de Casma.

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación del Instrumento ( Cuestionario ), a los efectos de su aplicación al TESISISTA de la UCV: Khira Muriel Mota Loarte

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones.

	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	EXCELENTE
Congruencia de ítems			✓	
Amplitud de conocimiento			✓	
Redacción de ítems				✓
Claridad y precisión			✓	
Pertinencia				✓

En Nuevo Chimbote, a los 12 días del mes de junio del 2017

  
Firma

## JUICIO DE EXPERTO SOBRE LA PERTINENCIA DEL INSTRUMENTO

### INSTRUCCIONES

Coloque en cada casilla la letra correspondiente al aspecto cualitativo que le parece que cumple cada ítem y alternativa de respuesta, según los criterios que a continuación se detallan.

E = Excelente      B = Bueno      M = Mejorar      X = Eliminar      C = Cambiar

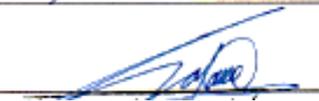
Las categorías a evaluar son: Redacción, contenido, congruencia y pertinencia. En la casilla de observaciones puede sugerir el cambio o correspondencia.

PREGUNTAS		RESPUESTAS	OBSERVACIONES
N°	ITEM		
1	Grado de interés del tema tratado.	B	
2	Calidad de materiales utilizados.	B	
3	Organización de contenido de temas.	B	
4	Dominio del tema demostrado por el tesista.	B	
5	Cumplimiento de objetivos de la sesión.	E	
6	Grado de interés general del evento.	B	
7	Estaría de acuerdo en que se realice el mejoramiento del sistema de tratamiento de aguas residuales de las Lagunas de Oxidación de la Ciudad de Casma.	E	

Evaluated by:

Nombre y Apellido: EDWIN GUSTAVO SOLANO CASTAÑEDA

DNI: 26613987

Firma: 

### CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo, EDWIN GUSTAVO SOLANO CASTAÑEDA, titular del DNI N° 26613987, de profesión INGENIERO CIVIL, ejerciendo actualmente como CONSULTOR, en la Institución SOLINGE SAC.

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación del Instrumento ( Cuestionario ), a los efectos de su aplicación al TESISTA de la UCV: Khira Muriel Mota Loarte

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones.

	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	EXCELENTE
Congruencia de ítems			✓	
Amplitud de conocimiento			✓	
Redacción de ítems				✓
Claridad y precisión			✓	
Pertinencia				✓

En Nuevo Chimbote, a los 06 días del mes de Junio del 2017

  
Edwin G. Solano Castañeda  
ING. CIVIL CIP 53253  
CONSULTOR N° C 12993

Firma



# MATRIZ DE CONSISTENCIA



**DISTRITO: CASMA**  
**PROVINCIA: CASMA**  
**REGIÓN: ANCASH**

**JULIO-2017**

## **MATRIZ DE CONSISTENCIA**

### **TÍTULO:**

**“Evaluación del Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales de las  
Lagunas de Oxidación de la Ciudad de Casma- 2017”**

### **LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

**Diseño de Obras Hidráulicas y Saneamiento**

### **DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA:**

La planta de tratamiento de la localidad de Casma está constituida por dos lagunas , la laguna N° 02 se encuentra inoperativa y la laguna N°01 aún sigue recibiendo los afluentes de los desagües de la localidad de Casma, no existiendo tratamiento alguno a las aguas servidas ya que por lo menos se necesitan 2 lagunas; así mismo los efluentes son eliminados a través de la acequia de regadío tabón alto, que se utilizan para el regadío de los cultivos que se siembran en la zona generando daños económicos a los agricultores, atentando contra la salud pública y ocasionando perjuicios al medio ambiente y acuífero.

**MATRIZ DE CONSISTENCIA**

VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES	ITEMS	CRITERIOS	INSTRUMENTOS	ESCALA VALORATIVA
Las Lagunas de Oxidación	Tipos de lagunas de oxidación	Laguna de oxidación facultativa	I.- Clasificación de las lagunas de oxidación	Una sola laguna	A DE OBSERVACIÓN	<input type="checkbox"/> Simple
				Varias lagunas		<input type="checkbox"/> Sistemas
			II. Tipo de lagunas de oxidación	Sin aireación reactivo		<input type="checkbox"/> Anaeróbicas
				Expuesta al medio ambiente		<input type="checkbox"/> Facultativas
				No producen gases malolientes		<input type="checkbox"/> Aerobias
	III. Nivel de tratamiento	Tratamiento Preliminar	<input type="checkbox"/> Si Cuenta / <input type="checkbox"/> No Cuenta			
		Tratamiento Primario	<input type="checkbox"/> Si Cuenta / <input type="checkbox"/> No Cuenta			
		Tratamiento Secundario	<input type="checkbox"/> Si Cuenta / <input type="checkbox"/> No Cuenta			
		Tratamiento Terciario	<input type="checkbox"/> Si Cuenta / <input type="checkbox"/> No Cuenta			
	IV. Datos del proyecto	Fecha de construcción	1995			
		Tiempo de Operación	<input type="checkbox"/> 5-10 años			
			<input type="checkbox"/> 10-15 años			
			<input type="checkbox"/> 15-20 años			
			<input type="checkbox"/> 20-25 años			
		Nº de mantenimientos recibidos	<input type="checkbox"/> 1-3 mantenimientos			
<input type="checkbox"/> 3-6 mantenimientos						
Obra completada	<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO					
Cuenta con personal que atiende las lagunas	<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO					
Canal de entrada	<input type="checkbox"/> Buen Funcionamiento					
	<input type="checkbox"/> Mal Funcionamiento					
	* Presencia de objetos extraños					
	* Entrada de vertimientos indebidos					
	* Si necesita limpieza					
	<input type="checkbox"/> Buen Funcionamiento					
	<input type="checkbox"/> Mal Funcionamiento					

Parámetros de caracterización	Parámetros químicos	VI. Control de los efluentes	Para que evacúe al mar	PROTOCOLO	* Presenta crecimiento de vegetación acuática	
			Para riego agrícola		<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	
			Para consumo humano		<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	
			Otros		<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	
	Parámetros físicos	VII. Accesos y alrededores			<input type="checkbox"/> Buen Funcionamiento	
					<input type="checkbox"/> Mal Funcionamiento	
					* No cuenta con control de accesos	
	Parámetros bacteriológicos	ph			* Presencia de viviendas cercanas y animales	
					DBO 5	* Pozos de agua cerca
					DQO	6.5 - 8.5 ( ECA Y LMP)
Parámetros físicos	SST	Aceites y grasas	<input type="checkbox"/> ECA -15 mg/l			
			Coliformes Termotolerantes	<input type="checkbox"/> LMP -100 mg/l		
				<input type="checkbox"/> ECA -40 mg/l		
			<input type="checkbox"/> LMP -200 mg/l			
			<input type="checkbox"/> LMP -150 mg/l			
			<input type="checkbox"/> ECA -5 mg/l			
			<input type="checkbox"/> LMP -20 mg/l			
			<input type="checkbox"/> ECA -5 mg/l			
			<input type="checkbox"/> LMP -20 mg/l			





# ENSAYO DE AGUA LAGUNA N° 01

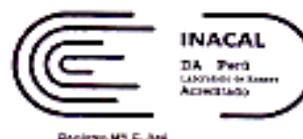


**DISTRITO: CASMA**  
**PROVINCIA: CASMA**  
**REGIÓN: ANCASH**

**JULIO-2017**



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA  
CON REGISTRO N° LE - 046**



Registro N° LE-046

**INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL N° 20170222-014**

Pág. 1 de 1

SOLICITADO POR : KHIRA MOTA LOARTE.  
 DIRECCIÓN : Av. Grau K – 5 Casma.  
 PRODUCTO DECLARADO : AGUA RESIDUAL.  
 CANTIDAD DE MUESTRA : 02 muestras x 5,0L c/u  
 PRESENTACIÓN DE LA MUESTRA : Frasco de vidrio esteril transparente con tapa, frasco de plástico con tapa.  
 FECHA DE RECEPCIÓN : 2017-02-22  
 FECHA DE INICIO DEL ENSAYO : 2017-02-22  
 FECHA DE TERMINO DEL ENSAYO : 2017-02-27  
 CONDICIÓN DE LA MUESTRA : En buen estado.  
 ENSAYOS REALIZADOS EN : Laboratorio de Microbiología, Físico Químico.  
 CÓDIGO COLECBI : SS 170222-8

**RESULTADOS**

**ENSAYOS MICROBIOLÓGICOS**

MUESTRA	ENSAYOS
	Coliformes Termotolerantes (NMP/100mL)
Ingreso	35x10 <sup>5</sup>
Salida	13x10 <sup>5</sup>

**ENSAYOS FÍSICO QUÍMICOS**

ENSAYOS	MUESTRA	
	Ingreso	Salida
D.B.O. <sub>5</sub> (mg/L)	210	70
Sólidos Totales en Suspensión (mg/L)	218	54
Aceites y Grasa (mg/L)	58	10
pH	6.85	7.52
D.Q.O. (mg/L)	320	107

**METODOLOGÍA EMPLEADA**

Coliformes Termotolerantes : SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221-E, 22nd Ed. 2012. Pág. 9-74 a 9-75. 9221-C 22nd Ed. 2012. Pág. 9-69 a 9-73.

D.B.O.<sub>5</sub> : SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 22nd Ed. 2012 (Incluye MUESTREC). Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5-Day BOD Test.

Sólidos Totales en Suspensión : SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 22nd Ed. 2012 (Incluye MUESTREC). Solids, Total Suspended Solids Dried at 103 - 105°C.

Aceites y Grasa : SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5520 D, 22nd Ed. 2012 (Incluye MUESTREC). Oil and Grease. Soxhlet Extraction Method.

pH : SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ B, 22nd Ed. 2012. (Incluye MUESTREC). pH Value. Electrometric Method.

D.Q.O. : SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 C, 22nd Ed. 2012 (Incluye MUESTREC). Chemical Oxygen Demand (COD). Closed Reflux, Titrimetric Method.

**NOTA :**

- Informe de ensayo emitido en base a resultados realizados por COLECBI S.A.C.
- Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra ensayada.
- Estos resultados de ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce
- No afecta al proceso de Dimensión por ser la muestra Producto Percibido.

Fecha de Emisión : Nuevo Chimbote, Febrero 28 del 2017.

GVR/jms

LC-MP-HRIE  
Rev. 04  
Fecha 2015-11-30

  
 A. Gustavo Vargas Ramos  
 Gerente de Laboratorios  
 C.B.P. 305  
 COLECBI S.A.C.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE INFORME  
SIN LA AUTORIZACIÓN ESCRITA DE COLECBI S.A.C.



# **ENSAYO DE AGUA LAGUNA N° 02**

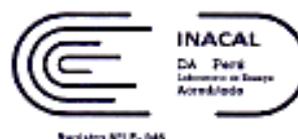


**DISTRITO: CASMA  
PROVINCIA: CASMA  
REGIÓN: ANCASH**

**JULIO-2017**



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA  
CON REGISTRO N° LE - 046**



Registro N° LE-046

**INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL N° 3128-15**

Pág. 1 de 1

SOLICITADO POR : KHIRA MOTA LOARTE.  
 DIRECCIÓN : Av. Grau K - 5 Casma.  
 PRODUCTO DECLARADO : AGUA RESIDUAL.  
 CANTIDAD DE MUESTRA : 01 muestra x 5.0L  
 PRESENTACIÓN DE LA MUESTRA : Frasco de vidrio esteril transparente con tapa, frasco de plástico con tapa.  
 FECHA DE RECEPCIÓN : 2015-11-02  
 FECHA DE INICIO DEL ENSAYO : 2015-11-02  
 FECHA DE TERMINO DEL ENSAYO : 2015-11-07  
 CONDICIÓN DE LA MUESTRA : En buen estado.  
 ENSAYOS REALIZADOS EN : Laboratorio de Microbiología, Físico Químico.  
 CÓDIGO COLECBI : SS 001499-15

**RESULTADOS**

**ENSAYOS MICROBIOLÓGICOS**

MUESTRA	ENSAYOS
	Coliformes Termotolerantes (NMP/100mL)
Ingreso	35x10 <sup>6</sup>
Salida	24x10 <sup>6</sup>

**ENSAYOS FÍSICO QUÍMICOS**

ENSAYOS	MUESTRA	
	Ingreso	Salida
D.B.O. <sub>5</sub> (mg/L)	986	297
Sólidos Totales en Suspensión (mg/L)	370	45
Aceites y Grasa (mg/L)	75	42
pH	7,26	7,25
D.Q.O. (mg/L)	1627	432

**METODOLOGÍA EMPLEADA**

Coliformes Termotolerantes : SMEVW-APHA-AWWA-WEF Part 9221-E, 22nd Ed. 2012. Pág. 9-74 a 9-75. 9221-C 22nd Ed. 2012. Pág. 9-69 a 9-73.

D.B.O.<sub>5</sub> : SMEVW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 22nd Ed. 2012 (Incluye MUESTREO). Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5-Day BOD Test.

Sólidos Totales en Suspensión : SMEVW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 22nd Ed. 2012 (Incluye MUESTREO). Solids Total Suspended Solids Dried at 103 - 105°C.

Aceites y Grasa : SMEVW-APHA-AWWA-WEF Part 5520 D, 22nd Ed. 2012 (Incluye MUESTREO). Oil and Grease. Soxhlet Extraction Method.

pH : SMEVW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ B, 22nd Ed. 2012. (Incluye MUESTREO). pH Value. Electrometric Method.

D.Q.O. : SMEVW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 C, 22nd Ed. 2012 (Incluye MUESTREO). Chemical Oxygen Demand (COD). Closed Reflux, Titrimetric Method.

**NOTA:**

- Informe de ensayo emitido en base a resultados realizados por COLECBI S.A.C.
- Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra ensayada.
- Estos resultados de ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce
- No afecta al proceso de Derivencia por ser la muestra Producto Perecible.

Fecha de Emisión : Nuevo Chimbote, Noviembre 09 del 2015.  
GVR/ms

LC-MP-HRIE  
Rev. 03  
Fecha 2012-07-27

A. Gustavo Vargas Ramos  
 Gerente de Laboratorio  
 C.B.P. 325  
 COLECBI S.A.C.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE INFORME  
SIN LA AUTORIZACIÓN ESCRITA DE COLECBI S.A.C.



# CÁLCULO DE POBLACIÓN FUTURA



**DISTRITO: CASMA**  
**PROVINCIA: CASMA**  
**REGIÓN: ANCASH**

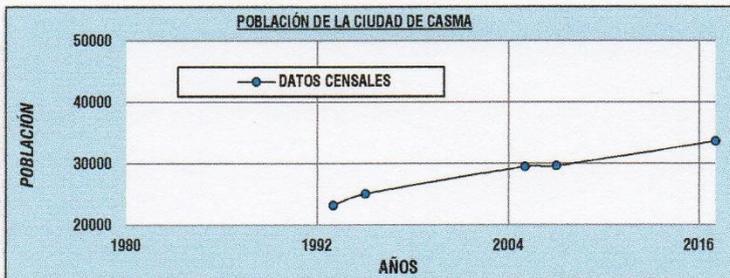
**JULIO-2017**

**CÁLCULO DE POBLACION FUTURA**

**1.0.- DATOS CENSALES DE POBLACIÓN**

AÑO	TOTAL
1993	23253
1995	25130
2005	29516
2007	29672
2017	33684

FUENTE: INEI Y POBLACIÓN ACTUAL



**1.1.- MÉTODO DE CRECIMIENTO ARITMÉTICO**

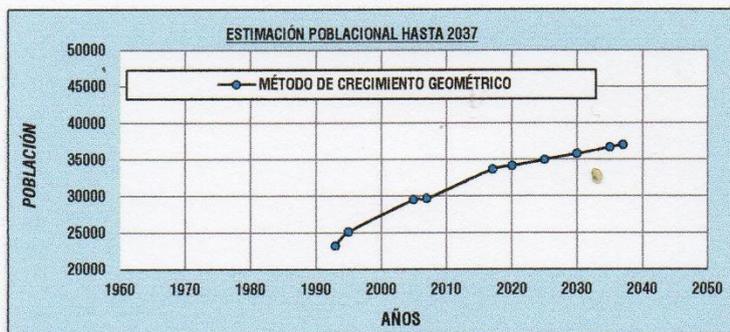
AÑO	TOTAL	r
1993	23253	4.04615E-05
1995	25130	8.70486E-05
2005	29516	2.63342E-06
2007	29672	0.013521165
2017	33684	r=0.003      r=0.3413%
2020	P=34029	$r = \frac{\frac{P_f}{P_o} - 1}{t}$ $P_f = P_o(1 + r \cdot t)$
2025	P=34604	
2030	P=35178	
2035	P=35753	
2037	P=35983	



\* Determinar el coeficiente de correlación  
 Coeficiente de Correlación: **0.961**

**1.2.- MÉTODO DE CRECIMIENTO GEOMÉTRICO**

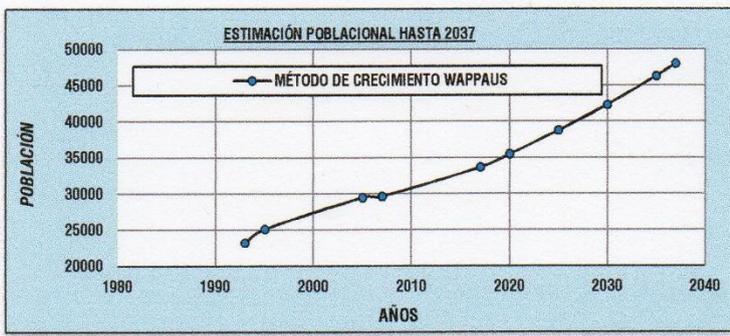
AÑO	TOTAL	r
1993	23253	3.89121E-05
1995	25130	0.016217106
2005	29516	0.002639152
2007	29672	6.28771E-05
2017	33684	r=0.005      r=0.47%
2020	P=34165	$r = \left(\frac{P_f}{P_o}\right)^{\frac{1}{t}} - 1$ $P_f = P_o(1 + r)^t$
2025	P=34983	
2030	P=35819	
2035	P=36676	
2037	P=37025	



\* Determinar el coeficiente de correlación  
 Coeficiente de Correlación: **0.976**

**1.3.- MÉTODO DE CRECIMIENTO WAPPAUS**

AÑO	TOTAL	r
1993	23253	0.038794618
1995	25130	0.01605241
2005	29516	0.002635669
2007	29672	0.012664941
2017	33684	r=0.018      r=1.75%
2020	P=35504	$r = \frac{2(P_f - P_o)}{t(P_f + P_o)}$ $P_f = \frac{P_o(2 + rt)}{(2 - rt)}$
2025	P=38766	
2030	P=42351	
2035	P=46310	
2037	P=48011	



\* Determinar el coeficiente de correlación  
 Coeficiente de Correlación: **0.989**

1.4.- MÉTODO DE CRECIMIENTO EXPONENCIAL

AÑO	TOTAL	r
1993	23253	0.038814098
1995	25130	0.016087014
2005	29516	2.62648E-06
2007	29672	0.012681911
2017	33684	r=0.017
2020	P=35435	r=1.69%
2025	P=38559	
2030	P=41958	
2035	P=45657	
2037	P=47226	

$$r = \frac{\ln\left(\frac{P_f}{P_o}\right)}{t}$$

$$P_f = P_o \cdot e^{rt}$$



\* Determinar el coeficiente de correlación

Coeficiente de Correlación: **0.991**

1.5.- MÉTODO PARABÓLICO 2do GRADO

AÑO	TOTAL
1993	23253
1995	25130
2005	29516
2007	29672
2017	33684
2020	P=34499
2025	P=35800
2030	P=36880
2035	P=37737
2037	P=38017

a0 = -18653705.06  
 a1 = 18220.75525  
 a2 = -4.440182626

$$x = a0 + a1 \cdot y + a2 \cdot y^2$$



$$ma_0 + a_1 \sum_{i=1}^m y_i + a_2 \sum_{i=1}^m y_i^2 = \sum_{i=1}^m f(y_i)$$

$$a_0 \sum_{i=1}^m y_i + a_1 \sum_{i=1}^m y_i^2 + a_2 \sum_{i=1}^m y_i^3 = \sum_{i=1}^m f(y_i) y_i$$

$$a_0 \sum_{i=1}^m y_i^2 + a_1 \sum_{i=1}^m y_i^3 + a_2 \sum_{i=1}^m y_i^4 = \sum_{i=1}^m f(y_i) y_i^2$$

\* Determinar el coeficiente de correlación

Coeficiente de Correlación: **0.985**

1.6.- MÉTODO PARABÓLICO 3er GRADO

AÑO	TOTAL
1993	23253
1995	25130
2005	29516
2007	29672
2017	33684
2020	P=1556343
2025	P=1654576
2030	P=1822313
2035	P=2077354
2037	P=2207804

a0 = -1.91453E+11  
 a1 = 286399104  
 a2 = -142808.875  
 a3 = 23.7364502

$$X = a0 + a1 \cdot y + a2 \cdot y^2 + a3 \cdot y^3$$



\* Determinar el coeficiente de correlación

Coeficiente de Correlación: **0.903**

1.7.- MÉTODO LINEAL EXCEL 2010

AÑO	TOTAL
1993	23253
1995	25130
2005	29516
2007	29672
2017	33684
2020	P=35212
2025	P=37312
2030	P=39411
2035	P=41510
2037	P=42350

419.89  
812965.67



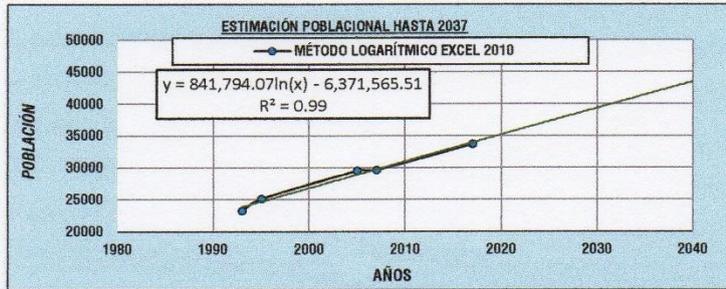
\* Determinar el coeficiente de correlación

Coeficiente de Correlación: **0.99875**

1.8.- MÉTODO LOGARÍTMICO EXCEL 2010

AÑO	TOTAL
1993	23253
1995	25130
2005	29516
2007	29672
2017	33684
2020	P=35205
2025	P=37286
2030	P=39362
2035	P=41433
2037	P=42260

841794.07  
6371565.51

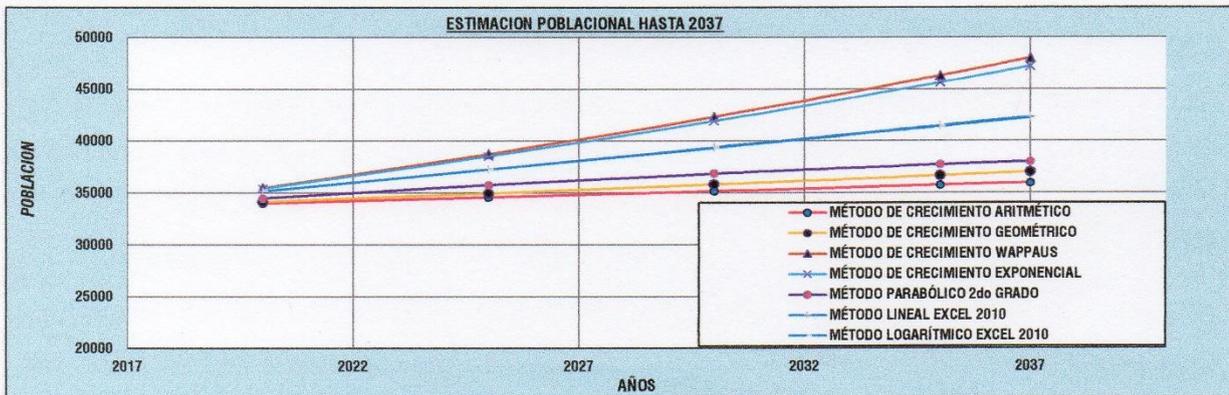


\* Determinar el coeficiente de correlación

Coeficiente de Correlación: **0.99873**

POBLACIONES FUTURAS CALCULADAS	
MÉTODO DE CRECIMIENTO ARITMÉTICO	35983
MÉTODO DE CRECIMIENTO GEOMÉTRICO	37025
MÉTODO DE CRECIMIENTO WAPPAUS	48011
MÉTODO DE CRECIMIENTO EXPONENCIAL	47226
MÉTODO PARABÓLICO 2do GRADO	38017
MÉTODO PARABÓLICO 3er GRADO	2207804
MÉTODO LINEAL EXCEL 2010	42350
MÉTODO LOGARÍTMICO EXCEL 2010	42260

**POBLACION FUTURA 2037**  
**P = 42350 Hab**  
MÉTODO LINEAL EXCEL 2010





# ESTUDIO DE SUELOS



**DISTRITO: CASMA**  
**PROVINCIA: CASMA**  
**REGIÓN: ANCASH**

**JULIO-2017**



# GEOCYP S.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y ASFALTO - CIMENTACIONES  
PAVIMENTACIONES - CONSULTORIA Y SUPERVISIONES DE OBRAS CIVILES

## INFORME TÉCNICO

### ESTUDIO DE SUELOS

SOLICITA:

**KHIRA MURIEL MOTA LOARTE**

PROYECTO:

**“EVALUACION DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS  
RESIDUALES DE LAS LAGUNAS DE OXIDACION DE LA CIUDAD DE  
CASMA – 2017”**



UBICACIÓN

DISTRITO : CASMA  
PROVINCIA : CASMA  
DEPARTAMENTO : ANCASH

FEBRERO, 2017



  
GEOCYP S.R.L.  
César Marriqhe Cornelio  
INGENIERO CIVIL  
REG. CONSU CODE C25336



# GEOCYP S.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y ASFALTO - CIMENTACIONES  
PAVIMENTACIONES - CONSULTORIA Y SUPERVISIONES DE OBRAS CIVILES

## INDICE

- 1.0 GENERALIDADES
  - 1.1 Ubicación del Área en estudio
- 2.0 ASPECTOS GEOLOGICOS
  - 2.1 Clima
  - 2.2 Aspectos Sísmicos
- 3.0 INVESTIGACION DE CAMPO
  - 3.1 Ubicación de Calicatas
  - 3.2 Muestro y Registro de Excavaciones
    - 3.2.1 Muestro Alterado
    - 3.2.2 Registro de Excavación
  - 3.3 Ensayos de Laboratorio
  - 3.4 Clasificación de Suelos
  - 3.5 Perfil Estratigráfico
- 4.0 ANALISIS Y DETRMINACION DE LA CAPCACIDAD PORTANTE DEL SUELO
  - 4.1 Profundidad y Tipo de Cimentación
  - 4.2 Análisis de Capacidad de Carga
- 5.0 ANALISIS QUIMICO
- 6.0 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES



Celso Montenegro Cornelio  
INGENIERO CIVIL  
REG. CONSUJCOOP C723330



# GEOCYP S.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y ASFALTO - CIMENTACIONES  
PAVIMENTACIONES - CONSULTORIA Y SUPERVISIONES DE OBRAS CIVILES

## ANEXOS

### ANEXO I

- Registros de Excavaciones

### ANEXO II

- Resultados de los ensayos de Laboratorio

### ANEXO III

- Plano de ubicación de calicatas

### ANEXO IV

- Material fotográfico



GEOCYP S.R.L.

Celso Manrique Cornello  
INGENIERO CIVIL  
R.C.A. CONSYCODE 029330



# GEOGYPS.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y ASFALTO - CIMENTACIONES  
PAVIMENTACIONES - CONSULTORIA Y SUPERVISIONES DE OBRAS CIVILES

## 1. GENERALIDADES:

### 1.1. Ubicación y descripción del área de estudio:

El área de estudio pertenece al proyecto denominado "Evaluación del Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales de las Lagunas de Oxidación de la Ciudad de Casma", ubicado cerca a las Lagunas de Oxidación existentes, frente al cementerio Chino.

Distrito : Casma

Provincia : Casma

Departamento : Ancash

El terreno en estudio tiene superficies ligeramente onduladas y accidentadas, con la presencia de abundante vegetación y zona fangosa de totorales y proyectada para la construcción de una laguna de oxidación terciaria y canal de ingreso.

## 2. ASPECTOS GEOLÓGICOS:

### 2.1. Clima:

El clima de la zona en estudio es templado.

Presentan temperaturas que descienden hasta 15° C y temperatura máxima de 30° C.

### 2.2. Aspectos sísmico:

El territorio peruano, para un mejor estudio sísmico se ha dividido en zonas, las cuales presentan diferentes características de acuerdo a la mayor o menor presencia de sismos. Según el mapa de zonificación sísmica del Perú y de acuerdo a las Normas Sismo-Resistentes del Reglamento Nacional de Edificaciones E.030-2003, el área en estudio se encuentra ubicado en la zona 4 y un período de diseño de 0.9 seg., suelo flexible zona de alta sismicidad.

## 3. INVESTIGACIÓN DE CAMPO:

### 3.1. Ubicación de las calicatas:

Se hizo un reconocimiento de toda el área del terreno y se procedió a ubicar las calicatas convenientemente en la zona donde se ha previsto la construcción de un canal de ingreso y la laguna terciaria, las cuales se excavaron a cielo abierto con profundidad suficiente de acuerdo a los términos de referencia. El tipo de excavación nos ha permitido visualizar y analizar directamente los diferentes estratos encontrados, así como también sus principales características físicas y mecánicas (granulometría, color, humedad, plasticidad, compactación, etc.).

Las calicatas C-1, C-2 y C-3 se hicieron hasta una profundidad de 2.50 m. y se encontró el nivel freático a profundidades de 1.40 m., 1.40 m. y 1.25 m. respectivamente.



GEOGYPS.R.L.

Celsa Marique Cornelio  
INGENIERA CIVIL  
REG. CONSUCOE 628330



# GEOCYP S.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y ASFALTO - CIMENTACIONES  
PAVIMENTACIONES - CONSULTORIA Y SUPERVISIONES DE OBRAS CIVILES

## 3.2. Muestreo y Registros de Excavaciones:

### 3.2.1. Muestreo alterado:

Se tomaron muestras alteradas de cada estrato de las calicatas efectuadas, seleccionándose las muestras representativas para ser ensayadas en el laboratorio con fines de identificación y clasificación.

### 3.2.2. Registro de Excavación:

Se elaboró un registro de excavación, indicando las principales características de cada uno de los estratos encontrados, tales como humedad, compacidad, consistencia, N. F., densidad del suelo, etc.

## 3.3. Ensayos de Laboratorio:

Los ensayos fueron realizados siguiendo las normas establecidas por la ASTM:

Análisis granulométrico por tamizado (ASTM D-422)  
Peso específico (ASTM D-854)  
Contenido de humedad (ASTM D-2216)  
Limite líquido (ASTM D-423)  
Limite plástico (ASTM D-424)  
Densidad in situ (ASTM D-1556)  
Corte Directo (ASTM D-3080)

## 3.4. Clasificación de suelos:

Las muestras ensayadas se han clasificado usando el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS).

## 3.5. Perfil Estratigráfico:

En base a los trabajos de campo y ensayos de laboratorio se deduce lo siguiente:

Presenta una capa inicial de material de relleno de arcilla limosa de espesor variable de 0.20 a 0.50 m., con presencia de vegetación, raíces y gravas aisladas, bajo el cual subyace hasta la profundidad de estudio arcillas limosas, arena pobremente graduada, limos inorgánicos y gravas arcillosas, de mediana compacidad a suelto y de húmedo a saturado.

## 4. ANÁLISIS Y DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO:

### 4.1. Análisis de capacidad de carga:



GEOCYP S.R.L.

Ceiso Manrique Cornelio  
INGENIERO CIVIL  
REG. CONSUCODE 029310



# GEOCYP S.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y ASFALTO - CIMENTACIONES  
PAVIMENTACIONES - CONSULTORIA Y SUPERVISIONES DE OBRAS CIVILES

Aplicamos la ecuación general de capacidad de carga de terzaghy:

$$q_{ult} = c N_c S_c + q_0 N_q + 0.5 B \gamma N_\gamma S_\gamma \quad \dots\dots(1)$$

Donde:

$\phi$	:	Ángulo de fricción
$S_c, S_\gamma$	:	Factores de forma
$N_c, N_q, N_\gamma$	:	Factores de carga
$q_0$	:	Presión de sobrecarga ( $q_0 = D_f \gamma$ )
$D_f$	:	Profundidad de cimentación
$B$	:	Ancho de cimentación
$\gamma$	:	Peso unitario del suelo
$C$	:	Componente cohesiva del suelo
F.S.	:	Factor de Seguridad = 3

Presentándose para el tipo de suelo los siguientes datos:

$S_c$	=	1.30
$S_\gamma$	=	0.80
$\gamma$	=	1.615 Tn/m <sup>3</sup>
$\phi$	=	29.00° (De prueba Corte Directo)
$N_c$	=	17.16
$N_q$	=	7.22
$N_\gamma$	=	4.75
$C$	=	0.00 Tn/m <sup>2</sup>
$B$	=	1.00 m.
$D_f$	=	1.40 m.

Se considera el siguiente valor de presión admisible para el diseño final de la cimentación de la estructura a ejecutar:

Aplicando la ecuación (1), se obtiene:

$$q_{adm} = 0.646 \text{ Kg/cm}^2$$

(Profundidad: 1.40 m.)

## 5. ANALISIS QUIMICO:

Del Análisis Químico efectuado con una muestra representativa de la Calicata C-1, se obtiene los siguientes resultados:





# GEOCYP S.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - CONCRETO Y ASFALTO - CIMENTACIONES  
PAVIMENTACIONES - CONSULTORIA Y SUPERVISIONES DE OBRAS CIVILES

## CUADRO DE ANALISIS QUIMICO

Calicata	Sulfatos	Cloruros
	%	%
C - 1	0.0622	0.0835

Del reporte obtenido los valores superan los permisibles, por lo que se recomienda utilizar Cemento Portland Tipo 2 o MS en la preparación del concreto de cimentaciones de estructuras proyectadas cerca las lagunas de oxidación.

### 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES:

- El Estudio de Mecánica de Suelos corresponde al área de las lagunas de oxidación del proyecto "Evaluación del Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales de las Lagunas de Oxidación de la Ciudad de Casma". Dicho proyecto se cerca a las lagunas existentes frente al cementerio chino, Distrito de Casma, Provincia de Casma y Departamento de Ancash.
- La investigación geotécnica corresponde a trabajos de campo, ensayos de laboratorio y análisis cuyos resultados se han presentado en el presente informe.
- La topografía del terreno presenta superficies ligeramente onduladas y accidentadas.
- La zona en estudio presenta una capa inicial de material de relleno de arcilla limosa de espesor variable de 0.20 a 0.50 m., con presencia de vegetación, raíces y gravas aisladas, bajo el cual subyace hasta la profundidad de estudio arcillas limosas, arena pobremente graduada, limos inorgánicos y gravas arcillosas, de mediana compactidad a suelto y de húmedo a saturado.
- Debido a la baja capacidad de soporte del suelo, donde se va apoyar el canal de ingreso a la primera laguna, se recomienda realizar un mejoramiento de suelo a fin de incrementar la capacidad portante del suelo, para el cual se tiene que cortar hasta una profundidad de 1.50 m. del nivel más bajo de terreno natural existente, luego colocar una capa de 0.30 m. de Over T.M. 4" debidamente compactado, luego colocar una capa de 0.20 m. de material granular, tipo hormigón, no plástico (A-1-b), debidamente compactado al 95% del ensayo proctor modificado, finalmente se colocará un solado de 0.10 m. de espesor (mezcla de concreto 1:8), donde se apoyará la losa de canal proyectado.

Para el caso de la laguna de Oxidación terciaria también se tiene que realizar un mejoramiento de suelo a fin de incrementar la capacidad portante del suelo, para el cual se tiene que cortar hasta una profundidad de 1.50 m. del nivel más bajo de terreno natural existente, luego colocar una capa de 0.50 de roca T.M. 10", seguidamente colocar una capa de de 0.30 m. de Over T.M. 4" debidamente compactado, luego colocar una capas de 0.20 m. de material granular, tipo hormigón, no plástico (A-1-b).

GEOCYP S.R.L.  
Ceballos / Montalvo / Cornelio  
#00000000000000000000  
REG. CRR/SUC/DAE 020330





# GEOCYP S.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y ASFALTO - CIMENTACIONES  
PAVIMENTACIONES - CONSULTORIA Y SUPERVISIONES DE OBRAS CIVILES

debidamente compactado al 95% del ensayo proctor modificado, finalmente se colocará capas de 0.15 m. de afirmado, material granular (A-1-a), debidamente compactado en al 100 % del ensayo proctor modificado, hasta el nivel de rasante proyectada, donde se apoyará la estructura de la laguna de oxidación proyectada.

- De acuerdo al análisis químico efectuado al terreno de fundación se empleará cemento tipo 2 ó MS para la elaboración de concreto de cimentaciones de estructuras a construir cerca a las lagunas.
- La zona en estudio se encuentra en la zona 4 del mapa de Zonificación Sísmica del Perú, por lo que es importante considerar la acción del sismo para cualquier estructura a construir.
- Los resultados de este estudio se aplican exclusivamente al área de las lagunas de oxidación terciaria y canal de ingreso del proyecto denominado "Evaluación del Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales de las Lagunas de Oxidación de la Ciudad de Casma", ubicado cerca a las lagunas existentes y al cementerio chino, Distrito de Casma, Provincia de Casma y Departamento de Ancash, este estudio no se puede aplicar para otros sectores o para otros fines.



  
GEOCYP S.R.L.  
Celso Manrique Cornelio  
INGENIERO CIVIL  
R.C.D. CONSULTOR C29339



# GEOCYP S.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y ASFALTO - CIMENTACIONES  
PAVIMENTACIONES - CONSULTORIA Y SUPERVISIONES DE OBRAS CIVILES

## ANEXO I

### REGISTROS DE EXCAVACIONES



GEOCYP S.R.L.  
Celso Manrique Cornelio  
INGENIERO CIVIL  
R.O.C. CONSULTOR 0249330



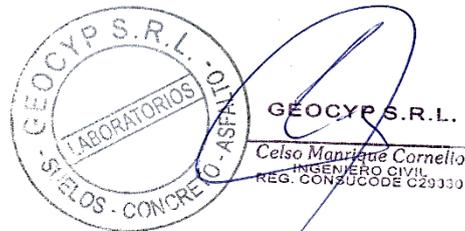
# GEOCYP S.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y ASFALTO - CIMENTACIONES  
PAVIMENTACIONES - CONSULTORIA Y SUPERVISIONES DE OBRAS CIVILES

## REGISTRO DE EXCAVACIÓN

SOLICITA	KHIRA MURIEL MOTA LOARTE		
PROYECTO	"EVALUACION DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LAS LAGUNAS DE OXIDACION DE LA CIUDAD DE CASMA - 2017"		
LUGAR	CASMA - PROVINCIA DE CASMA - ANCASH	NIVEL FREÁTICO ( m. )	-1.40
FECHA	FEBRERO DEL 2017	MÉTODO DE EXCAVACIÓN	Cielo abierto
CALICATA	C - 1	TAMAÑO DE EXCAVACIÓN	1.00 x 1.00 x 2.50

MUESTRA		PROFUNDIDAD			CARACTERÍSTICAS
Simbolo	Grafico	En Mts.	Muestra	Densidad	
R		0.50			De -0.00 a -0.50 m. <b>Material de relleno</b> Conformado de arcilla limosa , presenta gravas aisladas, vegetación superficial y raíces
CL-ML		1.40	M - 1		De -0.50 a -1.40 m. <b>Acilla limosa</b> * <b>Color:</b> marrón oscuro. * <b>Compacidad:</b> de semicompacto a semi suelto. * <b>Estado:</b> de húmedo a muy húmedo. * <b>Plasticidad:</b> de baja plasticidad.
SP		2.00	M - 2	1.680	De -1.40 a -2.00 m. <b>Arena pobremente gradada</b> * <b>Color:</b> beige oscuro. * <b>Compacidad:</b> de semisuelto a muy suelto. * <b>Estado:</b> de húmedo a saturado. * <b>Plasticidad:</b> no plástico. * Predominan las arenas de textura y grano fino a medio.





# GEOCYP S.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y ASFALTO - CIMENTACIONES  
PAVIMENTACIONES - CONSULTORIA Y SUPERVISIONES DE OBRAS CIVILES

## REGISTRO DE EXCAVACIÓN

SOLICITA	KHIRA MURIEL MOTA LOARTE		
PROYECTO	"EVALUACION DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LAS LAGUNAS DE OXIDACION DE LA CIUDAD DE CASMA - 2017"		
LUGAR	CASMA - PROVINCIA DE CASMA - ANCASH	NIVEL FREÁTICO ( m. )	-1.40
FECHA	FEBRERO DEL 2017	MÉTODO DE EXCAVACIÓN	Cielo abierto
CALICATA	C - 2	TAMAÑO DE EXCAVACIÓN	1.00 x 1.00 x 2.50

MUESTRA		PROFUNDIDAD			CARACTERISTICAS
Simbolo	Grafico	En Mts.	Muestra	Densidad	
R		0.30			De -0.00 a -0.30 m. <b>Material de relleno</b> Conformado de arena limosa , presenta gravas aisladas, vegetación superficial y raíces
ML		0.90	M - 1		De -0.30 a -0.90 m. <b>Limo Inorgánico</b> * <b>Color:</b> gris oscuro. * <b>Compacidad:</b> compacto. * <b>Estado:</b> de ligera humedad. * <b>Plasticidad:</b> de baja plasticidad.
GC		2.00	M - 2		De -0.90 a -2.00 m. <b>Grava arcillosa</b> * <b>Color:</b> gris oscuro. * <b>Compacidad:</b> de blando a muy blando * <b>Estado:</b> de húmedo a saturado. * <b>Plasticidad:</b> de baja plasticidad.



GEOCYP S.R.L.

Celso Manrique Cornelio  
INGENIERO CIVIL  
REG. CONSUCODE C29330





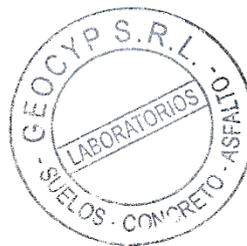
# GEOCYP S.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y ASFALTO - CIMENTACIONES  
PAVIMENTACIONES - CONSULTORIA Y SUPERVISIONES DE OBRAS CIVILES

## REGISTRO DE EXCAVACIÓN

SOLICITA	KHIRA MURIEL MOTA LOARTE		
PROYECTO	"EVALUACION DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LAS LAGUNAS DE OXIDACION DE LA CIUDAD DE CASMA - 2017"		
LUGAR	CASMA - PROVINCIA DE CASMA - ANCASH	NIVEL FREÁTICO ( m. )	-1.25
FECHA	FEBRERO DEL 2017	MÉTODO DE EXCAVACIÓN	Cielo abierto
CALICATA	C - 3	TAMAÑO DE EXCAVACIÓN	1.00 x 1.00 x 2.50

MUESTRA		PROFUNDIDAD			CARACTERÍSTICAS
Simbolo	Grafico	En Mts.	Muestra	Densidad	
R		0.20			De -0.00 a -0.20 m. <b>Material de relleno</b> Conformado de arena limosa , presenta gravas aisladas, vegetación superficial y raíces
ML		0.90	M - 1		De -0.20 a -0.90 m. <b>Limo Inorgánico</b> * <b>Color:</b> gris oscuro. * <b>Compacidad:</b> compacto. * <b>Estado:</b> de ligera humedad. * <b>Plasticidad:</b> de baja plasticidad.
GC		2.00	M - 2		De -0.90 a -2.00 m. <b>Grava arcillosa</b> * <b>Color:</b> gris oscuro. * <b>Compacidad:</b> de blando a muy blando * <b>Estado:</b> de húmedo a saturado. * <b>Plasticidad:</b> de baja plasticidad.



GEOCYP S.R.L.  
Celso Manrique Cornelio  
INGENIERO CIVIL  
REG. CONSUCODE C29330



# GEOCYP S.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y ASFALTO - CIMENTACIONES  
PAVIMENTACIONES - CONSULTORIA Y SUPERVISIONES DE OBRAS CIVILES

## ANEXO II

### RESULTADO DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO



GEOCYP S.R.L.

Celso Manrique Cornelio  
INGENIERO CIVIL  
REG. CONSUCODE C29330



# GEOCYP S.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y ASFALTO - CIMENTACIONES  
PAVIMENTACIONES - CONSULTORIA Y SUPERVISIONES DE OBRAS CIVILES

## INFORME

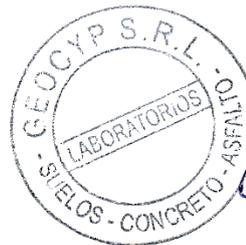
Solicitante : KHIRA MURIEL MOTA LOARTE  
Proyecto : "EVALUACION DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LAS LAGUNAS DE OXIDACION DE LA CIUDAD DE CASMA - 2017"  
Ubicación : CASMA - PROVINCIA DE CASMA - ANCASH  
Fecha : FEBRERO DEL 2017

### REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO

#### ENSAYO DE CORTE DIRECTO ASTM D3080

ESTADO : Remoldeado (material < Tamiz N° 4)  
Calicata : C-1  
Muestra : M-2  
Prof.(m) : 1.40-2.00

Especimen N°	I	II	III
Diametro del anillo (cm)	6.36	6.36	6.36
Altura Inicial de muestra (cm)	2.16	2.16	2.16
Densidad húmeda inicial (gr/cm <sup>3</sup> )	1.680	1.680	1.680
Densidad seca inicial (gr/cm <sup>3</sup> )	1.486	1.486	1.486
Cont. de humedad inicial (%)	13.0	13.0	13.0
Altura de la muestra antes de aplicar el esfuerzo de corte (cm)	2.1295	2.1092	2.0889
Altura final de muestra (cm)	2.1092	2.0813	2.0584
Densidad húmeda final (gr/cm <sup>3</sup> )	1.801	1.807	1.815
Densidad seca final (gr/cm <sup>3</sup> )	1.522	1.543	1.560
Cont. de humedad final (%)	18.3	17.2	16.4
Esfuerzo normal (kg/cm <sup>2</sup> )	0.5	1.0	1.5
Esfuerzo de corte maximo (kg/cm <sup>2</sup> )	0.2655	0.5266	0.8001
Angulo de friccion interna :	28.1 °		
Cohesion (Kg/cm <sup>2</sup> ) :	0.00		



GEOCYP S.R.L.

Celso Manrique Cornelio  
INGENIERO CIVIL  
REG. CONSUCO DE C29330



# GEOCYP S.R.L.

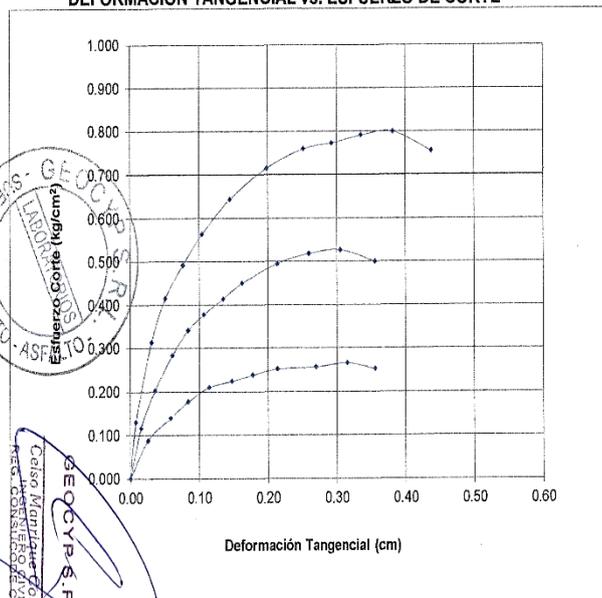
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y ASFALTO - CIMENTACIONES  
PAVIMENTACIONES - CONSULTORIA Y SUPERVISIONES DE OBRAS CIVILES

## ENSAYO DE CORTE DIRECTO ASTM D3080

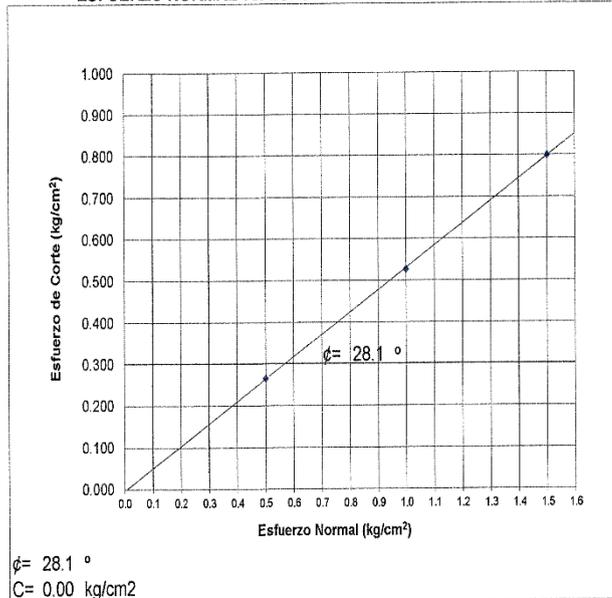
## INFORME

ESTADO : Re Remoldeado (material < Tamiz N° 4)      SOLICITANTE : KHIRA MURIEL MOTA LOARTE  
CALICATA : C-1      PROYECTO : "EVALUACION DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LAS LAGUNAS DE OXIDACION DE LA CIUDAD DE CASMA - 2017"  
MUESTRA : M-2      UBICACIÓN : CASMA - PROVINCIA DE CASMA - ANCASH  
Prof.(m) : 1.40-2.00      FECHA : FEBRERO DEL 2017

DEFORMACION TANGENCIAL vs. ESFUERZO DE CORTE



ESFUERZO NORMAL vs. ESFUERZO DE CORTE





# GEOCYP S.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y ASFALTO - CIMENTACIONES  
PAVIMENTACIONES - CONSULTORIA Y SUPERVISIONES DE OBRAS CIVILES

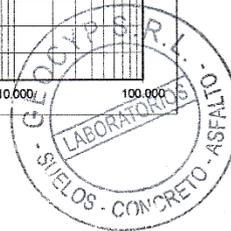
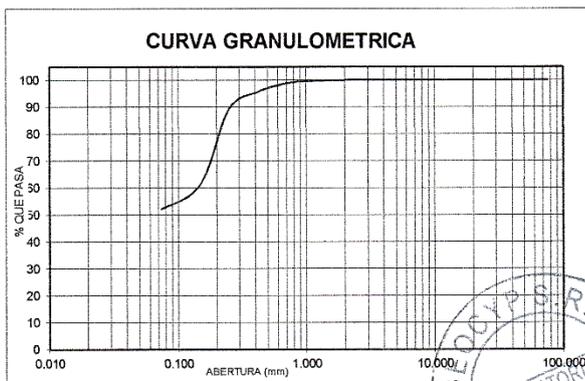
## ANALISIS DE SUELOS

SOLICITA : KHIRA MURIEL MOTA LOARTE  
PROYECTO : "EVALUACION DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LAS LAGUNAS DE OXIDACION DE LA CIUDAD DE CASMA - 2017"  
LUGAR : CASMA - PROVINCIA DE CASMA - ANCASH  
FECHA : FEBRERO DEL 2017 CALICATA : C - 1 ESTRATO : E - 2 PROF. (m) : 0.50 - 1.40

MUESTRA	M - 1
PESO SECO INICIAL	406.8
PESO SECO LAVADO	194.60
PESO PERDIDO POR LAVADO	212.20

TAMIZ	ABERT. (mm.)	PESO RETEN. (gr)	% RETENIDO		% QUE PASA
			PARCIAL	ACUMULADO	
N° 3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.700	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.520	0.00	0.00	0.00	100.00
1/4"	6.350	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 4	4.760	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 10	2.000	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 20	0.840	2.60	0.64	0.64	99.36
N° 30	0.590	5.30	1.30	1.94	98.06
N° 40	0.420	9.50	2.34	4.28	95.72
N° 60	0.250	25.80	6.34	10.62	89.38
N° 100	0.149	114.30	28.10	38.72	61.28
N° 200	0.074	37.10	9.12	47.84	52.16
PLATO		212.20	52.16	100.00	0.00
TOTAL		406.80	100.00		

LIMITE LIQUIDO (%) : 24.29  
LIMITE PLASTICO (%) : 20.14  
INDICE DE PLASTICIDAD (%) : 4.15  
HUMEDAD NATURAL (%) : 17.34  
CLASIFICACION SUCS : CL-ML



**GEOCYP S.R.L.**

Celso Manrique Cornelio  
INGENIERO CIVIL  
REG. CONSU. CODE G28330



# GEOCYP S.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y ASFALTO - CIMENTACIONES  
PAVIMENTACIONES - CONSULTORIA Y SUPERVISIONES DE OBRAS CIVILES

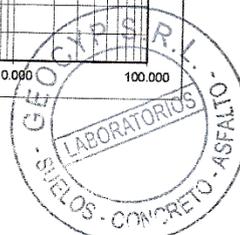
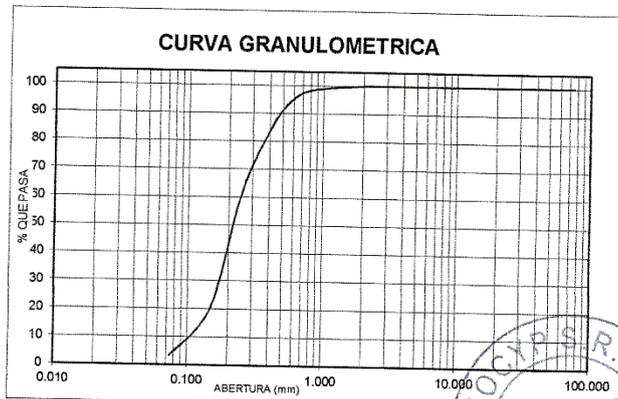
## ANALISIS DE SUELOS

SOLICITA : KHIRA MURIEL MOTA LOARTE  
 PROYECTO : "EVALUACION DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LAS LAGUNAS DE OXIDACION DE LA CIUDAD DE CASMA - 2017"  
 LUGAR : CASMA - PROVINCIA DE CASMA - ANCASH  
 FECHA : FEBRERO DEL 2017 CALICATA : C - 1 ESTRATO : E - 3 PROF. (m) : 1.40 - 2.00

MUESTRA	M - 2
PESO SECO INICIAL	360.6
PESO SECO LAVADO	349.10
PESO PERDIDO POR LAVADO	11.50

TAMIZ	N°	ABERT. (mm.)	PESO RETEN.	% RETENIDO	% RETENIDO	% QUE PASA
			(gr)	PARCIAL	ACUMULADO	
3"		76.200	0.00	0.00	0.00	100.00
2 1/2"		63.500	0.00	0.00	0.00	100.00
2"		50.800	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"		38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1"		25.400	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"		19.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"		12.700	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"		9.520	0.00	0.00	0.00	100.00
1/4"		6.350	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 4		4.760	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 10		2.000	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 20		0.840	5.70	1.58	1.58	98.42
N° 30		0.590	12.30	3.41	4.99	95.01
N° 40		0.420	33.60	9.32	14.31	85.69
N° 60		0.250	86.60	24.02	38.33	61.67
N° 100		0.149	147.50	40.90	79.23	20.77
N° 200		0.074	63.40	17.58	96.81	3.19
PLATO			11.50	3.19	100.00	0.00
TOTAL			360.60	100.00		

LIMITE LIQUIDO (%) : NP  
 LIMITE PLASTICO (%) : NP  
 INDICE DE PLASTICIDAD (%) : NP  
 HUMEDAD NATURAL (%) : 19.37  
 CLASIFICACION SUCS : SP



**GEOCYP S.R.L.**  
 Celso Manrique Cornelio  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. CONSUCOGE C29330



# GEOCYP S.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y ASFALTO - CIMENTACIONES  
PAVIMENTACIONES - CONSULTORIA Y SUPERVISIONES DE OBRAS CIVILES

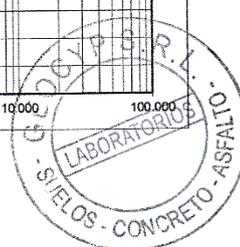
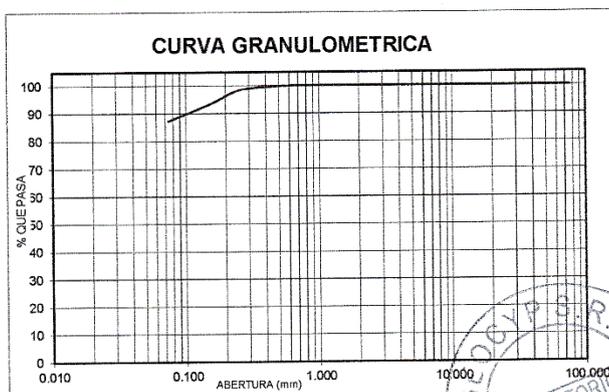
## ANALISIS DE SUELOS

SOLICITA : KHIRA MURIEL MOTA LOARTE  
PROYECTO : "EVALUACION DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LAS LAGUNAS DE OXIDACION DE LA CIUDAD DE CASMA - 2017"  
LUGAR : CASMA - PROVINCIA DE CASMA - ANCASH  
FECHA : FEBRERO DEL 2017 CALICATA : C - 2 ESTRATO : E - 2 PROF. (m) : 0.30 - 0.90

Muestra	M - 1
PESO SECO INICIAL	446.0
PESO SECO LAVADO	56.80
PESO PERDIDO POR LAVADO	389.15

TAMIZ		PESO RETEN.	% RETENIDO	% RETENIDO	% QUE PASA
N°	ABERT. (mm.)	(gr)	PARCIAL	ACUMULADO	
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.700	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.520	0.00	0.00	0.00	100.00
1/4"	6.350	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 4	4.760	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 10	2.000	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 20	0.840	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 30	0.590	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 40	0.420	1.80	0.40	0.40	99.60
N° 60	0.250	5.50	1.23	1.64	98.36
N° 100	0.149	22.80	5.11	6.75	93.25
N° 200	0.074	26.70	5.99	12.74	87.26
PLATO		389.15	87.26	100.00	0.00
TOTAL		445.95	100.00		

LIMITE LIQUIDO (%) : 27.07  
LIMITE PLASTICO (%) : 22.35  
INDICE DE PLASTICIDAD (%) : 4.72  
HUMEDAD NATURAL (%) : 5.37  
CLASIFICACION SUCS : ML



**GEOCYP S.R.L.**  
Celso Manrique Cornelio  
INGENIERO CIVIL  
REG. CONSUCODE C29310



# GEOCYP S.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y ASFALTO - CIMENTACIONES  
PAVIMENTACIONES - CONSULTORIA Y SUPERVISIONES DE OBRAS CIVILES

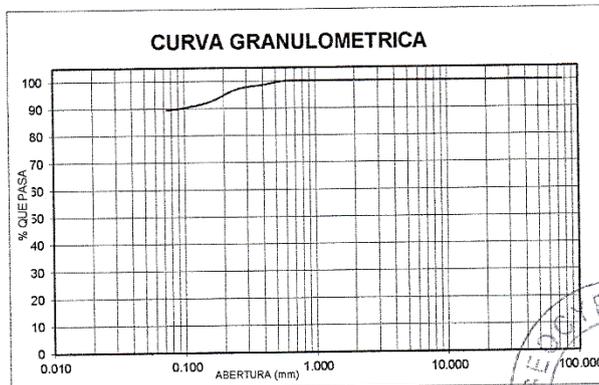
## ANALISIS DE SUELOS

SOLICITA : KHIRA MURIEL MOTA LOARTE  
 PROYECTO : "EVALUACION DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LAS LAGUNAS DE OXIDACION DE LA CIUDAD DE CASMA - 2017"  
 LUGAR : CASMA - PROVINCIA DE CASMA - ANCASH  
 FECHA : FEBRERO DEL 2017 CALICATA : C - 3 ESTRATO : E - 2 PROF. (m) : 0.20 - 0.90

MUESTRA	M - 1
PESO SECO INICIAL	445.5
PESO SECO LAVADO	47.30
PESO PERDIDO POR LAVADO	398.20

TAMIZ		PESO RETEN	% RETENIDO	% RETENIDO	% QUE PASA
Nº	ABERT. (mm.)	(gr)	PARCIAL	ACUMULADO	
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.700	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.520	0.00	0.00	0.00	100.00
1/4"	6.350	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº 4	4.760	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº 10	2.000	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº 20	0.840	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº 30	0.590	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº 40	0.420	5.10	1.14	1.14	98.86
Nº 60	0.250	8.50	1.91	3.05	96.95
Nº 100	0.149	21.30	4.78	7.83	92.17
Nº 200	0.074	12.40	2.78	10.62	89.38
PLATO		398.20	89.38	100.00	0.00
TOTAL		445.50	100.00		

LIMITE LIQUIDO (%) : 26.49  
 LIMITE PLASTICO (%) : 21.81  
 INDICE DE PLASTICIDAD (%) : 4.68  
 HUMEDAD NATURAL (%) : 6.32  
 CLASIFICACION SUCS : ML



**GEOCYP S.R.L.**  
 Celso Manrique Cornelio  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. CONSUCODE C29330





# GEOCYP S.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y ASFALTO - CIMENTACIONES  
PAVIMENTACIONES - CONSULTORIA Y SUPERVISIONES DE OBRAS CIVILES

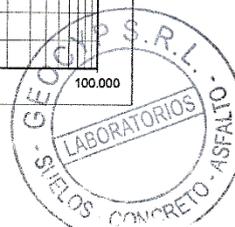
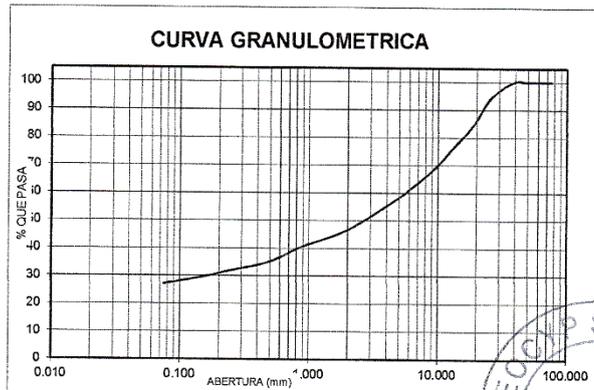
## ANALISIS DE SUELOS

SOLICITA : KHIRA MURIEL MOTA LOARTE  
 PROYECTO : "EVALUACION DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LAS LAGUNAS DE OXIDACION DE LA CIUDAD DE CASMA - 2017"  
 LUGAR : CASMA - PROVINCIA DE CASMA - ANCASH  
 FECHA : FEBRERO DEL 2017 CALICATA : C - 3 ESTRATO : E - 3 PROF. (m) : 0.90 - 2.00

MUESTRA	M - 2
PESO SECO INICIAL	4010.5
PESO SECO LAVADO	2924.20
PESO PERDIDO POR LAVADO	1086.30

N°	TAMIZ	PESO RETEN (gr)	% RETENIDO		% QUE PASA
	ABERT. (mm.)		PARCIAL	ACUMULADO	
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.400	236.80	5.90	5.90	94.10
3/4"	19.100	368.00	9.18	15.08	84.92
1/2"	12.700	369.80	9.22	24.30	75.70
3/8"	9.520	264.20	6.59	30.89	69.11
1/4"	6.350	277.20	6.91	37.80	62.20
N° 4	4.760	179.30	4.47	42.27	57.73
N° 10	2.000	441.50	11.01	53.28	46.72
N° 20	0.840	261.80	6.53	59.81	40.19
N° 30	0.590	142.70	3.56	63.37	36.63
N° 40	0.420	96.70	2.41	65.78	34.22
N° 60	0.250	87.90	2.19	67.97	32.03
N° 100	0.149	96.80	2.41	70.38	29.62
N° 200	0.074	101.50	2.53	72.91	27.09
PLATO		1086.30	27.09	100.00	0.00
TOTAL		4010.50	100.00		

LIMITE LIQUIDO (%) : 31.77  
 LIMITE PLASTICO (%) : 23.04  
 INDICE DE PLASTICIDAD (%) : 8.73  
 HUMEDAD NATURAL (%) : 25.45  
 CLASIFICACION SUCS : GC



**GEOCYP S.R.L.**  
 Celso Manrique Cornelio  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. CONSUCODE C29330



# GEOCYP S.R.L.

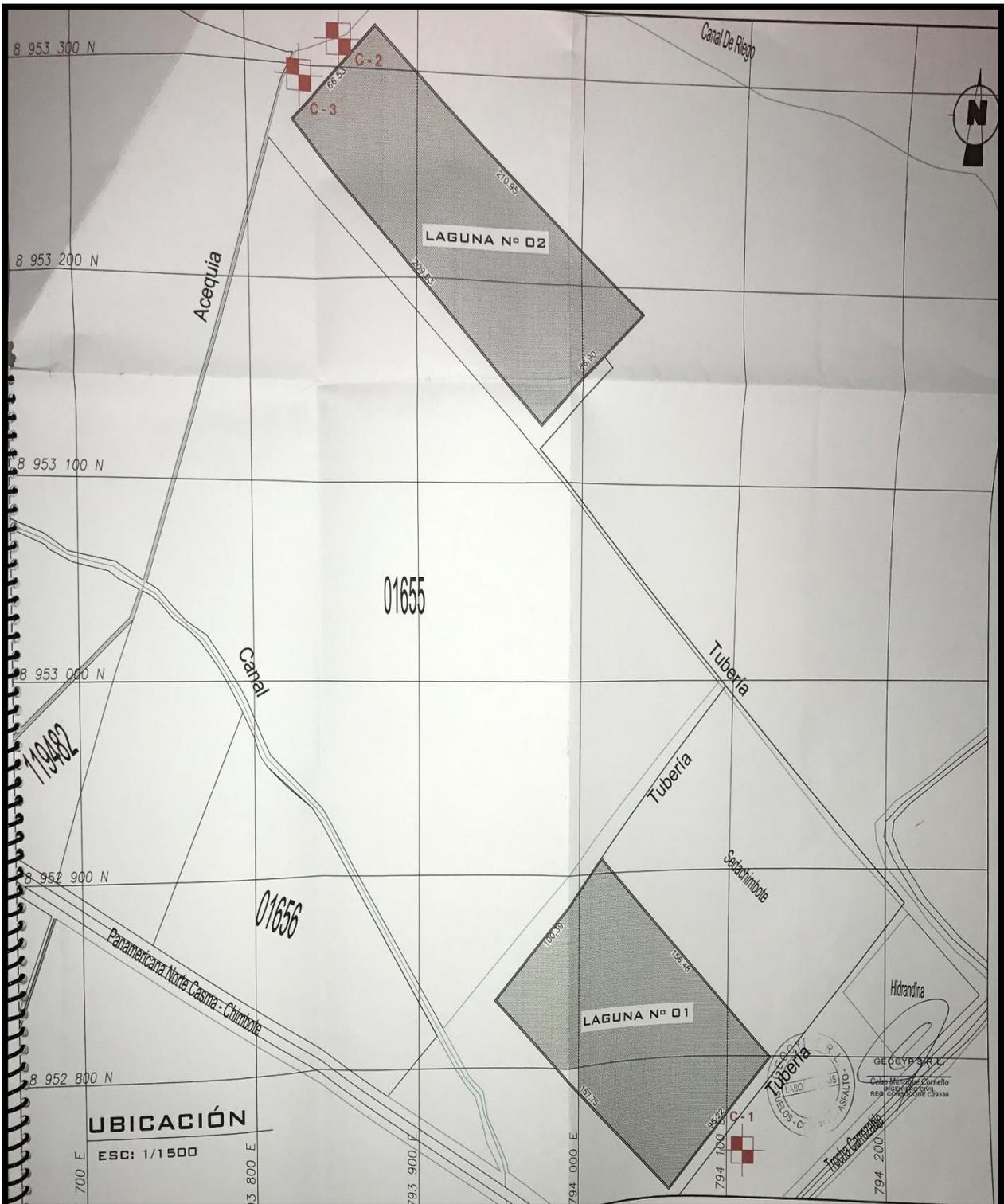
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y ASFALTO - CIMENTACIONES  
PAVIMENTACIONES - CONSULTORIA Y SUPERVISIONES DE OBRAS CIVILES

## ANEXO III

### PLANO DE UBICACIÓN DE CALICATAS



  
GEOCYP S.R.L.  
Celso Mantique Cornelio  
INGENIERO CIVIL  
REG. CONS. CODE 020300



8 953 300 N

8 953 200 N

8 953 100 N

8 953 000 N

8 952 900 N

8 952 800 N

700 E

73 800 E

793 900 E

794 000 E

794 100 E

794 200 E

### UBICACIÓN

ESC: 1/1500

119482

01656

01655

LAGUNA N° 02

LAGUNA N° 01

Acequia

Canal

Panamericana Norte-Casma-Chimbo

Canal De Riego

Tubería

Tubería

Tubería

Sesochimbo

Hidrandina

C-2

C-3

C-1



GEOTEC S.R.L.  
Calle: Miraflores, Corralillo  
PROYECTO DEL  
RESECCIONAMIENTO CERRILLO

Tubería  
Hidrandina





# GEOCYP S.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y ASFALTO - CIMENTACIONES  
PAVIMENTACIONES - CONSULTORIA Y SUPERVISIONES DE OBRAS CIVILES

## ANEXO IV

### MATERIAL FOTOGRAFICO



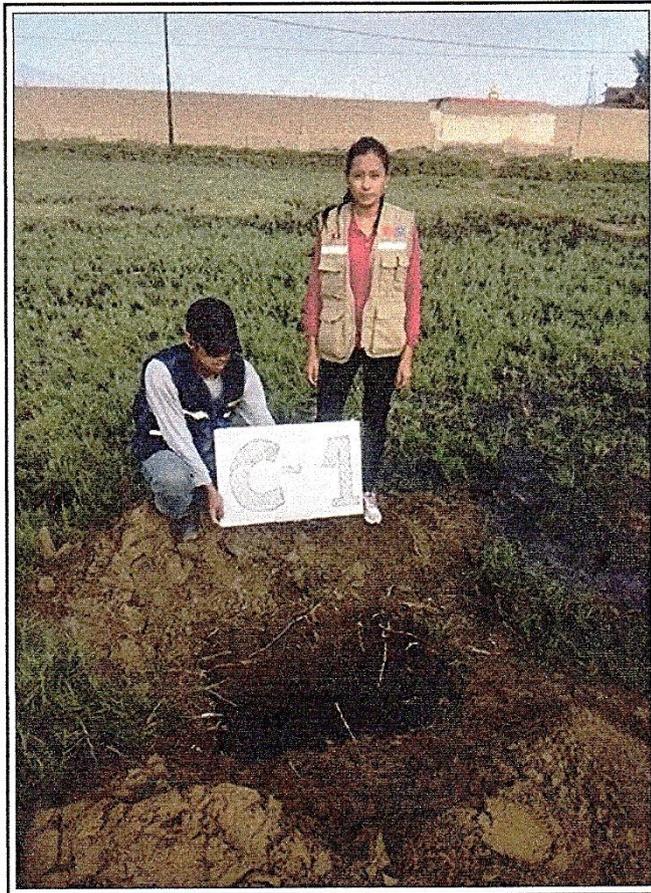
  
GEOCYP S.R.L.  
Celso Manrique Cornelio  
INGENIERO CIVIL  
REG. CONSUCODE C29339



# GEOCYP S.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y ASFALTO - CIMENTACIONES  
PAVIMENTACIONES - CONSULTORIA Y SUPERVISIONES DE OBRAS CIVILES

Foto N°1: Vista panorámica de la Calicata C - 1.



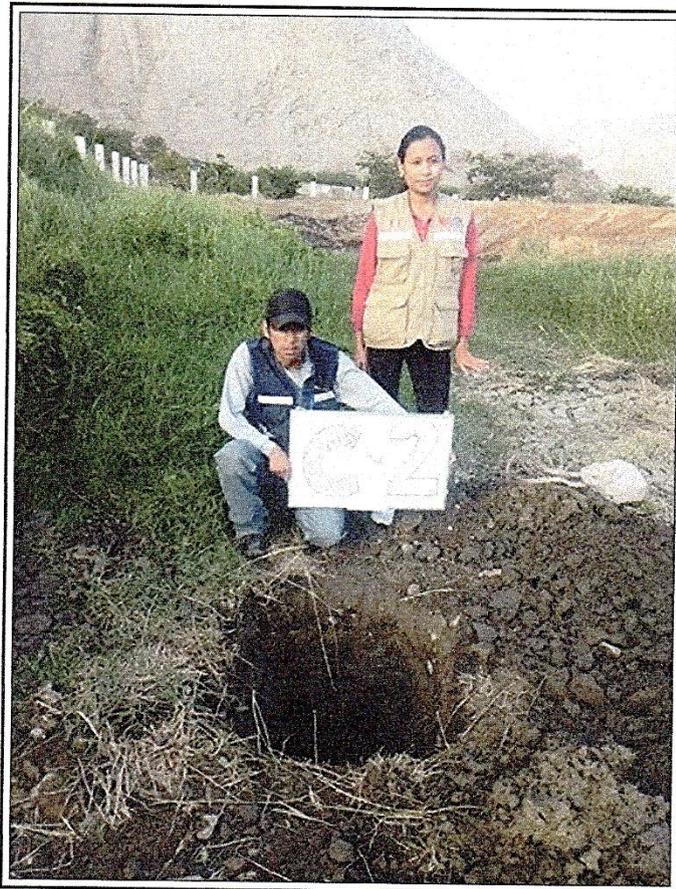
  
GEOCYP S.R.L.  
Celso Manrique Cornetto  
INGENIERO CIVIL  
REG. CONSUL. ODE 020311



# GEOCYP S.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y ASFALTO - CIMENTACIONES  
PAVIMENTACIONES - CONSULTORIA Y SUPERVISIONES DE OBRAS CIVILES

Foto N°2: Vista panorámica de la Calicata C - 2.



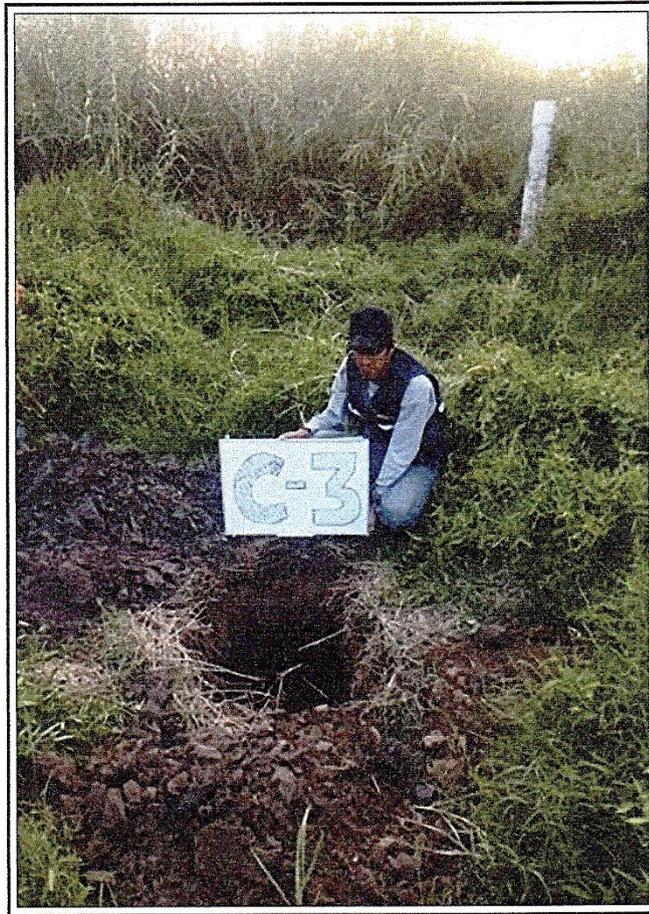
  
GEOCYP S.R.L.  
Celso Manrique Cornelio  
INGENIERO CIVIL  
REG. CONSUCOE C29339



# GEOCYP S.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y ASFALTO - CIMENTACIONES  
PAVIMENTACIONES - CONSULTORIA Y SUPERVISIONES DE OBRAS CIVILES

Foto N°3: Vista panorámica de la Calicata C - 3.



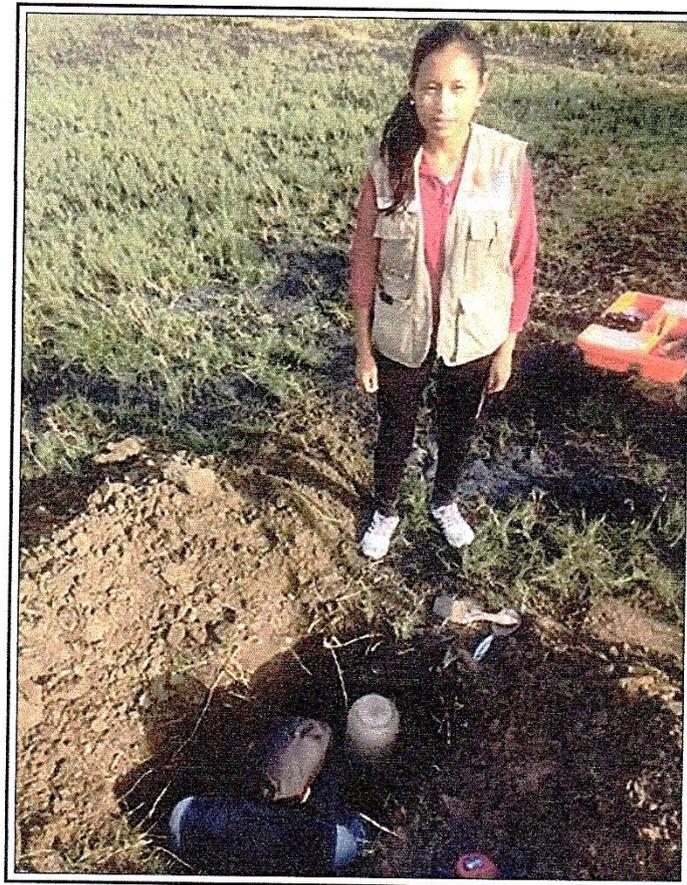
  
GEOCYP S.R.L.  
Celso Manrique Cornelio  
INGENIERO CIVIL  
REG. CONSUCODE 029330



# GEOCYP S.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y ASFALTO - CIMENTACIONES  
PAVIMENTACIONES - CONSULTORIA Y SUPERVISIONES DE OBRAS CIVILES

Foto N°4: Vista del ensayo de Densidad Natural.



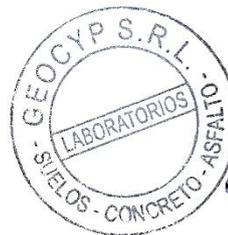
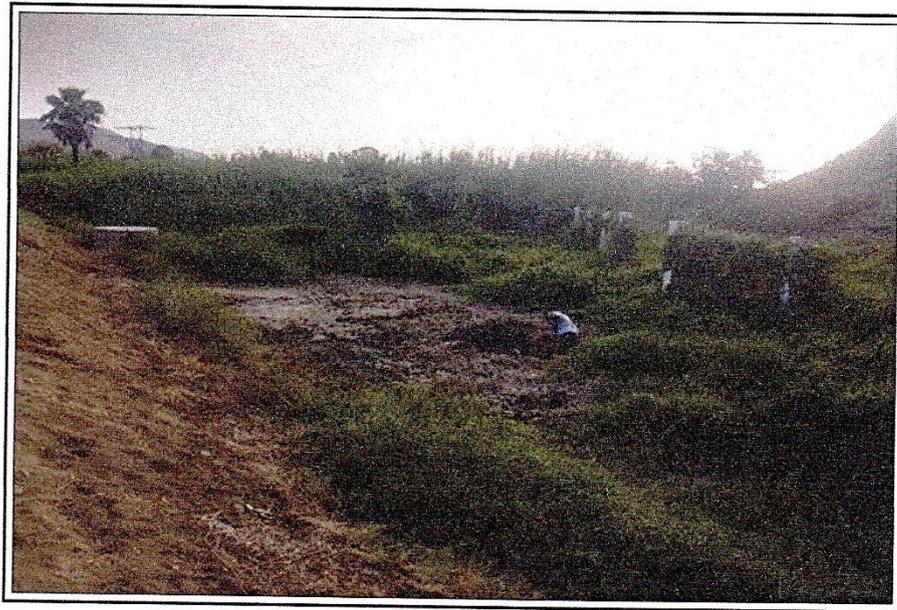
  
GEOCYP S.R.L.  
Ceiso Mantayve Cornelio  
INGENIERO CIVIL  
REG. CONSUCODE C28330



# GEOCYP S.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y ASFALTO - CIMENTACIONES  
PAVIMENTACIONES - CONSULTORIA Y SUPERVISIONES DE OBRAS CIVILES

Foto N°5: Vistas panorámicas de la zona en estudio.



*[Signature]*  
GEOCYP S.R.L.  
César Manrique Cornelio  
INGENIERO CIVIL  
REG. CONSUCO DE 028330



# **NORMAS TÉCNICAS**



**DISTRITO: CASMA  
PROVINCIA: CASMA  
REGIÓN: ANCASH**

**JULIO-2017**

## **NORMAS TÉCNICAS**

### **ANEXO N° 01:**

#### **1. ESTÁNDAR DE CALIDAD AMBIENTAL (ECA)**

De conformidad con lo dispuesto en la Ley N° 28611, Ley General del Ambiente, el Decreto Legislativo N° 1013, que aprueba la Ley de Creación, Organización y Funciones del Ministerio del Ambiente y el artículo 118° de la Constitución Política del Perú.

DECRETA:

Artículo 1.- Modificación de los Estándares

Nacionales de Calidad Ambiental para Agua, aprobados por Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM. Modifíquese los parámetros y valores de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) para Agua, aprobados por Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM, detallados en el Anexo de la presente norma.

Artículo 2.- ECA para Agua y políticas públicas

Los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) para Agua son de cumplimiento obligatorio en la determinación de los usos de los cuerpos de agua, atendiendo a sus condiciones naturales o niveles de fondo, y en el diseño de normas legales y políticas públicas, de conformidad con lo dispuesto en la Ley N° 28611, Ley General del Ambiente.

Artículo 3.- ECA para Agua e instrumentos de gestión ambiental. Los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua son referente obligatorio en el diseño y aplicación de todos los instrumentos de gestión ambiental

Para el presente trabajo de investigación se usará la categoría3:

#### **Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebida de Animales**

- Subcategoría D1: Vegetales de Tallo Bajo y Alto

“Entiéndase como aguas utilizadas para el riego de plantas, frecuentemente de porte herbáceo y de poca longitud de tallo (tallos bajos), tales como plantas de ajo, lechuga, fresa, col, repollo, apio, arvejas y similares) y de plantas de porte arbustivo o arbóreo (tallos altos), tales como árboles forestales, frutales, entre otros” (Decreto Supremo N° 015-2015-MINAM, 2015, p.6).

- Sub Categoría D2: Bebida de Animales

## Estándar Nacional de Calidad Ambiental

CATEGORÍA 3			
CATEGORIAS		ECA AGUA: CATEGORIA 3	
PARÁMETRO	UNIDAD	PARÁMETROS PARA RIEGO DE VEGETALES	PARÁMETRO PARA BEBIDAS DE ANIMALES
		D1: RIEGO DE CULTIVOS DE TALLO ALTO Y BAJO	D2: BEBIDAS DE ANIMALES
<b>FÍSICOS - QUÍMICOS</b>			
Aceites y grasas	mg/L	5	10
Bicarbonatos	mg/L	518	**
Cianuro Wad	mg/L	0,1	0,1
Cloruros	mg/L	500	**
Color (b)	Color verdadero escala Pt/Co	100 (a)	100 (a)
Conductividad	(uS/cm)	2500	5000
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)	mg/L	15	15
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	40	40
Detergentes(SAAM)	mg/L	0,2	0,5
Fenoles	mg/L	0,002	0,01
Fluoruros	mg/L	1	**
Nitratos (NO.-N) + Nitritos (NO.-N)	mg/L	100	100
Nitritos (NO.-N)	mg/L	10	10
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	4	5
Potencial De Hidrogeno (pH)	Unidad de pH	6,5 – 8,5	6,5 – 8,4
Sulfatos	mg/L	1000	1000
Temperatura	°C	Δ 3	Δ 3
<b>INORGANICOS</b>			
Aluminio	mg/L	5	5
Arsénico	mg/L	0,1	0,2
Bario	mg/L	0,7	**
Berilio	mg/L	0,1	0,1
Boro	mg/L	1	5
Cadmio	mg/L	0,01	0,05
Cobre	mg/l	0,2	0,5
Cobalto	mg/l	0,05	1

Cromo Total	mg/l	0,1	1
Hierro	mg/l	5	**
Litio	mg/l	2,5	2,5
Magnesio	mg/l	**	250
Manganeso	mg/l	0,2	0,2
Mercurio	mg/l	0,001	0,01
Níquel	mg/l	0,2	1
Plomo	mg/l	0,05	0,05
Selenio	mg/l	0,02	0,05
Zinc	mg/l	2	24
<b>PLAGUICIDAS</b>			
Parathión	ug/l	35	35
<b>Organoclorados</b>			
Aldrin	ug/l	0,004	0,7
Clordano	ug/l	0,006	7
DDT	ug/l	0,001	30
Dieldrin	ug/l	0,5	0,5
Endosulfan	ug/l	0,01	0,01
Endrin	ug/l	0,004	0,2
Heptacloro y heptacloro epóxido	ug/l	0,01	0,03
Lindano	ug/l	4	4
<b>CARBAMATO:</b>			
Aldicarb	ug/l	1	11
<b>Policloruros Bifenilos Totales</b>			
Policloruros Bifenilos Totales (PCB's)	ug/l	0,04	0,045
<b>MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICOS</b>			
Coliformes Totales (35-37°C)	NMP/100 ml	1000	5.000
Coliformes Termotolerantes (44,5°C)	NMP/100 ml	1000	1000
<i>Enterococos intestinales</i>	NMP/100 ml	20	20
<i>Escherichia coli</i>	NMP/100 ml	100	100
Huevos y larvas de helmintos	Huevos/L	<1	<1

FUENTE: Estándar Nacional de Calidad Ambiental, 2015

## **ANEXO Nº 02:**

### **2. LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES PARA LOS EFLUENTES DE PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS O MUNICIPALES.**

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

#### **Cumplimiento de los Límites Máximos Permisibles de Efluentes de PTAR:**

- Los LMP de efluentes de PTAR que se establecen en la presente norma entran en vigencia y son de cumplimiento obligatorio a partir del día siguiente de su publicación en el Diario Oficial El Peruano.
- Los LMP aprobados mediante el presente Decreto Supremo, no serán de aplicación a las PTAR contratamiento preliminar avanzado o tratamiento primario que cuenten con disposición final mediante emisario submarino.
- Los titulares de las PTAR que se encuentren en operación a la dación del presente Decreto Supremo y que no cuenten con certificación ambiental, tendrán un plazo no mayor de dos (02) años, contados a partir de la publicación del presente Decreto Supremo, para presentar ante el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento su Programa de Adecuación y Manejo Ambiental; autoridad que definirá el respectivo plazo de adecuación.

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

**TABLA Nº 10: Límites Máximos Permisibles para los Efluentes de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales**

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

FUENTE: MINISTERIO DEL AMBIENTE, 2010

## **ANEXO Nº 03:**

### **3. NORMA TÉCNICA DE EDIFICACIÓN OS.090- PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES.**

El objetivo del tratamiento de las aguas residuales es mejorar su calidad para cumplir con las normas de calidad del cuerpo receptor o las normas de reutilización.

#### **3.1 Orientación básica para el diseño**

- ❖ El requisito fundamental antes de proceder al diseño preliminar o definitivo de una planta de tratamiento de aguas residuales, es haber realizado el estudio del cuerpo receptor. El grado de tratamiento se determinará de acuerdo con las normas de calidad del cuerpo receptor.
- ❖ En el caso de aprovechamiento de efluentes de plantas de tratamiento de aguas residuales, el grado de tratamiento se determinará de conformidad con los requisitos de calidad para cada tipo de aprovechamiento de acuerdo a la norma.
- ❖ Una vez determinado el grado de tratamiento requerido, el diseño debe efectuarse de acuerdo con las siguientes etapas:
- ❖ Estudio de factibilidad, el mismo que tiene los siguientes componentes:
  - \_ Caracterización de aguas residuales domésticas e industriales;
  - \_ Información básica (geológica, geotécnica, hidrológica y topográfica);
  - \_ Determinación de los caudales actuales y futuros;
  - \_ Aportes per capita actuales y futuras;
  - \_ Selección de los procesos de tratamiento;
  - \_ Pre dimensionamiento de alternativas de tratamiento;
  - \_ Evaluación de impacto ambiental y de vulnerabilidad ante desastres;
  - \_ Factibilidad técnico económica de las alternativas y selección de la más favorable.

- ❖ Diseño definitivo de la planta que comprende
  - \_ Estudios adicionales de caracterización que sean requeridos;
  - \_ Estudios geológicos, geotécnicos y topográficos al detalle;
  - \_ Estudios de tratabilidad de las aguas residuales, con el uso de plantas a escala de laboratorio o piloto, cuando el caso lo amerite;
  - \_ Dimensionamiento de los procesos de tratamiento de la planta;
  - \_ Diseño hidráulico sanitario;
  - \_ Diseño estructural, mecánicos, eléctricos y arquitectónicos;
  - \_ Planos y memoria técnica del proyecto;
  - \_ Presupuesto referencial y fórmula de reajuste de precios;
  - \_ Especificaciones técnicas para la construcción y
  - \_ Manual de operación y mantenimiento.
- ❖ De acuerdo al tamaño e importancia del sistema de tratamiento, deberá considerarse infraestructura complementaria: casetas de vigilancia, almacén, laboratorio, vivienda del operador y otras instalaciones que señale el organismo competente. Estas instalaciones serán obligatorias para aquellos sistemas de tratamiento diseñados para una población igual o mayor de 25000 habitantes y otras de menor tamaño que el organismo competente considere de importancia.

### **3.2 Normas para los estudios de factibilidad**

- ❖ Los estudios de factibilidad técnico económica son obligatorios para todas las ciudades con sistema de alcantarillado.
- ❖ Para la caracterización de aguas residuales domésticas se realizará, para cada descarga importante, cinco campañas de medición y muestreo horario de 24 horas de duración y se determinará el caudal y temperatura en el campo. Las campañas deben efectuarse en días diferentes de la semana. A partir del muestreo horario se conformarán muestras compuestas; todas las muestras deberán ser preservadas de acuerdo a los métodos estándares para análisis de aguas residuales. En las muestras compuestas se determinará como mínimo los siguientes parámetros:

- \_ Demanda bioquímica de oxígeno (DBO) 5 días y 20°C;
  - \_ Demanda química de oxígeno (DQO);
  - \_ Coliformes fecales y totales;
  - \_ Parásitos (principalmente nematodos intestinales);
  - \_ Sólidos totales y en suspensión incluido el componente volátil;
  - \_ Nitrógeno amoniacal y orgánico; y
  - \_ Sólidos sedimentables.
- 
- ❖ Se efectuará el análisis estadístico de los datos generados y si son representativos, se procederá a ampliar las campañas de caracterización.
  - ❖ Para la determinación de caudales de las descargas se efectuarán como mínimo cinco campañas adicionales de medición horaria durante las 24 horas del día y en días que se consideren representativos. Con esos datos se procederá a determinar los caudales promedio y máximo horario representativos de cada descarga. Los caudales se relacionarán con la población contribuyente actual de cada descarga para determinar los correspondientes aportes per cápita de agua residual. En caso de existir descargas industriales dentro del sistema de alcantarillado, se calcularán los caudales domésticos e industriales por separado. De ser posible se efectuarán mediciones para determinar la cantidad de agua de infiltración al sistema de alcantarillado y el aporte de conexiones ilícitas de drenaje pluvial.

### **3.3. Tratamiento Secundario**

#### **3.3.1 Generalidades**

Para efectos de la presente norma de diseño se considerarán como:

- ❖ Tratamiento secundario los procesos biológicos con una eficiencia de remoción de DBO soluble mayor a 80%, pudiendo ser de biomasa en suspensión o biomasa adherida, e incluye los siguientes sistemas: lagunas de estabilización, lodos activados (incluidas las zanjas de oxidación y otras variantes), filtros biológicos y módulos rotatorios de contacto.

### 3.3.2 Lagunas de Estabilización

#### Aspectos Generales

- a. Las lagunas de estabilización son estanques diseñados para el tratamiento de aguas residuales mediante procesos biológicos naturales de interacción de la biomasa (algas, bacterias, protozoarios, etc.) y la materia orgánica contenida en el agua residual.
- b. Para el tratamiento de aguas residuales domésticas e industriales se considerarán únicamente los sistemas de lagunas que tengan unidades anaerobias, aeradas, facultativas y de maduración, en las combinaciones y número de unidades que se detallan en la presente norma.

#### 3.3.2.1 Lagunas Facultativas

- a. Su ubicación como unidad de tratamiento en un sistema de lagunas puede ser:
  - \_ Como laguna única (caso de climas fríos en los cuales la carga de diseño es tan baja que permite una adecuada remoción de bacterias) o seguida de una laguna secundaria o terciaria (normalmente referida como laguna de maduración), y
  - \_ Como una unidad secundaria después de lagunas anaerobias o aeradas para procesar sus efluentes a un grado mayor.
- b. Los criterios de diseño referidos a temperaturas y mortalidad de bacterias se deben determinar en forma experimental. Alternativamente y cuando no sea posible la experimentación, se podrán usar los siguientes criterios:
  - \_ La temperatura de diseño será el promedio del mes más frío (temperatura del agua), determinada a través de correlaciones de las temperaturas del aire y agua existentes.
  - \_ En donde no exista ningún dato se usará la temperatura promedio del aire del mes más frío.
  - \_ El coeficiente de mortalidad bacteriana (neto) será adoptado entre el intervalo de 0,6 a 1,0 (1/d) para 20°C.

- c. La carga de diseño para lagunas facultativas se determina con la siguiente expresión:

$$Cd= 250 \times 1.05^{(T-20)}$$

En donde:

**CD:** es la carga superficial de diseño en kg DBO / (ha.d)

**T:** es la temperatura del agua promedio del mes más frío en C°.

- d. Para evitar el crecimiento de plantas acuáticas con raíces en el fondo, la profundidad de las lagunas debe ser mayor de 1,5 m. Para el diseño de una laguna facultativa primaria, el proyectista deberá proveer una altura adicional para la acumulación de lodos entre períodos de limpieza de 5 a 10 años.

#### **ANEXO N° 04:**

#### **4. PROTOCOLO DE MONITOREO DE LA CALIDAD DE LOS EFLUENTES DE LAS PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES (PTAR) DOMÉSTICAS O MUNICIPALES**

El Protocolo de Monitoreo es un instrumento de gestión ambiental de cumplimiento obligatorio para efectuar el monitoreo, supervisión y fiscalización ambiental, así como para la verificación del cumplimiento de los LMP y de los Instrumentos de Gestión Ambiental aprobados, de conformidad con lo establecido en el Artículo 4 del Decreto Supremo N° 003-2010-MINAM que aprueba los límites máximos permisibles para los efluentes de Plantas de Aguas Residuales Domésticas o Municipales.

También es de obligatorio cumplimiento para la evaluación y seguimiento de la eficiencia de las Plantas de tratamiento de aguas Residuales.

## ❖ Metodología

### **Puntos de Monitoreo**

Los puntos de monitoreo serán dos: en la entrada de la PTAR y en el dispositivo de salida de la PTAR, pudiendo incorporarse un punto adicional, entre el dispositivo de la salida de la PTAR y el punto de vertido ante la posibilidad de la incorporación o conexión de otras descargas

- Agua residual cruda (afluente), entrada a la PTAR

Se ubicará un punto de monitoreo en el ingreso del agua residual cruda a la PTAR, después de la combinación de los distintos colectores de agua residual que descargan a la obra de llegada a la PTAR

- Agua residual tratada (efluente), dispositivo de salida

Se ubicará un punto de monitoreo en el dispositivo de salida del agua residual tratada de la PTAR. En el caso de que la PTAR contara con más de un dispositivo de salida se ubicarán los puntos de monitoreo en cada uno de ellos, asegurando el monitoreo del total de los efluentes de la PTAR monitoreada.

### **Parámetros de Calidad**

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

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

Estos parámetros se monitorearán en el agua residual cruda (afluente) y en el agua residual tratada (efluente), tomando en todos los casos muestras simples.

## **Desarrollo del Monitoreo**

El Monitoreo se desarrollará conforme al presente documento y será realizado por Laboratorios acreditados ante el Instituto Nacional de Defensa del Consumidor y de la Propiedad Intelectual –INDECOPI. El trabajo de campo se inicia con la preparación de materiales (incluido material de laboratorio), equipos e indumentaria de protección. Asimismo, se deberá contar con las facilidades de transporte y logística para el desarrollo del trabajo de campo.

### **a) Materiales**

- Fichas de registro de campo
- Cinta adhesiva
- Plumón indeleble
- Frascos debidamente etiquetados
- Cronómetro
- Reloj
- Cinta métrica
- Vaso o probeta graduado de 1 L
- Cuerda de nylon de 0,5 a 1 cm de diámetro de longitud suficiente para manipular los baldes de muestreo en los puntos de monitoreo

### **b) Equipos**

- GPS para la identificación inicial del punto de monitoreo
- pH-metro con función de registro de temperatura
- Cámara fotográfica

### **c) Indumentaria de protección**

- Botines de seguridad
- Gafas de seguridad
- Guantes de jebe antideslizantes con cubierta de antebrazo
- Guantes de látex descartables
- Casco
- Arnés para profundidades mayores a 1,50 metros
- Mascarilla descartable

❖ Consideraciones Específicas

**Medición de Caudal**

Las PTAR deben contar obligatoriamente con un dispositivo de medición de caudales de sus afluentes y efluentes según lo señalado en la Norma Técnica OS.090, Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales. El método a emplear para la medición del caudal en la laguna de oxidación de Casma será:

➡ **Método volumétrico**

Este método se utiliza para la medición de caudal en una tubería donde se permita colectar el caudal por descarga libre, en la cual se puede interponer un recipiente.

**Medición del tiempo: T (s)**

- Se requiere de un recipiente de 10 a 20 litros con graduaciones de 1 litro para colectar el agua
- Un cronómetro
- Se mide el tiempo que demora el llenado de un determinado volumen de agua.

**Medición del volumen: V (L)**

- Conocer el volumen del recipiente

**Medición del Caudal: Q (L/s)**

El caudal resulta de dividir el volumen de agua que se recoge en el recipiente entre el tiempo que transcurre en colectar dicho volumen.

$$Q = V/T$$

Donde:

Q = caudal en L/s

V = volumen en litros

T = Tiempo en segundos

**Verificación de la Eficiencia de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR)**

La verificación de la eficiencia de las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) se realiza por comparación de la calidad del agua residual cruda y tratada y permitirá determinar la consistencia de los valores del efluente de la PTAR, tomando en consideración los procesos de tratamiento existentes.

➤ PTAR: Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales

### ANEXO N° I: UBICACIÓN DEL PUNTO DE MONITOREO

<b>Nombre de EPS/Municipio:</b>			
<b>Nombre de PTAR:</b>			
<b>Ubicación de PTAR:</b>			
Localidad	Distrito	Provincia	Departamento
<b>IDENTIFICACIÓN DE PUNTOS DE MONITOREO</b>			
<b>AFLUENTE</b>			
Denominación del punto de muestreo (afluente)			
<b>COORDENADAS U.T.M. (WGS84)</b>			
Norte	Este	Zona UTM	Altitud
<b>CAUDAL DE OPERACIÓN (promedio diario)</b>		<b>Método de medición</b>	
<b>EFLUENTE</b>			
Denominación del punto de muestreo (efluente)			
<b>COORDENADAS U.T.M. (WGS84)</b>			
Norte	Este	Zona UTM	Altitud
<b>CAUDAL DE OPERACIÓN (promedio diario)</b>		<b>Método de medición</b>	
<b>Datos del GPS (marca, modelo, número de serie, precisión del equipo)</b>			

En páginas aparte:

- Croquis de ubicación del punto de monitoreo 1.
- 2 fotografías del punto de monitoreo 1 (tomadas a 10m de distancia del punto de monitoreo y la segunda más cercana al mismo).
- Croquis de ubicación del punto de monitoreo 2.

- 2 fotografías del punto de monitoreo 2 (tomadas a 10m de distancia del punto de monitoreo y la segunda más cercana al mismo).
- Caudal medio anual de la PTAR, registrado según la frecuencia indicada en el anexo II.

.....de.....del 20...  
Nombres y apellidos Responsable de la PTR

FUENTE: MVCS, 2013

## REPORTE DE RESULTADOS DEL MONITOREO DE EFLUENTES DE PTAR

### I. RESULTADOS DEL MONITOREO

Fecha del monitoreo: .....

Nombre de la PTAR:					
Parámetro	Tipo de muestra	Resultado del análisis		LMP	Eficiencia PTAR
		Afluente	Efluente		
pH, unidad					
Temperatura, °C					
DBO5, mg/L 1)					
DQO, mg/L1)					
SST, mg/L					
Aceites y Grasas, mg/L					
Coliformes Termotolerantes, NMP/100 mL					
Caudal del afluente, L/s <sup>2</sup> )				Método de medición	
Caudal del efluente, L/s <sup>2</sup> )				Método de medición	
<b>Nombre de laboratorio acreditado</b>					
<b>Responsable de la PTAR</b>	<b>Fecha:</b>			<b>Firma</b>	

- 1) Para efluentes de lagunas de estabilización el valor reportado será el de la DBO y DQO solubles.
- 2) Caudal medido en el momento del monitoreo para las muestras simples.

Método de Aforo	Equipo o dispositivo	Condiciones	Restricciones	Aplicación
Volumétrico	Recipiente De volumen conocido y cronómetro	<input type="checkbox"/> Corriente con caída libre <input type="checkbox"/> Caudales pequeños y de poca velocidad	<input type="checkbox"/> Errores con chorros violentos <input type="checkbox"/> Requiere calibración del recipiente utilizado	Descargas libres
Vertedero	Vertederos	<input type="checkbox"/> Todos los vertederos <input type="checkbox"/> Antes de llegar al vertedor el canal de acceso debe ser recto, al menos 10 veces la longitud de su cresta	<input type="checkbox"/> El porcentaje de error en la medición del caudal disminuye a medida que la carga aumenta <input type="checkbox"/> Existe una mayor exactitud cuando el derrame tiene lugar bajo la carga máxima posible dentro de las limitaciones de cada vertedero <input type="checkbox"/> La cresta y los laterales del vertedero deben ser rectos y afilados <input type="checkbox"/> Aguas abajo del canal no debe haber obstáculos a fin de evitar ahogamiento o inmersión de la descarga del vertedor <input type="checkbox"/> En el proceso de evitar que se ahogue se pierde mucha carga <input type="checkbox"/> No se pueden combinar con estructuras de distribución o derivación <input type="checkbox"/> Se anulan las condiciones de aforo cuando los sedimentos	La medición se basa en el funcionamiento de una sección hidráulica conocida y calibrada, de tal forma que con solo conocer la carga hidráulica de operación, se conoce el gasto que pasa por la sección
Sección-Velocidad	Flotador	<input type="checkbox"/> Velocidad de corriente que conducen gastos pequeños no mayores a 100 L/s <input type="checkbox"/> Tramo del cauce lo más recto posible, alejado de curvas y que el agua corra libremente <input type="checkbox"/> Sección transversal lo más regular posible <input type="checkbox"/> Profundidad suficiente para que el flotador no toque el fondo	<input type="checkbox"/> Hay que tomar en cuenta los coeficientes debidos a la variación del viento <input type="checkbox"/> El flotador debe adquirir una velocidad cercana a la velocidad superficial del agua <input type="checkbox"/> En corrientes turbulentas no se obtienen buenos resultados <input type="checkbox"/> El flotador no debe ser muy ligero ni muy pesado	Canales a cielo abierto, carentes de estructuras de aforo (vertederos) y cuando no sea posible instalar algún otro dispositivo

### Métodos de Medición de Caudal

FUENTE: MVCS, 2013

## **ANEXO N° 05:**

### **5. REGLAMENTO PARA EL OTORGAMIENTO DE AUTORIZACIONES DE VERTIMIENTO Y REÚSO DE AGUAS RESIDUALES TRATADAS- RESOLUCIÓN JEFATURAL N° 224-2013-ANA**

El presente reglamento tiene por objeto regular los aspectos y procedimientos administrativos a seguir para el otorgamiento de autorizaciones, modificaciones y renovaciones de vertimiento de aguas residuales tratadas a cuerpos naturales de agua continental o marina, y de reúso de aguas residuales tratadas.

#### **❖ “Autorización de Reusó de Aguas Residuales Tratadas**

- Condiciones para autorizar el reúso de aguas residuales tratadas, la Autoridad Nacional del Agua podrá autorizar el reúso de aguas residuales tratadas únicamente cuando:
  - a. Las aguas residuales sean sometidas a un tratamiento previo que permita el cumplimiento de los parámetros de calidad establecidos por la autoridad sectorial competente, cuando corresponda.
  - b. Se cuente con la aprobación del instrumento de gestión ambiental otorgado por la autoridad ambiental sectorial competente, que considere específicamente la evaluación ambiental del reúso de aguas residuales tratadas. Cuando el solicitante es persona distinta al titular del sistema de tratamiento de aguas residuales bastará con presentar la certificación ambiental otorgada al titular del sistema de tratamiento.
  - c. No se ponga en peligro la salud humana, el normal desarrollo de la flora y fauna o se afecte a otros usos.
  - d. Se cuente con el derecho de uso de agua correspondiente para el desarrollo de la actividad generadora de aguas residuales a reutilizar.

- Criterio para evaluar la calidad del agua para reúso

“De conformidad con el artículo 150 del Reglamento de la Ley de Recursos Hídricos, las solicitudes de autorización de reúso de aguas residuales tratadas serán evaluadas tomándose en cuenta los valores que establezca el sector correspondiente a la actividad a la cual se destinará el reúso del agua o, en su defecto, las guías correspondientes de la Organización Mundial de la Salud.

- Inicio del procedimiento administrativo

Se inicia con la presentación de la solicitud y anexos en la Mesa de Partes de la sede central de la Autoridad Nacional del Agua o de sus órganos desconcentrados. La solicitud y anexos deberán ser presentados en un (01) ejemplar original y una (01) copia en archivo digital editable.

- Contenido de la solicitud

a. Lugar y fecha.

b. Nombres y apellidos completos, número de documento de identidad, señalar el domicilio y la dirección electrónica donde se desea recibir las notificaciones.

c. La expresión concreta del pedido y los hechos que lo sustentan.

d. Relación de los documentos y anexos que acompañan, según la naturaleza del procedimiento.

e. Firma o huella digital del solicitante.

- Autorización de reúso de aguas residuales tratadas

Los anexos de la solicitud de autorización de reúso de aguas residuales tratadas son los siguientes:

- a. Copia del Documento de identidad del solicitante.
- b. Recibo de pago por derecho de trámite.
- c. Compromiso de pago por derecho de inspección ocular.
- d. Opinión técnica favorable de la Dirección General de Salud Ambiental - DIGESA del Ministerio de Salud para el otorgamiento de autorización de reúso de aguas residuales tratadas, cuando se trata de solicitudes de reúso de aguas con fines agrícolas, riego de parques y jardines públicos, acuicultura y otros que impliquen riesgo a la salud pública.
- e. Autorización sectorial para desarrollar la actividad o acreditación de la titularidad del predio donde se hará el reúso del agua.
- f. Copia del acto administrativo de aprobación del instrumento ambiental correspondiente, emitido por la autoridad ambiental sectorial competente, acompañado de copia digital de la parte correspondiente al sistema de tratamiento de aguas residuales.
- g. Ficha de registro para la autorización de reúso de aguas residuales tratadas, según Anexo 5, suscrita por ingeniero colegiado y habilitado.

- Plazo de vigencia de la autorización de vertimiento o reúso de aguas residuales tratadas

El plazo máximo de vigencia de la autorización de vertimiento y reúso de aguas residuales tratadas será otorgado por seis 6 años.



# ANEXO Nº I: FORMATO DE REQUISITO DE ADMISIBILIDAD

## ANEXO 2

### ANEXO 2.3: FORMATO DE REQUISITOS DE ADMISIBILIDAD PARA AUTORIZACIONES DE REUSO DE AGUAS RESIDUALES TRATADAS

Fecha de registro Expediente :

REQUISITOS TUPA-ANA	DESCRIPCION	REQUISITO QUE SE ADJUNTA		OBS
		SI	NO	
1	Solicitud dirigida a la Autoridad Administrativa del Agua (AAA) correspondiente o al Director de Gestión de Calidad de los Recursos Hídricos (cuando no se encuentre implementada la AAA), con carácter de Declaración Jurada, firmada por el representante legal que contenga lo siguiente: <ul style="list-style-type: none"> <li>Lugar y fecha,</li> <li>Nombres y apellidos completos, número de documento de identidad o carnet de extranjería del solicitante, y en caso de personería jurídica, razón social, número de RUC.</li> <li>Domicilio y dirección electrónica donde se desea recibir notificaciones.</li> <li>La expresión concreta del pedido y los hechos que la sustentan.</li> <li>Relación de los documentos y anexos que acompañan, según la naturaleza del procedimiento.</li> <li>Firma o huella digital del solicitante.</li> </ul>			
2	Copia del Documento de identidad del solicitante. Si es persona jurídica presentar documentos que acrediten la personería jurídica y la representación legal, con una antigüedad no mayor de 90 días naturales (vigente).			
3	Recibo de pago por derecho de trámite.			
4	Compromiso de pago por derecho de inspección ocular			
5	Opinión técnica favorable de la Dirección General de Salud Ambiental – DIGESA del Ministerio de Salud para el otorgamiento de autorización de reuso, cuando se trate de solicitudes de reuso de aguas residuales tratadas con fines agrícolas, riego de parques y jardines			
6	Ficha de registro (Anexo 5) para autorización de reuso de aguas residuales tratadas.			
7	Autorización Sectorial para desarrollar la actividad o acreditación de la titularidad donde se hará el reuso del agua.			
8	Copia del acto administrativo de aprobación del instrumento ambiental correspondiente, emitido por la autoridad ambiental sectorial competente, acompañado de copia digital (CD) de la parte correspondiente al sistema de tratamiento de aguas residuales.			
9	Conformidad del titular y la factibilidad de interconexión (aplica si el reuso de agua residual tratada es realizado por persona distinta al titular del sistema de tratamiento).			

NOTA: Toda la documentación que se presente deberá encontrarse debidamente foliada.

De conformidad con lo dispuesto en el artículo 125° de la Ley N° 27444, Ley de Procedimiento Administrativo General, habiéndose observado el incumplimiento en la presentación de los requisitos establecidos para solicitar autorización de vertimiento de aguas residuales tratadas, según lo indicado en la ficha adjunta, se le otorga por única vez un plazo de dos (02) días hábiles para su subsanación, bajo apercibimiento de dar por no presentada su solicitud.

.....  
**Autoridad Nacional del Agua**  
 Nombre:  
 DNI:

.....  
**EMPRESA:**  
 Nombre:  
 DNI:



## ANEXO II: FORMATO FICHA DE REGISTRO PARA AUTORIZACIÓN DE REUSO DE AGUAS RESIDUALES TRATADAS

<b>PARTE VI. SISTEMA DE TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES</b>			
<b>A. Indique el tipo de tratamiento (marque con "X" según corresponda):</b>			
<input type="checkbox"/> Lagunas aireadas	<input type="checkbox"/> Trampa de grasas	<input type="checkbox"/> Filtros biológicos	<input type="checkbox"/> Tratamiento de lodos
<input type="checkbox"/> Lagunas anaerobias	<input type="checkbox"/> Tanque de neutralización	<input type="checkbox"/> Filtros de arena	<input type="checkbox"/> Desinfección con .....
<input type="checkbox"/> Lagunas facultativas	<input type="checkbox"/> UASB	<input type="checkbox"/> Sedimentador secundario	<input type="checkbox"/> Osmosis inversa
<input type="checkbox"/> Tanque séptico	<input type="checkbox"/> Tanque Imhoff	<input type="checkbox"/> Lodos activados	<input type="checkbox"/> Otros: .....
<input type="checkbox"/> Sistema de percolación	<input type="checkbox"/> Tanques de flotación	<input type="checkbox"/> Sistema SBR	<input type="checkbox"/> Otros: .....
<input type="checkbox"/> Tanque de sedimentación	<input type="checkbox"/> Reactor anaeróbico	<input type="checkbox"/> Zanjas de oxidación	<input type="checkbox"/> Otros: .....
Indicar el periodo de vida útil del sistema de tratamiento (años):			
<b>B. Descripción del Sistema de Tratamiento de aguas residuales</b>			
Indicar un diagrama de flujo indicando el caudal de diseño y de operación, periodo de retención, eficiencia del sistema de tratamiento.			
Lugar:			
Fecha:			
Página (6/10)	Nombre, Firma y Sello del Representante Legal		Nombre, Firma y Sello del Ingeniero responsable



## **ANEXO N° 06:**

### **6. PARÁMETROS DE CALIDAD PARA EL USO DE AGUAS RESIDUALES- ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD (OMS).**

#### **GUÍAS DE CALIDAD DE EFLUENTES PARA LA PROTECCIÓN DE LA SALUD**

##### **6.1 Directrices sanitarias de la OMS para la agricultura**

La eliminación de agentes patógenos es el principal objetivo del tratamiento de aguas residuales para aprovechamiento. Sin embargo, como se señaló antes, las directrices sobre la calidad de las aguas residuales y las normas para aprovechamiento frecuentemente se expresan según el máximo número permisible de bacterias coliformes fecales.

En la práctica, los coliformes fecales pueden emplearse como indicadores razonablemente fiables de los agentes patógenos bacterianos, ya que por lo general sus características de supervivencia en el medio ambiente y su índice de eliminación instantánea o paulatina en los procesos de tratamiento son similares.

El grupo de coliformes totales es menos fiable como indicador, pues no todos los coliformes son exclusivamente de origen fecal y, a menudo, la proporción de coliformes no fecales es muy elevada en los climas cálidos. Los coliformes fecales son indicadores menos satisfactorios de los virus excretados y tienen uso muy limitado cuando se trata de protozoarios y helmintos, para los cuales no existen indicadores seguros.

Por lo general, las normas o directrices sobre la calidad de las aguas residuales que se pretende emplear para riego de cultivos sin restricciones, incluso para cultivos de legumbres y verduras para ensaladas que se consumen crudas, contienen reglas explícitas (i.e., indican el máximo número de coliformes) y requisitos mínimos de tratamiento (primario, secundario o terciario) según la clase de cultivo que se debe regar (si es para consumo o no).

Las normas establecidas en los últimos 50 años han sido, en general, muy estrictas, ya que se han basado en una evaluación teórica de los posibles riesgos que para la salud tiene la supervivencia de agentes

patógenos en las aguas residuales, el suelo y los cultivos, antes que en pruebas epidemiológicas fehacientes del riesgo real.

El máximo número permisible de coliformes fue también bajo. Por ejemplo, las normas del Departamento de Salud Pública del Estado de California permiten solo 23 o 2,2 coliformes por cada 100 ml, según el cultivo regado y el método de riego empleado.

En 1971, el Grupo de Expertos de la OMS en Aprovechamiento de Efluentes reconoció que las normas extremadamente estrictas fijadas en California no encontraban justificación en las pruebas epidemiológicas existentes y recomendó una directriz sobre la calidad microbiológica del agua empleada para riego sin restricciones de verduras que se consumen cocidas, según la cual el número de coliformes totales no puede ser mayor de 100 por cada 100 ml, lo que representó una liberación con relación a la medida anterior.

Se han acumulado nuevas pruebas epidemiológicas y evaluado estudios e informes de años anteriores. Las comprobaciones de estos estudios fueron analizadas cuidadosamente por destacados expertos en salud pública, epidemiología y medio ambiente en las reuniones de Engelberg y Adalboden en 1985 y 1987, respectivamente, así como en numerosas reuniones y consultas nacionales e internacionales. Los expertos concuerdan en que el riesgo real de las aguas residuales tratadas es mucho menor de lo previsto y que no se justifica que hayan sido tan severas las primeras normas y pautas sobre la calidad microbiológica de los efluentes usados en riego sin restricciones de legumbres y verduras normalmente consumidas crudas, sobre todo en lo que respecta a agentes patógenos bacterianos.

Desde entonces, la OMS, el Banco Mundial, el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo y muchas instituciones académicas han hecho un gran esfuerzo por establecer una base epidemiológica más racional para las directrices sobre el riego con aguas residuales partiendo de estas nuevas pruebas, en el informe de Engelberg se recomendaron directrices que contienen normas menos estrictas que las establecidas anteriormente para los coliformes fecales.

Sin embargo, son más estrictas que las precedentes en lo que se refiere al número de huevos de helmintos que, según se reconoció, constituyen el mayor riesgo real para la salud pública especialmente en las zonas donde las helmintiasis son endémicas. Esto significa que se debe eliminar un 99,9% de los huevos de helmintos mediante tratamientos apropiados en las zonas donde las helmintiasis son endémicas y presentan riesgos tangibles para la salud basándose en las nuevas pruebas epidemiológicas, se recomiendan nuevas directrices bacteriológica de una media geométrica de 1.000 coliformes fecales por cada 100 ml para riego sin restricciones de todos los cultivos.

Sin duda, el empleo irracional de normas excesivamente estrictas para la calidad microbiológica de las aguas residuales empleadas para riego ha llevado a ciertas situaciones anómalas. Usualmente, las normas no se cumplen y han surgido graves problemas de salud pública por el riego con aguas residuales sin tratar, carente de reglamentación y a menudo ilegal, práctica muy difundida en los países en desarrollo. El método recomendado ahora exige la introducción de normas nacionales revisadas estrictas y acordes con la realidad para la eliminación de huevos de helmintos, pero las normas son menos exigentes con respecto a las concentraciones bacterianas permisibles. El Grupo consideró que este nuevo método incrementaría la protección de la salud de un público mayor, y al mismo tiempo, permitiría establecer metas que fueran factibles técnica y económicamente.

Sin embargo, los valores de las directrices dadas en el cuadro 1 se deben interpretar con cuidado, y de ser necesario, se deben modificar según los factores epidemiológicos, socioculturales y ambientales de cada lugar

**Directrices recomendadas sobre la calidad microbiológica de las aguas residuales empleadas en agricultura**

Categoría	Condiciones de aprovechamiento	Grupo expuesto	Nematodos intestinales <sup>b</sup> (Media aritmética n° de huevo por litro <sup>c</sup> )	Coliformes fecales (Media geométrica N° por 100 ml <sup>c</sup> )	Tratamiento requerido (para lograr la calidad microbiológica exigida)
A	Riego de cultivos que comúnmente se consumen crudos, campos de deporte, parques públicos	Trabajadores, consumidores, público	≤ 1	≤ 1.000 <sup>d</sup>	Serie de estanques de estabilización que permitan lograr la calidad microbiológica indicada o tratamiento equivalente
B	Riego de cultivos de cereales, industriales y forrajeros, praderas y árboles <sup>e</sup>	Trabajadores	< 1	No se recomienda ninguna norma	Retención en estanques de estabilización por 8 a 10 días o eliminación equivalente de helmintos y coliformes fecales
C	Riego localizado en la categoría B, cuando ni los trabajadores ni el público están presentes	Ninguno	No se aplica	No se aplica	Tratamiento previo según lo exija la tecnología de riego, pero no menos que sedimentación primaria

<sup>a</sup> En casos específicos se debería tener en cuenta los factores epidemiológicos, socioculturales y ambientales de cada lugar y modificar las directrices de acuerdo a ello.

<sup>b</sup> Especies *Áscaris* y *Trichuris* y anquilostomas.

<sup>c</sup> Durante el período de riego.

<sup>d</sup> Conviene establecer una directriz más estricta (≤ 200) coliformes fecales por 100 ml) para prados públicos, como los de los hoteles, con los que el público puede entrar en contacto directo.

<sup>e</sup> En el caso de los árboles frutales, el riego debe cesar dos semanas antes de cosechar la fruta y ésta no se debe recoger del suelo. No es conveniente regar por aspersión.

FUENTE: OMS, 2010

## **ANEXO Nº 07:**

### **7. LAS AGUAS RESIDUALES, COMPOSICIÓN Y TRATAMIENTO- MARCO TEÓRICO DE ROSA OLEA MADRUGA TENIENDO EN CUENTA EL LIBRO DE METCALF y EDDY “TRATAMIENTO, EVACUACIÓN Y REUTILIZACIÓN DE AGUAS RESIDUALES”**

#### **7.1 Las aguas residuales**

Las aguas residuales son las aguas de composición variada provenientes de las descargas de usos municipales, industriales, comerciales, de servicios, agrícolas, pecuarios, domésticas, incluyendo fraccionamientos y en general cualquier otro uso, así como la mezcla de ellas.

En general se consideran las aguas residuales domésticas a los líquidos provenientes de las viviendas o residencias, edificios comerciales e institucionales. Se denominan aguas residuales municipales a todos los residuos líquidos transportados por el alcantarillado de una ciudad o población.

#### **7.2 Parámetros principales de las aguas residuales**

Los parámetros para la caracterización de las aguas residuales se dividen en físicos, químicos y biológicos.

##### **7.2.1 Parámetros químicos**

La demanda bioquímica de oxígeno a 5 días (DBO<sub>5</sub>), es el oxígeno necesario para oxidar (estabilizar) la materia orgánica biodegradable en 5 días, representa la materia orgánica biodegradable presente en el agua residual y es el parámetro más utilizado para medir la calidad de las aguas residuales y superficiales.

La demanda química de oxígeno (DQO) es la cantidad de oxígeno necesaria para oxidar toda la materia orgánica oxidable presente en el agua.

La relación DBO/DQO indica la biodegradabilidad de las aguas residuales, en la tabla 1 se muestra la clasificación del tipo de aguas según la DBO/DQO.

Tabla 1. Tipos de agua residual según la relación de biodegradabilidad

<b>Tipo de Agua Residual</b>	<b>DBO/DQO</b>
Cruda	0.3 a 0.8
Después de sedimentación primaria	0.4 a 0.6
Efluente final	0.1 a 0.3

Fuente: Mecalf y Eddy, 2007

Si la relación es de 0.5 o más significa que es fácilmente biodegradable mientras que si es e 0.3 o menor no es fácilmente biodegradable e incluso podría presentar sustancias tóxicas (Metcalf, 2007).

El pH es la medida de la acidez o la basicidad del agua residual. El rango de pH que permite la actividad biológica en el agua residual es típicamente de 6 a 9.

Tanto el nitrógeno como el fósforo se usan para medir la cantidad de nutrientes presentes y el grado de descomposición en el agua residual, las formas oxidadas se pueden tomar como una medida del grado de oxidación. Cuando estos nutrientes se descargan en los cuerpos de agua pueden desencadenar la eutrofización del mismo. El nitrógeno se evalúa como nitrógeno total, orgánico, amoniacal, nitrito y nitratos, mientras que el fósforo solo se mide en orgánico e inorgánico.

Los cloruros hablan de la posibilidad de reusar el agua residual en el ámbito agrícola.

Los sulfatos se evalúan en el agua residual ya que pueden provocar malos olores e impactan en el tratamiento del lodo residual.

Los compuestos orgánicos volátiles son compuestos de reciente estudio y la principal importancia de su remoción dentro de las plantas de tratamiento es debido a las afectaciones que provocan en la salud humana.

La alcalinidad es una medida de la capacidad buffer del agua residual (Metcalf y Eddy, 2007).

#### 7.2.2 Parámetros físicos

Los sólidos se clasifican de diferentes formas, tanto volátiles y fijos, como suspendidos y disueltos y en general se miden para evaluar el reúso potencial del agua residual y para determinar las operaciones unitarias y los procesos más óptimos para su tratamiento.

Específicamente los sólidos suspendidos es uno de los dos estándares universales usados en la evaluación de afluentes (junto con la DBO<sub>5</sub>) y señalan la necesidad de filtrar el efluente antes de su reúso.

En general se asume que los sólidos volátiles representan materia orgánica y los sólidos fijos son el residuo inorgánico. La relación volátil/fijos se usa para caracterizar el agua residual respecto a la cantidad de materia orgánica presente.

Los sólidos sedimentables son los sólidos que en un tiempo determinado sedimentan por efecto de la gravedad.

El término grasas y aceites, el cual también incluye a las ceras y otros contaminantes parecidos del agua residual, interfieren con la actividad biológica ya que su baja solubilidad disminuye su degradación biológica (Metcalf y Eddy, 2007).

#### 7.2.3 Parámetros biológicos

Los coliformes totales y fecales se miden para evaluar la presencia de bacterias patógenas y la efectividad del proceso de desinfección (Metcalf y Eddy, 2004).

### 7.3 Composición de las aguas residuales

La expresión de las características de un agua residual puede hacerse de muchas maneras, dependiendo de su propósito específico; sin embargo, vale la pena anotar que toda caracterización de aguas residuales implica un programa de muestreo apropiado para asegurar representatividad de la muestra y un análisis de laboratorio de conformidad con normas estándar que aseguren precisión y exactitud en los resultados. En la tabla 2 se muestran los compuestos típicos presentes en las aguas residuales domésticas, todos los valores, salvo las excepciones que son marcadas, se expresan en mg/L.

Tabla 2. Caracterización media del agua residual doméstica

Constituyente	Metcalf y Eddy (2004)			Romero (1999)
	Fuerte	Media	Débil	
Sólidos totales:	1230	720	390	720
Disueltos totales	860	500	270	500
Fijos	520	300	160	300
Volátiles	340	200	110	200
En suspensión totales	400	210	120	220
Fijos	85	50	25	55
Volátiles	315	160	95	165
Sólidos sedimentables, mL/L	20	10	5	10
Demanda bioquímica de oxígeno, a 5 días y a 20°C (DBO5 a 20°C)	350	190	110	220
Carbono orgánico total (COT)	260	140	80	160
Demanda química de oxígeno (DQO)	800	430	250	500
Nitrógeno (total como N):	70	40	20	40
Orgánico	25	15	8	15
Amoníaco libre	40	25	12	25
Nitritos	0	0	0	8
Nitratos	0	0	0	0

Fósforo (total como P):	12	7	4	8
Orgánico	4	2	1	3
Inorgánico	8	5	3	5
Cloruros	90	50	30	50
Sulfatos	50	30	20	-
Alcalinidad (como CaCO <sub>3</sub> )	-	-	-	100
Grasas y aceites	100	90	50	100
Compuestos orgánicos volátiles, VOC's (µg/L)	100	90	50	-
Coliformes totales (No./100 mL)	10 <sup>7</sup> - 10 <sup>10</sup>	10 <sup>7</sup> -10 <sup>9</sup>	10 <sup>6</sup> -10 <sup>8</sup>	-
Coliformes fecales (No./100 mL)	10 <sup>5</sup> -10 <sup>8</sup>	10 <sup>4</sup> -10 <sup>6</sup>	10 <sup>3</sup> -10 <sup>5</sup>	-

Un dato que muchos autores suelen no reportar es el pH de las aguas residuales el cual según Madera, Silva y Peña (2011) suele encontrarse entre 6.4 y 7.1.

#### 7.4 Parámetros típicos de diseño

Los parámetros de diseño varían dependiendo la clasificación de las lagunas. En la tabla 3 se muestran los parámetros típicos para las lagunas de estabilización establecidos por Metcalf y Eddy (2007).

Tabla 3. Parámetros típicos de diseño para las lagunas de estabilización

<b>Tipo de Laguna</b>					
<b>Parámetro</b>	<b>Aerobia de Baja Tasa</b>	<b>Aerobia de Alta Tasa</b>	<b>Aerobia de Maduración</b>	<b>Facultativa</b>	<b>Anaerobia</b>
TRH, d	10-40	4-6	5-20	5-30	20-50
Profundidad, m	0.9 – 1.2	0.3- 0.45	0.9 – 1.5	1.2 – 2.5	2.5 – 5
pH	6.5 – 10.5	6.5 – 10.5	6.5 – 10.5	6.5 – 8.5	6.5 – 7.2
Temperatura, °C	0 – 30	5 – 30	0 – 30	0 – 50	6 – 50
Temperatura Óptima, °C	20	20	20	20	30
Carga Orgánica, kg/ha d	67 – 135	90-180	< 17	56-202	225 – 560
Conversión de DBO %	80 – 95	80- 95	60 – 80	80 -95	50 -85
Principal conversión	Algas, CO <sub>2</sub> , material celular.	Algas, CO <sub>2</sub> , material celular.	Algas, CO <sub>2</sub> , material celular, NO <sub>3</sub> .	Algas, CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> materia	CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> material celular.
Sólidos Suspendidos del efluente,	80- 140	150 – 300	10 – 30	40 – 60	80 – 160

Fuente: Metcalf y Eddy, 2007.

Se incluye también un resumen de los criterios de diseño de las lagunas de estabilización, cuya principal diferencia con la mostrada anteriormente son los valores dados en referencia a la carga orgánica.

Tabla 4. Criterios de diseño de lagunas de estabilización

Criterio	Laguna		
	Aerobia	Facultativa	Anaerobia
Profundidad, m	0.15-0.45	1-2.5	2.5-4-5
TRH, días	2-6	7-50	5-50
Carga	100-200	200-500	250-4000
kg DBO <sub>5</sub> /ha-día	80-95	70-95	50-80
% DBO eliminada	80-95	70-95	50-80
Concentración algas, mg/L	100	10-50	-

Fuente: Metcalf y Eddy, 2007.



# PANEL FOTOGRAFICO



**DISTRITO: CASMA**  
**PROVINCIA: CASMA**  
**REGIÓN: ANCASH**

**JULIO-2017**

# PANEL FOTOGRÁFICO

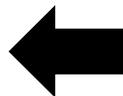
IMÁGEN 01



IMÁGEN 02



Se observa la Laguna  
de Oxidación N° 02  
fuera de  
funcionamiento



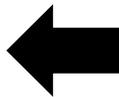
**IMÁGEN 03**



**IMÁGEN 04**



Se observa al tesista  
realizando  
evaluaciones en la  
Laguna de Oxidación  
N° 02



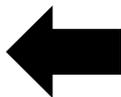
**IMÁGEN 05**



**IMÁGEN 06**



Se aprecia al tesista  
tomando  
coordenadas en el  
canal de salida de la  
Laguna N° 01



**IMÁGEN 07**



**IMÁGEN 08**



Toma de muestras  
en el buzón de salida  
de la Laguna de  
Oxidación N° 01



**IMÁGEN 09**



**IMÁGEN 10**



Toma de muestras  
del agua residual a la  
salida d la Laguna de  
Oxidación N° 02



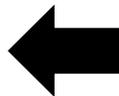
**IMÁGEN 11**



**IMÁGEN 12**



Estudio de Suelos  
Calicata N° 02



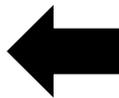
**IMÁGEN 13**



**IMÁGEN 14**



Se observa la salida  
de la Laguna N° 01,  
con presencia de  
malezas y materia  
orgánica





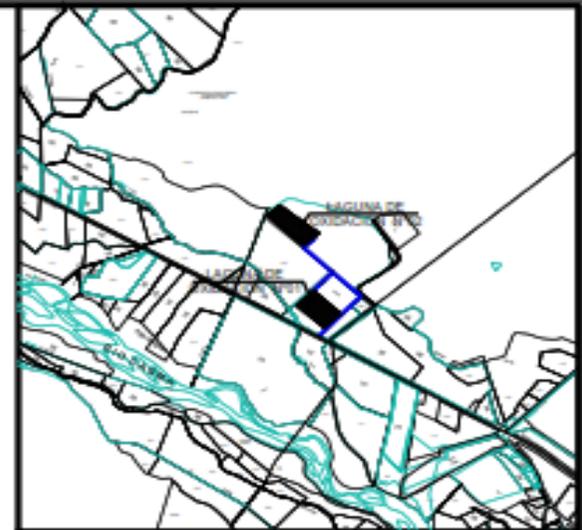
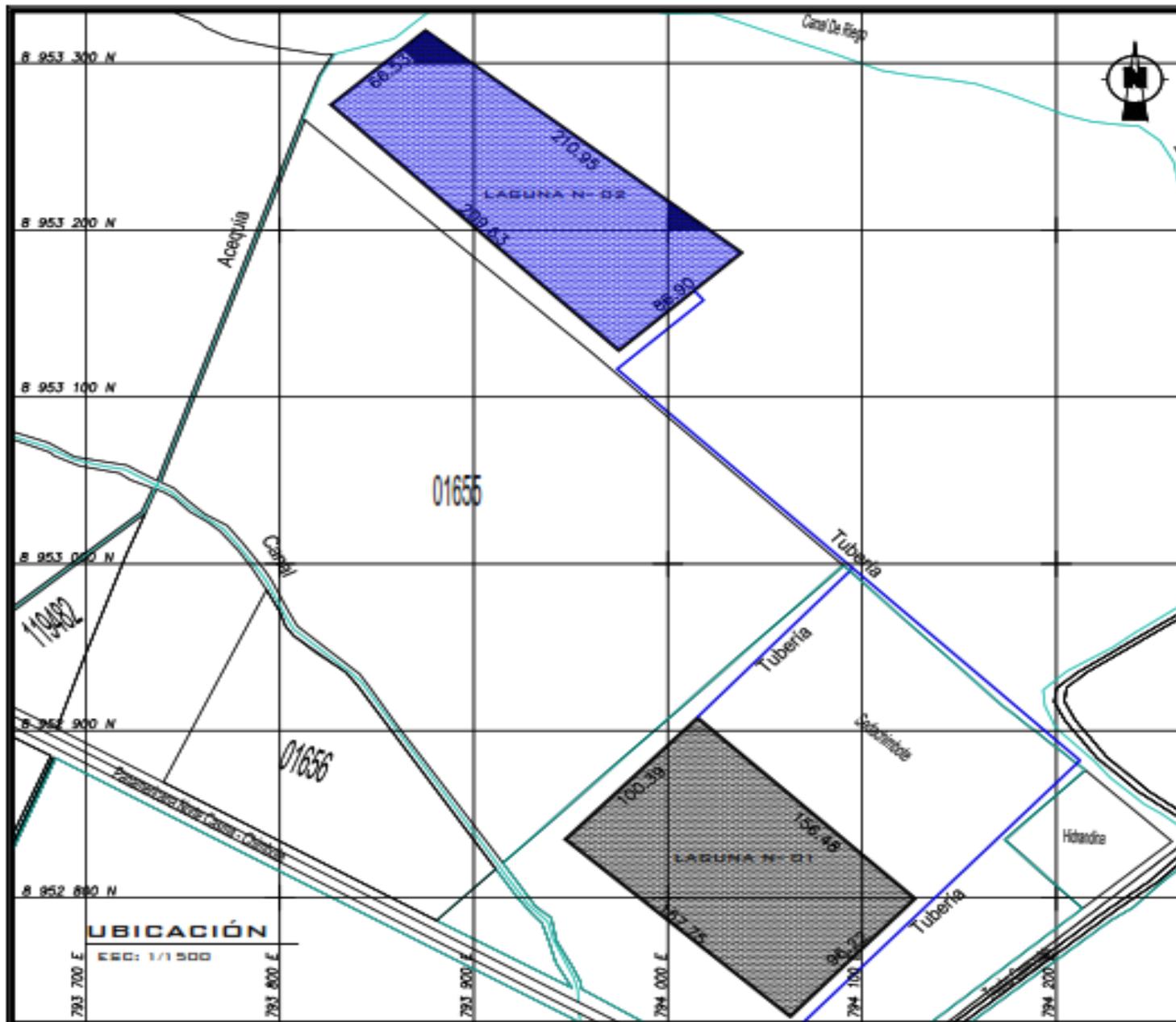
# **PLANO DE UBICACIÓN Y LOCALIZACIÓN**



**DISTRITO: CASMA  
PROVINCIA: CASMA  
REGIÓN: ANCASH**

**JULIO-2017**





**LOCALIZACIÓN**  
 ESC: 1/1 5000

**CUADRO DE ÁREAS**

NOMBRE	AREA (m <sup>2</sup> )	PERIMETRO(m)
LAGUNA N° 01	15441.7275	504.5227
LAGUNA N° 02	15590.8568	567.6553

DATUM WGS 84 ZONA 17 SUR

**LEYENDA**

DESCRIPCIÓN
LAGUNAS DE OXIDACIÓN
TUBERIA
CANAL DE RIEGO



Proyecto de Investigación:  
 EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES  
 DE LAS LAGUNAS DE OXIDACIÓN DE LA CIUDAD DE CASMA - 2017

Ubicación:  
 DISTRITO DE CASMA-PROVINCIA DE CASMA-MOCHISH

Título:  
 PLANO DE UBICACIÓN Y LOCALIZACIÓN

Autor:  
 KARLA MURIL, MOYA LOAYZA

Asesor:  
 PAUL ANTONIO GARCÍA SANCHEZ AGUIRRE  
 ROBERTO GONZALEZ GONZALEZ  
 DR. ESTEBAN GARCÍA GARCÍA GARCÍA

N° de Lámina

**A-01**

Estado:  
 Indicado

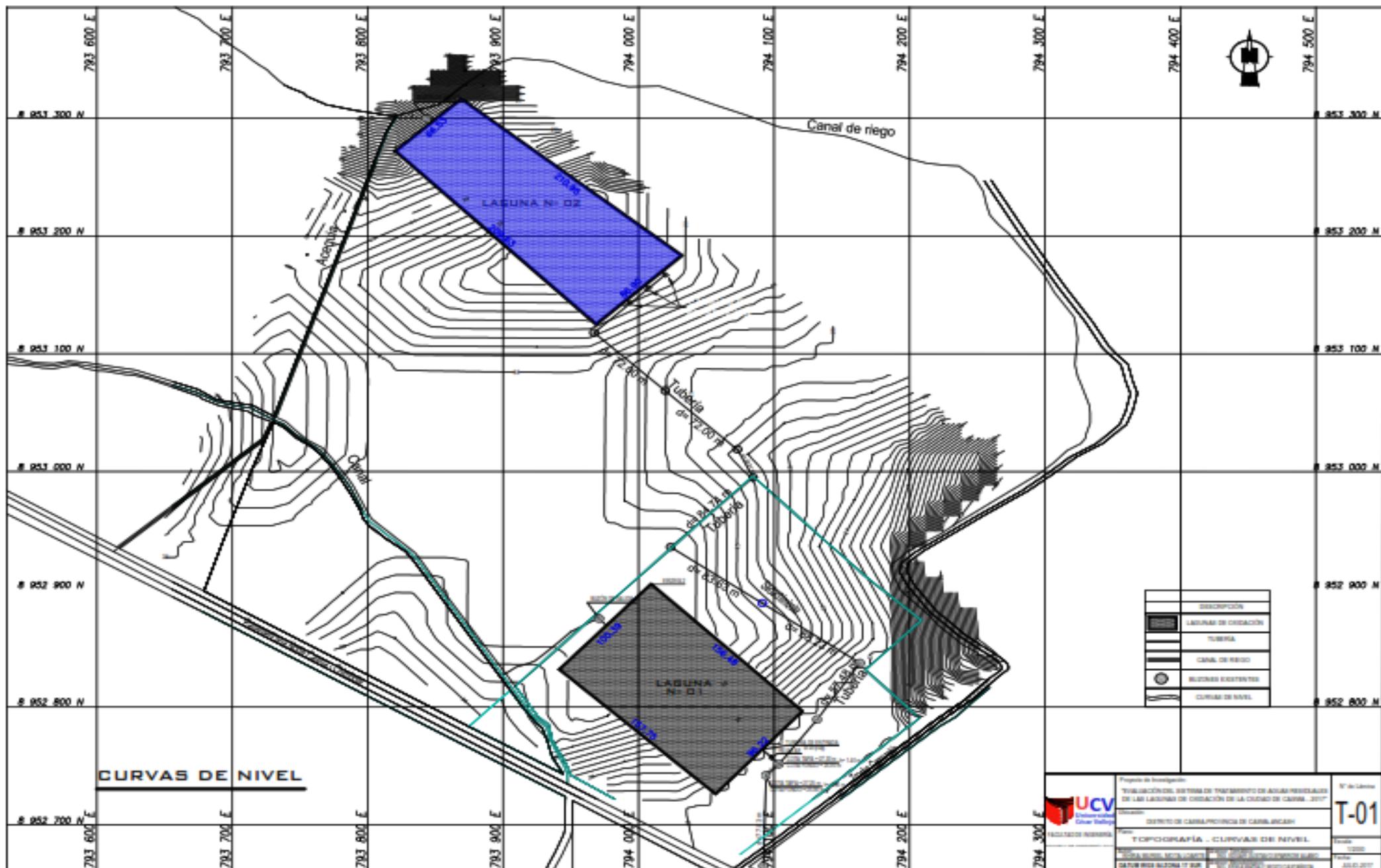


# PLANO TOPOGRÁFICO ACTUAL



**DISTRITO: CASMA**  
**PROVINCIA: CASMA**  
**REGIÓN: ANCASH**

**JULIO-2017**



**CURVAS DE NIVEL**



Proyecto de Investigación:  
 TUBIFICACIÓN DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES  
 DE LAS LAGUNAS DE OXIDACIÓN DE LA CIUDAD DE CAJAMA, 2017  
 Autor:  
 DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL  
**TOPOGRAFÍA - CURVAS DE NIVEL**  
 Fecha de Ejecución:  
 Escala del Plano:

**T-01**



# **PLANO DE SECCIONES TRANVERSALES LAGUNA N° 01**



**DISTRITO: CASMA  
PROVINCIA: CASMA  
REGIÓN: ANCASH**

**JULIO-2017**



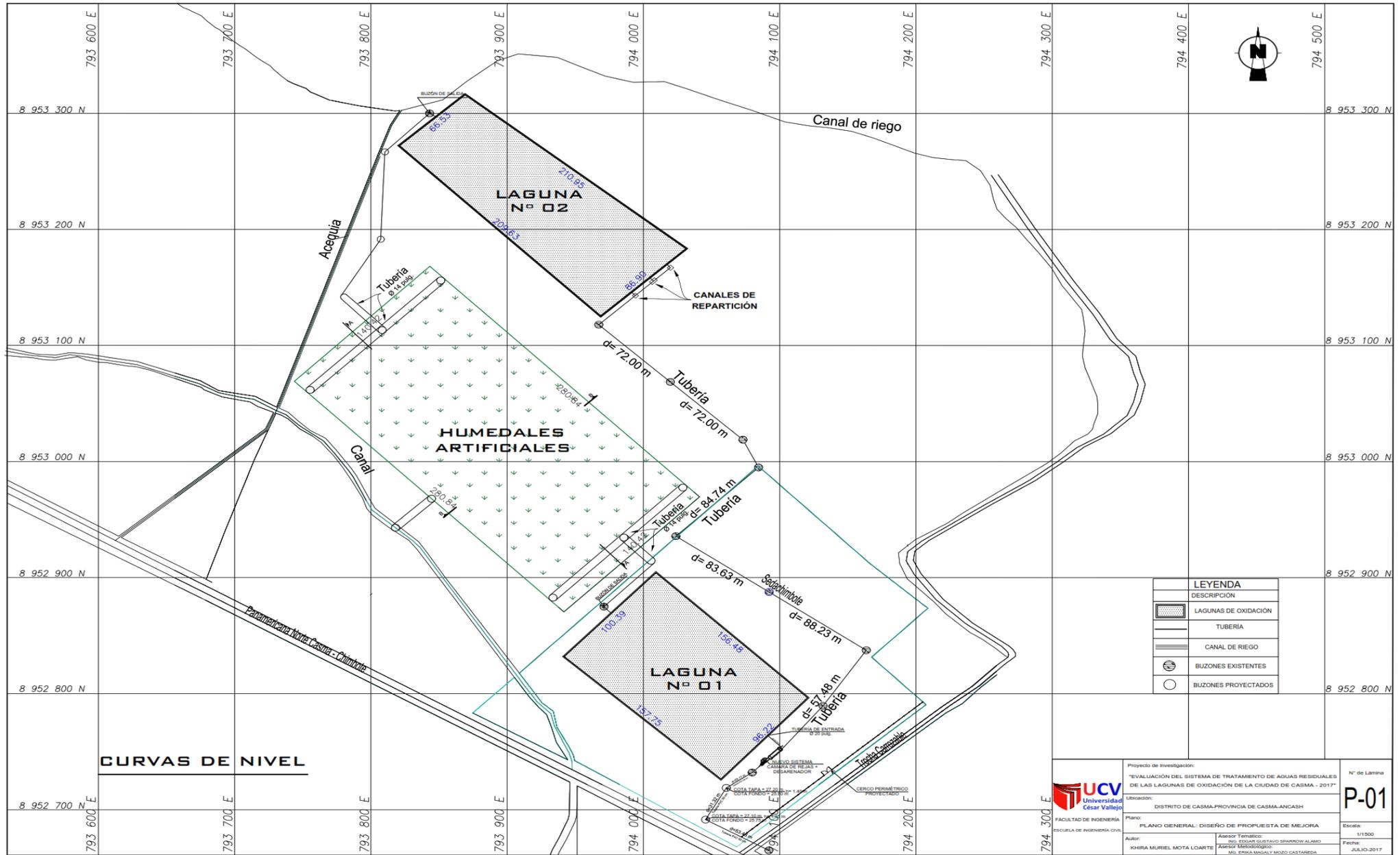


# **PLANO TOPOGRÁFICO- DISEÑO DE PROPUESTA DE MEJORA**



**DISTRITO: CASMA  
PROVINCIA: CASMA  
REGIÓN: ANCASH**

**JULIO-2017**



LEYENDA	
DESCRIPCIÓN	
	LAGUNAS DE OXIDACIÓN
	TUBERÍA
	CANAL DE RIEGO
	BUZONES EXISTENTES
	BUZONES PROYECTADOS

<p>Universidad César Vallejo</p> <p>FACULTAD DE INGENIERÍA</p> <p>ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL</p>	Proyecto de Investigación: "EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LAS LAGUNAS DE OXIDACIÓN DE LA CIUDAD DE CASMA - 2017"	N° de Lámina
	Ubicación: DISTRITO DE CASMA-PROVINCIA DE CASMA-ANCASH	<p><b>P-01</b></p>
	Plano: PLANO GENERAL: DISEÑO DE PROPUESTA DE MEJORA	
	Autor: KHIRA MURIEL MOTA LOARTE	Asesor Técnico: ING. OSCAR GUSTAVO SEMPRÓN ALAMO Asesor Metodológico: ING. ERICA MARILYN MUÑOZ CASTAÑEDA

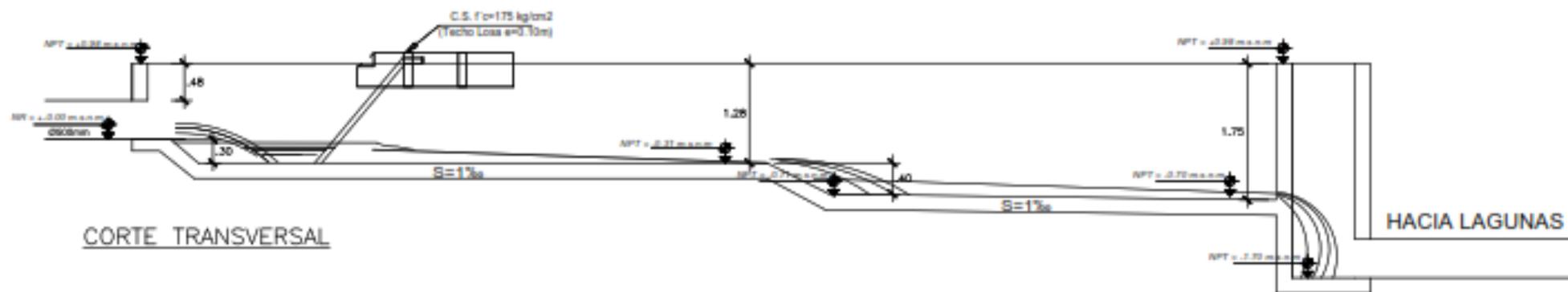


# **PLANO EN PLANTA CÁMARA DE REJAS Y DESARENADOR- DISEÑO SEGÚN AFORO**

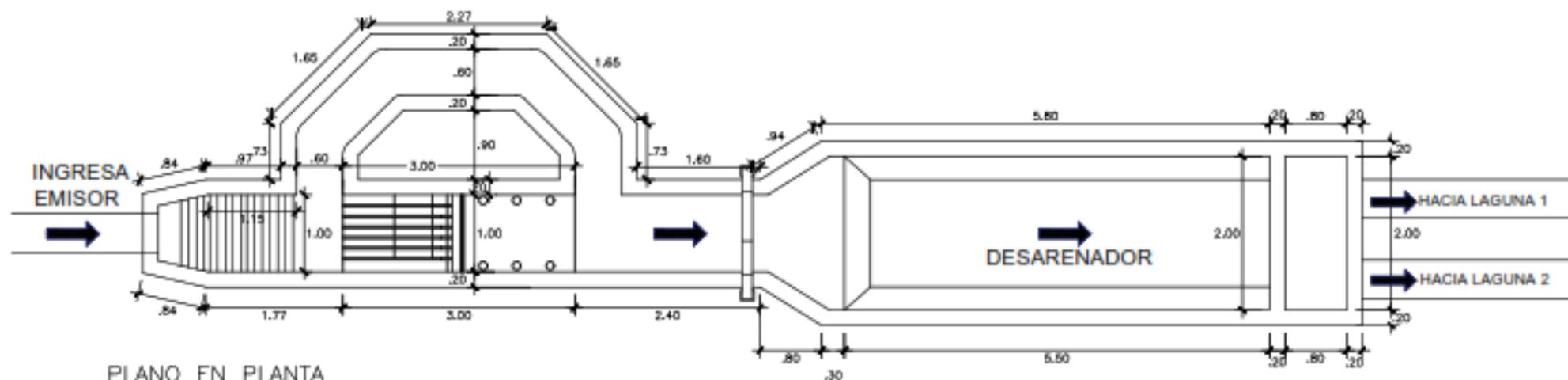


**DISTRITO: CASMA  
PROVINCIA: CASMA  
REGIÓN: ANCASH**

**JULIO-2017**



CORTE TRANSVERSAL



PLANO EN PLANTA

# CÁMARA DE REJAS Y DESARENADOR- DISEÑO CON CAUDAL DE AFORO

ESC:1/50

 FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL	Proyecto de Investigación: "EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LAS LAGUNAS DE OXIDACIÓN DE LA CIUDAD DE CASMA - 2017"	N° de Lámina
	Ubicación: DISTRITO DE CASMA-PROVINCIA DE CASMA-ANCASH	P-02
	Plano: PLANO EN PLANTA DE CÁMARA DE REJAS Y DESARENADOR	Escala:
	Autor: KHIRA MURIEL MOTA LOARTE	Asesor Técnico: ING. EDGAR GUSTAVO ESPARDO ALAMO Asesor Metodológico: ING. SPINA MARÍA Y RICHO CASTAÑEDA



# **PLANO EN PLANTA CÁMARA DE REJAS Y DESARENADOR- DISEÑO PROYECTADO AL 2037**



**DISTRITO: CASMA  
PROVINCIA: CASMA  
REGIÓN: ANCASH**

**JULIO-2017**



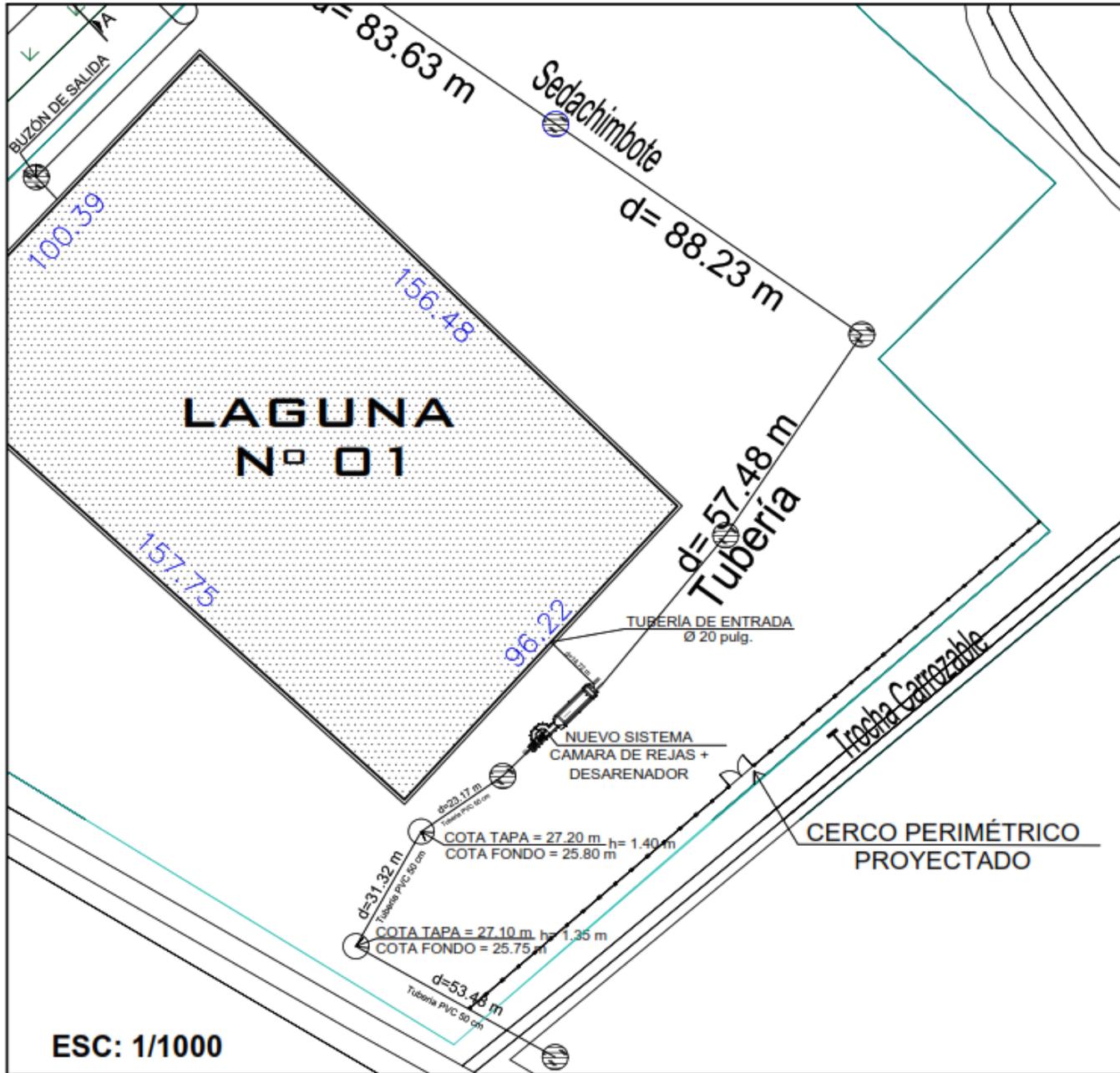


# PLANO DEL CERCO PERIMÉTRICO

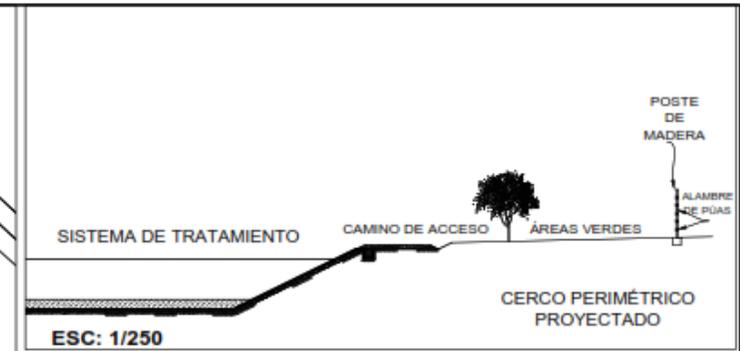


**DISTRITO: CASMA**  
**PROVINCIA: CASMA**  
**REGIÓN: ANCASH**

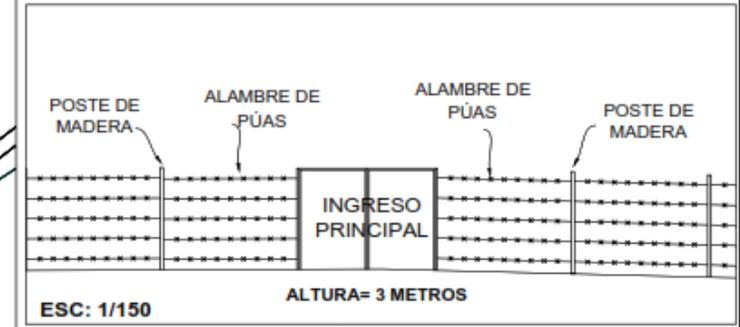
**JULIO-2017**



ESC: 1/1000



**CERCO PERIMÉTRICO CORTE TRANSVERSAL**



**ELEVACIÓN PRINCIPAL CERCO PERIMÉTRICO PROYECTADO**

<p>FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL</p>	Proyecto de Investigación: "EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LAS LAGUNAS DE OXIDACIÓN DE LA CIUDAD DE CASMA - 2017"	N° de Lámina <b>P-04</b>
	Ubicación: DISTRITO DE CASMA-PROVINCIA DE CASMA-ANCASH	Escala: INDICADA
Plano: <b>DISEÑO DE PROPUESTA DE MEJORA CERCO PERIMÉTRICO</b>	Autor: KHIRA MURIEL MOTA LOARTE	Fecha: JULIO-2017
Asesor Temático: ING. EDGAR GUSTAVO SPARROW ALAMO	Asesor Metodológico: MG. ERIKA MAGALY MOZO CASTAÑEDA	



# **PLANO DE HUMEDALES ARTIFICIALES**



**DISTRITO: CASMA  
PROVINCIA: CASMA  
REGIÓN: ANCASH**

**JULIO-2017**

