

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO

FACULTAD DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y DE RECURSOS NATURALES

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y DE RECURSOS
NATURALES**



**“CALIDAD DE LAS AGUAS RESIDUALES EN ÉPOCA DE
ESTIAJE E INFLUENCIA EN LA CALIDAD DE SUELO
AGRÍCOLA, PARCELA 00512, ANEXO LÚCUMO,
LUNAHUANÁ”**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AMBIENTAL Y DE RECURSOS NATURALES**

**THAIS VIVIAM VICENTE SÁNCHEZ
DALIA MARICIELO SANDOVAL BARRIOS**

[Handwritten signature]
[Handwritten signature]

Callao, 2021

[Handwritten signature]

PERÚ



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO

FACULTAD DE INGENIERIA AMBIENTAL Y DE RECURSOS NATURALES



(Resolución N° 019-2021-CU del 20 de enero de 2021)

ACTA N° 007-2021-JST-FIARN-UNAC DE SUSTENTACIÓN DE TESIS SIN CICLO DE TESIS PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO AMBIENTAL Y DE RECURSOS NATURALES

A los 07 días del mes de octubre del año 2021, siendo las 19:00 horas, se reúnen en la sala Meet <https://meet.google.com/gvr-vhga-ozf> los miembros del JURADO DE SUSTENTACIÓN DE TESIS para la obtención del título profesional de Ingeniero Ambiental y de Recursos Naturales de la facultad de Ingeniería Ambiental y de Recursos Naturales, según la resolución N° 150-2021-D-FIARN, conformado por los siguientes docentes ordinarios de la Universidad Nacional del Callao:

Ing. Abner Josué Vigo Roldán	: Presidente
Mg. Luís Enrique Lozano Vieytes	: Secretario
Dr. Miguel Ángel De La Cruz Cruz	: Vocal
MSc. María Antonieta Gutiérrez Díaz	: Asesora

Con el quórum reglamentario de ley, de conformidad con lo establecido por el Reglamento de Grados y Títulos vigente, se dio inicio al acto de sustentación de la tesis de las bachilleres Thais Viviam Vicente Sánchez y Dalia Maricielo Sandoval Barrios quienes, habiendo cumplido con los requisitos para optar el Título Profesional de Ingeniero Ambiental y de Recursos Naturales, sustentan la tesis titulada **“CALIDAD DE LAS AGUAS RESIDUALES EN ÉPOCA DE ESTIAJE E INFLUENCIA EN LA CALIDAD DE SUELO AGRÍCOLA, PARCELA 00512, ANEXO LÚCUMO, LUNAHUANÁ”**; cumpliendo con la sustentación en acto público, de manera no presencial a través de la Plataforma Virtual, en cumplimiento de la declaración de emergencia adoptada por el Poder Ejecutivo para afrontar la pandemia del COVID-19, a través del D.S. N° 044-2020-PCM y lo dispuesto en el DU N° 026-2020 y en concordancia con la Resolución del Consejo Directivo N°039-2020-SUNEDU-CD y la Resolución Viceministerial N° 085-2020-MINEDU, que aprueba las "Orientaciones para la continuidad del servicio educativo superior universitario".

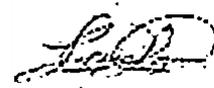
Luego de la exposición, y la absolución de las preguntas formuladas por el jurado y efectuadas las deliberaciones pertinentes, se acordó: Dar por

APROBADO la presente tesis, con la escala de calificación cualitativa **MUY BUENO** y calificación cuantitativa **DIECIOCHO (18)**, conforme a lo dispuesto en el Art. 27° del Reglamento de Grados y Títulos de la UNAC, aprobado por Resolución de Consejo Universitario N° 245-2018- CU del 30 de octubre del 2018.

Se dio por cerrada la Sesión a las 20:18 horas del jueves 07 de octubre del año en curso.



Ing. Abner Josué Vigo Roldán
Presidente



Mg. Luís Enrique Lozano Vieytes
Secretario



Dr. Miguel Ángel De La Cruz Cruz
Vocal



MsC. María Antonieta Gutiérrez Díaz
Asesora



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO

FACULTAD DE INGENIERIA AMBIENTAL Y DE RECURSOS NATURALES



(Resolución N° 019-2021-CU del 20 de enero de 2021)

INFORME N° 001-2021-PJST/VS

Para: Ms.C. CARMEN BARRETO PIO
Decana FIARN-UNAC

De: Ing. Abner Josué Vigo Roldán
Presidente del Jurado de Sustentación de Tesis

Asunto: Informe de Sustentación de Tesis

Fecha: Bellavista, 11 de octubre de 2021

Referencia Artículo 84 inciso j) del Reglamento de Grados y Títulos

Con respecto a la referencia, pongo en conocimiento lo siguiente:

A los 7 días del mes de octubre del año 2021, se dio cumplimiento a la resolución N° 150-2021-D-FIARN; es decir, la Sustentación de la Tesis titulada "CALIDAD DE LASAGUAS RESIDUALES EN ÉPOCA DE ESTIAJE E INFLUENCIA EN LA CALIDAD DE SUELO AGRÍCOLA, PARCELA 00512, ANEXO LÚCUMO, LUNAHUANÁ", presentada por las bachilleres Thais Viviam Vicente Sánchez y Dalia Maricielo Sandoval Barrios, de acuerdo a la DIRECTIVA PARA LA SUSTENTACIÓN VIRTUAL DE TESIS DE PREGRADO Y POSGRADO EN LA FIARN – UNAC.

Al finalizar la sustentación y luego de las deliberaciones del jurado, se dio por APROBADO, con la escala de calificación cualitativa MUY BUENO y calificación cuantitativa DIECIOCHO (18), sin ninguna observación final.

Es todo cuanto debo informar, sin otro particular me despido de usted.
Atentamente,

Ing. Abner Josué Vigo Roldán
Pdte de Jurado

DEDICATORIA

A Dios por derramar su bendición divina y por habernos permitido terminar exitosamente la carrera y este trabajo de tesis.

A nuestros padres por habernos forjado a ser la persona que somos en la actualidad, muchos de nuestros logros se los debemos a ustedes.

A nuestra asesora MsC. Ing. María Antonieta Gutiérrez Díaz, por su tiempo, dedicación y enseñanzas para guiarnos en esta investigación.

AGRADECIMIENTO

Gracias a Dios por permitirnos tener y disfrutar de nuestra familia. A nuestra alma mater la Universidad Nacional del Callao por haber permitido lograr nuestra meta.

De manera especial, agradecer a nuestra asesora, la Msc. Ing. María Antonieta Gutiérrez Díaz, quién desde el inicio que fuimos estudiantes en la universidad hasta hoy nos ha brindado su apoyo, dedicación y conocimientos en nuestro estudio de investigación, gracias a cada docente quienes con su apoyo y enseñanzas constituyen la base de nuestra vida profesional.

ÍNDICE

RESUMEN	14
ABSTRACT	15
INTRODUCCIÓN	16
I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	19
1.1. Descripción de la realidad problemática	19
1.2. Formulación del problema.....	21
1.2.1. Problema general	21
1.2.2. Problemas específicos.....	21
1.3. Objetivos	21
1.3.1. Objetivo general	21
1.3.2. Objetivos específicos.....	21
1.4. Limitantes de la investigación	22
II. MARCO TEÓRICO	23
2.1. Antecedentes	23
2.2. Bases teóricas	36
2.2.1. Agua	36
2.2.1.1. Aguas residuales	36
2.2.1.2. Calidad del agua residual	36
2.2.1.3. Calidad del agua	36
2.2.1.4. Contaminación del agua	38
2.2.1.5. Importancia de la utilización del agua residual en la agricultura	39
2.2.1.6. Efectos negativos del riego con aguas residuales	40
2.2.2. Suelo	40
2.2.2.1. Calidad del Suelo.....	40
2.2.2.2. Salinidad del suelo.....	41

2.2.2.3. Contaminación del suelo.....	42
2.2.3. La interacción agua – suelo.....	42
2.2.4. El agua y su retención en el suelo.....	43
2.2.5. Selección de Indicadores	43
2.3. Conceptual.....	54
2.3.1. Parámetros fisicoquímicos del agua.....	54
2.3.1.1. Potencial de Hidrógeno del agua (pH)	54
2.3.1.2. Demanda Bioquímica de Oxígeno – DBO ₅	56
2.3.1.3. Conductividad Eléctrica del agua de riego.....	57
2.3.1.4. Nitratos del agua.....	58
2.3.2. Parámetros fisicoquímicos del suelo	60
2.3.2.1. Determinación de carbono orgánico (materia orgánica)	60
2.3.2.2. Conductividad Eléctrica del Suelo.....	61
2.3.2.3. Nitrógeno total del Suelo.....	64
2.4. Definición de términos básicos	65
III. HIPÓTESIS Y VARIABLES.....	68
3.1. Hipótesis	68
3.1.1. Hipótesis General	68
3.1.2. Hipótesis Específicas.....	68
3.2. Definición conceptual de variables.....	68
3.2.1. Operacionalización de variable	71
IV. DISEÑO METODOLÓGICO.....	73
4.1. Tipo y diseño de investigación	73
4.2. Método de investigación	73
4.3. Población y muestra.....	75
4.4. Lugar de estudio y período desarrollado.....	77

4.5. Técnicas e instrumentos para la recolección de la información	77
4.6. Análisis y procesamiento de datos.....	78
V. RESULTADOS	80
5.1. Resultados descriptivos	80
5.1.1. Resultados del monitoreo fisicoquímico del agua de riego.....	80
5.1.2. Resultados de monitoreo fisicoquímico del suelo agrícola de la parcela 00512, anexo Lúcumo, Lunahuaná.....	83
5.1.2.1. Evaluación de los niveles de influencia en el suelo agrícola	86
5.1.2.2. Análisis estadístico de la calidad del suelo	94
VI. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	95
6.1. Contrastación y demostración de la hipótesis con los resultados	95
6.2. Contrastación de resultados con otros estudios similares	98
6.3. Responsabilidad ética de acuerdo a los reglamentos vigentes.....	101
CONCLUSIONES	102
RECOMENDACIONES	104
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	106
ANEXOS	120
Anexo 1 Matriz de consistencia	120
Anexo 2 Mapa de ubicación del área de estudio, parcela 00512, anexo Lúcumo, Lunahuaná	121
Anexo 3 Mapa de la subcuenca baja y cuenca del río Cañete	122
Anexo 4 Mapa de puntos de muestreo de agua y suelo, parcela 00512, anexo Lúcumo, Lunahuaná	123
Anexo 5 Instrumentos de recolección de datos	124
Anexo 6 Validación de los instrumentos	141
Anexo 7 Consentimiento del empleo de información	145

Anexo 8 Modelo de trabajo en ArcGIS 10.6, para obtener el mapa de submodelo	147
Anexo 9 Número mínimo de puntos de muestreo.....	148
Anexo 10 Profundidad del muestreo según el uso del suelo	148
Anexo 11 Método de rejillas regulares.....	149
Anexo 12 Partición de muestras	149
Anexo 13 Certificado de calibración del multiparámetro	150
Anexo 14 Certificado de calibración por el Instituto Nacional de Calidad (INACAL) del laboratorio ALAB.....	154
Anexo 15 Galería fotográfica	155
Anexo 16 Reporte de análisis de SPSS 25 – muestreo de suelo	160

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Límites aceptable de los parámetros de calidad de agua, según ECA - D.S. 004 - 2017- MINAM.....	69
Tabla 2 Valores de conductividad eléctrica.....	70
Tabla 3 Valores de materia orgánica.....	70
Tabla 4: Valores de nitrógeno total.....	70
Tabla 5 Matriz de operacionalización de variables.....	72
Tabla 6 Puntos de muestreo de suelo - coordenadas UTM.....	76
Tabla 7 Puntos de muestreo de agua - coordenadas UTM.....	76
Tabla 8 Técnicas e instrumentos para la recolección de la información.....	77
Tabla 9 Resultado del monitoreo del muestreo de agua.....	80
Tabla 10 Resultado del monitoreo del muestreo de suelo dentro de la parcela.....	84
Tabla 11 Resultado del monitoreo del muestreo de suelo de fondo.....	84
Tabla 12 Resultados de estadística de la calidad del suelo - SPSS.....	94

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Comparación de la Conductividad Eléctrica con el ECA.....	81
Figura 2 Comparación de la Demanda Bioquímica de Oxígeno con el ECA ...	81
Figura 3 Comparación de los Nitratos con el ECA.....	82
Figura 4 Comparación del pH con el ECA.....	83
Figura 5 Comparación de la Conductividad Eléctrica.....	85
Figura 6 Comparación de la Materia Orgánica.....	85
Figura 7 Comparación del Nitrógeno Total con la NOM.....	86
Figura 8 Mapa de muestreo de suelo - conductividad eléctrica.....	87
Figura 9 Mapa de muestreo de suelo - materia orgánica.....	88
Figura 10 Mapa de muestreo de suelo - nitrógeno total.....	89
Figura 11 Mapa de interpolación Distancia Inversa Pondera (IDW) - conductividad eléctrica.....	90
Figura 12 Mapa de interpolación Distancia Inversa Pondera (IDW) - materia orgánica.....	91

Figura 13 Mapa de interpolación Distancia Inversa Pondera (IDW) - nitrógeno total	92
Figura 14 Mapa de submodelo de niveles de influencia del agua del canal de riego Casalla en época de estiaje en el suelo agrícola de la parcela 00512, anexo Lúcumo, Lunahuaná.....	93

RESUMEN

En la subcuenca media del río Cañete, los problemas que existen en la utilización de agua para el riego son las aguas residuales domésticas no tratadas, generando niveles de contaminación en los canales de riego. El agua de riego que se utilizó en el área de estudio se deriva del canal de riego Casalla que es proveniente del río Cañete y en su trayecto se vierten aguas residuales que no han recibido un tratamiento previo, por esto se consideró fundamental determinar ¿de qué manera la calidad de las aguas residuales en época de estiaje influye en la calidad del suelo agrícola de la parcela 00512, anexo Lúcumo, Lunahuaná?, se tomaron dos muestras de análisis de agua, el primero en el canal de riego Casalla y el punto dos a la salida del agua de la parcela, para el análisis de suelo se consideró cinco puntos de muestra, cuatro de estos puntos en la parcela y un punto de muestra de nivel de fondo, basándose en la Guía para muestreo de suelos.

Como resultado se obtuvo que los indicadores de conductividad eléctrica, demanda bioquímica de oxígeno, nitratos y pH no superan los estándares de acuerdo a los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) de agua, categoría 3: riego de vegetales y bebida de animales – subcategoría D1: riego de vegetales, indicando que las aguas son de buena calidad siendo apta para el riego. Asimismo, los resultados del suelo indican que cuentan con efectos despreciables de salinidad, con bajo contenido de materia orgánica y concentraciones de nitrógenos muy baja.

Se concluye que el suelo es de buena calidad, donde se determinó que en época de estiaje la calidad del agua se encuentra dentro de los estándares establecidos y no superan los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) de agua y es apta para el riego de suelo, se realizó un mapa submodelo de niveles de influencia del agua del canal de riego Casalla en el suelo agrícola, donde confirma que la calidad del agua de riego influye en la calidad el suelo agrícola de la parcela 00512, anexo Lúcumo, Lunahuaná.

Palabras claves: Calidad del agua, calidad del suelo, contaminación, canal de riego y aguas residuales.

ABSTRACT

In the middle sub-basin of the Cañete River, the problems that exist in the use of water for irrigation are untreated domestic wastewater, generating levels of contamination in the irrigation canals. The irrigation water that was used in the study area is derived from the Casalla irrigation canal that comes from the Cañete river and wastewater is discharged along its path that has not received prior treatment, for this reason it was considered essential to determine from what How the quality of the wastewater in the dry season influences the quality of the agricultural soil of the plot 00512, annex Lúcumo, Lunahuaná?, by means of physicochemical analyzes; Two water analysis samples were taken, the first in the Casalla irrigation canal and point two at the outlet of the water from the plot, for the soil analysis five sample points were considered, four of these points in the plot and a bottom level sample point, based on the Guide for Soil Sampling.

As a result, it was obtained that the indicators of electrical conductivity, biochemical oxygen demand, nitrates and pH do not exceed the standards according to the Environmental Quality Standards (ECA) of water, category 3: irrigation of vegetables and animal drink - subcategory D1 : irrigation of vegetables, indicating that the water is of good quality and is suitable for irrigation. Likewise, the soil results indicate that they have negligible salinity effects, with low organic matter content and very low nitrogen concentrations.

It is concluded that the soil is of good quality, where it was determined that in the dry season the water quality is within the established standards and does not exceed the Environmental Quality Standards (ECA) of water and is suitable for soil irrigation , a submodel map of the influence levels of the water of the Casalla irrigation canal on the agricultural soil was made, confirming that the quality of the irrigation water influences the quality of the agricultural soil of plot 00512, annex Lúcumo, Lunahuaná.

Keywords: Water quality, soil quality, pollution, irrigation canal and wastewater.

INTRODUCCIÓN

El crecimiento poblacional se ha incrementado en los últimos tiempos de forma acelerada y sin control, así aumentando la demanda por los servicios de agua potable y saneamiento. Sin embargo, en la actualidad existen hogares que carecen de estos servicios básicos, y estos efluentes no reciben el tratamiento adecuado. La (Organización Mundial de la Salud [OMS], 2017) menciona que en el año 2017, el 43% de la población del Perú contó con un servicio de saneamiento gestionado de forma segura, el 32% cuenta con servicio básico, el 11% con servicio limitado, mientras que el 8% con saneamiento sin mejorar y el 7% sin el servicio de saneamiento. Para el Instituto Nacional de Estadística e Informática [INEI], (2018) en el año 2018 el 8.2% de la población de Perú no cuenta con una forma de eliminación de excretas. Por otro lado, el 1.1% hace la eliminación hacia el río, acequia o canal; los agricultores dependen del agua para el riego de sus suelos agrícolas.

La principal problemática es la contaminación de los suelos agrícolas por las aguas residuales, como consecuencia se originan problemas ambientales; afectando la conservación de los ecosistemas, alterando la calidad del suelo. Los efluentes de la población del distrito de Lunahuaná no son tratados adecuadamente, teniendo este un gran porcentaje de hogares que no cuentan con un saneamiento, siendo su punto de descarga el río Cañete, además en su trayecto se recibe aguas residuales de distintos anexos de aguas arriba. Se cuenta con la planta de tratamiento de aguas residuales Langla, siendo precario su tratamiento.

Para el riego de los suelos agrícolas de la parcela 00512 se utiliza las aguas del canal de riego Casalla que proviene del río Cañete, donde existe cultivos de tallo corto (frijol) y de tallo largo (uva). Para el (Instituto Nacional de Estadística e Informática [INEI], 2012), el maíz amarillo, maíz morado y frijol verde, son los cultivos con más hectáreas sembradas en el distrito de Lunahuaná.

En el estudio de investigación se planteó como objetivo, determinar de qué manera la calidad de las aguas residuales en época de estiaje influye en la calidad del suelo agrícola de la parcela 00512, anexo Lúcumo, Lunahuaná.

La importancia de la investigación, es dar a conocer la influencia del agua del canal de riego Casalla sobre la calidad del suelo agrícola en los parámetros fisicoquímicos (conductividad eléctrica, materia orgánica y nitrógeno total), y entender el riesgo que produce el uso de aguas residuales en el suelo agrícola.

La presente tesis, está dividida en 6 capítulos. En el capítulo I - planteamiento del problema se abordan cuestiones que sustentan la realidad problemática de las aguas residuales en el Perú y en la cuenca del río Cañete.

En el capítulo II - marco teórico se presentan los estudios previos realizados por otros autores internacionales y nacionales, así también se abordan los aspectos generales del tema, introduciendo conceptos y dando el enfoque teórico de causa - efecto en agua-suelo. Además, se expone base legal nacional e internacional en cuidado y calidad del agua - suelo.

En el capítulo III - hipótesis y variables se introducen las suposiciones al estudio del problema planteado, así como la definición de la variable independiente y dependiente con los límites aceptables de los parámetros a evaluar de acuerdo a normativa nacional e internacional.

En el capítulo IV - tipo y diseño de Investigación, se especifica el diseño de investigación establecido para obtener la información deseada, incluyendo el método de investigación, población, muestra, lugar de estudio y periodo de desarrollo, así como las técnicas e instrumentos seleccionadas para la recolección de información y el análisis de geoprosesamiento de datos.

El capítulo V - resultados, se presenta los resultados descriptivos obtenidos de los monitoreos de agua y suelo, además se realizó una evaluación cartográfica por interpolación en la influencia del agua en suelo y el análisis estadístico de la calidad del suelo.

En el capítulo VI - discusión de resultados, realizamos la contrastación y demostración de la hipótesis con los resultados del monitoreo de agua y suelo, la contrastación con la hipótesis general, específica y otros estudios similares.

I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción de la realidad problemática

Las aguas residuales domésticas del Perú están deficientemente tratadas, tanto por ausencia de sistemas como por deficiencias en ellos.

Para Instituto Nacional de Estadística e Informática [INEI] (2020), “en el año 2019 en el departamento de Lima se descargó 885 559 064 m³ aguas residuales domesticas sin tratamiento”(p.436).

Respecto a la calidad de aguas se consideran que existe una descarga anual de 960.5 MMC (millones de metros cúbicos) de desagües sobre el agua superficial, subterránea y marina, de los cuales el 64% pertenece a desagües domésticos. Como consecuencia de la alteración de la calidad del agua se encostran los suelos, cambia el pH y disminuye la velocidad de infiltración y oxigenación de la capa arable. Entre los ríos más contaminados del Perú se encuentran: los ríos Mantaro, San Juan, Huarón, Carhuacayán, Yauli y Azulcolcha, el río Rímac, Moche, Santa, Cañete, Pisco y Locumba; también los ríos Huallaga, Hualgayoc y Huancapetí, en la selva. (Ministerio de Agricultura y Riego [MINAGRI], (s.f), párr.14-16-17-20)

En la cuenca media y baja del río Cañete, en los sectores de Catahuasi, Zuñiga, Pacarán, Catapalla y Lunahuaná, se observaron que los principales centros poblados no cuentan con sistemas de evacuación y tratamiento de efluentes domésticos. La mayor parte de las capitales de los distritos, han construido baños que derivan directamente al río o sus afluentes, donde los desechos van directamente al agua causando una seria contaminación. Los hoteles, restaurantes y otros servicios recreativos que están a orillas del río también vierten sus desechos directamente al río sin ningún tratamiento previo. (Carlos Basurto, (s.f), párr 7)

Para la Autoridad Nacional del Agua [ANA] (2017), la cuenca del río Cañete se caracteriza por ser una unidad geográfica con desequilibrios poblacionales en su ocupación, el 30.5% de la población vive en la cuenca media, donde se

presenta la distribución poblacional en la cuenca del río Cañete. En relación a la infraestructura de servicios básicos, la ANA identificaron cuatro (04) descargas de aguas residuales al cuerpo natural de agua que han sido registradas como nuevas; un (01) vertimiento en la localidad de Catapalla, un (01) vertimiento en la localidad de Condoray, un (01) vertimiento en la localidad de Jita y un (01) vertimiento de la localidad de San Jerónimo.

Según los reportes de la (Autoridad Nacional del Agua [ANA], 2017,p.10), se identificaron 31 fuentes contaminantes para la cuenca del río Cañete en el año 2017, de estas 12 fuentes de vertimientos de aguas residuales domésticas descargadas al cuerpo receptor, 02 vertimientos de aguas residuales domésticas descargadas a los drenes y 17 tuberías conectadas al cauce del río. Las principales fuentes contaminantes afectan a la calidad de agua como la calidad de suelo a lo largo del río Cañete, compuesta por aguas residuales domésticas, provenientes de la red de alcantarillado con la que cuentan algunas localidades sin previo tratamiento, las aguas residuales domésticas son descargadas en su trayecto al río Cañete y luego estas van a los canales de regadío o drenes, la misma que sería usado por los agricultores en el riego agrícola.

De acuerdo a la Autoridad Local del Agua [ALA] (2017), los agricultores emplean las aguas del río Cañete para regar sus suelos agrícolas y en el transcurso de la cuenca del río se identificaron vertimiento de aguas residuales a canales de regadío y drenaje agrícola.

Por lo expuesto en párrafos anteriores, se concluye que las aguas residuales son una fuente contaminante en todo el trayecto del río Cañete, ya que no reciben un tratamiento debido y estas son descargadas directo al río;por ello, la calidad del suelo agrícola viene siendo afectada por las aguas residuales.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

¿De qué manera la calidad de las aguas residuales en época de estiaje influye en la calidad del suelo agrícola de la parcela 00512, anexo Lúcumo, Lunahuaná?

1.2.2. Problemas específicos

- ¿De qué manera la calidad del agua del canal de riego Casalla en época de estiaje influye en la calidad del suelo agrícola en los parámetros fisicoquímicos (conductividad eléctrica, materia orgánica y nitrógeno total) de la parcela 00512, anexo Lúcumo, Lunahuaná?
- ¿La aplicación del mapa de submodelo en el suelo permitirá identificar los niveles de influencia del agua del canal de riego Casalla en el suelo agrícola de la parcela 00512, anexo Lúcumo, Lunahuaná?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Determinar de qué manera la calidad de las aguas residuales en época de estiaje influye en la calidad del suelo agrícola de la parcela 00512, anexo Lúcumo, Lunahuaná.

1.3.2. Objetivos específicos

- Determinar de qué manera la calidad del agua del canal de riego Casalla en época de estiaje influye en la calidad del suelo agrícola en los parámetros fisicoquímicos (conductividad eléctrica, materia orgánica y nitrógeno total) de la parcela 00512, anexo Lúcumo, Lunahuaná.
- Identificar los niveles de influencia del agua del canal de riego Casalla en el suelo agrícola a través del mapa de submodelo en el suelo de la parcela 00512, anexo Lúcumo, Lunahuaná.

1.4. Limitantes de la investigación

- **Teórico**

La falta de indicadores como pH, materia orgánica y conductividad eléctrica en los Estándares de Calidad Ambiental para suelo - ECA obliga a que se use estándares internacionales para la medición de la calidad.

- **Temporal**

La investigación se desarrolló en época de estiaje, ya que en época de avenida los resultados se verían alterado por el aumento de caudal debido a los huaycos en el área de estudio.

- **Espacial**

Se consideró como área de estudio la parcela 00512, puesto que no se tuvo acceso a otras parcelas.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

Internacionales

Ramirez Neri (2018) en su investigación, "Efectos Ambientales en la agricultura por el uso de aguas residuales del canal Chilhuacan, Atlixco, Pue" realizado en la zona agrícola de riego del canal Chilhuacan, del cual depende exclusivamente de aguas negras sin tratamiento, las cuales provienen de una derivación Atoyac y que en su trayecto a la región de Atlixco desde la ciudad de Puebla recibe en su cauce una infinidad de descargas de aguas residuales de origen industrial y urbano. Estas se incorporan al cauce del río Nexapa sin ningún tipo de tratamiento aumentando el riesgo de contaminar en gran manera a las aguas del río. Finalmente, esta agua es utilizada en la región de Atlixco para la producción hortalizas, forrajes, pero con riesgo implícito para suelos y cultivos. Para determinar el grado de afectación ambiental que se da en estos entornos, se evaluó la calidad de las aguas, de manera que se pudiera determinar los contaminantes en los suelos de la zona. Con base a lo anterior se planteó el problema; ¿En qué grado se encuentran contaminadas por metales pesados y agentes microbiológicos las aguas del canal Chilhuacan y cómo pueden afectar al ambiente (suelo, planta)? ¿Qué papel desempeñan los actores sociales (productores) en el uso de aguas negras para la irrigación de cultivos? Así también se estableció como objetivo general, evaluar los efectos ambientales y sociales de la agricultura de riego ocasionados por el uso de aguas residuales del canal Chilhuacán derivadas del río Nexapa, para las variables y factores estudiados la investigación tuvo la aplicación de distintas herramientas divididas en tres factores de estudio: evaluación de la contaminación del agua del canal, para lo cual se llevaron a cabo muestreos y análisis de agua; evaluación de la contaminación de suelo y planta para lo cual se llevaron a cabo métodos analíticos a cada uno de los estratos y la identificación del nivel de conocimiento de los productores sobre el riesgo de utilizar aguas residuales, del cual se realizó cuestionarios que permitió caracterizar al productor, conocer su actitud ante la problemática, basándose en una técnica ampliamente aplicada en la investigación de carácter cualitativa.

En el caso del agua, se realizaron tres muestreos en época de estiaje, encontrándose que la concentración total de metales pesado en orden decreciente fue: Fe>Mn>Zn>Ni>Pb>Cu>Cd, con relación a la calidad del agua, los resultados permitieron clasificarla con C3S1, es decir, altamente salina y con la presencia de un alto contenido de contaminantes microbiológicos. En el caso de los suelos muestreados, se encontró que los metales pesados disponibles en la solución de suelo en orden decreciente fueron: Fe>Mn>Zn>Cu>Cd>Ni>Pb. Así también se llevó a cabo una caracterización de los productores de la región, que permitió identificar siete tipos de productores que se diferencian por los cultivos que siembran (forrajes, hortalizas y flores) y por el tamaño de la explotación agrícolas con que cuentan, se encontró que la mayoría de los productores tienen conocimiento de la contaminación de las aguas y de los riesgo que implica el producir con ellas, pero no tienen otra alternativa a corto plazo, como no sea el abandonar su tierra para emigra hacia otras entidades o país. En relación al objetivo de determinar en efecto ambiental en suelo y planta por el uso de agua residual en la producción agrícola, se concluye que, las concentraciones de metales pesados encontrados en los suelos regados, presentaron valores considerados como normales o no dañinos, solo en el caso de Fe, Cd y Pb se presentaron concentraciones elevadas aunque sin ser nocivas para el suelo en un futuro inmediato, se determinó un alto contenido de materia orgánica, por lo que el autor concluye que el bajo contenido de metales se debe al contenido de materia orgánica, ya que este tiene la capacidad de inmovilizarlos formando complejos.

Nese Uzen (2018), en su investigación, "Effects of domestic wastewater treated by anaerobic stabilization on soil pollution, plant nutrition, and cotton crop yield", el objetivo de este estudio es evaluar el efecto de aguas residuales domésticas tratadas sobre los riesgos de contaminación para suelo, cultivo y rendimiento del algodón. Además, es para evaluar los efectos, la investigación se llevó a cabo durante 2 años en la Granja de investigación de la facultad de agricultura, Universidad de Dicle, Diyarbakır, Turquía en la temporada de cultivo de 2011 y 2012. La ubicación del área experimental es 37 ° 54 ' N, 40 ° 14 ' E, a una altura

de 660 m sobre el nivel del mar, el contenido de materia orgánica, el pH y el contenido de cal del suelo fueron 1,67, 7,9 y 8,5%, respectivamente. En el experimento de riego, se usó dos aguas diferentes, agua dulce y aguas residuales domésticas tratadas. Un pozo profundo proporcionó agua dulce, las aguas residuales tratadas fueron proporcionadas por las aguas residuales de la planta de la Universidad de Dicle. El sistema de tratamiento de aguas residual cuenta con un procesamiento de tratamiento primario, el cual tiene lugar en los estanques anaeróbicos, diseñado para disminuir principalmente para disminuir la demanda bioquímica de oxígeno (DBO5) y eliminar los sólidos, grasas y aceite orgánicos e inorgánicos. La planta de tratamiento de la universidad cuenta de cuatro reservorios conectados entre sí, al final del proceso se esperaba que las aguas residuales cumplieran con los valores requeridos en el reglamento sobre el control de la contaminación del agua de Turquía. Las semillas de algodón se sembraron el 20 de mayo del 2011 y 10 de mayo del 2012, al final del estudio se realizaron análisis para determinar el contenido de macro, micro y algunos pesados metales en el suelo debido a la fertilización y las aguas residuales de uso. Se tomaron muestras de suelo para el análisis, en dos profundidades diferentes (0-30cm y 30-60 cm), se recolectaron muestras de aguas residuales para sus análisis en cada ciclo de riego, estos análisis fueron conductividad eléctrica, pH, carbonato más bicarbonato, calcio, magnesio, sulfato, cloruro y sodio, potasio. Se determinó la calidad del agua y los metales pesados, además demanda bioquímica de oxígeno, sólidos en suspensión, escherichia coli, enterococcus bacterias, y el recuento total de coliformes fecales. Del presente estudio se concluye en los resultados experimentales que el algodón regado con aguas residuales tratadas, aumentó considerablemente el rendimiento de la semilla de algodón en comparación con agua dulce y sin utilizar fertilizantes comerciales. Eso se podría concluir que hubo efectos significativos de aguas residuales en el suministro de nitrógeno para el cultivo. Además, no hubo contaminación ni acumulación de metales pesado en las hojas de los cultivos y en el suelo durante 2 años. Las aguas residuales utilizadas para este experimento eran domésticas que no incluían metales pesados. Como resultado, las aguas residuales domésticas y tratadas

podrían ser utilizadas para el riego del algodón porque el algodón no es parte de la cadena alimentaria para humanos. Además, las aguas residuales tratadas pueden ser un recurso potencial y económico para los recursos hídricos y la expansión de la agricultura de regadío. Sin embargo, la calidad de cada agua residual podría ser diferente debido a la fuente de aguas residuales, los movimientos de población, las estaciones y las condiciones climáticas. Por lo tanto, las aguas residuales se pueden utilizar para fines de riego tomando en cuenta algunas precauciones sobre la calidad de las aguas residuales y análisis de riesgos para usos especiales. además, las aguas residuales y sus efectos deben ser monitoreados para su uso a largo plazo.

Núñez García (2015), en su investigación “Caracterización de la problemática de las aguas residuales en Ixmiquilpan Hidalgo”, busca realizar un análisis sobre la problemática ambiental que enfrenta el municipio de Ixmiquilpan Hidalgo, ubicado en la región del valle del Mezquital. Siendo su elección de la zona con base al impacto que las aguas residuales han tenido en los suelos, y la producción de forrajes y hortalizas, debido a que el valle es una zona semiárida, por lo cual no tiene abastecimiento de aguas, las aguas residuales han sido depositadas en presas que a su vez son enviadas a través de canales de riego. Este estudio tiene como objetivo general, conocer ¿cuáles son los efectos negativos del uso de aguas residuales en Ixmiquilpan Hidalgo?, teniendo como objetivo particular, identificar y explicar los efectos negativos para los recursos naturales que participan en la producción de alimentos por el uso de las aguas residuales en la agricultura en el municipio de Ixmiquilpan Hidalgo. La presente es una investigación con una metodología que sigue una perspectiva multimétodos, ya que tiene una vinculación y análisis de lo que son los métodos cualitativos y cuantitativos, de los datos cualitativos se aplicó la observación, entrevistas semiestructuradas de los datos cuantitativos se utiliza información que pueda ser cuantificable para describir o tratar de explicar los procesos que se estudian a través de variables que conforman una serie de atributos o características. De la presente se concluye que las aguas residuales han provocado un impacto en los suelos agrícolas, ya que estas aguas han

provocado un deterioro en el suelo, viéndose reflejado en la salinización en los suelos, lo cual está orillando a los agricultores a dejar de producir hortalizas, debido a que la tierra ya no permite producir.

Gonzales Trinidad (2003), realizó el estudio, "Efecto de la adición de agua residual urbana sobre las características de un suelo agrícola" debido al empleo de aguas de baja calidad en la agricultura de riego (aguas residuales) que convierte a esta en una práctica común a medida que las fuentes de agua se vayan haciendo cada vez más escasas en el mundo. La presente tiene como objetivo investigar evaluar el efecto de la aplicación del agua residual urbana con diferentes niveles de tratamiento sobre las características del suelo (pH, textura, materia orgánica (MO), capacidad de intercambio catiónico (CIC), N, P, Na y C), además de la población bacteriana total y coliformes fecales. El agua residual se obtuvo de la planta de tratamiento "El Orito" del municipio de Zacatecas, México y directamente de la alcantarilla (agua cruda), siendo las principales características físicas, químicas y biológicas de estos efluentes, que se determinaron son: conductividad eléctrica, pH, total de sólidos suspendidos, demanda bioquímica de oxígeno, demanda química de oxígeno, nitrógeno total, fósforo, carbono, alcalinidad, acidez, sodio, coliformes totales y metales pesados, usándose las metodologías estándares para el análisis de aguas y de aguas residual propuestos por la APHA (1991). Se realizó un diseño experimental del cual se aplicaron al suelo aguas residuales en láminas de riego de 6, 8 y 10 mm/d durante un periodo de siete meses y el cultivo de referencia fue la avena. Los resultados indicaron un incremento en la materia orgánica y acumulación de sedimentos en la capa superficial. Existió además un incremento en el contenido de sales, con un aumento en fósforo y nitrógeno mayor a los requerimientos del cultivo. La contaminación del suelo por coliformes fecales persistió en pequeñas cantidades (500 a 1800 UFC/G de suelo), sin embargo, no genera un riesgo para los cultivos. Se concluyó que el efluente de agua residual con tratamiento secundario mejora las propiedades químicas, tales como contenidos de materia orgánica, pH, nitrógeno, fósforo, aunque represento una fuente importante de contaminación por coliformes

fecales. Se estableció una acumulación importante de sólidos en la capa superficial del suelo regado con el agua residual cruda con una lámina de aplicación 10 mm/d una contribución relevante fue que los efluentes de agua residual generan una acumulación importante de materia orgánica y carbono, tanto en la parte superficial y subsuperficial. Los efluentes de aguas residuales con láminas de aplicación de 10 y 8 mm/d incrementan la población bacteriana total del suelo. La contaminación del suelo por coliformes fecales, debido a la aplicación de agua residual cruda, con tratamiento primario y secundario persistió en bajas cantidades (500 a 1800 UFC/g de suelo) en el suelo. Las aplicaciones de láminas de riego superiores a 10 mm/d al suelo elevaron los contenidos de pH, materia orgánica, nitrógeno, carbono y población bacteriana total y coliformes fecales. El agua residual cruda primaria y secundaria, se consideraba un agua con problemas de sodicidad y salinidad, pero se concluyó que no tiene ninguna restricción para su uso con fines de riego, debido a que su normativa no contempla este parámetro.

Acosta García y Salvadori Verón (2017), en su investigación “Evaluación de la calidad de agua para riego mediante el empleo de criterios actualizados”, se estudia el agua utilizada para riego con fines agronómicos ya que este tiene efectos importantes sobre la producción de cultivos, así también sobre el deterioro químico del suelo. Ya que el agua ingresa al suelo a través de la práctica de riego, puede infiltrar en el mismo o ser retenida, siendo esta última fracción la que aporta sales al suelo, debido a la evaporación del agua y la extracción por parte de las raíces de las plantas. Para evaluar la calidad de agua de riego, el investigador desarrolló índices empíricos que suponen una guía práctica y de uso generalizado, por lo que su evaluación no requiere precisión analítica propia de un estudio de investigación, ya que se trata de obtener una indicación de los posibles problemas. Dada la importancia agronómica de la calidad del agua en los sistemas de producción intensivos, el objetivo general del trabajo fue la determinación y comparación de índices y normas que utilizan distintos criterios en la evaluación de la calidad para 17 muestras tomadas en establecimientos de la Provincia de La Pampa y 3

provenientes de Esquel (Chubut). Se determinaron los índices de salinidad: conductividad eléctrica (CE), salinidad efectiva (SE) y salinidad potencial (SP), de sodicidad: relación de adsorción de sodio (RAS), relación de adsorción de sodio corregida (RAS0) y carbonato de sodio residual (CSR) y de toxicidad. Se clasificaron las muestras mediante las normas de calidad de Riverside, FAO, IPG-INTA, Wilcox y H. Greene. De los resultados obtenidos se pudo concluir que el 85% de las muestras analizadas resultaron aptas con precauciones para ser utilizadas en el riego de cultivos intensivos, el riesgo de salinización es detectado en mayor medida interpretando la SE (Salinidad Efectiva) y como mejor indicador del riesgo de alcalinización el que utiliza el RAS. Se destaca la clasificación del Proyecto IPG-INTA, aún sin validar, ya que no solo tiene en cuenta la calidad química del agua sino también las condiciones agroclimáticas y edáficas de importancia para toma de decisiones agronómicas.

Martínez Cortijo (2003), en su investigación "Estudio agronómico y ambiental del riego con aguas residuales depuradas en el cultivo del arroz, aplicación a una línea de riego en el parque natural de la Albufera (Valencia) con objetivo general del trabajo, conocer la capacidad de depuración de los suelos sobre las aguas residuales y a la vez ver la posibilidad de aprovechar el potencial de aporte de elementos nutrientes de estas al suelo y aumentar el rendimiento agrícolas a partir de la materia orgánica y los nutrientes del agua residual. Se concluye que, en este estudio se confirma la premisa de que los arrozales actúan de alguna manera como elementos descontaminantes que disminuyen la concentración de algunas sustancias presentes en la disolución de los suelos regados con agua residual con exceso de nutrientes, tal como ocurre con el nitrógeno, el fósforo y la materia orgánica. El hecho de reciclar el agua de una parcela a otra supone: un aumento de la salinidad a lo largo de la línea de riego que conlleva dos efectos: uno acumulativo de una parcela a otra y otro por lavado en las últimas parcelas con el arrastre de solutos con el agua que inunda los suelos durante largo tiempo, ello provoca un lavado de sales a pesar de la baja permeabilidad del suelo. Aun así, los valores de conductividad eléctrica de

los suelos se encuentran dentro de los valores considerados normales para el cultivo de arroz.

Nacionales

Huamaní Cahuas (2018), en su investigación de la "Determinación del efecto de las aguas servidas sobre el suelo y cultivos en la desembocadura del canal de regadío de las salinas bajo-Chancay-Lima" el agua de riego no solo es proveniente del río Chancay, si no que en su trayecto se vierten aguas servidas que no han recibido un tratamiento, por esta razón se consideró en la investigación determinar el efecto contaminante de las aguas servidas sobre el suelo y cultivos agrícolas en la desembocadura del canal de regadío, mediante análisis físicos químicos, contenido de metales pesados y microbiológicos del agua, suelo y cultivos de la zona, para ello se tomó muestras del agua al inicio y final del canal, teniendo como objetivo general, determinar el efecto contaminante de las aguas servidas sobre el suelo y cultivo en la desembocadura del canal de regadío de Salinas Bajo – Chancay – Lima, en el cual realizó un análisis exploratorio de la calidad del agua de riego del canal en las Salinas Bajo, distrito de Chancay, debido a que no se cuenta con ninguna estación de monitoreo en la zona de estudio y se desconocía los contaminantes que contienen esas aguas, en el lugar de estudio se seleccionó dos puntos de muestreo en el canal de regadío (muestra inicial y final), cinco puntos de muestreo de los suelos agrícolas ubicados en la zona final del recorrido del canal de regadío. De la investigación se concluye que la aplicación continua de aguas servidas en la zona está provocando un deterioro físico y químico en el suelo, así como microbiológico al comprobarse que existe una carga microbiana elevada tanto en agua como en suelo, el uso de aguas servidas provoca daños en los cultivos afectando la absorción de nutrientes, provocando que las plantas no desarrollen adecuadamente y tengan bajos rendimientos en la producción que se refleja en pérdidas económicas. Como resultado se obtuvo que las aguas se clasificaron como muy duras, alcalinas y de acuerdo con la R.A.S. son de C3-S1 que lo califica de salinidad media. Además, estas aguas presentan gran carga contaminante de sólidos suspendidos que provocan la

turbidez y las otras variables químicas como los metales pesados están por debajo de los ECAs establecidos; sin embargo, en la mayoría de las muestras resultó que para coliformes fecales, totales y *Escherichia coli* sobrepasaron los ECAs, con una mayor tendencia al final del canal de regadío. Los resultados de la caracterización indican que los suelos son básicos, salinos y calcáreos, con bajo contenido de M.O., alto contenido de P y medio en K, los metales pesados fueron encontrados en el siguiente orden: Fe>Mn>Zn>Cr>Cu>Pb>Cd, sin problemas de exceso. Referente a los coliformes totales, coliformes fecales y *Escherichia coli* se han encontrado en cantidades medias en el suelo mientras que en los cultivos hay una presencia aceptable. Se concluye que el mayor problema de contaminación está presente en el agua, provocando la contaminación del suelo y los cultivos, por lo tanto, debe ser tratada para evitar que en un futuro sea fuente de propagación de enfermedades y de bioacumulación de metales pesados como el cromo identificado como moderadamente tóxico en los suelos y las plantas, que pueden afectar la salud de los habitantes.

En la investigación de Terrones Gordillo y Herrera León (2015) “Calidad de agua en la cuenca baja del río Chillón en época de estiaje y riesgo por el uso directo en riego agrícola” se tuvo como propósito determinar el riesgo potencial de las zonas agrícolas de la cuenca baja regadas con las aguas del río Chillón en época de estiajes, tomado como referencia la metodología de evaluación presentado en la guía de evaluación de riegos ambientales del Ministerio del Ambiente. Para ello se utilizó como datos de entrada la calidad del agua y suelo en la cuenca baja, datos compilados de monitoreo realizados por instituciones públicas. El objetivo de la investigación fue, determinar el riesgo potencial en las zonas agrícolas de la cuenca baja regadas con las aguas del río Chillón en época de estiaje, la investigación fue experimental con un diseño transversal correlacional/causal dado que las causas y efecto ya ocurrieron en la realidad. De la investigación se concluye de la evaluación de calidad del agua que en la época de estiaje la calidad del agua en la cuenca baja del río Chillón es de mala calidad y no es apta para riego de vegetales ni bebida de animales. Las

concentraciones aumentan mientras más cercano está el río a su desembocadura o a un centro poblado, asentamiento humano, botadero de residuos y zonas industriales, de la evaluación del nivel de contaminación se encontró que el nivel de contaminación es muy alto en toda el área de estudio, y los valores se reducen a alta contaminación aguas arriba del río desde la desembocadura en el océano pacífico. La contaminación por Cd y Pb es gradual pasando de alto grado de contaminación moderada en la parte alta de la cuenca baja, es posible que en la cuenca media el agua tenga una mejor calidad, de la evaluación de la calidad del suelo, se concluye que el suelo está contaminado por Cd y Pb, de la distancia del río Chillón y su desembocadura es inversamente proporcional a la concentración de metales en el suelo agrícola, los canales de riego tienen mayor concentración de metales pesado que las parcelas, debido a la sedimentación de los metales pesado durante el transporte de agua, existiendo una relación de causa y efecto entre la calidad de agua en la época de estiaje con la que se riega y el la calidad de suelo agrícola. El análisis de riesgos efectuado concluye que la cuenca baja del río Chillón presenta un alto potencial de riesgos por contaminación de metales pesados en los suelos agrícolas por el riego con agua contaminada, en época de estiaje.

De la investigación de Cruz Fajardo (2019), "Mapeo y análisis de calidad física y química de los suelos agrícolas de las Universidad Nacional Agraria la Molina aplicando herramientas SIG", teniendo como objetivo evaluar y caracterizar la calidad física y química del suelo en los campos agrícolas de la Universidad Nacional Agraria la Molina - UNALM, a partir de los principales parámetros analíticos y su representación mediante herramientas del Sistema de información geográfico dentro de las cuales se hallan parámetros físicos (clasificación textural, densidad aparente, velocidad de infiltración y capacidad de retención de agua disponible) y químicos (pH, conductividad eléctrica, contenido de materia orgánica, capacidad de intercambio catiónico, K y P disponibles). El generar a partir del estudio una base de datos donde cada uno de estos parámetros se normalizó para ser un indicador permitió la obtención

de mapas en base al modelamiento geoespacial de las variables físicas y químicas, de las cuales a su vez según el grado de correlación de estos dos modelos se determinó un grado de influencia de 50 por ciento de cada uno, lo que dio como resultado el modelo geoespacial de calidad global de los campos agrícolas de la UNALM conociendo así en qué áreas existen suelos con calidades desde muy baja hasta muy alta, siendo así de gran utilidad, ya que permitirá saber las aptitudes del suelo, el tipo de riego a aplicar, y que cultivo es a fin a este. La metodología que se usó para el cumplimiento de los objetivos propuestos, consistió en el desarrollo de tres etapas secuenciales: trabajo de pre-campo, trabajo de campo y trabajo de gabinete, para efectos de la presente investigación se determinó la calidad en función de sus indicadores de tipo físico y químicos de los suelos de UNALM, donde para cada uno de ellos se identificó sus relaciones con las funciones y condiciones del, que cuantitativa y cualitativamente permitiera evaluar la calidad en la UNALM, dentro del sistema de información geográfica se construyó la base de datos geoespacial de cada una de las variables para el modelo de calidad física y química. Se concluyó que; del análisis físico se determinó tres de cinco clases establecidas, existiendo así áreas con un índice de baja calidad, que presentan una mayor densidad aparente; y contenido arcilla y arena inferior en relación a las áreas de moderada calidad. Del análisis de los parámetros químico se determinó tres de cinco clases de calidad química establecida, alta, moderada y baja, siendo las áreas críticas las que tienen un índice de baja calidad. De la identificación global en la UNALM, producto de la integración de las variables físicas y químicas, permitió determinar calidad alta y las zonas de una moderada calidad comprendiéndose así el 100% del área de los campos agrícolas de la UNALM.

Feijóo Pianto (2018), en su investigación “Efecto de niveles de salinidad del agua de riego en suelo franco arenoso en el cultivo del rabanito” tuvo como objetivo determinar el efecto de ocho niveles de salinidad en el agua de riego en el cultivo del rabanito; hortaliza de la familia Cruciferae, que se cultiva y es consumida en casi todo el mundo; y con un creciente consumo en el Perú. El objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto de ocho niveles de salinidad

del agua de riego en el cultivo de rabanito en suelo franco arenoso. Para ello se evaluaron, posterior a la cosecha, los siguientes indicadores agronómicos: peso fresco (g), peso seco (g), longitud de planta (cm), contenido de humedad (%) y concentración de elementos foliares: Ca (%), K (%), Mg (%), Na (%) y SO₄ (%). La fase experimental se llevó a cabo dentro del campus de la UNALM, la cual duró 35 días. El sembrado se dio en macetas con suelo franco arenoso, proveniente del mismo campus, que fueron sometidas a ocho tratamientos de distinta salinidad en el agua de riego (0,64; 1,30; 2,1; 3,4; 4,6; 5,9; 7 y 10 dS.m⁻¹), que fue aplicado desde la aparición de sus hojas verdaderas y de acuerdo a los requerimientos hídricos de la planta. Los resultados obtenidos muestran que, para el peso fresco, longitud de planta y contenido de humedad, los mayores valores se dan en el tratamiento T1 (0,64 dS.m⁻¹); mientras que en los tratamientos con mayor salinidad el rendimiento disminuye. Con respecto a la absorción de elementos, el calcio y el sulfato muestran una mejor retención para niveles de salinidad menores a 1,3 dS.m⁻¹; mientras que, el sodio aumenta, directamente proporcional a la salinidad, y a su vez desplaza al magnesio, el cual presenta una absorción baja. Los indicadores calculados, luego de la cosecha, muestra que el cultivo de rabanito es tolerante hasta el nivel de salinidad de 5,9 dS.m⁻¹; siendo los tratamientos con 7 y 10 dS.m⁻¹, los que ocasionan la mayor reducción en su rendimiento. De las macetas en las cuales se aplicaron tratamientos con niveles por encima de 1,3 dS.m⁻¹ evidencia niveles críticos de salinidad en el extracto de saturación del suelo (CEe) medido al final de la etapa experimental, ya que supera el valor crítico de 4,0 ds.m⁻¹.

Gutierrez Miranda (2018), en su investigación "Factores que interviene en la contaminación del suelo por aguas residuales del proceso de fermentación de aceitunas verdes estilo sevillana en el distrito de la Yarada los Palos, región de Tacna, 2017" con objetivo de determinar ¿qué factores asociados a las aguas residuales provenientes del proceso de fermentación de aceitunas verdes estilo sevillana, influye en la contaminación del suelo en el distrito de la Yarada Los Palos, región de Tacna, 2017? Y teniendo como un objetivo específico ¿Cuál es el nivel de contaminación del suelo en el distrito de la Yarada Los Palos,

región de Tacna, 2017, sin y con la intervención de factores relacionados a las aguas residuales provenientes del proceso de fermentación de aceitunas verdes estilo sevillana? El tipo de investigación es cuantitativa y también básica. El diseño y/o metodología de investigación es no experimental y transaccional. La población estuvo constituida por registros de agua residual en las diferentes fases; así como dos registros de muestras de suelo agrícola. El instrumento utilizado fue la guía de análisis documental. Se concluyó que; el estado del suelo en el distrito de la Yarada Los Palos, región de Tacna, 2017, sin la intervención de factores relacionados a las aguas residuales proveniente del proceso de fermentación de aceitunas verdes estilo sevillana suelo, es normal, reflejado en el estado de contaminación del suelo con respecto al pH es de 6,5 de nivel de concentración, por lo que se encuentra en la clasificación fuertemente alcalino. En cuanto al sodio intercambiable es 0,074 mEq/100 g suelo, por lo que se encuentra en la clasificación: moderado. Asimismo, con respecto al contenido de sales es 7,95 mS/cm., por lo que se encuentra en la clasificación: fuertemente salinos. En 148 cuanto a los resultados del contenido de materia orgánica en los suelos se encuentra en la clasificación: muy bajo, con 2,35 %. 6. El nivel de contaminación del suelo en el distrito de la Yarada Los Palos, región de Tacna, 2017, con la intervención de factores relacionados a las aguas residuales proveniente del proceso de fermentación de aceitunas verdes estilo sevillana suelo, es regular, reflejado en el estado de contaminación del suelo con respecto al pH es de 8,4 de nivel de concentración, por lo que se encuentra en la clasificación fuertemente alcalino. En cuanto al sodio intercambiable es 0,385 mEq/100 g suelo, por lo que se encuentra en la clasificación: moderado. Asimismo, con respecto al contenido de sales es 16,3 mS/cm., por lo que se encuentra en la clasificación: fuertemente salinos. En cuanto a los resultados del contenido de materia orgánica en los suelos se encuentra en la clasificación: muy bajo, con 0,12 %.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Agua

2.2.1.1. Aguas residuales

El término “alcantarilla” para (Van Andel et al.,1994 como se citó en Gonzales, 2003,p.6) refiere a la producción del agua residual por las comunidades, las cuales pueden originarse de tres diferentes fuentes a) domesticas generadas por los daños y actividades de lavar y cocinar en casas, b) industrial, y c) de la construcción de sistemas de alcantarilla para ambas aguas residuales y de lluvia.

El concepto de agua residual para (Bonnun, 1990 como se citó en Gonzales, 2003,p.6) refiere al conjunto de aguas que son contaminadas durante el empleo de actividades domésticas (residuos fecales, orgánicos y detergentes), e industriales entre las que se tienen (papelera, textil y siderúrgica), las cuales vierten agua a los cauces naturales cargadas de materia orgánica, metales pesados, aceites industriales e incluso radioactividad.

2.2.1.2. Calidad del agua residual

Determinada por sus características o parámetros físicos, químicos y biológicos a partir de los cuales se determina que tan aceptables es un agua residual para determinado uso. (Luv y Lipták, 1999 como se citó en Cardona, 2008, p.5)

2.2.1.3. Calidad del agua

De acuerdo a la (Autoridad Nacional del Agua [ANA], 2016,p.27) Todo cuerpo de agua tiene una capacidad de autodepuración, pero esta no será igual en un riachuelo que un gran río caudaloso como el Amazonas, ni tampoco será igual en la época de avenida y de estiaje. Por ello resulta difícil y hasta cierto punto riesgoso supeditar la depuración total de las aguas residuales a la capacidad de autodepuración de un cuerpo receptor. Es más seguro establecer estándares de calidad de agua (ECA) según el tipo de uso que tienen estos cuerpos de agua, y que finalmente determinaran el nivel de tratamiento de las aguas que se viertan en ellos.

Según Government N. (2015) la calidad del agua es comúnmente definida por sus características físicas, químicas, biológicas y estéticas (apariencia y olor).

El agua de buena calidad para (Tanji et al., 1997-1999 como se citó en Gonzales, 2003,p.17) cuando es adecuada para el uso a que se destine. Cuando el agua se usa para el riego agrícola, el concepto de calidad de agua se refiere a las características químicas, físicas y biológicas y sus efectos a largo plazo sobre los cultivos y suelo, debe además tener la capacidad potencial de permitir un rendimiento máximo de los cultivos, las aguas de inferior calidad agrícola pueden originar problemas en el suelo y cultivo que afecta el rendimiento, quedando restringido su uso para el riego a condiciones específicas del cultivo y del lugar. Por esta razón no existe un criterio universal para establecer la calidad del agua de riego, esta debe estar fundamentada en condiciones locales.

“La calidad del agua es una variable fundamental del riego, ya que afecta tanto a las plantas como a los suelos. (Aragués Lafarga, 2011,p.1).

“La utilización continua de aguas de baja calidad, con manejo inadecuado, puede provocar un deterioro de la calidad de los suelos cuya recuperación puede ser técnicamente dificultosa y en algunos casos económicamente inviable”. (Prieto y Angueira, 1996)

Para Mongue Redondo (2017) Un agua será de buena calidad para el riego agrícola cuando, cumpliendo con sus funciones básicas hacia la planta garantice un rendimiento óptimo, no produzca efectos perjudiciales al suelo. La calidad del agua para el riego por tanto está ligada a la terna suelo-agua-planta, porque, además de considerar el efecto sobre la nutrición de la planta, se debe de considerar el efecto que la calidad del agua produce en el equilibrio del suelo.

“El uso de agua de mala calidad puede ocasionar problemas en el suelo y en los cultivos agrícolas; estos pueden ser problemas de salinidad; disminución de la tasa de infiltración, toxicidad específica sobre los cultivos y otros.” (Moreno, 1996, párr.4)

La mayoría de las aguas consideradas peligrosas tienen un contenido de sales que en sí mismo no es demasiado perjudicial, el problema se presenta cuando esas aguas evolucionan en el suelo. Ya que la evapotranspiración disminuye la humedad del suelo, pero prácticamente no elimina sales, de forma que la solución del suelo se hace más salina a medida que el suelo se seca. (Cotillas Jiménez, 2012,p.73)

Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera (2010) “La salinidad del agua de riego es un indicador muy valioso del riesgo de salinización del suelo, lo que es fundamental conocer antes de elegir el cultivo a implantar”. (p.51)

Departamento de Agricultura de los Estados Unidos [USDA] (1999) “Los niveles salinos en el agua, medidos por conductividad eléctrica, pueden ser usados para estimar su calidad para riego”. (p.79)

2.2.1.4. Contaminación del agua

La contaminación del agua de acuerdo a (Manahan, 2017 como se citó en Huamaní, 2018,p.29) Es la modificación del agua por presencia de agentes físicos, químicos y microbiológicos que causan un cambio en sus características y provocan una inestabilidad en el ambiente. En el tiempo, la calidad del agua potable ha sido un componente determinante del bienestar humano. Ciudades enteras fueron diezmadas por la propagación de enfermedades a causa del uso de agua potable contaminada con materia fecal. Actualmente, el agua insalubre contaminada por fuentes naturales o antropogénicas sigue causando grandes problemas a las personas que la utilizan para la irrigación de hortalizas y otros cultivos agrícolas.

La Autoridad Nacional del Agua [ANA] (2016) menciona que los recursos hídricos se ven afectados por dos factores principales:

Antropogénicos: Son las actividades poblacionales y productivas que usan el agua desde su fuente natural, las cuales generan vertidos de aguas residuales no tratadas; asimismo, una deficiente cobertura del sistema de alcantarillado y plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas, manejo inadecuado de agroquímicos y residuos sólidos domésticos, pasivos ambientales mineros e hidrocarburíferos, minería informal y deforestación.

Naturales: Es aquello inherente a la naturaleza o producido por ella sin que el ser humano intervenga, como las características geológicas, hidrológicas, edafológicas, condiciones climatológicas, cambio climático, naturaleza volcánica y fenómenos naturales, entre otras.

2.2.1.5. Importancia de la utilización del agua residual en la agricultura

El utilizar el agua residual, se ha vuelto una estrategia importante para conservar el recurso agua en áreas áridas y semiáridas del mundo donde se tienen mayor escasez del recurso. En regiones templadas, las aplicaciones al suelo como una alternativa de tratamiento del agua residual han permitido reducir la contaminación de ríos, sin embargo, esta ampliación se ha interrumpido por el crecimiento de las áreas urbanas. (Shuval Hillel, 1990).

El riego con aguas residuales en los Estados Unidos de Norteamérica cuenta con 3,400 proyectos de utilización con fines agrícolas, además se considera al suelo como una alternativa de tratamiento de las aguas municipales e industriales en lugar de descargarlas a la superficie de los arroyos. (Craig Van et al., 1998 como se citó en Gonzales, 2003,p.13)

Un beneficio adicional es el aporte de nutrientes al suelo, lo cuales sería caros enriquecerlos en otra forma. Las aguas residuales municipales normalmente contienen todos los requerimientos de nitrógeno para la mayoría de los cultivos

y mejor porcentaje de fósforo y potasio esencialmente, así como importantes micronutrientes esenciales para el crecimiento de las plantas y mantener la fertilidad del suelo. (Cross et al. como se citó en Gonzales, 2003,p.14)

Reciclar el agua residual por medio del riego en la agricultura ofrece un numero de beneficios tales como el tratamiento, del suelo, amplio riego con aguas residuales, el cual es bien implementado en un buen número de países, ya que puede reducir la contaminación a los cauces naturales. (Shuval Hillel, 1990)

2.2.1.6. Efectos negativos del riego con aguas residuales

La utilización del agua residual con fines de riego, puede generar algunos problemas como la transmisión de enfermedades susceptibles para los trabajadores del campo y al público en general cuando consumen productos generados en los campos regados con aguas residuales crudas. Además, las enfermedades pueden ser transmitidas al ganado de pastoreo puede experimentar daño económico como resultado y eventualmente los humanos que consumen la carne o leche de estos animales, pueden infectarse. Los químicos fitotóxicos presentes en el agua residual pueden afectar las características del suelo y crecimiento de plantas. (Shuval Hillel, 1990)

Según Andrew Chang et.al. (1995) el agua residual está asociada con el impacto en el ambiente y riesgos de salud. Como una consecuencia, su aceptabilidad para reemplazar otras fuentes de agua para el riego es altamente dependiente de los riesgos de salud y los impactos en el medio ambiente. Es necesario establecer normas antes de utilizar agua residual para riego de cultivos y áreas verdes ya que los efluentes requieren un método eficaz de tratamiento, para eliminar algunos contaminantes y patógenos.

2.2.2. Suelo

2.2.2.1. Calidad del Suelo

El término calidad del suelo se empezó a acotar al reconocer las funciones del suelo:

- Promover la productividad del sistema sin perder sus propiedades físicas, químicas y biológicas
- Atenuar contaminantes, ambientales y patógenos (calidad ambiental)
- Favorecer la salud de las plantas, animales y humanos.

Los indicadores disponibles para evaluar la calidad del suelo dependen del objetivo, que debe considerar los múltiples componentes de la función del suelo, en particular, el productivo y el ambiental. (Doran et al., 1994 como se citó en Bautista et al., 2004, pp. 90-93)

2.2.2.2. Salinidad del suelo

En un suelo pueden existir diferentes tipos de sales, las principales son las formadas por calcio, magnesio y sodio, y que aportan unas características u otras a cada tipo de suelo dependiendo de su concentración. Cuando las acumulaciones del suelo son de calcio o de magnesio, se dice que se produce un fenómeno de salinización del suelo; sin embargo, si lo que se acumula en el suelo es el sodio, se produce una alcalinización.

Los suelos afectados por salinidad tienen una concentración de sales más solubles que carbonato de calcio y yeso afectando el crecimiento de las plantas. La mayoría de los suelos afectados por elevadas concentraciones de sales se clasifican como Solonchakz y presentan una Conductividad Eléctrica superior a 4 Ohms/cm. (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura [FAO], (s.f),párr.1)

Las sales pueden encontrarse en el suelo de varias formas: precipitadas bajo la forma de cristales, disueltas en la solución, o bien retenidas, adsorbidas. El contenido en sales en cualquiera de estas tres situaciones está cambiando continuamente al ir cambiando la humedad edáfica, pasando las sales de una posición a otra. Así en el período seco la cristalización aumenta, las sales en solución disminuyen (aunque la solución se concentra) y aumentan las adsorbidas. En cambio, durante el período húmedo el comportamiento es inverso. En cuanto a su composición, estas sales son el resultado de la combinación de unos pocos elementos químicos, fundamentalmente: O, Ca,

Mg, Na, K, Cl, S, C, N. Estos elementos necesarios para la formación de las sales son muy frecuentes en la corteza terrestre. (West Analítica y Servicios S.A. de C.V., s.f.,p.2)

2.2.2.3. Contaminación del suelo

La contaminación del suelo es una perturbación que conlleva a la pérdida de calidad y aptitud para el uso o lo hace inutilizable, a no ser que reciba un tratamiento previo. El suelo puede contener una gran variedad de elementos químicos, por lo que puede resultar difícil establecer a partir de qué momento, un mismo elemento deja de ser beneficioso, para pasar a tener la calificación de contaminante. Asimismo, resulta difícil precisar cuándo deja de estar contaminado un suelo que está siendo objeto de un proceso de recuperación. Un suelo contaminado presenta uno o más elementos o productos químicos a elevadas concentraciones. (Porta et al, 2003 como se citó en Huamaní, 2018,pp. 54-55)

La contaminación del suelo es la presencia de cualquier agente externo al suelo tanto físico como químico que pueda ocasionar afectaciones a su estado. La contaminación ocurre por fuentes generadoras como las aguas servidas, los fertilizantes y pesticidas que entran en contacto con el suelo. (Fredman, 1989 como se citó en Huamaní, 2018,p.55)

2.2.3. La interacción agua – suelo

La aplicación de las aguas residuales como agua de riego, ya sea de origen urbano o industrial, se ha de tener cuenta los factores relacionado con el propio suelo.

Las características bioquímico-físicas y el tiempo de uso de las aguas residuales son de sumo interés para los suelos, pues influyen grandemente en la calidad de aguas que percola a través de perfil del suelo y la posible o no ausencia de contaminación en las aguas subterráneas. (Martínez Cortijo, 2003, p.87)

2.2.4. El agua y su retención en el suelo

Mediante la fotosíntesis según Prieto Bolívar (2004) la planta utiliza la energía de la luz para formar azúcares, celulosa y almidones por medio del agua y del anhídrido carbónico. El almacenamiento de retención, no solo se afecta por la textura del suelo, sino también por la cantidad de materia orgánica, cuyo efecto es aumentar la capacidad de almacenamiento de las partículas del suelo, e incrementar el volumen total del mismo.

Como lo menciona Pearce y Turner (1990), existe problemas ambientales, por efectos de la conservación o protección de los ecosistemas acuáticos y del suelo, lo que contribuye a la pérdida de valor económico del recurso y del medio ambiente y genera a su vez una disminución del bienestar para la comunidad ubicada aguas abajo de las descargas.

2.2.5. Selección de Indicadores

La calidad de suelo y agua será mediante indicadores.

Un indicador es una variable que resume o simplifica información relevante, haciendo que un fenómeno o condición de interés se haga perceptible, mediante la cuantificación y comunicación en forma comprensible. Los indicadores deben ser preferiblemente variables cuantitativas, cualitativas o nominales o de rango u ordinales, especialmente cuando no hay disponibilidad de información cuantitativa, o el atributo no es cuantificable o los costos para cuantificar son demasiado elevados. Las principales funciones de los indicadores son: evaluar condiciones o tendencias, comparar transversalmente sitios o situaciones, para evaluar metas y objetivos, proveer información preventiva temprana y anticipar condiciones y tendencias futuras. (Germán Wilson, 2017,p.19)

“Los indicadores que se empleen para la evaluación de la condición del suelo deben reflejar las principales restricciones del suelo, en congruencia con la función o las funciones principales que se evalúan”. (Astier et al, 2002 como se citó en Bautista et al, 2004,p.92)

(Hunnemeyer et al, 1997 como se citó en Bautista et al, 2004,p.92) establecieron que los indicadores deberían permitir: analizar la situación actual e identificar los puntos críticos con respecto al desarrollo sostenible; analizar los posibles impactos antes de una intervención; monitorear el impacto de las intervenciones antrópicas; y ayudar a determinar si el uso del recurso es sostenible.

2.2.6. Sistema de Información Geográfica

La utilidad principal de un Sistema de Información Geográfica radica en su capacidad para construir modelos o representaciones del mundo real a partir de las bases de datos digitales y utilizarlos en la simulación de los efectos que un proceso de la naturaleza o una acción antrópica produce sobre un determinado escenario en una época específica. (Sistema de Información Geográfica [IGAC], 1995 como se citó en Fajardo, 2019,pp.16-17)

“Los SIG pueden ser usados en gran variedad de aplicaciones agrícolas, pecuarias y agroindustriales, entre ellas; manejo de campos de cultivos, monitoreo de la rotación de cultivos, proyección de pérdida de suelos y manejo de sistemas de irrigación”. (Escobar, 1997 como se citó en Fajardo, 2019,p.22)

Las funciones del SIG (Sistema de Información Geográfica) de acuerdo a (Rodger, 1993 como se citó en Cruz Fajardo, 2019, p.20-22) son: ingreso de datos, almacenamiento de datos, manipulación y procesamiento de datos, producción de datos.

Distancia Inversa Ponderada - IDW

Según (ArcGeek, 2018,parr. 1-7), la interpolación con la distancia inversa ponderada (IDW), estima valores desconocidos al especificar la distancia de búsqueda, para ello se comienza con valores conocidos y se estiman los puntos desconocidos mediante interpolación. La Distancia Inversa Ponderada es matemática, cuando se le dan los valores conocidos, la interpolación estima valores desconocidos, siendo los puntos cercanos más parecidos que los lejanos, utilizando la auto correlación espacial en sus matemáticas.

El IDW estima los valores de las celdas a través del promedio de los valores de los puntos de datos de muestra vecinos a cada celda de procesamiento. Los puntos más cercanos al centro de la celda que se estima tienen mayor influencia o peso en el proceso de estimación. Este método asume que cada punto de entrada tiene una influencia local que disminuye con la distancia. Los puntos más cercanos al punto de procesamiento pesan más que los más alejados Garcia Barneond (2010).

Submodelo

Al concepto de agregar y ejecutar una herramienta de modelo dentro de otro modelo se le suele denominar submodelo, modelo anidado o modelo dentro de un modelo. Existen dos razones principales para utilizar este tipo de jerarquía de modelos: para simplificar un modelo grande y complejo, o permitir un uso más avanzado de iteradores de modelo. (Desktop, 2021).

Para el proceso de ejecución del submodelo se utiliza la aplicación para crear, editar y administrar modelos (ModelBuilder), siendo un modelo con flujo de trabajo que encadena secuencias de herramientas de geoprocésamiento y suministran la salida de una herramienta como entrada. El ModelBuilder es muy útil para construir y ejecutar flujos, permitiendo construir un modelo agregando y conectando datos y herramientas, cuando se agregan datos a un modelo, se crea una variable de datos ovalada y azul, las variables de datos contienen una descripción de los datos, Modelbuilder almacena información descriptiva sobre los datos de la variable como, por ejemplo, extensión espacial, información de campos, sistema de coordenada, etc. Cuando se agrega herramientas de geoprocésamiento a un modelo, se crea un elemento de herramienta, así como las variables de salida relacionadas. Los elementos del modelo suelen ser de color gris cuando se agregan porque la herramienta todavía no está preparada para ejecutarse, para procesar se tiene que especificar los parámetros de la herramienta requeridos, y ahí la herramienta cambia de color para indicar que está listo para ser ejecutado, luego de agregar datos y herramientas se procede a conectarlos, para la conexión se realiza una conexión interactiva se especifica

el parámetro de entrada mediante variables de modelo y capas de mapa. (Environmental Systems Research Institute [Esri], 2021)

Bases Legales

- Según la Ley N° 28611 - Ley General del Ambiente:

En el artículo 31 - Estándar de Calidad Ambiental

- Inciso 31.1, explica que el Estándar de Calidad Ambiental (ECA) es la medida que establece el nivel de concentración o del 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.

En el artículo 67, sobre el saneamiento básico mencionan que:

Las autoridades públicas de nivel nacional, sectorial, regional y local deben: priorizar medidas de saneamiento básico que incluyan la construcción y administración de infraestructura apropiada; la gestión y manejo adecuado del agua potable, las aguas pluviales, las aguas subterráneas, el sistema de alcantarillado público, el reúso de aguas servidas, la disposición de excretas y los residuos sólidos, en las zonas urbanas y rurales, promoviendo la universalidad, calidad y continuidad de los servicios de saneamiento, así como el establecimiento de tarifas adecuadas y consistentes con el costo de dichos servicios, su administración y mejoramiento.

En el artículo 120 - de la protección de la calidad de las aguas

- Inciso 120.1 El Estado, a través de las entidades señaladas en la Ley, está a cargo de la protección de la calidad del recurso hídrico del país.
- Inciso 120.2 El Estado promueve el tratamiento de las aguas residuales con fines de su reutilización, considerando como

premisa la obtención de la calidad necesaria para su reúso, sin afectar la salud humana, el ambiente o las actividades en las que se reutilizarán.

En el artículo 121- del vertimiento de aguas residuales menciona que:
El Estado emite en base a la capacidad de carga de los cuerpos receptores, una autorización previa para el vertimiento de aguas residuales domésticas, industriales o de cualquier otra actividad desarrollada por personas naturales o jurídicas, siempre que dicho vertimiento no cause deterioro de la calidad de las aguas como cuerpo receptor, ni se afecte su reutilización para otros fines, de acuerdo a lo establecido en los ECA correspondientes y las normas legales vigentes.

En el artículo 122 - del tratamiento de residuos líquidos

- Inciso 122.1 corresponde a las entidades responsables de los servicios de saneamiento la responsabilidad por el tratamiento de los residuos líquidos domésticos y las aguas pluviales.
- Inciso 122.2 el sector Vivienda, Construcción y Saneamiento es responsable de la vigilancia y sanción por el incumplimiento de LMP en los residuos líquidos domésticos, en coordinación con las autoridades sectoriales que ejercen funciones relacionadas con la descarga de efluentes en el sistema de alcantarillado público.
- Inciso 122.3 las empresas o entidades que desarrollan actividades extractivas, productivas, de comercialización u otras que generen aguas residuales o servidas, son responsables de su tratamiento, a fin de reducir sus niveles de contaminación hasta niveles compatibles con los LMP, los ECA y otros estándares establecidos en instrumentos de gestión ambiental, de conformidad con lo establecido en las normas legales vigentes. El manejo de las aguas residuales o servidas de origen industrial puede ser efectuado directamente por el generador, a través de terceros debidamente autorizados a o a través de las entidades responsables de los

servicios de saneamiento, con sujeción al marco legal vigente sobre la materia. (Ley 28611 - Ley General del Ambiente, 2005)

- Ley N° 29338 de recursos hídricos

En el artículo 34, sobre las condiciones generales para el uso de los recursos hídricos:

El uso de los recursos hídricos se encuentra condicionado a su disponibilidad. El uso del agua debe realizarse en forma eficiente y con respeto a los derechos de terceros, de acuerdo con lo establecido en la Ley, promoviendo que se mantengan o mejoren las características físico-químicas del agua, el régimen hidrológico en beneficio del ambiente, la salud pública y la seguridad nacional.

En el artículo 76 menciona sobre la vigilancia y fiscalización del agua.

La Autoridad Nacional en coordinación con el Consejo de Cuenca, en el lugar y el estado físico en que se encuentre el agua, sea en sus cauces naturales o artificiales, controla, supervisa, fiscaliza el cumplimiento de las normas de calidad ambiental del agua sobre la base de los ECAs y las disposiciones y programas para su implementación establecidos por autoridad del ambiente.

También establece medidas para prevenir, controlar y remediar la contaminación del agua y los bienes asociados a esta. Asimismo, implementa actividades de vigilancia y monitoreo, sobre todo en las cuencas donde existan actividades que pongan en riesgo la calidad o cantidad del recurso.

En el artículo 80 nos menciona sobre la autorización de vertimiento.

Todo vertimiento de agua residual en una fuente natural de agua requiere de autorización de vertimiento, para cuyo efecto debe presentar el instrumento ambiental pertinente aprobado por la autoridad ambiental

respectiva, el cual debe contemplar los siguientes aspectos respecto de las emisiones:

- a) Someter los residuos a los necesarios tratamientos previos.
- b) Comprobar que las condiciones del receptor permitan los procesos naturales de purificación.

En el artículo 83 se refiere a la prohibición de vertimiento de algunas sustancias.

Está prohibido verter sustancias contaminantes y residuos de cualquier tipo en el agua y en los bienes asociados a ésta, que representen riesgos significativos según los criterios de toxicidad, persistencia o bioacumulación. La Autoridad Ambiental respectiva, en coordinación con la Autoridad Nacional, establece los criterios y la relación de sustancias prohibidas. (Ley 29338 - Ley de Recursos Hídricos, 2009)

- Según el D.S. N° 001-2010-AG - Reglamento de la Ley de Recursos Hídricos

En el artículo 123 sobre las acciones para la prevención y el control de la contaminación de los cuerpos de agua.

- Inciso 123.1: la ANA ejerce de manera exclusiva acciones de control, supervisión, fiscalización y sanción para asegurar la calidad del agua en sus fuentes naturales y en la infraestructura hidráulica pública.
- Inciso 123.2: la Autoridad Administrativa del Agua ejerce acciones de vigilancia y monitoreo del estado de la calidad de los cuerpos de agua y control de los vertimientos, ejerciendo la potestad sancionadora exclusiva por incumplimiento de las condiciones establecidas en las resoluciones que autorizan vertimientos o por aquellos vertimientos no autorizados.
- Inciso 123.3 de acuerdo con la Ley N° 28611, las autoridades ambientales sectoriales ejercen control, fiscalización, supervisión y

sanción de las actividades que se encuentran dentro de sus respectivos ámbitos por incumplimiento de obligaciones ambientales.

- Inciso 123.4 a fin de evitar conflictos de competencia y posible duplicidad de sanciones, la ANA y el MINAM coordinarán de manera permanente sus acciones.

En el artículo 133 sobre las condiciones para autorizar el vertimiento de aguas residuales tratadas.

En el inciso 133.1 la ANA podrá autorizar el vertimiento de aguas residuales únicamente cuando:

- Las aguas residuales sean sometidas a un tratamiento previo, que permitan el cumplimiento de los LMPs.
 - No se transgredan los ECAs para Agua en el cuerpo receptor, según las disposiciones que dicte el MINAM para su implementación.
 - Las condiciones del cuerpo receptor permitan los procesos naturales de purificación.
 - No se cause perjuicio a otro uso en cantidad o calidad del agua.
 - No se afecte la conservación del ambiente acuático.
 - Se cuente con el instrumento ambiental aprobado por la autoridad ambiental sectorial competente.
 - Su lanzamiento submarino o subacuático, con tratamiento previo, no cause perjuicio al ecosistema y otras actividades lacustre, fluviales o marino costeras, según corresponda. (Decreto Supremo 001-2010-AG - Reglamento de Ley de Recursos Hídricos, 2010)
- Según la Ley N° 27972 (2003) - Ley Orgánica de Municipalidad

En el artículo 80 - Saneamiento, Salubridad y Salud

Las municipalidades, en materia de saneamiento, salubridad y salud, ejercen las siguientes funciones:

- Funciones específicas exclusivas de las municipalidades provinciales:
 - Regular y controlar el proceso de disposición final de desechos sólidos, líquidos y vertimientos industriales en el ámbito provincial.
 - Funciones específicas compartidas de las municipalidades provinciales:
 - Administrar y reglamentar directamente o por concesión el servicio de agua potable, alcantarillado y desagüe, limpieza pública y tratamiento de residuos sólidos, cuando por economías de escala resulte eficiente centralizar provincialmente el servicio.
 - Proveer los servicios de saneamiento rural cuando éstos no puedan ser atendidos por las municipalidades distritales o las de los centros poblados rurales, y coordinar con ellas para la realización de campañas de control de epidemias y sanidad animal.
 - Difundir programas de saneamiento ambiental en coordinación con las municipalidades distritales y los organismos regionales y nacionales pertinentes.
 - Funciones específicas compartidas de las municipalidades distritales:
 - Administrar y reglamentar, directamente o por concesión el servicio de agua potable, alcantarillado y desagüe, limpieza pública y tratamiento de residuos sólidos, cuando esté en capacidad de hacerlo.
 - Proveer los servicios de saneamiento rural y coordinar con las municipalidades de centros poblados para la realización de campañas de control de epidemias y control de sanidad animal. (Ley 27972 - Ley Orgánica de Municipalidades, 2003)
- Según la Resolución Ministerial N° 224-2013-ANA - Reglamento para el otorgamiento de autorizaciones de vertimiento y reúso de aguas residuales tratadas.

En el artículo 6 - prohibiciones para la disposición final de aguas residuales

- 6.1. No se efectuará vertimiento de aguas residuales en las aguas marítimas o continentales del país, sin autorización de la Autoridad Nacional del Agua.
- 6.2. No se podrá efectuar vertimiento de aguas residuales tratadas en infraestructura hidráulica de riego, salvo que estén destinadas para su reutilización, para lo cual se deberá contar con la autorización de reúso.
- 6.3. No se podrá efectuar vertimiento de aguas residuales tratadas en sistemas de drenaje pluvial,
- 6.4. No se podrá efectuar vertimiento de aguas residuales tratadas a lechos de quebrada seca o cauce inactivo salvo que estén consideradas como la última alternativa de disposición final en el instrumento de gestión ambiental aprobado. En este caso las aguas residuales tratadas deberán cumplir con los ECA-Agua de la categoría que corresponda.

En el artículo 13 - condiciones para autorizar el reúso de aguas residuales tratadas

La autoridad Nacional del Agua podrá autorizar el reúso de aguas residuales 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 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.
- c) No se ponga en peligro la salud humana, el normal desarrollo de la flora y fauna o se afecte a otros recursos.
- d) Se cuente con el derecho de uso de agua correspondiente para el desarrollo de la actividad generadora de aguas residuales a reutilizar.
(Resolución Ministerial N° 224-2013-ANA - Reglamento para el

otorgamiento de autorizaciones de vertimiento y reúso de aguas residuales tratadas, 2013)

- Según D.S. 004-2017-MINAM - Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para agua:

En el artículo 1 explica que:

La presente norma tiene por objeto compilar las disposiciones aprobadas mediante el D.S. N° 002-2008-MINAM, el D.S. N° 023–2009-MINAM y el D.S. N° 015-2015-MINAM, que aprueban los ECAs para Agua, quedando sujetos a lo establecido en el presente Decreto Supremo esta compilación normativa modifica y elimina algunos valores, parámetros, categorías y subcategorías de los ECAs, y mantiene otros, que fueron aprobados por los referidos decretos supremos.

En el artículo 3 menciona sobre:

Las categorías de los ECAs, categoría 3: riego de vegetales y bebida de animales, subcategoría D1: riego de vegetales. Entiéndase como aquellas aguas utilizadas para el riego de los cultivos vegetales, las cuales, dependiendo de factores como el tipo de riego empleado en los cultivos, la clase de consumo utilizado (crudo o cocido) y los posibles procesos industriales o de transformación a los que puedan ser sometidos los productos agrícolas:

- Agua para riego no restringido: entiéndase como aquellas aguas cuya calidad permite su utilización en el riego de cultivos alimenticios que se consumen crudos (hortalizas, plantas frutales de tallo bajo o similares); cultivos de árboles o arbustos frutales con sistema de riego por aspersión, donde el fruto o partes comestibles entran en contacto directo con el agua de riego, aun cuando estos sean de tallo alto; parques públicos, campos deportivos, áreas verdes y plantas ornamentales; o cualquier otro tipo de cultivo.

- Agua para riego restringido: entiéndase como aquellas aguas cuya calidad permite su utilización en el riego de cultivos alimenticios que se consumen cocidos (habas, entre otros); cultivos de tallo alto en los que el agua de riego no entra en contacto con el fruto (árboles frutales); cultivos a ser procesados, envasados y/o industrializados (trigo, arroz, avena y quinua); cultivos industriales no comestibles (algodón), y; cultivos forestales, forrajes, pastos o similares (maíz forrajero y alfalfa). (D.S. 004-2017-MINAM - Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para agua, 2017)
- Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECANT-2000

Establece las especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de suelos. Estudios, muestreo y análisis, estos estándares de muestreo, análisis, informes e interpretaciones de suelos con propósitos de fertilidad, salinidad y clasificación para estudios e inventarios de suelos. Donde para la determinación de la fertilidad del suelo tenemos al contenido de materia orgánica, nitrógeno inorgánico, entre otros.

Por otro lado, para la determinación de la salinidad en el suelo tenemos a la medición de la conductividad eléctrica, entre otros. (NOM-021-RECANT-2000 - Norma Oficial Mexicana, 2002)

2.3. Conceptual

2.3.1. Parámetros fisicoquímicos del agua

2.3.1.1. Potencial de Hidrógeno del agua (pH)

El pH expresa la intensidad de la condición ácida o alcalina de una solución. El pH del agua natural depende de la concentración de CO₂. El pH de las aguas naturales se debe a la composición de los terrenos atravesados, el pH alcalino indica que los suelos son calizos y el pH ácido que son silíceos.

Dentro de sus características el pH tiene un valor variable entre 0 y 14 que indica la acidez o la alcalinidad de una solución. Y, además, conoce que el

mantenimiento del pH apropiado en el flujo del riego ayuda a prevenir reacciones químicas de fertilizantes en las líneas, que un valor de pH elevado puede causar obstrucciones en los diferentes componentes de un sistema de fertirrigación debidas a la formación de precipitados, que un adecuado pH asegura una mejor asimilabilidad de los diferentes nutrientes, especialmente fósforo y micro nutrientes. La reacción del suelo o pH del suelo afecta de modo significativo la disponibilidad y la asimilación de nutrientes y ejerce una fuerte influencia sobre la estructura del propio suelo.

En las aguas de riego el pH normal es de 6,5 y 8,4. Se presentan algunos riesgos como: las aguas con pH anormal pueden crear desequilibrios de nutrición o contener iones tóxicos que alterarían el crecimiento normal de la planta. El pH de la solución nutriente en contacto con las raíces puede afectar el crecimiento vegetal de dos formas principalmente: el pH puede afectar la disponibilidad de los nutrientes para que el aparato radical pueda absorber los distintos nutrientes, éstos obviamente deben estar disueltos. Valores extremos de pH pueden provocar la precipitación de ciertos nutrientes con lo que permanecen en forma no disponible para las plantas. El pH puede afectar al proceso fisiológico de absorción de los nutrientes por parte de las raíces: todas las especies vegetales presentan unos rasgos característicos de pH en los que su absorción es idónea. Fuera de este rango la absorción radicular se ve dificultada y si la desviación en los valores de pH es extrema, puede verse deteriorado el sistema radical o presentarse toxicidades debidas a la excesiva absorción de elementos Fito tóxicos (aluminio).

La concentración del ion hidrógeno es un parámetro de calidad de gran importancia tanto para el caso de calidad de las aguas naturales como residuales. El agua residual con concentración de ión hidrógeno presenta elevadas dificultades de tratamiento con procesos biológicos y el efluente puede modificar la concentración de ión hidrogeno en las aguas naturales si ésta no se modifica antes de la evacuación de las aguas. (Dirección General de Salud [DIGESA], (s.f.), párr.2-4)

El agua con un pH inferior a 7 se considera ácida (tiene una mayor concentración de iones H⁺). Con un pH igual a 7 sería neutra y con pH superior a 7 básica (tiene una menor concentración de iones H⁺). La medida del pH depende también de la relación suelo/agua, ya que al aumentar la cantidad de pH del agua aumenta el pH del suelo. (Alazor laboratorio, s.f.,p.51).

2.3.1.2. Demanda Bioquímica de Oxígeno – DBO₅

La Demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅) es una prueba que mide la cantidad de oxígeno consumido en la degradación Bioquímica de la materia orgánica mediante procesos biológicos aerobios.

Según la Dirección General de Salud las características de la DBO₅, es afectada por la temperatura del medio, por las clases de microorganismos presentes, por la cantidad y tipo de elementos nutritivos presentes. Si estos factores son constantes, la velocidad de oxidación de la materia orgánica se puede expresar en términos del tiempo de vida media (tiempo en que descompone la mitad de la cantidad inicial de materia orgánica) del elemento nutritivo. La DBO₅ de una muestra de agua expresa la cantidad de miligramos de oxígeno disuelto por cada litro de agua, que se utiliza conforme se consumen los desechos orgánicos por la acción de las bacterias en el agua. La demanda bioquímica de oxígeno se expresa en partes por millón (ppm) de oxígeno y se determina midiendo el proceso de reducción del oxígeno disuelto en la muestra de agua manteniendo la temperatura a 20 °C en un periodo de 5 días. Una DBO₅ grande indica que se requiere una gran cantidad de oxígeno para descomponer la materia orgánica contenida en el agua. El agua potable tiene una DBO₅ de 0.75 a 1.5 ppm de oxígeno y se considera que el agua está contaminada si la DBO es mayor de 5 ppm. Las aguas negras municipales contienen entre 100 y 400 ppm, pero los desechos industriales y los agrícolas contienen niveles de DBO₅ del orden de miles de ppm. La reducción de los niveles de DBO₅ se hace mediante tratamiento de aguas negras.

Los niveles altos de DBO_5 es un riesgo la cual indica que el agua está contaminada y necesita un tratamiento para darle un uso. La contaminación del agua por materia orgánica causaría en las plantas, que estos contaminantes orgánicos se acumulen en las raíces o extremidades de los vegetales, y los afectados son los consumidores que los ingieren directamente. Las deficiencias de oxígeno disuelto posibilitan el desprendimiento de hierro y manganeso y su disolución causando, posibles problemas en el tratamiento de las aguas. El sabor y olor son también un riesgo en ausencia de oxígeno disuelto, a causa de la potencial producción de sulfuro de hidrogeno y otros compuestos de azufre. La putrefacción de la materia orgánica en el agua produce una disminución de la cantidad de oxígeno (la cual es evaluada mediante la DBO_5) que causa graves daños a la flora y fauna acuática. El aumento de la DBO_5 , al igual que la Demanda Química de Oxígeno - DQO ocasiona disminución del oxígeno disuelto, afectando la vida acuática. Es importante tener en cuenta las variaciones relativas de oxígeno ya que si estas variaciones son grandes es síntoma de que ha habido un aumento anormal de vegetales, materia orgánica, gérmenes aerobios, reductores anaerobios. (Dirección General de Salud [DIGESA], (s.f.),p.29)

La DBO_5 permite determinar la materia orgánica biodegradable. Es la cantidad de oxígeno necesaria para descomponer la materia orgánica presente, por la acción bioquímica aerobia. Esta transformación biológica precisa un tiempo superior a los 20 días, por lo que se ha aceptado, como norma, realizar una incubación durante 5 días, a $20^{\circ}C$, en la oscuridad y fuera del contacto del aire, a un pH de 7-7.5 y en presencia de nutrientes y oligoelementos que permitan el crecimiento de los microorganismos. A este parámetro se le denomina Demanda Bioquímica de oxígeno durante 5 días de incubación (DBO_5). (Universidad Politécnica de Cartagena, s.f, pp.9-10)

2.3.1.3. Conductividad Eléctrica del agua de riego

La conductividad eléctrica (CE) representa la concentración total de las sales que tiene el agua, sales que dan lugar a una presión osmótica (PO) de la

solución, es decir, cuanto más elevada sea su concentración de sales del agua de riego sería mayor la presión osmótica de la presión del suelo dificultando la absorción del agua y nutrientes por el sistema radical, además se acumulan sales en los estratos originando la salinización del suelo. (Saldaña Soto, s.f., párr.20)

De acuerdo (Dirección General de Salud [DIGESA], (s.f.),p.26) La conductividad es la medida de la capacidad del agua para conducir la electricidad. Es indicativa de la presencia de iones. Proviene de una base, un ácido o una sal, disociadas en iones.

Una de las características que se presenta es el agua pura es que tiene una conductividad eléctrica muy baja. El agua natural tiene iones en disolución y su conductividad es mayor y proporcional a la cantidad y características de esos electrolitos. Por esto se usan los valores de conductividad como índice aproximado de concentración de solutos. Como la temperatura modifica la conductividad las medidas se deben hacer a 20°C.

Los riesgos de un agua de riego con una alta Conductividad Eléctrica son:

- Precipitación de sales: en la solución de riego con obstrucción de los goteros - Daño al cultivo: por una solución demasiado concentrada en sales que produce interferencias en la absorción radical. Normalmente la concentración de sales es mayor dentro de la célula que en el agua del suelo. Si esto no ocurre, no se produce absorción de agua y la planta se marchita.
- Salinización del suelo.

2.3.1.4. Nitratos del agua

Los nitratos se encuentran distribuidos en la litosfera en forma de sales sódicas y potásicas. Las concentraciones de los nitratos en aguas superficiales se deben a diferentes orígenes, se libera cuando la materia orgánica se descompone por las bacterias del suelo y por disolución de rocas y de efluentes industriales. Por otro lado, la principal fuente de nitratos es la agricultura, donde se utilizan como componente de abonos y fertilizantes nitrogenados. La

presencia natural de nitratos y nitritos en el medio ambiente es una consecuencia del ciclo del nitrógeno, por lo tanto, las alteraciones de este ciclo por causas antropogénicas o naturales, tendrán como resultado una modificación en la presencia y concentración de dichos iones en el ambiente.

Según la Dirección General de Salud las características del nitrato de agua indica que es un compuesto inorgánico, compuesto por un átomo de nitrógeno (N) y tres átomos de oxígeno (O); el símbolo químico del nitrato es NO_3^- . El nitrato no es normalmente peligroso para la salud a menos que sea reducido a nitrito (NO_2^-). Nitrato es una forma de nitrógeno que todas las plantas necesitan para crecer. En los campos, y también en los jardines, se usan los fertilizantes con nitrógeno para enriquecer el suelo. Desafortunadamente, los nitratos pueden contaminar los acuíferos de agua subterránea.

El transporte de nitratos a través del perfil del suelo se encuentra influenciado la cual genera un riesgo, no solo por las propiedades del mismo y las dosis de fertilización, sino también por el tipo de cultivo y la aplicación de riego. En suelos con contenidos importantes de arenas finas o limos se evidenciaron las mayores pérdidas de nitrógeno bajo riego. Dada la relación entre el riego y el movimiento de los nitratos en el suelo, la eficiencia en el uso del agua de irrigación y del nitrógeno aplicado por fertilización adquiere gran relevancia, si se pretende realizar una producción sustentable. El nitrógeno más fácilmente asimilable se encuentra en forma de nitrato (NO_3^-) y de amonio (NH_4^+). La forma más frecuente en las aguas de riego es, sin embargo, la de nitrato, mientras que, en ellas, el nitrógeno en la forma de amonio es rara vez superior a 1 mg/l, a menos que contengan aguas residuales o fertilizantes que contienen nitrógeno amoniacal. El factor más importante para las plantas es el nitrógeno total, ya sea si su contenido se expresa en forma de nitrato, en forma de amonio o como nitrógeno orgánico. Los cultivos sensibles resultan afectados por concentraciones de nitrógeno superiores a 5 mg/l, mientras que la mayor parte de los otros cultivos no son afectados hasta que las concentraciones exceden de 30 mg/l. A elevadas concentraciones de nitrógeno el cultivo aumenta de

tamaño, mientras que su azúcar disminuye en su contenido y pureza, los excesos de nitrógeno prolongan su periodo vegetativo al mismo tiempo que disminuyen su producción, como consecuencia las cosechas son menores y las frutas tienden a una maduración tardía y menor contenido de azúcar. Las concentraciones excesivas de nitratos causan trastornos sanguíneos. Además, los altos niveles de nitratos y fosfatos en el agua estimulan el crecimiento de algas verde-azules, que llevan a la desoxigenación (eutrofización). (Dirección General de Salud [DIGESA], (s.f),p.47)

2.3.2. Parámetros fisicoquímicos del suelo

2.3.2.1. Determinación de carbono orgánico (materia orgánica)

“El carbono orgánico puede ser determinado por el proceso de oxidación del C-orgánico a CO₂”. (Ministerio de Agricultura y Riego [MINAGRI], 2017,p.39)

La materia orgánica está compuesta por aquellos restos de origen animal o vegetal que se acumulan en el suelo o se incorporan a él. La composición química de todos estos materiales es muy variada: hidratos de carbono, ligninas, taninos, glucósidos, lípidos, resinas, compuestos nitrogenados, pigmentos y compuestos minerales. Los factores que inciden más directamente en la descomposición de la materia orgánica son la edad de la planta (las más jóvenes se descomponen antes), la temperatura (la descomposición es más rápida en climas cálidos), la humedad (en zonas con mayor humedad la descomposición se produce más lentamente), la aireación del suelo (la aireación favorece la proliferación de la flora microbiana), la acidez (los valores de pH entre 6 y 7.2 son los más favorables para el desarrollo microbiano), el contenido de nitrógeno del material original (los residuos ricos en nitrógeno se descomponen con mayor rapidez), etc.

A medida que avanza la descomposición decrece la relación C/N y, por tanto, la velocidad de descomposición. Cuando esa relación llega a 10 la materia orgánica se ha transformado en humus.

Las funciones que el humus desarrolla sobre el suelo son de tipo físico (el humus retiene agua, incrementa su porosidad lo que facilita el drenaje, proporciona un color oscuro que favorece la absorción de los rayos solares y, por tanto, un aumento de la temperatura), químico (amortigua el pH del suelo y aumenta su capacidad de cambio) y biológico (el humus favorece la proliferación de microorganismos aerobios que viven a expensas de él a los que proporciona carbono y nitrógeno, contribuye a su transformación y son necesarios para muchas reacciones bioquímicas que tienen lugar en el suelo como amonificación, nitrificación o fijación del nitrógeno).

En las aguas residuales la materia orgánica contenida puede ser de dos tipos: los compuestos orgánicos de materias puramente biológicas resultantes del metabolismo humano, y el formado por sustancias de síntesis (plaguicidas, residuos de la industria química, farmacéutica, alimentaria, etc. (cuyo poder contaminante es mucho mayor). (Martínez Cortijo, 2003, pp. 92-93)

La materia orgánica según (Prieto Bolívar, 2004) cuando se descompone y se mezcla en el suelo, cubre las partículas minerales con la sustancia porosa, parecida a la gelatina y altamente absorbente, con lo cual se aumenta el área de su superficie, y por lo tanto su poder de almacenamiento.

Para (Prieto Bolívar, 2004) la agregación de materia orgánica al suelo, el suelo se dilata y se profundiza, incrementándose la capacidad de almacenamiento de retención, para la profundidad afectada por la materia orgánica, junto con los espacios porosos y las partículas minerales forman la capa húmifera de los suelos.

2.3.2.2. Conductividad Eléctrica del Suelo

Como lo menciona Martínez Cortijo (2003), “la salinidad del suelo la determina fundamentalmente la salinidad del agua de riego” (p. 73)

Según (Instituto para la Innovación Tecnológica en Agricultura [INTAGRI], (s.f)) Se trata del parámetro que indica la presencia de sales en el suelo y se expresa

en dS/m (antes mmhos/cm). El problema de salinidad tiene dos efectos sobre el cultivo: Los efectos generales y los efectos específicos. Los efectos generales se refieren al descenso en el potencial de agua en el suelo, es decir a que la planta tiene que hacer un mayor esfuerzo para poder extraer agua del suelo. Los efectos específicos se refieren a la toxicidad que se puede presentar por la presencia de un ion específico como cloro, boro, y en algunos casos sodio.

Se refiere a la acumulación de sales solubles en agua en el suelo. Las sales que se pueden encontrar en un nivel freático salino se transportan con el agua a las superficies del suelo mediante ascenso capilar y una vez que el agua se evapora se acumulan en la superficie del suelo. La salinización suele ocurrir con manejo de riego inapropiado sin tomar en consideración el drenaje y lixiviación de las sales por fuera de los suelos. Las sales también se pueden acumular naturalmente o por la intrusión de agua marina. La salinización elevada en el suelo lleva a la degradación de los suelos y la vegetación. Las sales más comunes se encuentran en combinaciones de los cationes de sodio, calcio, de magnesio y de potasio con los aniones de cloro, sulfato y carbonatos.

La conductividad eléctrica mide la capacidad del suelo para conducir corriente eléctrica al aprovechar la propiedad de las sales en la conducción de esta; por lo tanto, la conductividad eléctrica mide la concentración de sales solubles presentes en la solución del suelo. Su valor es más alto cuanto más fácil se mueva dicha corriente a través del mismo suelo por una concentración más elevada de sales. En un suelo salino se acumulan cationes como sodio (Na^+), potasio (K^+), calcio (Ca^{2+}) y magnesio (Mg^{+2}), así como los aniones cloro (Cl^-), sulfato (SO_4^{-2}), bicarbonato (HCO_3^-) y carbonato (CO_3^{-2}). (Instituto para la Innovación Tecnológica en Agricultura [INTAGRI], (s.f), párr. 2-3)

La presencia de las sales afecta la asimilación de nutrientes por las plantas y la actividad microbiana del suelo. La salinidad tiende también afectar otros tipos de suelos, pero en menor medida y puede llevar al reconocimiento de fases salinas cuyas también merecen llamar la atención cuando se encuentran bajo

cultivos sensibles por la salinidad. (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura [FAO], (s.f)a,párr.1)

La conductividad de un extracto de suelo que es un indicador de la salinidad, depende de la actividad y clase de iones disueltos y de la temperatura a la que se realiza la medida. Un valor de conductividad eléctrica elevado indica que hay gran cantidad de sales disueltas. Las conductividades bajas, por el contrario, muestran que la velocidad de movimiento de los elementos nutritivos en el suelo es lenta.

Parte de las sales procede del agua de riego, aunque varía su importancia según calidad y la cantidad del agua y las condiciones geomorfológicas e hidrogeológicas de la zona regada. La calidad del agua de riego puede variar significativamente según el tipo y cantidad de sales disueltas, los cuales normalmente se encuentran en magnitudes relativamente pequeñas. Las sales son transportadas por las aguas de riego y depositadas en el suelo donde se acumulan medida que el agua se evapora o consume por las plantas. El uso de agua de mala calidad puede ocasionar problemas en el suelo y en los cultivos; estos pueden ser problemas de salinidad, disminución de la tasa de infiltración, toxicidad específica sobre los cultivos y otros.

Los problemas de salinidad están determinados fundamentalmente por la acumulación total de sales en la solución del suelo en cantidades que limitan la utilización del agua almacenada en el suelo por planta; ello provoca reducciones y hasta pérdida total en los rendimientos de los cultivos sin afectar o dañar las propiedades físicas del suelo. Por tanto, la salinidad en un suelo es un factor que influye muy directamente en el desarrollo de las plantas. Cuando existen sales en la solución del suelo, el agua del suelo es retenida con mayor fuerza por este, con lo cual las plantas tienen que hacer un esfuerzo suplementario para absorberla como consecuencia del aumento de la presión osmótica. (Martínez Cortijo, 2003,pp. 90-92)

Solubilidad de las sales

Se trata de una propiedad muy importante, pues además de afectar a la movilidad y precipitación, va a regular su máxima concentración en la solución del suelo. Y cuanto mayor sea ésta, más importante va a ser su efecto perjudicial para los cultivos. Las sales más tóxicas son, pues, las que presentan elevadas solubilidades, que darán soluciones muy concentradas. Por el contrario, las sales con baja solubilidad no representaran ningún problema ya que precipitaran antes de alcanzar niveles perjudiciales. (Edafología.net, s.f., párr.5)

2.3.2.3. Nitrógeno total del Suelo

“Los nitratos del suelo (NO_3^-) son una forma inorgánica de nitrógeno asimilable por las plantas. Se forman a partir de la mineralización, por microorganismos, de formas orgánicas de nitrógeno, por ejemplo, materia orgánica del suelo, residuos de cosecha, y abonos”. (Departamento de Agricultura de los Estados Unidos [USDA], 1999,p.67)

“El nitrato suele ser deficiente en suelos ácidos porque el bajo pH del suelo (<5.5) reduce la nitrificación. La nitrificación cesa a un pH <4.5, y el pH óptimo está entre 6 y 8” (Departamento de Agricultura de los Estados Unidos [USDA], 2014,párr.5)

El nitrógeno se encuentra en el suelo tanto de forma orgánica como inorgánica. El nitrógeno orgánico, que se encuentra formando parte de la materia orgánica, representa la casi totalidad del nitrógeno del suelo y no es asimilable por las plantas mientras no se transforme en nitrógeno inorgánico mediante una serie de procesos de tipo bioquímico. Estas transformaciones dependen de diversos factores, así unas condiciones climáticas favorables y el adecuado laboreo del suelo favorecen su aireación y con ello la transformación de nitrógeno orgánico en mineral. Por el contrario, este proceso se frena por copiosas precipitaciones, bajas temperaturas, suelo compactado y por el enterramiento de resto del cultivo. (Martínez Cortijo, 2003,p. 95)

2.4. Definición de términos básicos

Cadena de custodia de agua

La (Autoridad Nacional del Agua [ANA], 2016) menciona que es un “documento fundamental en el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos que garantiza la autenticidad de las muestras tomadas en campo hasta su llegada de laboratorio” (p.82)

Cadena de custodia de suelo

Como menciona el (Ministerio del Ambiente [MINAM], (s.f.), p.6), es un “procedimiento documentado de la obtención de muestras, su transporte, conservación y entrega de estas al laboratorio para la realización de pruebas de análisis físico-químico, realizado por el personal responsable”. (p.3)

Efluente

Según el (Ministerio del Ambiente [MINAM], 2010), es un “material de desecho descargado al ambiente, tratado o sin tratar, que se refiere generalmente a la contaminación del agua, pero puede utilizarse para referirse a las emisiones de chimeneas u otros materiales de desechos que entran en el ambiente”. p.39

Estándar de Calidad Ambiental (ECA)

Es la medida que establece el nivel de concentración o del grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, presentes en el air, agua o suelo, en su condición de cuerpo receptor, que no representa riesgo significativo para la salud de las personas ni el ambiente. Según el parámetro en particular a que se refiera, la concentración o grado podrá ser expresada en máximos, mínimos o rangos. (Ministerio del Ambiente [MINAM], 2014,p.3)

Época de estiaje

La (Autoridad Nacional del Agua [ANA], 2017) menciona que es, “mes del año en el cual el caudal mensual medio llega a su mínimo”. (p.126)

IDW – Distancia inversa ponderada

Según (Environmental Systems Research Institute [Esri], s.f.) “el método IDW está basado principalmente en la inversa de la distancia elevada a una potencia matemática, donde se determina los valores de celda a través de una combinación ponderada linealmente de un conjunto de puntos de muestra. Este método presupone que la variable que se representa cartográficamente disminuye su influencia a mayor distancia desde su ubicación de muestra”.

Muestra de agua

La (Autoridad Nacional del Agua [ANA], 2016), menciona que es “parte representativa del material a estudiar (para este caso agua natural superficial en la cual se analizarán los parámetros de interés”. (p.85)

Muestra compuesta

Es aquella construida por un conjunto de muestras simples (sub muestras), convenientemente mezcladas, y llevadas al laboratorio para su correspondiente análisis, siendo el resultado un valor analítico medio de la propiedad o compuesto analizado. El número de sub muestras dependerá de la variabilidad de la sustancia o propiedad a analizar en el área de estudio y tiene la ventaja de permitir un muestreo mayor sin aumentar el número de muestras a analizar. (Ministerio del Ambiente [MINAM], 2014, p.4)

Muestreo de identificación

El (Ministerio del Ambiente [MINAM], 2014), menciona que “es aquel orientado a identificar si el suelo está contaminado. Entiéndase que toda referencia hecha al muestreo exploratorio en el D.S. N° 011-2017-MINAM, se entenderá como referida al muestreo de identificación”. (p.4)

Punto de muestreo

El (Ministerio del Ambiente [MINAM], 2014), menciona que es “el lugar (punto o área determinada) del suelo donde se toman las muestras, sean estas superficiales o de profundidad”. (p.4)

Punto de monitoreo

De acuerdo a la (Autoridad Nacional del Agua [ANA], 2016) “el punto de monitoreo es una ubicación geográfica en una zona específica de un cuerpo de agua donde se realiza la toma de muestras de parámetros para la determinación de la calidad de agua”. (p.85)

Rejillas regulares

En el plano se trazan rejillas con líneas paralelas y perpendiculares equidistantes, permitiendo que todas las celdas tengan las mismas dimensiones. El tamaño de las celdas depende del detalle requerido, entre más detalle se requiera las celdas son más pequeñas. (Ministerio del Ambiente [MINAM], 2014,p.41)

III. HIPÓTESIS Y VARIABLES

3.1. Hipótesis

3.1.1. Hipótesis General

La calidad de las aguas residuales en época de estiaje influye en la calidad del suelo agrícola de la parcela 00512, anexo Lúcumo, Lunahuaná.

3.1.2. Hipótesis Específicas

- La calidad del agua del canal de riego Casalla en época de estiaje influye en la calidad del suelo agrícola en los parámetros fisicoquímicos (conductividad eléctrica, materia orgánica y nitrógeno total) de la parcela 00512, anexo Lúcumo, Lunahuaná.
- La aplicación del mapa de submodelo en el suelo permite identificar los niveles de influencia del agua del canal de riego Casalla en el suelo agrícola en la parcela 00512, anexo Lúcumo, Lunahuaná.

3.2. Definición conceptual de variables

- **Calidad de aguas residuales**

Determinada por sus características o parámetros físicos, químicos y biológicos a partir de los cuales se determina que tan aceptables es un agua residual para determinado uso. (Luv y Lipták, 1999 como se citó en Cardona, 2008, p.5)

En la tabla 1 se muestra los límites aceptables para los indicadores en base a los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para agua según D.S. 004 - 2017- MINAM de la categoría 3: riego de vegetales y bebida de animales – subcategoría D1: riego de vegetales.

Tabla 1
Estándares de calidad de agua, según ECA - D.S. 004 - 2017- MINAM

Nº	Parámetros	Unidad de medida	ECA Categoría 3
1	Conductividad	uS/cm	2500
2	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/l	15
3	Potencial de hidrógeno	Unidad de pH	6,5 – 8,5
4	Nitratos	mg/l	100

Fuente: Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para agua - D.S. 004 - 2017- MINAM.

- **Calidad del suelo**

Como menciona el (Ministerio del Ambiente [MINAM], 2014), “es el estado del suelo en función de sus características físicas, químicas y biológicas que le otorgan una capacidad de sustentar un potencial ecosistémico natural y antropogénicas”. (p.3)

En la tabla 2, 3 y 4 se muestra la clasificación de los parámetros de conductividad eléctrica, materia orgánica y nitrógeno total, donde se basa en la Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000, debido a que la normativa nacional peruana, los estándares de calidad para suelos (Estándar de Calidad Ambiental para suelo – ECA, D.S. 011-2017-MINAM), para el uso de suelos agrícola están enfocados en la parte minera e hidrocarburos, por ello se ha optado usar la normativa internacional.

Tabla 2
Valores de conductividad eléctrica

Parámetro	Unidad de medida	C.E.	Clasificación
Conductividad Eléctrica	dS/m	< 1.0	Efectos despreciables de la salinidad
		1.1 - 2.0	Muy ligeramente salino
		2.1 - 4.0	Moderadamente salino
		4.1 - 8.0	Suelo salino
		8.1 - 16.0	Fuertemente salino
		> 16.0	Muy Fuertemente salino

Fuente: Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000.

Tabla 3
Valores de materia orgánica

Parámetro	Unidad de medida	Materia Orgánica	Clase
Materia orgánica	%	Muy bajo	<4.0
		Bajo	4.1 - 6.0
		Medio	6.1 - 10.9
		Alto	11.0 - 16.0
		Muy Alto	>16.1

Fuente: Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000.

Tabla 4:
Valores de nitrógeno total

Parámetro	Unidad de medida	Clase	mg/kg
Nitrógeno total	mg/kg MS	Muy bajo	0-10
		Bajo	10-20
		Medio	20-40
		Alto	40-60
		Muy Alto	>60

Fuente: Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000.

3.2.1. Operacionalización de variable

Para demostrar y comprobar la hipótesis formulada, se operacionalizará las variables, así como los parámetros de la calidad del agua en época de estiaje y la calidad de suelo agrícola de la parcela 00512. Así se recopilará información de los resultados de los indicadores de la variable independiente, calidad de aguas residuales; que será precursor y se analizará los indicadores de la variable dependiente, calidad del suelo.

Tabla 5

Matriz de operacionalización de variables

Variables	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Índices	Métodos	Técnica
Calidad de aguas residuales	Para medir la calidad de agua se tomará muestras bajo los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para agua categoría 3: riego de vegetales y bebida de animales, subcategoría D1: riego de vegetales.	Parámetros fisicoquímicos	Conductividad	uS/cm	Conductivity. Laboratory Method. SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2510 B 23rd Ed. 2017	Análisis documental
			Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/l	Conductivity. Laboratory Method. SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23 rd Ed. 2017	
			Nitratos	mg/l	Nitrogen (Nitrate). Colorimetric Method SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ B, 23 rd Ed. 2017	
			Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	pH Value Electrometric Method SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-NO3- E, 23 rd Ed. 2017	
Calidad del suelo	Para determinar la calidad de suelo se tomará muestras bajo la NORMA Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000.	Parámetros fisicoquímicos	Conductividad eléctrica	dS/m	Lectura de extracto de saturación de un suelo por medición electrolítica y una celda de conductividad como sensor	Análisis documental
			Materia orgánica	%	Método de Walkley y Black % M.O. = % C × 1,724	
			Nitrógeno total	mg/kg MS	Método de micro - Kjeldahl	
		Mapas temáticos	Conductividad eléctrica	dS/m	Ponderación de inversa ponderada (IDW)	Análisis documental
			Materia orgánica	%		
			Nitrógeno total	mg/kg MS		

IV. DISEÑO METODOLÓGICO

4.1. Tipo y diseño de investigación

Como menciona Nicomedes Teodoro (s.f.), la presente investigación, tiene un tipo de investigación básica descriptiva, “la cual tiene como objetivo principal de recopilar datos e informaciones sobre las características, propiedades, aspectos o dimensiones de las personas, agentes e instituciones de los procesos sociales”. (p.2)

La investigación tiene un diseño no experimental como lo mencionan Hernández et. al. (2014), “estudios que se realizan sin la manipulación deliberada de variables y en los que sólo se observan los fenómenos en su ambiente natural para analizarlos” y transversal “investigaciones que recopilan datos en un momento único”. (pp.152-154)

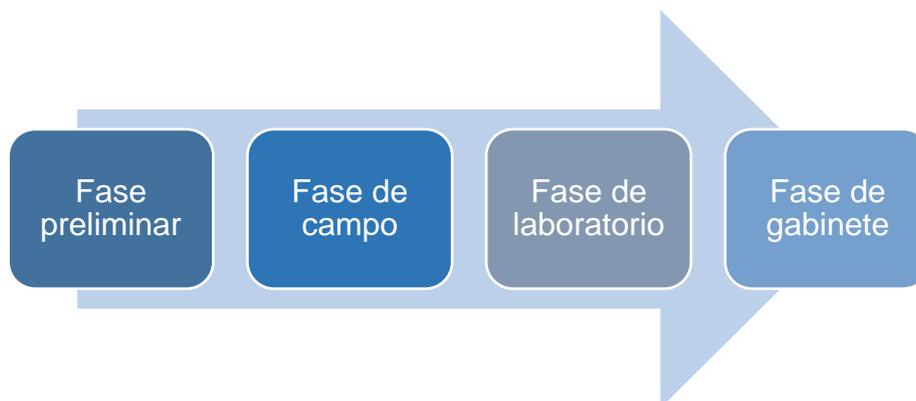
4.2. Método de investigación

El método utilizado en la presente investigación es:

Método cuantitativo

Se fundamenta en la medición de las características, lo cual supone derivar de un marco conceptual pertinente al problema analizado. Este método tiende a generalizar y normalizar resultados. (Bernal Torres, 2010)

En base a la Guía práctica para la formulación y ejecución de proyectos de investigación y desarrollo, se desarrollaron las siguientes fases tomando en cuenta la técnica de recolección de datos y técnicas estadísticas para el procesamiento de datos para el proceso de la investigación.



- Fase preliminar
 - Acopio de información.
 - Se recopiló información de fuentes bibliográficas.
 - Reconocimiento del área de estudio.
 - Se cotizó el presupuesto para la evaluación de muestras de agua y suelo por un laboratorio acreditado.
 - Elaboración de programa de monitoreo de calidad de agua y suelo.
- Fase de campo
 - Recolección de muestras de agua y suelo (se adoptaron medidas y cuidados necesarios para la manipulación adecuada de los materiales para que se mantengan en buena calidad, y acondicionamiento y rotulado de los frascos)
 - Llenado de las cadenas de custodia de agua y suelo.
 - Llenado de las fichas de registro de campo de calidad de agua y calidad del suelo.
 - Traslado de las muestras al laboratorio (conservadas en un cooler a una temperatura adecuada).
- Fase de laboratorio
 - Análisis de muestras de agua y suelo.
- Fase de gabinete
 - Interpretación de los resultados obtenidos.
 - Comparación de los resultados.

Se tabuló, clasificó y elaboro gráficos con los datos obtenidos para determinar de qué manera la calidad de las aguas residuales en época de estiaje influye en la calidad del suelo agrícola de la parcela 00512, anexo Lúcumo, Lunahuaná. Por otro lado, con ello también se determinó la influencia de los parámetros fisicoquímicos (conductividad eléctrica, materia orgánica y nitrógeno total), además se realizó un modelamiento a través del ArcGIS 10.6 para la elaboración de un mapa submodelo de la influencia del agua del canal de riego Casalla en el suelo agrícola de la parcela 00512.

4.3. Población y muestra

Población

La población del presente estudio, está constituida por la parcela agrícola 00512, que abarca una extensión de 0,1 ha, la cual se tomó como objeto de estudio. Esta parcela se encuentra en el anexo Lúcumo, distrito de Lunahuaná, en la provincia de Cañete, ubicado en la subcuenca baja del río Cañete. El suelo es irrigado con aguas del canal de riego, siendo el agua proveniente del río Cañete que en su recorrido recibe descargas de aguas residuales.

Muestra

La muestra fue tomada en la parcela 00512, anexo Lúcumo, distrito de Lunahuaná, en la provincia de Cañete.

- Siguiendo la metodología de la Guía de Muestreo de Suelos – MINAM (2014), se seleccionó cuatro puntos de muestreo de los suelos agrícola (MS-01, MS-02, MS-03 y MS-04), donde se evaluó los parámetros fisicoquímicos (conductividad eléctrica, materia orgánica y nitrógeno total), (ver anexo N° 6), el suelo fue irrigado con las aguas de canal de riego Casalla. De cada punto de muestreo se tomaron muestras superficiales compuestas a una profundidad de 30 cm cada una (ver anexo N° 7), siendo la profundidad recomendada para un suelo agrícola, las muestras se realizaron a través del método de rejillas regulares (ver anexo N° 8), además se tomó una muestra de nivel de fondo (MS-05).

Las muestras (MS-01, MS-02 y MS-03) compuestas por 4 submuestras superficiales de suelo agrícola, con dos tipos de cultivos (frijol y uva) y la muestra (MS-04) compuesta por 2 submuestras, con un solo tipo de cultivo (uva), la cuales fueron recolectadas en la parcela 00512. Por otro lado, la muestra (MS-5), denominada nivel de fondo, se recolectó en la ladera del cerro, este suelo se encuentra de manera natural ajena a la fuente antropogénica. En la tabla 6 se aprecia los puntos de muestreo de suelo – coordenadas UTM.

Tabla 6
Puntos de muestreo de suelo - coordenadas UTM

Punto de muestreo/ Estación	Muestras compuestas							
	Coordenadas UTM							
	1		2		3		4	
	Este	Norte	Este	Norte	Este	Norte	Este	Norte
MS - 01	369536	8559146	369536	8559143	369531	8559148	369531	8559143
MS - 02	369531	8559138	369530	8559131	369534	8559133	369535	8559138
MS - 03	369547	8559137	369547	8559144	369551	8559143	369552	8559139
MS - 04	369546	8559149	369553	8559148				
MS - 05	369534	8559163						

- Para el monitoreo de agua se seleccionaron dos puntos de muestreo (al ingreso de la parcela y a la salida), el punto MA-1 en el canal de riego Casalla y el punto MA-2 a la salida del agua de la parcela 00512, ya habiéndose regado el suelo. Cabe resaltar que estas aguas no reciben tratamiento alguno, el agua del canal proviene del río Cañete que en su trayecto recibe descargas de aguas residuales, su riego es por inundación. Los parámetros fisicoquímicos de pH y conductividad eléctrica se analizaron in situ y la Demanda Bioquímica de Oxígeno – DBO₅ y nitratos ex situ.

Tabla 7
Puntos de muestreo de agua - coordenadas UTM

Punto de muestreo / Estación	Coordenadas UTM	
	Este	Norte
MA-1	369542	8559157
MA-2	369493	8559132

En el anexo N° 4, se aprecia el mapa de los puntos de monitoreo de agua y suelo.

4.4. Lugar de estudio y período desarrollado

El área de estudio se encuentra ubicado en la parcela 00512, anexo Lúcumo, distrito de Lunahuaná, provincia de Cañete, subcuenca baja del río Cañete, departamento de Lima. Según el censo agropecuario 2012, el distrito de Lunahuaná cuenta con 3,658.67 hectáreas de superficie de cultivos, además se ha reportado 2712 casos donde se utiliza de procedencia el agua de río para riego.

El trabajo de investigación se desarrolló desde el mes de setiembre del 2018 hasta diciembre del 2020.

4.5. Técnicas e instrumentos para la recolección de la información

Tabla 8
Técnicas e instrumentos para la recolección de la información

Técnicas	Justificación	Instrumentos	Aplicación
		Cadena de custodia de suelo y agua	Se utilizó para registrar y controlar las muestras realizadas en campo, la cual fue proporcionada por el laboratorio ALAB, acreditado por INACAL.
Análisis documental	Permitió efectuar un análisis de información de los parámetros fisicoquímicos evaluados	Informe de ensayo de suelo y agua	Se utilizó para el análisis de los resultados de las muestras realizadas, la cual fue proporcionada por el laboratorio ALAB, acreditado por INACAL.
		Programa de monitoreo de suelo y agua	Se utilizó para establecer los puntos de muestras de agua y suelo, así como la fecha de monitoreo.
		Ficha de registro de campo de suelo y agua	Se empleo para el registro de muestras realizadas in situ de los valores obtenidos en campo.

La cadena de custodia e informe de ensayo fueron validados por el laboratorio Analytical Laboratory E.I.R.L. (ALAB), el cual está acreditado por INACAL (Instituto Nacional de Calidad), a través de un especialista, el profesional responsable que validó la cadena de custodia y el informe de ensayo fue: Quím. José Luis Chipana Chipana, director técnico a cargo del laboratorio.

La validación del programa de monitoreo de calidad de agua y suelo, y la ficha de registro de campo de calidad de agua y suelo, fueron evaluadas por un experto que asegura que el instrumento de recolección de información es aplicable, el profesional que validó fue: Ms. C. María Antonieta Gutiérrez Díaz, Ingeniera Agrícola.

Materiales y equipos

- **Muestreo de suelo**

- **Materiales:** Guantes descartables, etiquetas, bolsas ziploc, espátula y barreta.
- **Equipos:** GPS Garmin y cámara fotográfica.

- **Muestreo de agua**

- **Materiales:** Cooler grandes y pequeños, frascos de plástico y vidrio, balde de plástico, guantes descartables, etiquetas, lapicero, pizetas y refrigerantes.
- **Equipos:** GPS Garmin, multiparámetro y cámara fotográfica.

4.6. Análisis y procesamiento de datos

El análisis y procesamiento de datos estará bajo el enfoque cuantitativo. Hernández Sampieri et al. (2014) “sostiene que el método cuantitativo usa la recolección de datos para probar la hipótesis, de acuerdo con la medición numérica y el análisis estadístico para establecer las relaciones que existen entre las variables y la prueba de teorías”. (p.4)

Con los datos de calidad de suelo se analizó la media con el software SPSS 25 para los siguientes indicadores: conductividad eléctrica, materia orgánica y nitrógeno total.

El modelamiento de análisis de calidad de suelo se realizó en el software ArcGis 10.6, siendo los parámetros analizados (conductividad eléctrica, materia orgánica y nitrógeno total), donde se utilizó el método de interpolación IDW (Distancia Inversa Ponderada), el cual determina los valores de una combinación ponderada de un conjunto de puntos donde disminuye su influencia a mayor distancia, obteniéndose tres mapas por parámetros independientes.

Para estimar los niveles de influencia de las aguas residuales en el suelo agrícola se trabajó con ModelBuilder, es una aplicación que se utiliza para crear modelos, donde se unió el resultado de la interpolación de cada parámetro mencionado líneas arriba, obteniendo un mapa final denominado submodelo de niveles influencia en el suelo agrícola, clasificado en 4 clases: bajo (verde), medio (amarillo), alto (anaranjado) y muy alto (rojo).

En la figura 14, se aprecia el mapa de submodelo de niveles influencia de las aguas residuales en época de estiaje en el suelo agrícola de la parcela 00512, anexo Lúcumo, Lunahuaná.

V. RESULTADOS

5.1. Resultados descriptivos

5.1.1. Resultados del monitoreo fisicoquímico del agua de riego

El monitoreo del agua se realizó en dos puntos, el punto MA-1 en el canal de riego Casalla y el punto MA-2 a la salida del agua de la parcela, ambas fueron recolectadas de acuerdo al protocolo nacional para el monitoreo de calidad de recursos hídricos superficiales. Estas fueron comparadas con los Estándares de Calidad Ambiental para agua (ECA), según D.S. 004-2017-MINAM, categoría 3: riego de vegetales y bebida de animales – subcategoría D1: riego de vegetales.

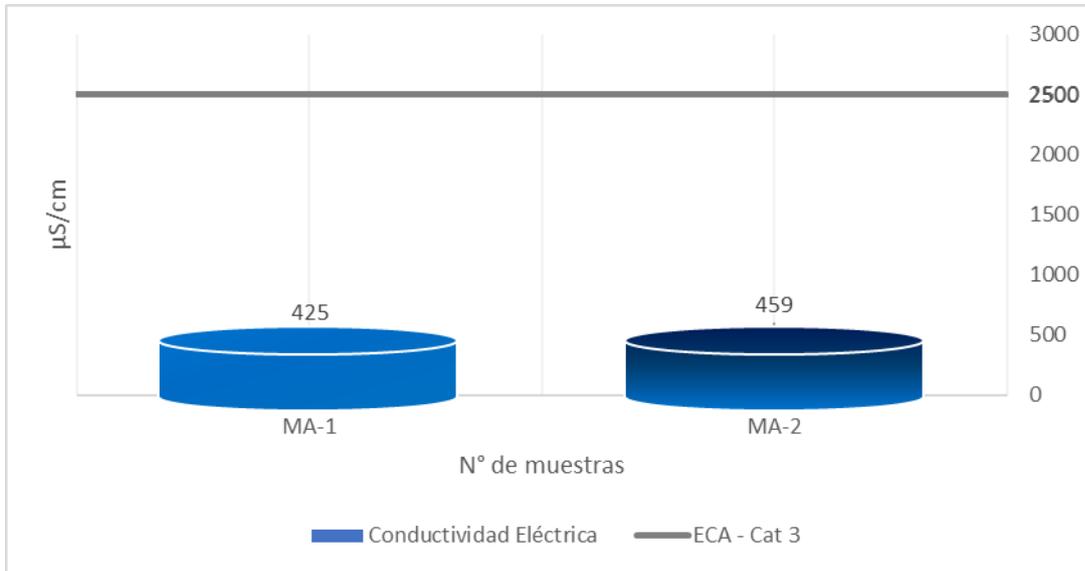
En las tablas siguientes se muestra el consolidado de los resultados del análisis del agua del área de estudio.

Tabla 9
Resultado del monitoreo del muestreo de agua

Parámetros	Unidad	ECA (D.S 004-2017- MINAM) Cat. 3. Riego de vegetales	Muestras	
			MA-1	MA-2
Conductividad	μS/cm	2500	425	459
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L	15	<2.0	<2.0
Nitratos	mg/L	100	0.439	2.253
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6.5-8.5	8.7	8.4

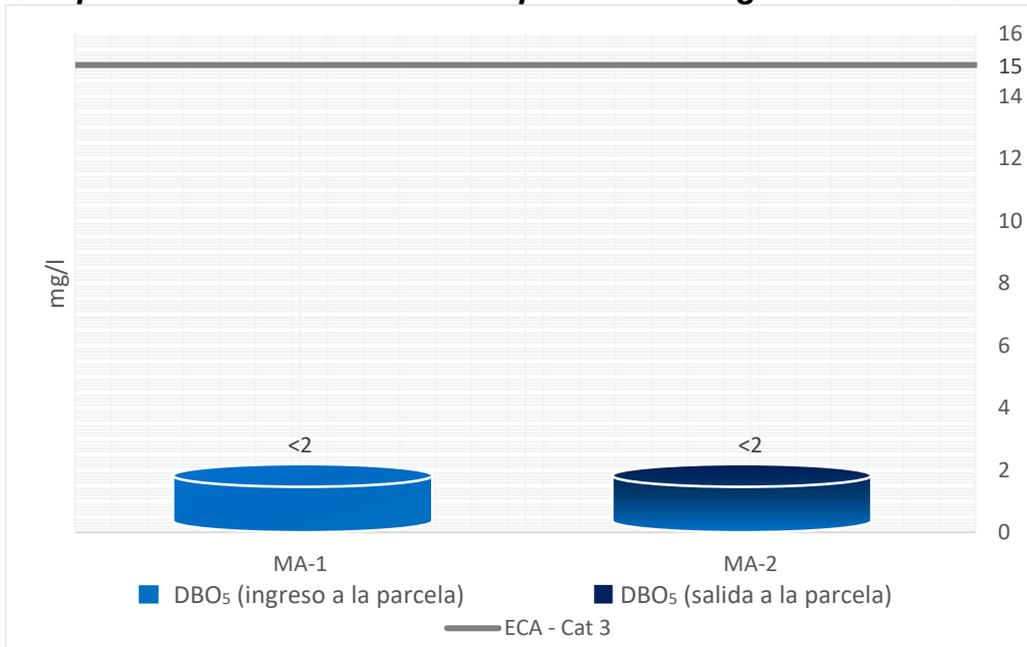
Fuente: Laboratorio ALAB – Analytical Laboratory EIRL.

Figura 1
Comparación de la Conductividad Eléctrica con el ECA de agua



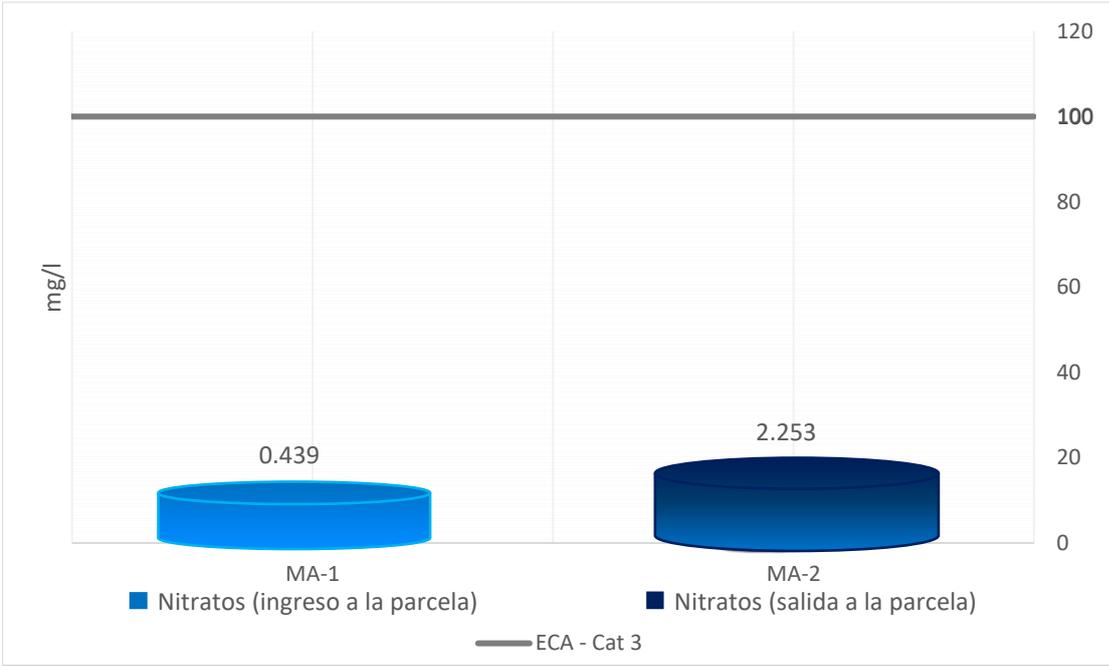
Nota. En la figura 1. se puede observar que la conductividad eléctrica de los puntos muestreados no supera los ECA de agua para riego de vegetales, obteniendo los valores de 425 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (al ingreso de la parcela) y 459 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (a la salida de la parcela).

Figura 2
Comparación de la Demanda Bioquímica de Oxígeno con el ECA de agua



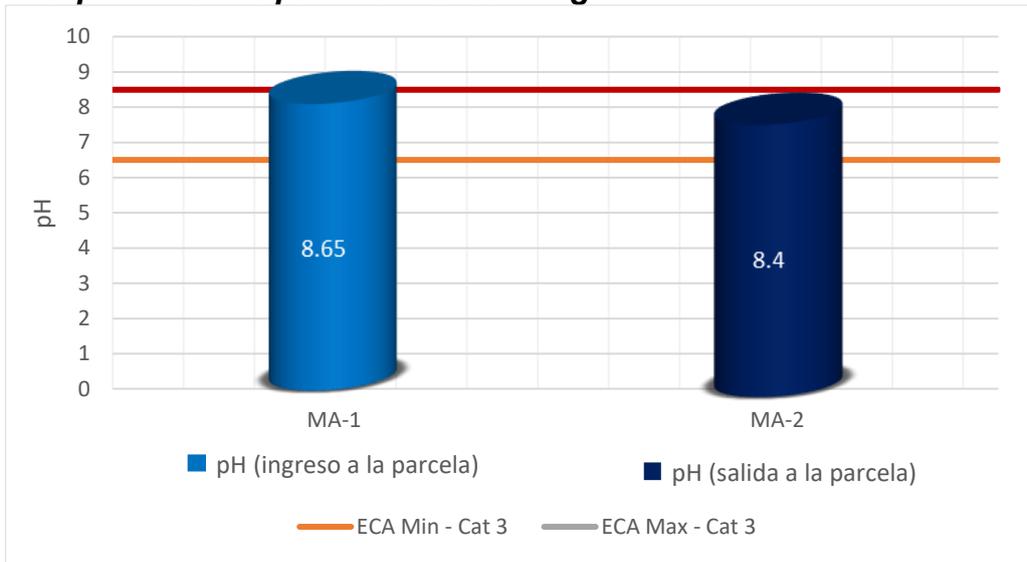
Nota. en la figura 2. se puede observar que la Demanda Bioquímica de Oxígeno de los puntos muestreados no superan los ECA para riego de vegetales, obteniendo los valores de <2 mg/l (al ingreso de la parcela) y <2 mg/l (a la salida de la parcela).

Figura 3
Comparación de los Nitratos con el ECA de agua



Nota. en la figura 3. se puede observar que los nitratos de los puntos muestreados no superan los ECA de agua para riego de vegetales, obteniendo los valores de 0.439 mg/kg MS (al ingreso de la parcela) y 2.253 mg/kg MS (a la salida de la parcela).

Figura 4
Comparación del pH con el ECA de agua



Nota. en la figura 4, se observa de los puntos muestreados que el pH al ingreso de la parcela supera los ECA de agua para riego de vegetales y a la salida de la parcela no supera los ECA, obteniendo los valores de 8.65 pH (al ingreso de la parcela) y 8.4 pH (a la salida de la parcela).

5.1.2. Resultados de monitoreo fisicoquímico del suelo agrícola de la parcela 00512, anexo Lúcumo, Lunahuaná

En el monitoreo del suelo se tomaron cuatro muestras superficiales compuestas a una profundidad de 30 cm, de acuerdo a la Guía de Muestreo de Suelos del Ministerio del Ambiente, asimismo se muestreo un punto en la ladera del cerro el cual representa el muestreo de nivel de fondo, el cual es ajeno a la actividad de objeto de análisis y no ha sido alterada, se toma la muestra de forma referencial. Estas fueron comparadas con la Norma Oficial Mexicana – NOM, se enfoca en los estándares de muestreo, análisis e interpretaciones de suelos con propósitos de fertilidad, salinidad y clasificación para estudios de suelos.

En las tablas siguientes se muestra el consolidado de los resultados del análisis del suelo del área de estudio.

Tabla 10**Resultado del monitoreo del muestreo de suelo dentro de la parcela**

Parámetros	Unidad	Número de Muestra			
		MS-1	MS-2	MS-3	MS-4
Conductividad Eléctrica	dS/m	0.315	0.321	0.2581	0.2072
Materia Orgánica	%	1.37	1.34	1.13	0.65
Nitrógeno Total	mg/kg MS	16.9	28.0	<6.0	<6.0

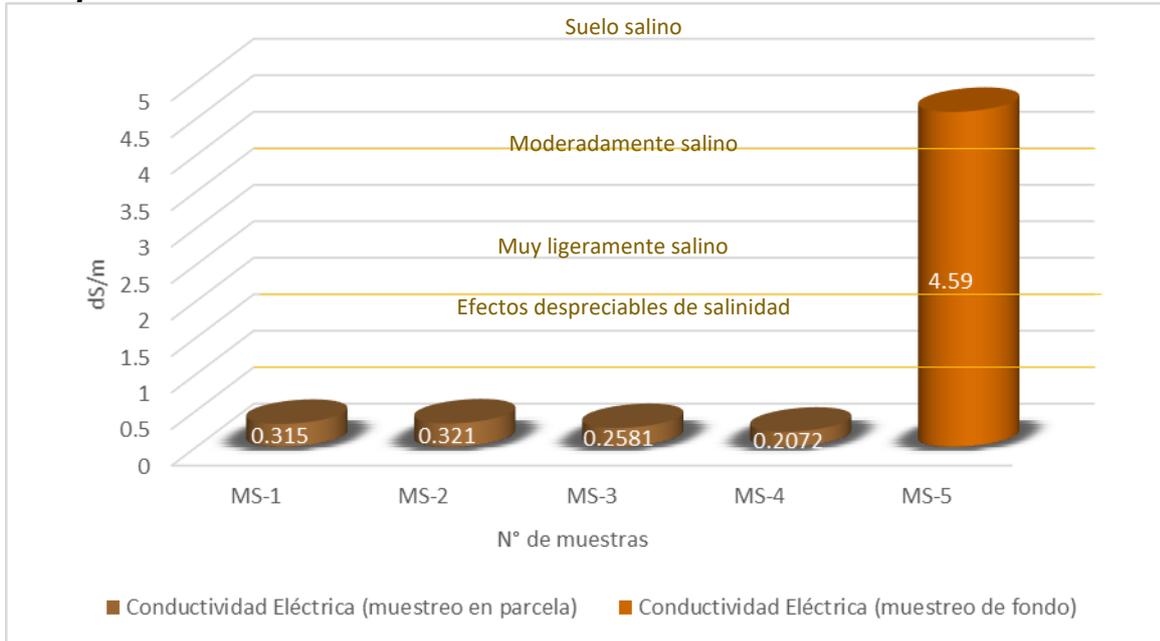
Fuente: Laboratorio ALAB – Analytical Laboratory EIRL.

Tabla 11**Resultado del monitoreo del muestreo de suelo de fondo**

Parámetros	Unidad	Número de Muestra
		MS-5
Conductividad Eléctrica	dS/m	4.59
Materia Orgánica	%	0.48
Nitrógeno Total	mg/kg MS	54.5

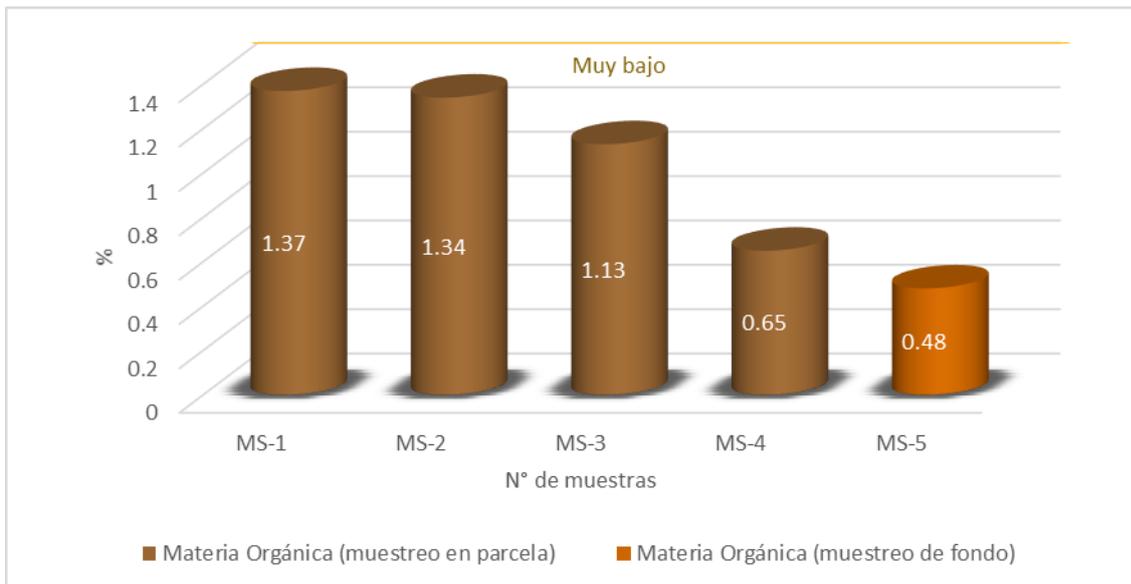
Fuente: Laboratorio ALAB – Analytical Laboratory EIRL.

Figura 5
Comparación de la Conductividad Eléctrica con la NOM – 021 – REC NAT-2000



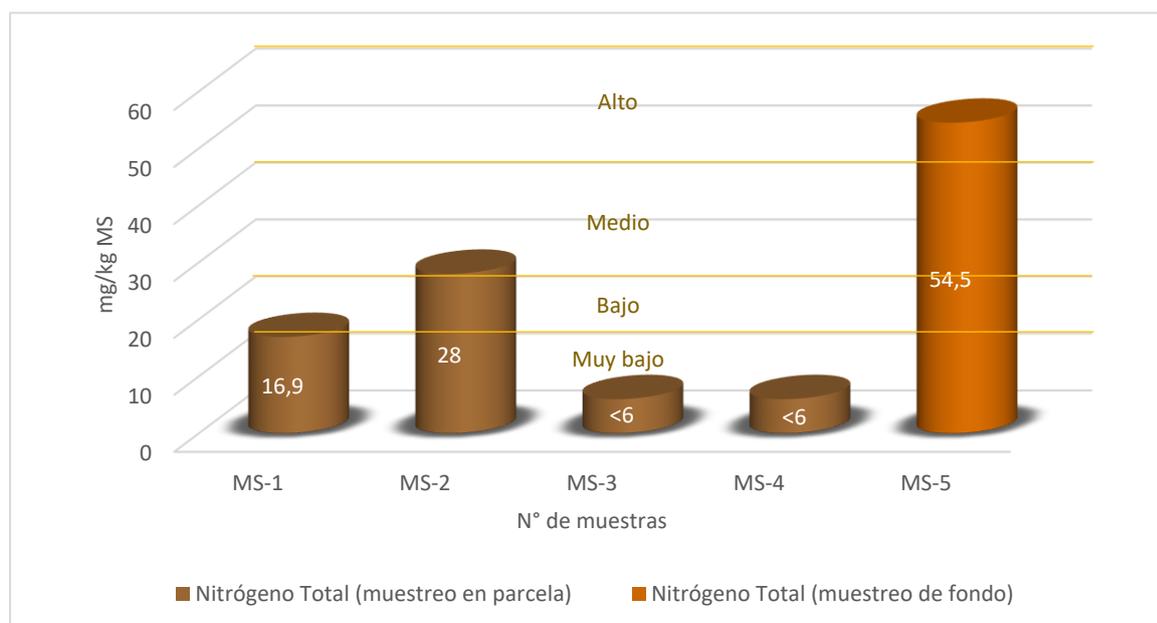
Nota. en la figura 5, se observa que los valores de la conductividad eléctrica en los puntos muestreados en la parcela tienen efectos despreciables de salinidad, sin embargo, en el muestreo de fondo cuenta con un suelo salino.

Figura 6
Comparación de la Materia Orgánica con la NOM – 021 – REC NAT-2000



Nota. en la figura 6. Se puede observar que los valores de materia orgánica en los puntos muestreados en la parcela cuentan con un nivel muy bajo, también, en el muestreo de fondo cuenta con un nivel muy bajo de materia orgánica.

Figura 7
Comparación del Nitrógeno Total con la NOM – 021 – REC/NAT-2000



Nota. en la figura 7, se observa que los valores de nitrógeno total en los puntos muestreados en la parcela, que la muestra MS- 1 cuenta con un nivel bajo (16.9 mg/kg), la muestra MS- 2 cuenta con un nivel bajo (28 mg/kg) y la muestra MS- 3 y MS- 4 cuentan con un nivel muy bajo de (<6 mg/kg), por otro lado, en el muestreo de fondo cuenta con un nivel alto (54.5 mg/kg).

5.1.2.1. Evaluación de los niveles de influencia en el suelo agrícola

En las figuras 8, 9 y 10 se muestran los mapas de análisis de muestreo de los parámetros fisicoquímicos: conductividad eléctrica, materia orgánica y nitrógeno total. Asimismo, en las figuras 11, 12 y 13 se muestran los mapas obtenidos mediante interpolaciones de la Distancia Inversa Ponderada (IDW). Finalmente, en la figura 14 el mapa obtenido mediante el modelbuilder denominado submodelo de niveles de influencia de las aguas residuales en época de estiaje en el suelo agrícola de la parcela 00512.

Figura 8
Mapa de muestreo de suelo - conductividad eléctrica

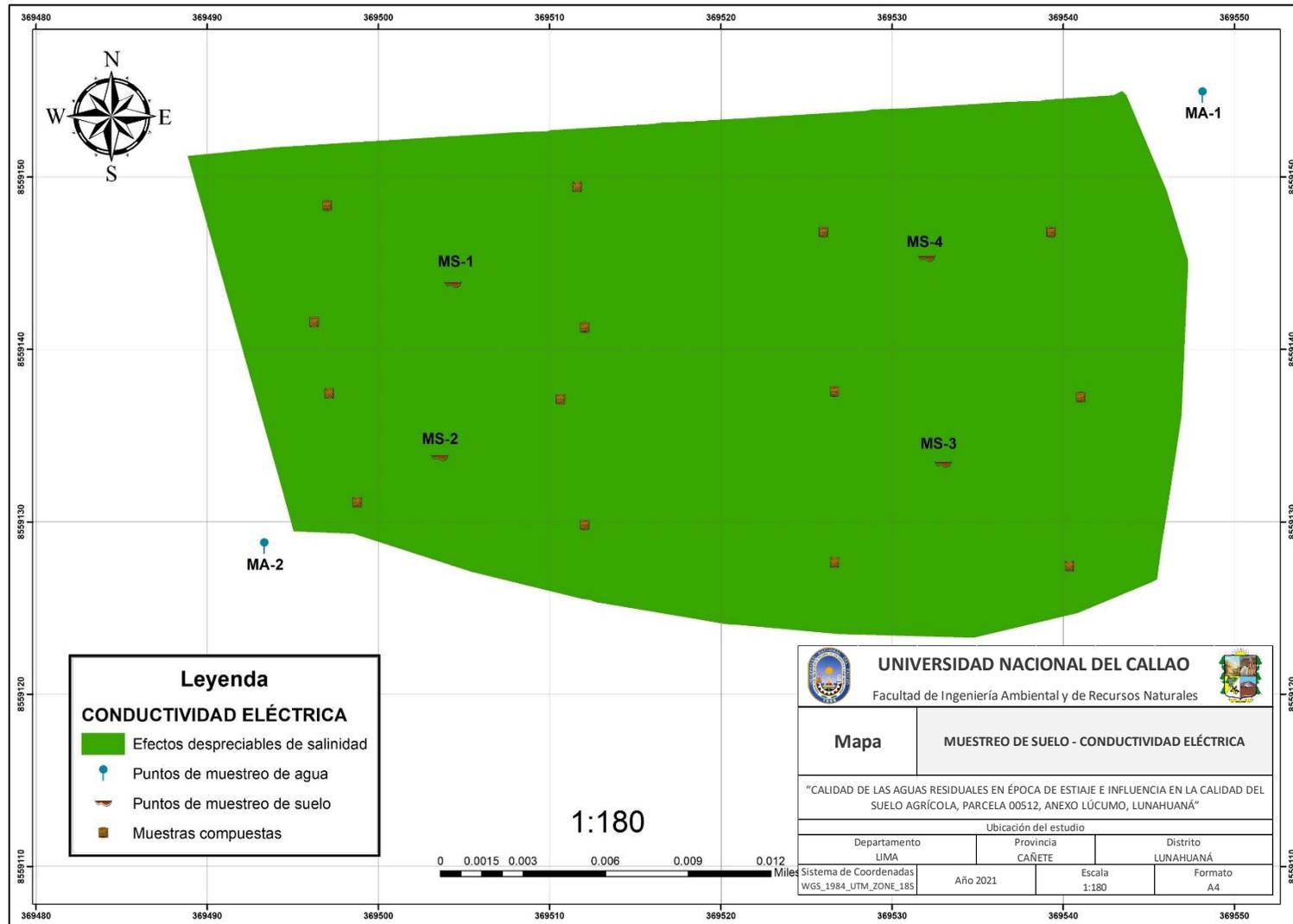


Figura 9
Mapa de muestreo de suelo - materia orgánica

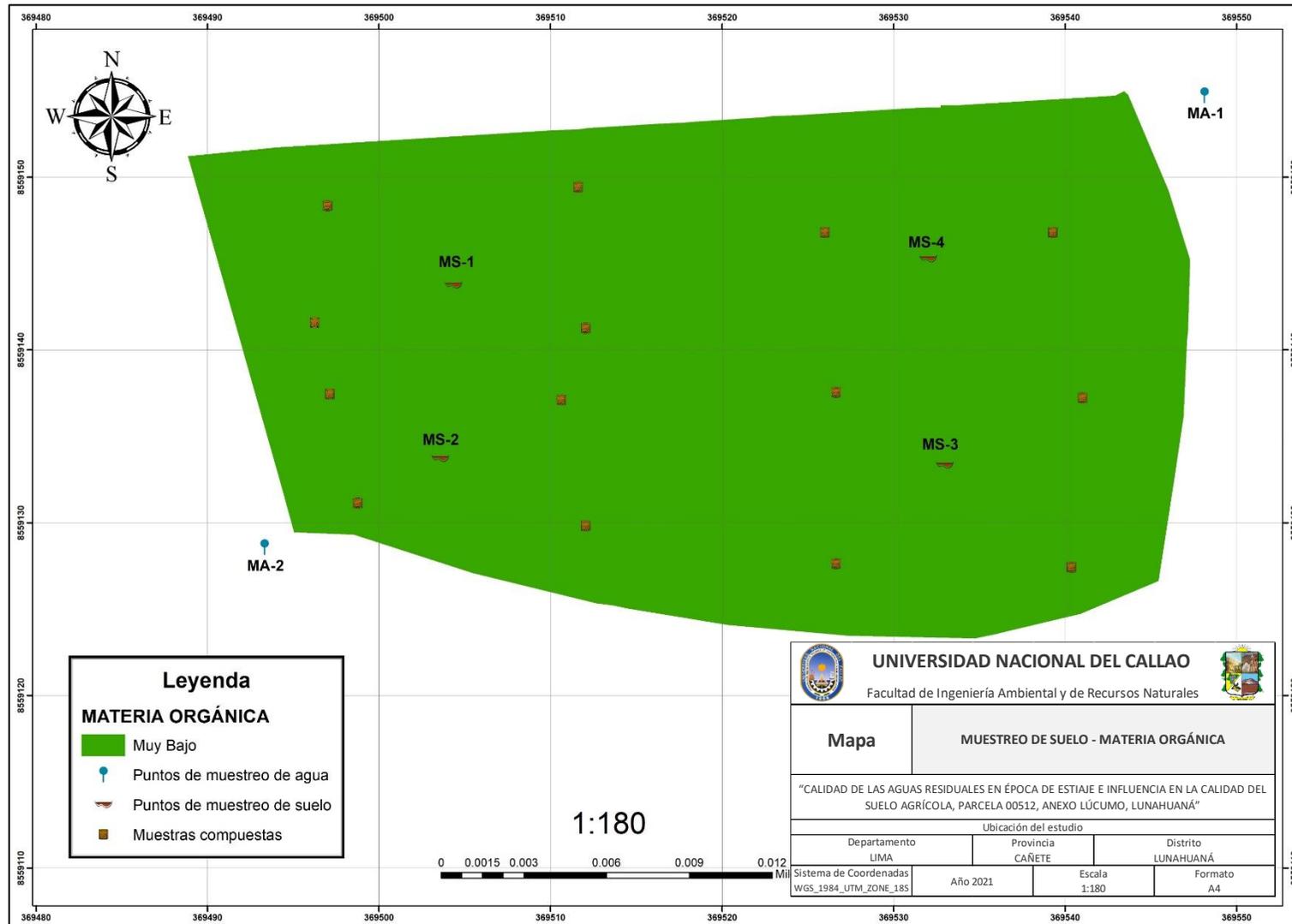


Figura 10
Mapa de muestreo de suelo - nitrógeno total

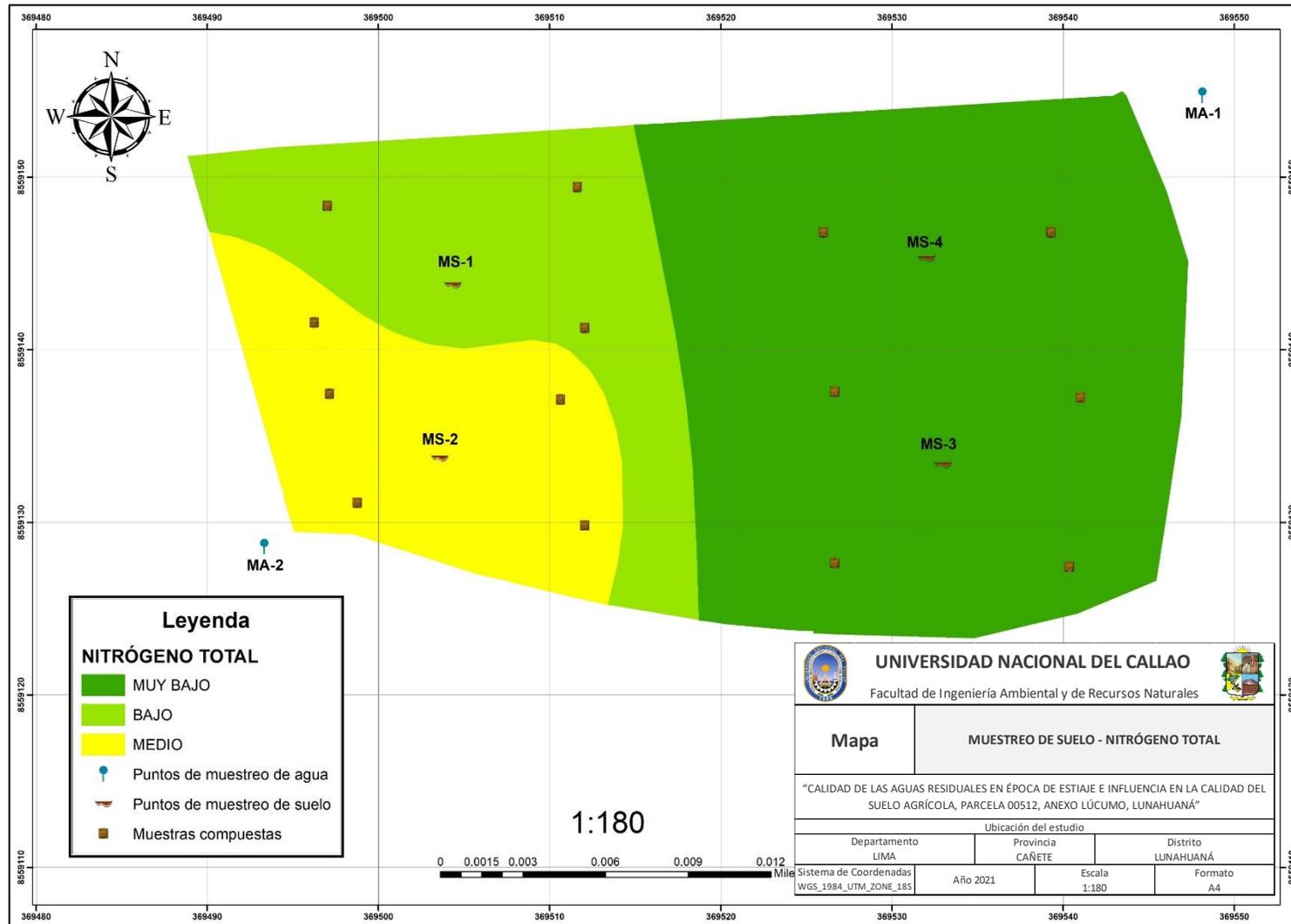


Figura 11
Mapa de interpolación Distancia Inversa Ponderada (IDW) - conductividad eléctrica

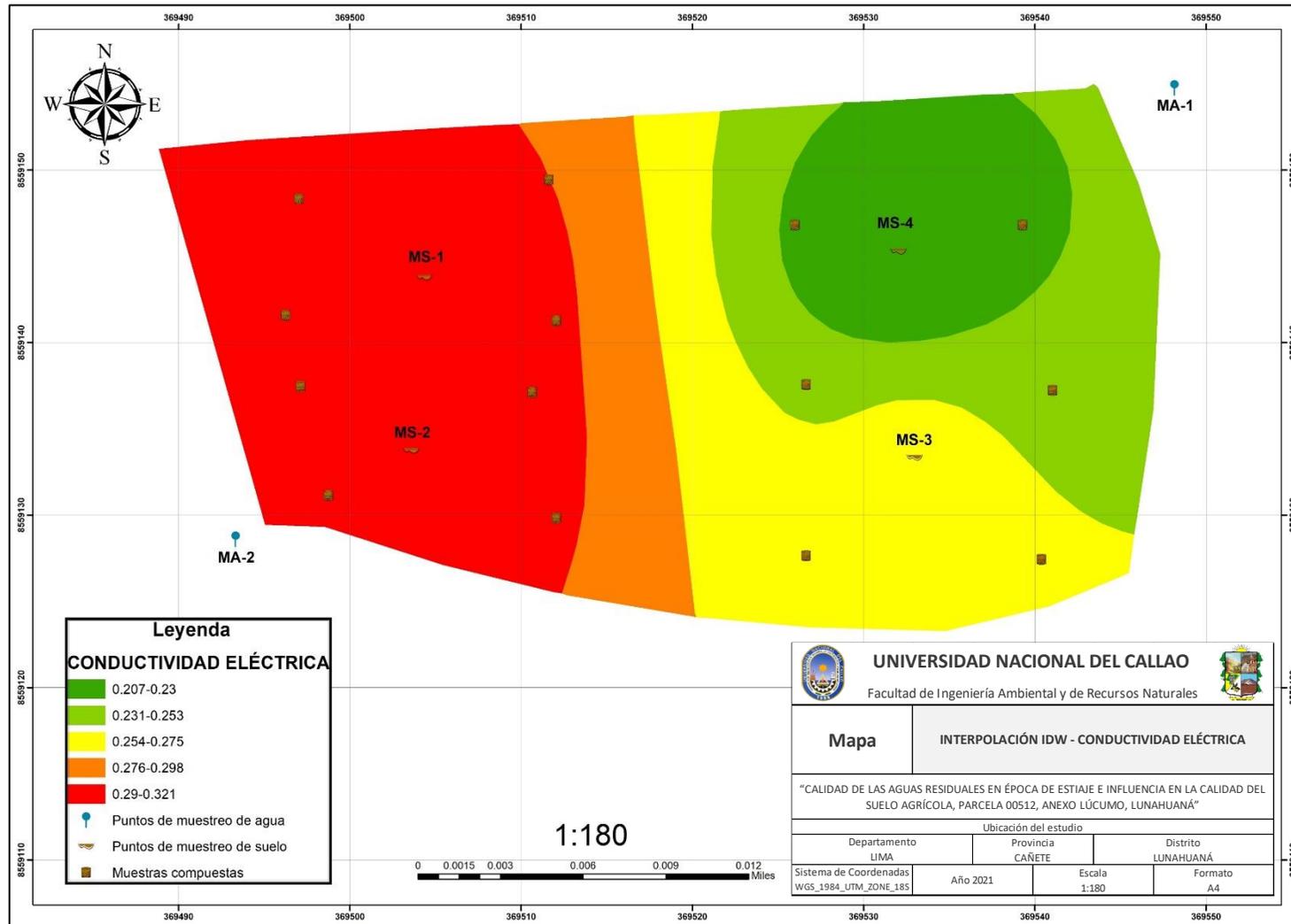


Figura 12
Mapa de interpolación Distancia Inversa Ponderada (IDW) - materia orgánica

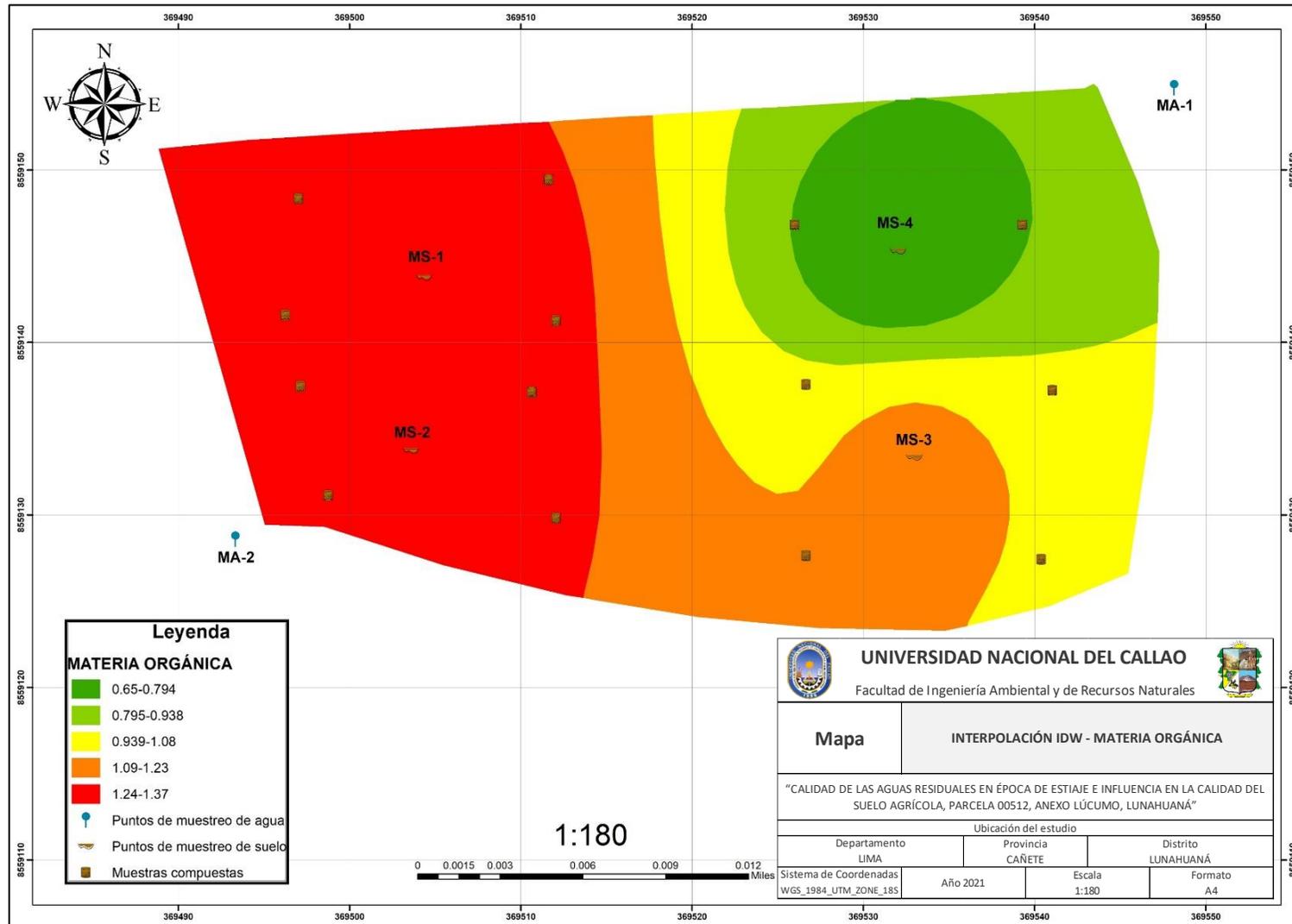


Figura 13
Mapa de interpolación Distancia Inversa Ponderada (IDW) - nitrógeno total

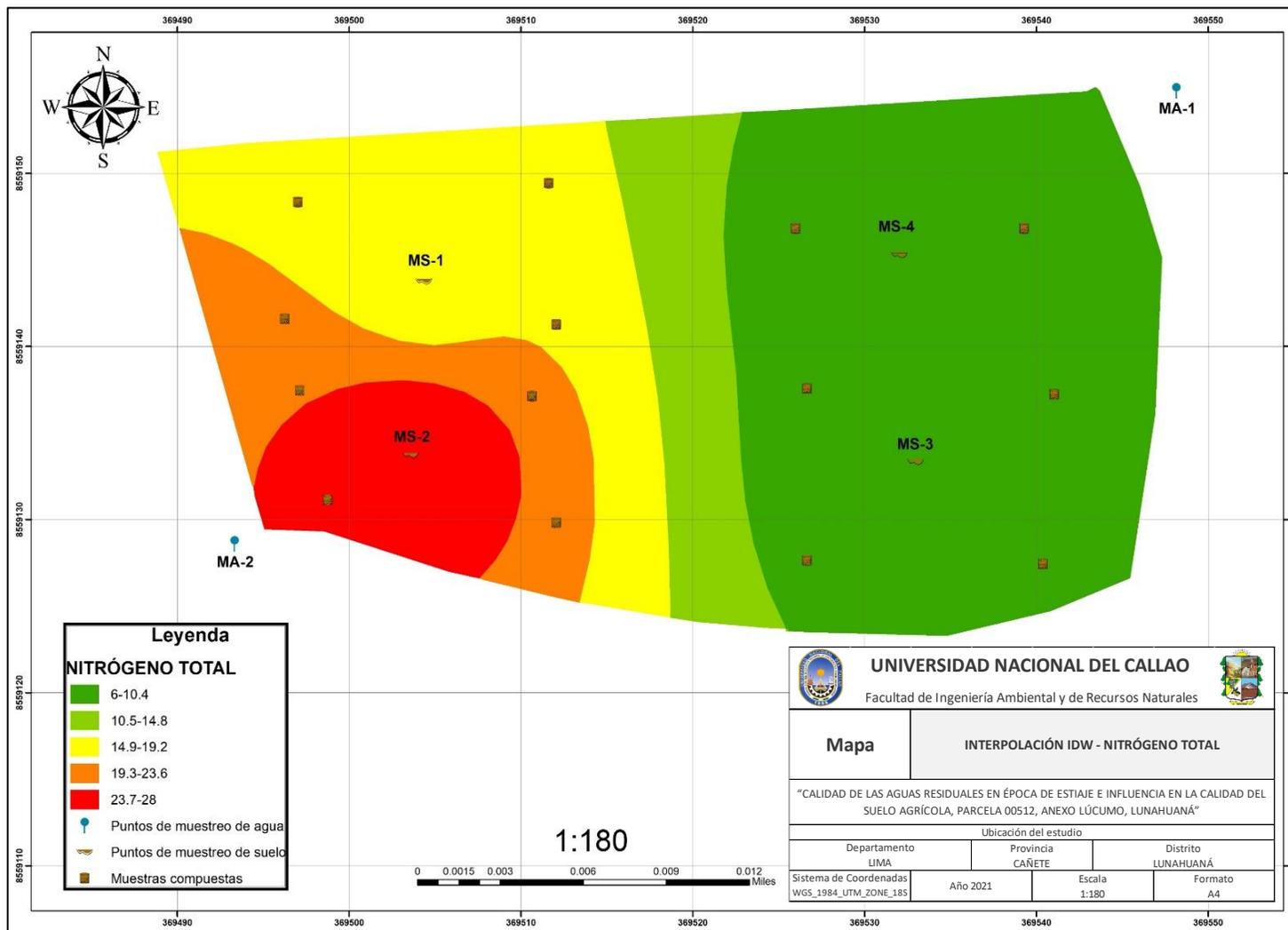
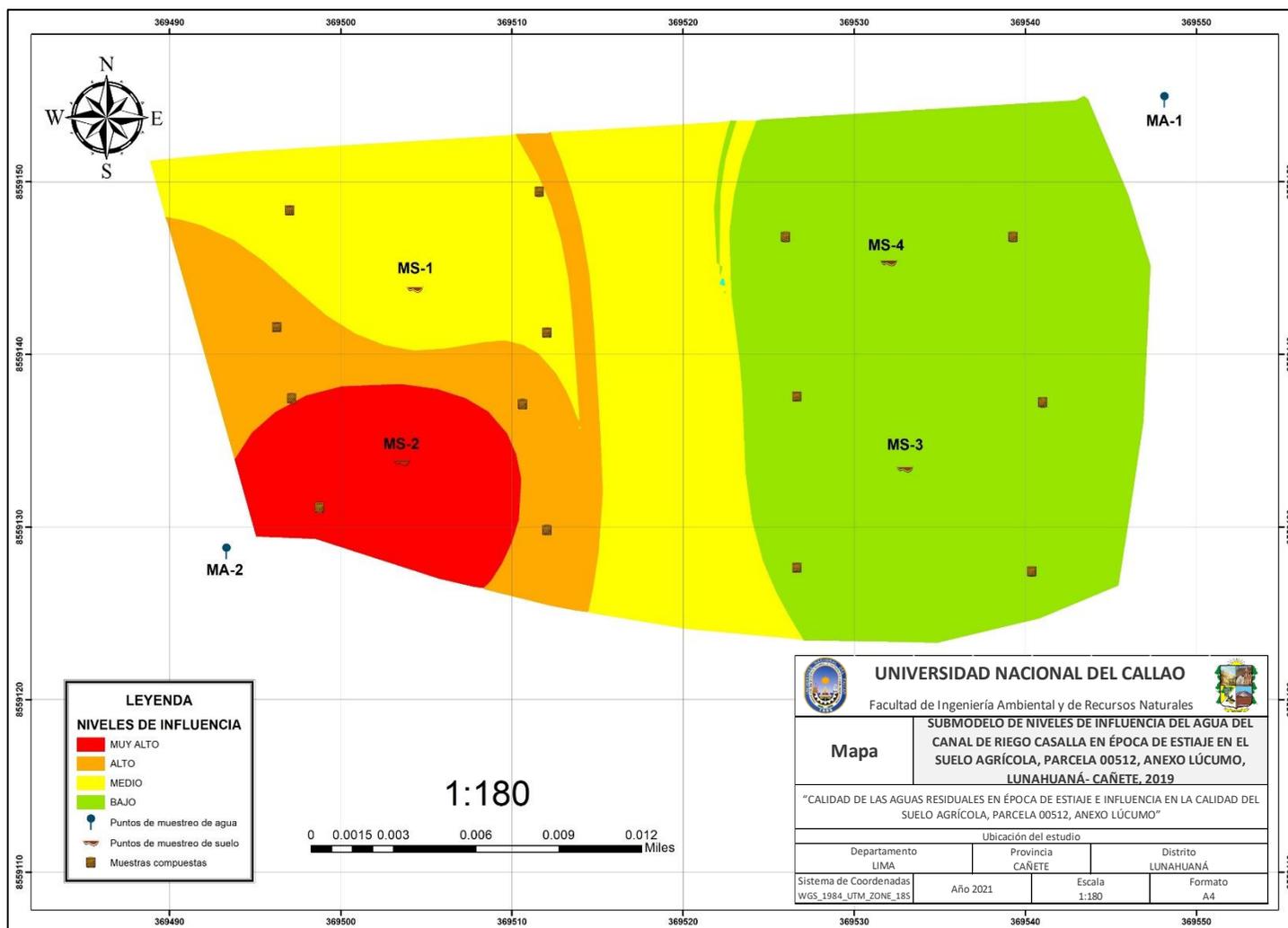


Figura 14

Mapa de submodelo de niveles de influencia del agua del canal de riego Casalla en época de estiaje en el suelo agrícola de la parcela 00512, anexo Lúcumo, Lunahuaná



5.1.2.2. Análisis estadístico de la calidad del suelo

En la tabla 9 se presenta los resultados del análisis obtenido mediante el software SPSS, considerando como dato los siguientes parámetros: conductividad eléctrica, materia orgánica y nitrógeno total.

En el anexo 15, se presenta el reporte de resultados generado mediante el software SPSS 25.

Tabla 12
Resultados de estadística de la calidad del suelo - SPSS

Estadísticos descriptivos	Conductividad	Materia	Nitrógeno
	Eléctrica (dS/m)	Orgánica (%)	Total (mg/kg)
Media	0,2753	1,1225	13,7250
Error estándar de la media	0,02677	0,16630	5,52349
Mediana	0,2865	1,2350	10,9500
Varianza	0,003	0,111	122,036
Mínimo	0,21	0,65	5,00
Máximo	0,32	1,37	28,00

Fuente: SPSS.25

VI. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

6.1. Contrastación y demostración de la hipótesis con los resultados

Análisis fisicoquímicos del agua

Los resultados demuestran que las aguas residuales en época de estiaje son de buena calidad, cumpliendo con los valores establecido por el ECA de agua, categoría 3: riego de vegetales y bebida de animales – subcategoría D1: riego de vegetales, ya que se encuentran por debajo del nivel máximo establecido, excepto el pH al ingreso de la parcela supera el nivel máximo establecido.

Los resultados obtenidos del parámetro de conductividad eléctrica medida in situ fueron de 425 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (al ingreso de la parcela), en la estación MA-1 y 459 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (a la salida de la parcela), en la estación MA-2, por lo tanto, las estaciones monitoreadas MA-1 y MA-2 cumplen con el valor declarado en el ECA para Agua, Categoría 3 (Riego de vegetales y bebida de animales) D1 (Riego de vegetales).

Para la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_5) los valores obtenidos fueron $<2 \text{ mg/l}$ en las estaciones MA-1 y MA-2, por lo tanto, las estaciones cumplen con el valor declarado en el ECA para Agua, Categoría 3 (Riego de vegetales y bebida de animales) D1 (Riego de vegetales).

Para los nitratos se obtuvieron los valores de 0.439 mg/L (al ingreso de la parcela) y 2.253mg/L (a la salida de la parcela), en las estaciones MA-1 y MA-2, por lo tanto, las estaciones cumplen con el valor declarado en el ECA para Agua, Categoría 3 (Riego de vegetales y bebida de animales) D1 (Riego de vegetales).

En los resultados obtenidos del parámetro de pH medida in situ se obtuvieron los valores 8.65 pH (al ingreso de la parcela), en la estación MA-1 y 8.4 pH (a la salida de la parcela), en la estación MA-2. Donde la estación MA-1 no supera los ECA para Agua. Sin embargo, se registró que el pH al ingreso de la parcela en la estación MA-2 no cumple con los valores establecido de los ECAS para

Agua Categoría 3 (Riego de vegetales y bebida de animales) D1 (Riego de vegetales).

Análisis fisicoquímicos del suelo

Los resultados del muestreo de suelo demuestran que el suelo es de buena calidad, para la conductividad eléctrica se obtuvo los valores de 0.315 dS/m (estación MS-1) ,0.321 dS/m (estación MS-2) ,0.2581 dS/m (estación MS-3) y 0.2072 dS/m (estación MS-4) (muestra en la parcela), clasificados como efectos despreciables de la salinidad y 4.59 dS/m (muestra de nivel de fondo), en la estación MS-5, clasificado como un suelo salino, los cuales han sido comparados con la Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECANT-2000.

En la materia orgánica se obtuvo los valores de 1.37% (estación MS-1), 1.34% (estación MS-2), 1.13% (estación MS-3) y 0.65% (estación MS-4) (muestra en la parcela), teniendo una clasificación de muy baja y 0.48% (muestra de nivel de fondo), en la estación MS-5, clasificado también con clase muy baja, los cuales han sido comparados con la Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECANT-2000.

En el nitrógeno total se obtuvo los resultados de 16.9 mg/kg MS (estación MS-1), clasificado como bajo, 28 mg/kg MS (estación MS-2), clasificado como medio, <6 mg/kg MS (estación MS-3), clasificado como muy bajo, <6 mg/kg MS (estación MS-4), clasificado como muy bajo (muestra en la parcela) y 54.5 mg/kg MS (muestra de nivel de fondo), en la estación MS-5, teniendo una clasificación de muy alto, los cuales han sido comparados con la Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECANT-2000.

Se muestreo un punto de nivel de fondo (estación MS-5), siendo un suelo natural ajena a la actividad bajo análisis, la muestra se encuentra en un sitio contiguo al área de estudio, se realizó esta muestra de referencia como indica la Guía para el Muestreo de Suelos - MINAM, ya que en esa zona existe

deslizamientos de huaycos y son concentradas en esa área muestreada muy cerca al área de estudio.

Al efectuar los monitoreos de calidad de suelo, se obtuvo una serie de datos que se sometieron a un tratamiento estadístico a través del SPSS, que analiza los siguientes parámetros: conductividad eléctrica, materia orgánica y nitrógeno total.

Del análisis estadístico se obtuvo los siguientes resultados, en la conductividad eléctrica se obtuvo una media de 0,2753 dS/m indicando que el suelo cuenta con efectos despreciables de salinidad, en la materia orgánica se obtuvo como media 1,1225%, lo que determina que se cuenta con muy bajo contenido de materia orgánica y por último el nitrógeno total se obtuvo un resultado de 13,725 mg/kg MS clasificándola como baja.

El error estándar de la media es mayor en el nitrógeno total que en la conductividad eléctrica y materia orgánica, debido a que existe una mayor variación entre los valores mínimos y máximos registrados en los resultados, por otro lado, existe una mayor varianza en nitrógeno total, lo cual representa una alta dispersión de los valores respecto al promedio. Esta dispersión se puede asociar al lugar de inicio del riego donde es muy bajo el nitrógeno y el punto de muestreo cerca a la salida del agua de la parcela cuenta con un nivel medio de nitrógeno.

Contrastación de la hipótesis general

Los resultados demuestran que la calidad de las aguas residuales en época de estiaje es de buena calidad y si influye en la calidad del suelo agrícola de la parcela 00512.

De la tabla 8, se compara los resultados con los ECA de agua, indicado que todos los parámetros se encuentran dentro de los estándares establecidos, demostrando que los parámetros influyen en la calidad de suelo, donde el resultado de la muestra de suelo indica que es de buena calidad.

Contrastación de la primera hipótesis específica

El agua del canal de riego Casalla en época de estiaje si influye en la calidad del suelo agrícola en los parámetros fisicoquímicos (conductividad eléctrica, materia orgánica y nitrógeno total) de la parcela 00512, anexo Lúcumo, Lunahuaná.

Contrastación de la segunda hipótesis específica

La aplicación del mapa de submodelo de los resultados de muestra de suelo permite zonificar los niveles de influencia del agua del canal de riego Casalla en el suelo agrícola de la parcela 00512, anexo Lúcumo, Lunahuaná, la cual está identificada con cuatro niveles de influencia: bajo, medio, alto y muy alto.

6.2. Contrastación de resultados con otros estudios similares

Análisis fisicoquímicos del agua

La conductividad eléctrica del agua de canal de riego Casalla tuvo como resultado 425 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (ingreso de la parcela) y 459 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (salida de la parcela), cumpliendo con el ECA de agua, categoría 3: riego de vegetales y bebida de animales – subcategoría D1: riego de vegetales, los resultados se establecen por debajo del límite aceptable de 2500 $\mu\text{S}/\text{cm}$. En la investigación, "Efectos Ambientales en la agricultura por el uso de aguas residuales del canal Chilhuacan, Atlixco, Pue" de (Ramirez Neri, 2018), se obtuvo que el agua era altamente salina. En consecuencia, si el resultado hubiese sobrepasado los límites aceptables del ECA de agua, se podrían presentar problemas de salinidad, generando incremento de la presión osmótica de la solución del suelo.

La Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_5) registro concentraciones de <2 mg/l al ingreso y salida de la parcela, los valores cumplen con el ECA de agua que es 15 mg/l como límite aceptable. Según el Informe Técnico de Resultados del Monitoreo Participativo de Calidad de Agua en la cuenca del río Cañete – ANA (2017), su resultado fue de 2mg/l de DBO_5 , los resultados obtenidos se

encuentran en el rango de ≥ 2 mg/l cumpliendo con el ECA de agua, categoría 3: riego de vegetales y bebida de animales – subcategoría D1: riego de vegetales.

Los nitratos registraron los resultados de 0.439 mg/L (ingreso de la parcela) y 2.253 mg/L (salida a la parcela), los valores cumplen con el ECA de agua, categoría 3: riego de vegetales y bebida de animales – subcategoría D1: riego de vegetales, los resultados se establecen por debajo del límite aceptable de 100 mg/L. Según el Informe Técnico de Resultados del Monitoreo Participativo de Calidad de Agua en la Cuenca del río Cañete – ANA (2016) el resultado fue de 0,959 mg/L, los resultados obtenidos se encuentran por debajo del límite aceptable que es 100 mg/L cumpliendo con el ECA de agua, categoría 3: riego de vegetales y bebida de animales – subcategoría D1: riego de vegetales.

El pH del agua en el canal de riego Casalla el resultado es de 8.7 pH (ingreso a la parcela) y 8.4 pH (salida a la parcela), el resultado obtenido al ingreso de la parcela excede el ECA de agua, y el resultado a la salida de la parcela cumple con el ECA de agua. Según la clasificación por Soil Science Society of América, 1987; Porta, López y Roquero, 1999; Brady y Weil, 2002; Schoeneberger et al., 2002, citado por Campillo & Sadzawka (2015), estas aguas tienen una tendencia hacia la alcalinidad, siendo fuertemente alcalino el pH al ingreso del agua a la parcela y moderadamente alcalino el pH el agua a la salida de la parcela. En su investigación “Determinación del efecto de las aguas servidas sobre el suelo y cultivos en la desembocadura del canal de regadío de las salinas bajo-Chancay-Lima”, por (Huamaní Cahuas, 2018), los resultados obtenidos se encuentran por debajo del límite aceptable cumpliendo con el ECA de agua, categoría 3: riego de vegetales y bebida de animales – subcategoría D1: riego de vegetales.

Análisis fisicoquímicos del suelo

La conductividad eléctrica del suelo registró en promedio 0,2753 dS/m, dicho valor comparado con la Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECANT-2000, es clasificado como suelo con efectos despreciables de salinidad, la respuesta podría atribuirse a la baja conductividad eléctrica del agua del canal de riego. En la investigación, "Effects of domestic wastewater treated by anaerobic stabilization on soil pollution, plant nutrition, and cotton crop yield" de (Nese Uzen, 2018), debido a las aguas residuales domésticas en el suelo el parámetro de la conductividad eléctrica tuvo un aumento de 0,8 a 10 dS/m. En su investigación "Determinación del efecto de las aguas servidas sobre el suelo y cultivos en la desembocadura del canal de regadío de las salinas bajo-Chancay-Lima", por (Huamaní Cahuas, 2018), se clasificó el suelo como salinidad media debido al riego de las aguas servidas sobre el suelo. Martínez (2003) indica que la conductividad eléctrica aumenta con el riego de agua. El aumento de la salinidad se debe tanto por el aporte de sales por las aguas y por el efecto de solubilización de sales en el suelo, además las sales son transportadas por las aguas de riego y depositadas en el suelo donde se acumulan a medida que el agua se evapora. Esto explica porque tenemos una conductividad eléctrica con efectos despreciables de salinidad, donde el resultado de muestra de calidad de agua de la conductividad fue baja con respecto al valor aceptable.

El contenido de materia orgánica en los suelos, registro un valor promedio de 1,1225%, los suelos se clasifican como niveles muy bajos de materia orgánica comparado con la Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECANT-2000. En el estudio "Efecto de la adición de agua residual urbana sobre las características de un suelo agrícola", por (Gonzales Trinidad, 2003), indicaron un incremento importante de materia orgánica, debido a los efluentes del agua residual. En su investigación "Determinación del efecto de las aguas servidas sobre el suelo y cultivos en la desembocadura del canal de regadío de las salinas bajo-Chancay-Lima", por (Huamaní Cahuas, 2018), las aguas servidas generan en el suelo un bajo contenido de materia orgánica, un resultado similar a nuestro

estudio. Por otro lado, en los cuatro puntos de muestreo en la parcela se observaron contenidos de materia orgánica muy pobres, sin embargo, la muestra cuatro tiene un contenido de materia orgánica más pobre esto se contrasta con los valores mínimos de la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅) encontrados en el agua, este parámetro es un factor fundamental en los suelos sanos, de tal manera que se necesite dosis altas de materia orgánica para garantizar la calidad del suelo.

El nitrógeno total en suelos, registro un valor promedio de 13,725 mg/kg MS, lo que indica una clasificación baja de nitrógeno en el suelo. En el estudio “Efecto de la adición de agua residual urbana sobre las características de un suelo agrícola”, por (Gonzales Trinidad, 2003), indicaron un aumento del nitrógeno, debido a los efluentes del agua residual. Según Martínez (2003) el nitrógeno aumenta debido al riego con las aguas residuales, lo que explica la clasificación baja de nitrógeno total en el suelo, donde se ha constatado que los nitratos en el agua no superan el estándar establecido.

6.3. Responsabilidad ética de acuerdo a los reglamentos vigentes

La investigación se ha realizado teniendo como fuente de información los datos obtenidos de los monitoreos realizados de agua y suelo a través de un laboratorio acreditado por el Instituto Nacional de Calidad - INACAL. Además, todos los datos utilizados son citados de acuerdo a lo establecido en las normas APA séptima edición.

La presente investigación cumple con el Código de Ética de Investigación de la Universidad Nacional del Callao, aprobado por Resolución de Consejo Universitario N° 210-2017-CU, el 06 de julio del 2017. Nos responsabilizamos por el contenido de la investigación, el mismo que ha sido elaborado cumpliendo estrictamente con el reglamento de investigación de la Universidad Nacional del Callao.

CONCLUSIONES

- Del punto de vista ambiental se ha demostrado que las aguas residuales en época de estiaje influyen en la calidad del suelo agrícola, un suelo de buena calidad indica que son suelos fértiles favoreciendo la salud de las plantas, animales y humanos, además promoviendo la productividad del sistema sin perder las propiedades físicas, químicas y biológicas, teniendo una sostenibilidad de la calidad del medio ambiente.
- En el agua se presentó una conductividad de 425 $\mu\text{S}/\text{cm}$, encontrándose dentro del Estándar de Calidad Ambiental para agua (ECA), según D.S. 004-2017-MINAM, categoría 3: riego de vegetales y bebida de animales – subcategoría D1: riego de vegetales. Debido a que la conductividad para el agua es de baja concentración no origina que se acumule sales en los extractos de suelo. Por ello en el suelo se registró 0.2753 dS/m de conductividad eléctrica, clasificándolo como efectos despreciables de salinidad, lo que origina que no incremente la presión osmótica de la solución del suelo.
- La Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_5) en el agua presento un valor de <2.0 mg/L, encontrándose dentro del Estándar de Calidad Ambiental para agua (ECA), según D.S. 004-2017-MINAM, categoría 3: riego de vegetales y bebida de animales – subcategoría D1: riego de vegetales. Debido a que los niveles del DBO_5 en el agua de riego presentan valores por debajo del ECA, siendo este un parámetro que permite determinar la materia orgánica biodegradable. Se concluye que los resultados del análisis de agua si influye en el suelo agrícola, clasificándolo como niveles muy bajos de materia orgánica el cual fue de 1,1225%. Además, la materia orgánica del suelo disminuye con el riego del agua debido a la mineralización y solubilización, la mineralización de la materia orgánica aumenta cuando el riego es por inundación.
- En el análisis de agua el nitrato presentó un valor de 0.439 mg/kg MS, encontrándose dentro del Estándar de Calidad Ambiental para agua (ECA), según D.S. 004-2017-MINAM, categoría 3: riego de vegetales y bebida de animales – subcategoría D1: riego de vegetales. Las

concentraciones de nitrógeno total son muy bajas en los puntos tres y cuatro donde inicia el riego del suelo agrícola, registrándose los valores de <6 mg/kg MS, por otro lado, en el punto dos a la salida del agua de la parcela, el nitrógeno registro un nivel medio, esto indica que aumenta de manera significativa debido al riego, además está relacionado al muestreo de agua donde se obtuvo un nivel bajo de nitratos.

- El modelamiento SIG (mapa submodelo) permitió identificar los niveles de influencia del agua del canal de riego Casalla en época de estiaje en el suelo agrícola, clasificado en cuatro niveles bajo, medio, alto y muy alto. En los puntos de muestreo MS-3 y MS-4 figuran como nivel de influencia bajo, es donde inicia el riego y tiene un flujo de riego rápido, siendo el área menos influenciada. Por otro lado, en el punto de muestreo MS-2 el nivel de influencia es muy alto, donde el agua se encuentra con mayor acumulación debido a la pendiente. Se identifica que el agua si influye en el suelo agrícola, como se representa en la zonificación en el mapa.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda evaluar la calidad de las aguas en época de avenida, para determinar la influencia que se tiene cuando el río aumenta su caudal en el suelo agrícola, ya que se ha determinado que el agua si influye en el suelo agrícola, para tener la información de las variaciones que existen.
- Se ha determinado que el agua del canal de riego Casalla en época de estiaje los parámetros fisicoquímicos si influyen en la calidad del suelo agrícola. Se recomienda, evaluar el parámetro de sales solubles a detalle para ver si existe niveles alto de sales, ya que la conductividad eléctrica es una representación general. La concentración de materia orgánica es muy baja en los resultados del estudio, por tanto, sería aconsejable la incorporación de materia orgánica como estiércol de ganado, humus o compost, ya que ayuda a la retención del agua y facilita el drenaje. Y para el caso del nitrógeno total en el suelo, es recomendable fertilizar con fuentes de nitrógeno, ya que se obtuvo niveles bajos.
- Se sugiere realizar un modelamiento SIG (mapa submodelo) en las zonas cercanas a la desembocadura de las aguas residuales, para determinar los puntos críticos de mayor contaminación a los suelos agrícolas.
- Desde el punto de vista ambiental se recomienda mejorar el sistema de tratamiento de aguas residuales, con auditorias que supervisen el adecuado tratamiento, para que estas aguas sean correctamente tratadas y ser utilizada para los suelos agrícola. Además, pedir a la Autoridad Local del Agua (ALA) una instalación de una estación de monitoreo de agua cerca de las fuentes críticas de contaminación, para evitar el impacto ambiental (deterioro del ecosistema) y evitar la propagación de enfermedades que afecten a la salud de la población cercana.
- Incidir en la realización de monitoreos participativos en coordinación con las autoridades competentes (Autoridad Local del Agua Mala - Omas – Cañete, la municipalidad distrital de Lunahuaná, comisión de usuarios, etc.) y comunidades cercanas que puedan verse afectadas por el impacto en el recurso hídrico.

- Se hace necesaria la incorporación en los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para suelo una categoría que establezca estándares aceptables de parámetros fisicoquímicos enfocados en suelos agrícolas, puesto que sólo se cuenta con normas internacionales para su comparación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acosta, J. y Salvadori, J. (2017). *Evaluación de la calidad de agua para riego mediante el empleo de criterios actualizado (Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de la Pampa)*.
http://www.biblioteca.unlpam.edu.ar/rdata/tesis/a_acoeva602.pdf
- Acosta, C. (s.f.). *El suelo agrícola, un ser vivo*.
<https://www.ucm.es/data/cont/media/www/pag-79266/EI%20suelo%20vivo.pdf>
- Alazor laboratorio. (s.f.). *Interpretación de un análisis de agua para riego*.
<https://www.laboratorioalazor.com/interpretacion-analisis-agua-riego/>
- Andrew Chang et.al. (1995). *Developing Human Health-Related Chemical Guidelines for Reclaimed Wastewater and Sewage Sludge Applications in Agriculture*.
https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/59689/WHO_EOS_95.20.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Aragués, R. (2011). *Calidad del agua para el riego: Efectos sobre plantas y suelos*. <http://digital.csic.es/handle/10261/39164>
- ArcGeek. (2018). *Interpolación con la distancia inversa ponderada (IDW)*.
<https://acolita.com/interpolacion-con-la-distancia-inversa-ponderada-idw/>
- Arzaluz, L. S. (2017). *Viabilidad Espacial de la Salinida en Suelo del distrito de riego 014, Mexicali Baja California (Tesis de Licenciatura)*. 1.
<http://ri.uaemex.mx/handle/20.500.11799/67920>
- Asano, 1998 como se citó en García. (2015). *Caracterización de la problemática de las aguas residuales en Ixmiquilpan Hidalgo*.
http://dcsh.izt.uam.mx/licenciaturas/geografia_humana/wp-content/uploads/2015/09/Tesina-Ana-Laura-Nu%C3%B1ez-2015.pdf
- Astier et al, 2002 como se citó en Bautista et al. (2004). *La Calidad del suelo y sus indicadores*.

<https://www.revistaecosistemas.net/index.php/ecosistemas/article/download/572/541>

Autoridad Local del Agua [ALA]. (2017). *Comportamiento del río Cañete - Promedio mensual en 20 años - estación Socsi.*

Autoridad Nacional del Agua [ANA]. (2016). *Informe Técnico 081-2016" Resultados del Monitoreo Participativo de la Calidad del Agua en la Cuenca del río Cañete".* <http://repositorio.ana.gob.pe/handle/ANA/2453>

Autoridad Nacional del Agua [ANA]. (11 de enero 2016). *Protocolo Nacional para el Monitoreo de Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales. [Resolución Jefatural N° 10-2016-ANA].*
http://www.ana.gob.pe/sites/default/files/publication/files/protocolo_nacional_para_el_monitoreo_de_la_calidad_de_los_recursos_hidricos_superficiales.pdf

Autoridad Nacional del Agua [ANA]. (2017). *Informe Técnico de los Resultados de la actualización de fuentes contaminantes en la cuenca del río Cañete.* Obtenido de <http://repositorio.ana.gob.pe/handle/ANA/2574>

Autoridad Nacional del Agua [ANA]. (2017). *Guía para la Determinación de la Zona de Mezcla y la Evaluación del Impacto del Vertimiento de Aguas Residuales Tratadas a un Cuerpo Natural de Agua.*
<http://repositorio.ana.gob.pe/handle/ANA/900>

Autoridad Nacional del Agua [ANA]. (s.f). *Plan Nacional de Recursos Hídricos - Memora Final.* <http://repositorio.ana.gob.pe/handle/ANA/439>

Bahir, 1999 como se citó en Gonzales. (2003). *Efecto de la adición de agua residual urbana sobre las características de un suelo agrícola (Tesis doctoral, Univerddidad de Colima).*
<http://bvirtual.ucol.mx/consultaxcategoria.php?categoria=3&id=7415>

Bernal Torres. (2010). *Metodología de la investigación.* Bogotá D.C., Colombia: Pearson. <https://abacoenred.com/wp-content/uploads/2019/02/EI-proyecto-de-investigaci%C3%B3n-F.G.-Arias-2012-pdf.pdf>

- Blumenthal, U. M. (2000). *Guidelines for the microbiological quality of treated wastewater used in agriculture: Recommendations for Revising WHO Guidelines*. Bulletin of the World Health Organization.
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2560847/>
- Bonnun, 1990 como se citó en Gonzales. (2003). *Efecto de la adición de agua residual urbana sobre las características de un suelo agrícola (Tesis doctoral, Univerdidad de Colima)*.
<http://bvirtual.ucol.mx/consultaxcategoria.php?categoria=3&id=7415>
- Carlos, B. (s.f.). *Academia*.
https://www.academia.edu/16189609/CONTAMINACION_DEL_AGUA_EN_LA_CUENCA_DEL_RIO_CANETE
- Congreso de la República. (26 de mayo de 2003). Ley Orgánica de Municipalidades. [Ley 27972].
https://www.mef.gob.pe/contenidos/presu_publ/capacita/programacion_formulacion_presupuestal2012/Anexos/ley27972.pdf
- Corporación autónoma regional de la Frontera Nororiental [CORPONOR]. (2018). *INFORME EJECUTIVO DE MUESTREO Y ANÁLISIS MPA-07-F-14-99 - Version 1 - 2017/10/20*.
http://corponor.gov.co/calidad_agua/2018/9_RIO_ZULIA_CALIDAD_FISICO_QUIMICA_MICROBIOLOGICA_2018/38_COMPARACION_CONDUCTIVIDAD_ELECTRICA_OD.pdf
- Cotillas Jiménez, A. (2012). *Mejora de una finca en el término municipal de Daimiel*.
https://previa.uclm.es/area/ing_rural/Proyectos/AntonioJimenez/08-Anejo6.PDF
- Craig Van et al., 1998 como se citó en Gonzales. (2003). *Efecto de la adición de agua residual urbana sobre las características de un suelo agrícola (Tesis doctoral, Univerdidad de Colima)*.
<http://bvirtual.ucol.mx/consultaxcategoria.php?categoria=3&id=7415>

Cross et al. como se citó en Gonzales. (2003). *Tesis de Efecto de la adición de agua residual urbana sobre las características de un suelo agrícola (Tesis doctoral, Univerdidad de Colima)*.

<http://bvirtual.ucol.mx/consultaxcategoria.php?categoria=3&id=7415>

Cruz Fajardo, K. (2019). *Mapeo y análisis de calidad física y química de los suelos agrícolas de la Universidad Nacional Agraria La Molina aplicando herramientas SIG*.

<http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/3939/cruz-fajardo-kevin-fernando.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Departamento de Agricultura de los Estados Unidos [USDA]. (1999). *Guía para la Evaluación de la Calidad y salud del Suelo*.

https://www.nrcs.usda.gov/Internet/FSE_DOCUMENTS/stelprdb1044786.pdf

Departamento de Agricultura de los Estados Unidos [USDA]. (2014).

Indicadores de Calidad del Suelo - Nitrato del suelo

<https://www.nrcs.usda.gov/wps/portal/nrcs/detail/soils/health/assessment/?cid=stelprdb1237387>

Desktop (s,f). *Integrar un modelo dentro de un modelo*.

<http://desktop.arcgis.com/es/arcmap/10.3/analyze/modelbuilder/integrating-model-within-a-model.htm>

Diario Oficial de la Federeción. (31 de diciembre de 2002). Norma Oficial Mexicana [NOM-021-RECANT-2000].

<http://www.ordenjuridico.gob.mx/Documentos/Federal/wo69255.pdf>

Dirección General de Salud [DIGESA]. (s.f.). *Gesta Agua*.

http://www.digesa.minsa.gob.pe/DEPA/informes_Tecnicos/informe_Tecnico_gesTa_agua.pdf

Doran et al., 1994 como se citó en Bautista et al. (2004). *La calidad del suelo y sus indicadores*.

<https://www.revistaecosistemas.net/index.php/ecosistemas/article/download/572/541>

Doran et al., 1994 como se citó en Farjado. (2019). *Mapeo y análisis de calidad física y química de los suelos agrícolas de la Universidad Nacional Agraria La Molina aplicando herramientas SIG*. (Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria la Molina).

<http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/3939/cruz-fajardo-kevin-fernando.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Edafología.net. (s.f.). *Contaminacion por sales solubles*.

<http://www.edafologia.net/conta/tema12/sales.htm#:~:text=Solubilidad%20de%20la%20sales,efecto%20perjudicial%20para%20los%20cultivos>.

Environmental Systems Research Institute [Esri]. (s.f.). *ArcGIS for Desktop*.

<https://desktop.arcgis.com/es/arcmap/10.3/tools/3d-analyst-toolbox/how-idw-works.htm>

Escobar, 1997 como se citó en Fajardo. (2019). *Mapeo y análisis de calidad física y química de los suelos agrícolas de la Universidad Nacional Agraria La Molina aplicando herramientas SIG*. (Tesis de pregrado. Universidad Nacional Agraria La Molina).

<http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/3939/cruz-fajardo-kevin-fernando.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Fajardo Cruz, K. F. (2019). *Mapeo y análisis de calidad física y química de los suelos agrícolas de la Universidad Nacional Agraria La Molina aplicando herramientas SIG*. Tesis de pregrado. Universidad Nacional Agraria La Molina).

<http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/3939/cruz-fajardo-kevin-fernando.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Feijóo Pianto, K. E. (2018). *Efecto de niveles de salinidad del agua de riego en suelo franco arenoso en el cultivo del rabanito*. Tesis de pregrado. Universidad Nacional Agraria La Molina).

<http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/3581>

Fredman, 1989 como se citó en Huamaní. (2018). *“Determinación del efecto de las aguas servidas sobre el suelo y cultivos en la desembocadura del*

canal de regadío de las salinas bajo – Chancay – Lima". (Tesis de pregrado, Universidad Católica Sedes Sapientiae).
<http://repositorio.ucss.edu.pe/handle/UCSS/572>

García Barneond, K. M. (2010). *Representación geográfica 3D de la contaminación del aire en algunos sectores de la capital Guatemalteca*. (Trabajo de graduación, Universidad de San Carlos de Guatemala).
http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_0461_CS.pdf

Germán Wilson. (2017). *Manual de indicadores del suelo para las ecorregiones*.
https://inta.gob.ar/sites/default/files/manual_ics_final.pdf

Gonzales Trinidad. (2003). *Efecto de la adición de agua residual urbana sobre las características de un suelo agrícola (Tesis doctoral, Universidad de Colima)*.
<http://bvirtual.ucol.mx/consultaxcategoria.php?categoria=3&id=7415>

Goverment N. (2015). *Office of Environment & Heritage*.
<https://www.environment.nsw.gov.au/water/waterqual.htm>

Gutierrez Miranda. (2018). *Factores que intervienen en la contaminación del suelo por aguas residuales del proceso de fermentación de aceitunas verdes estilo sevillana en el distrito de la Yarada los Palos, región de Tacna, 2017*. (Tesis de maestría, Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann Tacna).
http://repositorio.unjbg.edu.pe/bitstream/handle/UNJBG/3495/175_2018_miranda_gutierrez_js_espg_maestria_gestion_ambiental_y_desarrollo_sostenible.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Hernández Sampieri et al. (2014). *Metodología de la Investigación*. México D.F.: McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.
<http://observatorio.epacartagena.gov.co/wp-content/uploads/2017/08/metodologia-de-la-investigacion-sexta-edicion.compressed.pdf>

Huamaní Cahuas, C. F. (2018). *Determinación del efecto de las aguas servidas sobre el suelo y cultivos en la desembocadura del canal de regadío de*

las salinas bajo-Chancay-Lima. (Tesis de pregrado, Universidad Católica Sedes Sapientiae). <http://repositorio.ucss.edu.pe/handle/UCSS/572>

Hunnemeyer et al, 1997 como se citó en Bautista et al. (2004). *La Calidad del suelo y sus indicadores.*

<https://www.revistaecosistemas.net/index.php/ecosistemas/article/download/572/541>

Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera. (2010). *Manual de Riego para Agricultores, Módulo 1: Fundamentos del Riego.*
https://www.juntadeandalucia.es/export/drupaljda/1337160941Fundamento_del_riego_1.pdf

Instituto Nacional de Defensa Civil [INDECI]. (2006). *Compendio Estadístico de Prevención y Atención de Desastres.*
<https://www.oceandocs.org/bitstream/handle/1834/8248/1.5.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Instituto Nacional de Estadística e Informática [INEI]. (2012). *Instituto Nacional de Estadística e Informática [INEI].*
<http://censos.inei.gob.pe/cenagro/tabulados/>

Instituto Nacional de Estadística e Informática [INEI]. (2018). *INEI.*
<https://www.inei.gob.pe/estadisticas/indice-tematico/housing/>

Instituto Nacional de Estadística e Informática [INEI]. (2020). *Perú - Anuario de Estadísticas Ambientales.*
https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1760/libro.pdf#page=434&zoom=100,100,136

Instituto Nacional de Recursos Naturales [INRENA]. (s.f). *Cuenca del río Cañete.* <https://es.scribd.com/document/191319794/Diagnostico-Calidad-Agua-Cuenca-Rio-Canete>

Instituto para la Innovación Tecnológica en Agricultura [INTAGRI]. (s.f). *La Conductividad Eléctrica del Suelo en el Desarrollo de los Cultivos.*

<https://www.intagri.com/articulos/suelos/la-conductividad-electrica-del-suelo-en-el-desarrollo-de-los-cultivos>

Instituto para la Innovación Tecnológica en Agricultura [INTAGRI]. (s.f). *La Conductividad Eléctrica del Suelo en el Desarrollo de los Cultivos*.
<https://www.intagri.com/articulos/suelos/la-conductividad-electrica-del-suelo-en-el-desarrollo-de-los-cultivos>.

International Business Machines [IBM]. (s.f.). *IBM*.
<https://www.ibm.com/support/pages/downloading-ibm-spss-statistics-25>

López Jordán, A. (2005-2006). Manual de Edafología.
<http://files.infoagroconstanza.webnode.es/200000017-c2dccc3d62/edafologia%20del%20suelo.pdf>

Luv y Lipták, 1999 como se citó en Cardona. (2008, p.5). *Evaluación del efecto de microorganismos eficaces sobre la calidad de un agua residual doméstica*. (Tesis de pregrado , Pontifica Universidad Javeriana).
<https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/8207/tesis204.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Manahan, 2017 como se citó en Huamaní. (2018). *"Determinación del efecto de las aguas servidas sobre el suelo y cultivos en la desembocadura del canal de regadío de las Salina Bajo-Chancay-Lima"*. (Tesis de pregrado, Universidad Católica Sedes Sapientiae).
<http://repositorio.ucss.edu.pe/handle/UCSS/572>

Martínez Cortijo, F.J. (2003). *Estudio agronómico y ambiental del riego con aguas residuales depuradas en el cultivo del arroz. Aplicación a una línea de riego en el parque natural de la Albufera (Valencia)*. (Tesis doctoral, Universidad Politécnica de Valencia).
<https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/38757/Mart%c3%adnez%20-%20Estudio%20agron%c3%b3mico%20y%20ambiental%20del%20riego>

%20con%20aguas%20residuales%20depuradas%20en%20el%20cultivo
%20....pdf?sequence=13&isAllowed=y

Ministerio de Agricultura y Riego [MINAGRI]. (enero de 2010). Reglamento de la Ley de Recursos Hídricos. [D.S. 001-2010-AG].
<https://sinia.minam.gob.pe/normas/reglamento-ley-recursos-hidricos-ley-no-29338>

Ministerio de Agricultura y Riego [MINAGRI]. (1972). *Estudio Agrológico detallado del valle de Cañete*.
<http://repositorio.ana.gob.pe/handle/ANA/1479>

Ministerio de Agricultura y Riego [MINAGRI]. (s.f.). Contaminación del agua.
<http://www.minagri.gob.pe/portal/54-sector-agrario/cuencas-e-hidrografia/374-problematica>

Ministerio de Agricultura y Riego [MINAGRI]. (2017). *Manual de procedimiento de los análisis de suelo y agua con fines de riego*.
http://repositorio.minagri.gob.pe/xmlui/bitstream/handle/MIDAGRI/727/Bazan-Manual_de_procedimientos_de_los%20%281%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Ministerio del Ambiente [MINAM]. (2010). *Guía de Evaluación de Riesgos Ambientales*. http://www.minam.gob.pe/calidadambiental/wp-content/uploads/sites/22/2013/10/guia_riesgos_ambientales.pdf

Ministerio del Ambiente [MINAM]. (2014). *Guía para el muestreo de suelos*.
<https://www.minam.gob.pe/calidadambiental/wp-content/uploads/sites/22/2013/10/GUIA-PARA-EL-MUESTREO-DE-SUELOS-final.pdf>

Ministerio del Ambiente [MINAM]. (s.f.). *Glosario de términos - sitios contaminados*. <https://www.minam.gob.pe/calidadambiental/wp-content/uploads/sites/22/2015/02/2016-05-30-Conceptos-propuesta-Glosario.pdf>

- Ministerio del Ambiente [MINAM]. (7 de junio de 2017). Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua. [D.S. 004-217-MINAM]. <https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/06/DS-004-2017-MINAM.pdf>
- Ministerio del Ambiente [MINAM]. (2017). *Criterios para gestión de sitios contaminados*. <https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/aprueban-criterios-para-la-gestion-de-sitios-contaminados-decreto-supremo-n-012-2017-minam-1593392-6/>
- Ministerio del Ambiente [MINAM]. (2 de diciembre de 2017). Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para suelo. [D.S. N° 011-2017-MINAM]. <https://sinia.minam.gob.pe/normas/aprueban-estandares-calidad-ambiental-eca-suelo-0>
- Mongue Redondo, M.A. (2017). Interpretación de un análisis de agua para riego. <https://www.iagua.es/blogs/miguel-angel-monge-redondo/interpretacion-analisis-agua-riego>
- Neri, 2008 como se citó en Huamaní. (2018). *"Determinación del efecto de las aguas servidas sobre el suelo y cultivos en la desembocadura del canal de regadío de las salinas bajo-Chancay-Lima"*. (Tesis de pregrado, Universidad Católica Sedes Sapientiae). <http://repositorio.ucss.edu.pe/handle/UCSS/572>
- Nese Uzen, O. C. (2018). *Efectos de las aguas residuales domésticas tratadas por anaeróbicos estabilización de la contaminación del suelo, nutrición vegetal y cultivo de algodón*. https://www.researchgate.net/publication/309960778_Effects_of_domestic_wastewater_treated_by_anaerobic_stabilization_on_soil_pollution_plant_nutrition_and_cotton_crop_yield
- Nicomedes Teodoro, E. N. (s.f.). *Tipos de investigación*. <http://repositorio.usdg.edu.pe/bitstream/USDG/34/1/Tipos-de-Investigacion.pdf>

- Núñez García, A. L. (2015). *Caracterización de la problemática de las aguas residuales en Ixmiquilpan Hidalgo*. (Tesis de pregrado, Universidad Autónoma Metropolitana).
http://dcsh.izt.uam.mx/licenciaturas/geografia_humana/wp-content/uploads/2015/09/Tesina-Ana-Laura-Nu%C3%B1ez-2015.pdf
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura [FAO]. (s.f). *El Manejo de Suelos Afectados por Salinidad*.
<http://www.fao.org/soils-portal/soil-management/manejo-de-suelos-problematicos/suelos-afectados-por-salinidad/es/>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura [FAO]. (1992). *Manual de campo para la ordenación de cuencas hidrográficas estudio y planificación de cuencas hidrográficas*.
<http://www.fao.org/3/T0165S/T0165S00.htm>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura [FAO]. (s.f). *Estudio Potencial del Uso Alternativo de Fuentes de las Aguas Residuales*.
http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/rlc/utf017arg/estudio/aguasresiduales/REUSO_SEGURO_DE_AGUAS_RESIDUALES_EN_ARGENTINA.pdf
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO]. (s.f.). *Normas de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes*.
<http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/ecu155128.pdf>
- Organización Mundial de la Salud [OMS]. (2017). *JMP*.
<https://washdata.org/data/household#!/per>
- Pearce, D.W. y Turner, R.K.. (1990). *Economics Resources and the Environment*.
https://www.researchgate.net/publication/31662420_Economics_of_natural_resources_and_the_environment_DW_Pearce_RK_Turner

- Plasencia Adriana. (2017). *Guía de estudio- Análisis de Suelo*.
<https://www.edafologia.org/app/download/7926508576/Analisis+de+suelos+2017.pdf?t=1563476239>
- Porta et al, 2003 como se citó en Huamaní. (2018). “*Determinación del efecto de las aguas servidas sobre el suelo y cultivos en la desembocadura del canal de riego de las salinas bajo – Chancay – Lima*”. (Tesis de pregrado, Universidad Católica Sedes Sapientiae).
<http://repositorio.ucss.edu.pe/handle/UCSS/572>
- Prieto Bolívar, C. J. (2004). *El agua, sus formas, efectos, abastecimientos, usos, daños, control y conservación*. <https://www.libreriadela.com/el-agua-sus-formas-efectos-abastecimientos-usos-danos-control-y-conservacion-u-central-9789582600631-ecologia-y-medio-ambiente/p>
- Ramírez, N.. (2018). *Efectos Ambientales en la agricultura por el uso de aguas residuales del canal Chilhuacan, Atlixco, Pue.* (Tesis de maestría, Instituto de Enseñanza e Investigación en Ciencias Agrícolas).
<https://1library.co/document/nzw5edgz-efectos-ambientales-agricultura-aguas-residuales-chilhuacan-atlixco-puebla.html>
- Rodríguez, D. (s.f.). *Investigación aplicada: características, definición, ejemplos*.
<https://www.lifeder.com/investigacion-aplicada/>
- Saldaña Soto, B.. (s.f.). *Calidad de agua para riego*.
https://www.academia.edu/37848285/CALIDAD_DE_AGUA_PARA_RIEGO
- Saravanan et al, 2011 como se citó en García. (2015,p.6). *Caracterización de la problemática de las aguas residuales en Ixmiquilpan Hidalgo*. (Tesis de pregrado, Universidad Autónoma Metropolitana).
http://dcsh.izt.uam.mx/licenciaturas/geografia_humana/wp-content/uploads/2015/09/Tesina-Ana-Laura-Nu%C3%B1ez-2015.pdf
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales [SEMARNAT]. (s.f).
Indicadores de crecimiento verde.

https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/indicadores_verdes/indicadores/glosario/d.html

Shuval Hillel. (1990). *Wastewater irrigation in developing countries: health effects and technical solutions*.

<https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/19916710465>

Sistema de Informacion Geografica [IGAC], 1995 como se citó en Fajardo.

(2019). *Mapeo y análisis de calidad física y química de los suelos agrícolas de la Universidad Nacional Agraria La Molina aplicando herramientas SIG*. (Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria La Molina).

<http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/3939/cruz-fajardo-kevin-fernando.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Staff, U. S. (1954). *Norma Riversade: Diagrama para clasificar las aguas de riego*. Obtenido de

http://www.juntaex.es/files/cms/con03/uploaded_files/SectoresTematicos/DesarrolloRural/RECAREX/Riverside_Diagrama_para_clasificar_aguas_de_riego_.pdf

Tanji et al., 1997-1999 como se citó en Gonzales. (2003). *Efecto de la adición de agua residual urbana sobre las características de un suelo agrícola (Tesis doctoral, Universidad de Colima)*.

<http://bvirtual.uco.mx/consultaxcategoria.php?categoria=3&id=7415>

Terrones Gordillo, A. & Herrera León, C. (2015). *Calidad del agua en la cuenca baja del río Chillón en época de estiaje y riesgo por el uso directo en riego agrícola. (Tesis de Pregrado, Universidad Nacional del Callao), Callao, Perú*. <http://repositorio.unac.edu.pe/handle/UNAC/1480>

Toledo, A. (2002). El agua en México y el mundo. *Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal*.

<http://www.redalyc.org/pdf/539/53906402.pdf>

Universidad Politécnica de Cartagena. (s.f.). *Análisis de Agua*.

https://www.upct.es/~minaees/analisis_aguas.pdf

- UN-WATER,2012 como se citó en Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura [FAO]. (2014). *Estudio Potencial del Uso Alternativo de Fuentes de las Aguas Residuales*.
http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/rlc/utf017arg/estudio/aguasresiduales/REUSO_SEGURO_DE_AGUAS_RESIDUALES_EN_ARGENTINA.pdf
- Van Andel et al.,1994 como se citó en Gonzales. (2003). *Tesis de Efecto de la adición de agua residual urbana sobre las características de un suelo agrícola (Tesis doctoral)*. (Tesis doctoral, Universidad de Colima).
<http://bvirtual.ucol.mx/consultaxcategoria.php?categoria=3&id=7415>
- Van der Hoek, 2004 como se citó en García. (2015). *Caracterización de la problemática de las aguas residuales en Ixmiquilpan Hidalgo*.
http://dcsh.izt.uam.mx/licenciaturas/geografia_humana/wp-content/uploads/2015/09/Tesina-Ana-Laura-Nu%C3%B1ez-2015.pdf
- Vergara, 2008 como se citó en Farjado. (2019). *Mapeo y análisis de calidad física y química de los suelos agrícolas de la Universidad Nacional Agraria La Molina aplicando herramientas SIG*. Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria La Molina)
<http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/3939/cruz-fajardo-kevin-fernando.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- West Analítica y Servicios S.A. de C.V. (s.f.). *Salinidad y Sales Solubles en el Suelo*. <https://westanalitica.com.mx/wp-content/uploads/2018/04/Salinidad-y-Sales-Solubles-en-Suelo.pdf>
- Zamora et al, 2008 como se citó en Huamaní. (2018). *"Determinación del efecto de las aguas servidas sobre el suelo y cultivos en la desembocadura del canal de regadío de las salinas bajo-Chancay-Lima"*. (Tesis de pregrado, Universidad Católica Sedes Sapientiae).
<http://repositorio.ucss.edu.pe/handle/UCSS/572>

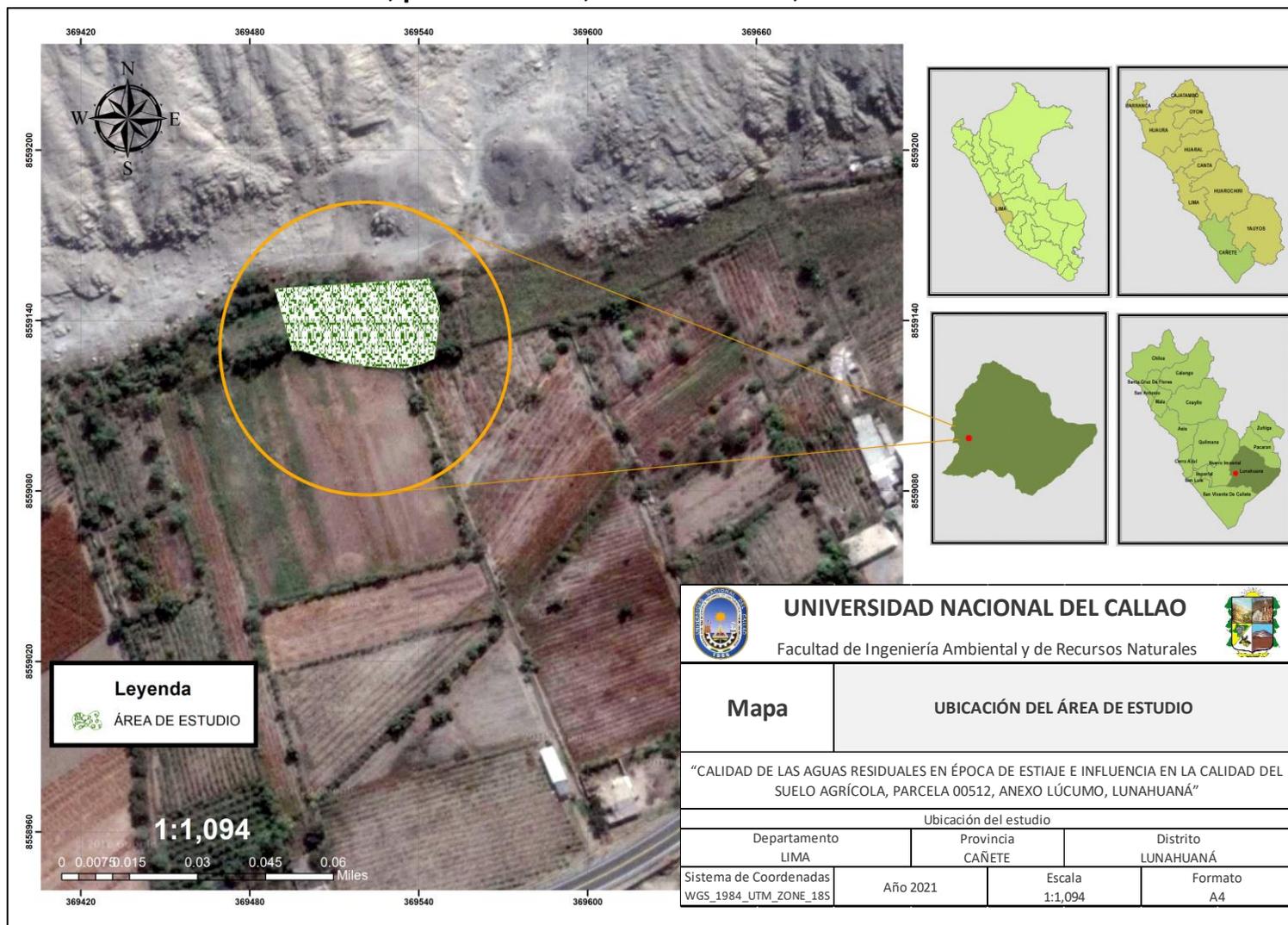
ANEXOS

Anexo 1 Matriz de consistencia

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES E INDICADORES	MÉTODO
<p>1. Problema general ¿De qué manera la calidad de las aguas residuales en época de estiaje influye en la calidad del suelo agrícola de la parcela 00512, anexo Lúcumo, Lunahuaná?</p> <p>2. Problemas específicos</p> <ul style="list-style-type: none"> • ¿De qué manera la calidad la calidad del agua del canal de riego Casalla en época de estiaje influye en la calidad del suelo agrícola en los parámetros fisicoquímicos (conductividad eléctrica, materia orgánica y nitrógeno total) de la parcela 00512, anexo Lúcumo, Lunahuaná? • ¿La aplicación del mapa de submodelo en el suelo permitirá identificar los niveles de influencia del agua del canal de riego Casalla en el suelo agrícola de la parcela 00512, anexo Lúcumo, Lunahuaná? 	<p>1. Objetivos general Determinar de qué manera la calidad de las aguas residuales en época de estiaje influye en la calidad del suelo agrícola de la parcela 00512, anexo Lúcumo, Lunahuaná.</p> <p>2. Objetivos específico</p> <ul style="list-style-type: none"> • Determinar de qué manera la calidad del agua del canal de riego Casalla en época de estiaje influye en la calidad del suelo agrícola en los parámetros fisicoquímicos (conductividad eléctrica, materia orgánica y nitrógeno total) de la parcela 00512, anexo Lúcumo, Lunahuaná. • Identificar los niveles de influencia del agua del canal de riego Casalla en el suelo agrícola a través del mapa de submodelo en el suelo de la parcela 00512, anexo Lúcumo, Lunahuaná. 	<p>1. Hipótesis general La calidad de las aguas residuales en época de estiaje influye en la calidad del suelo agrícola, anexo Lúcumo, Lunahuaná.</p> <p>2. Hipótesis específicas</p> <ul style="list-style-type: none"> • La calidad del agua del canal de riego Casalla en época de estiaje influye en la calidad del suelo agrícola en los parámetros fisicoquímicos (conductividad eléctrica, materia orgánica y nitrógeno total) de la parcela 00512, anexo Lúcumo, Lunahuaná • La aplicación del mapa de submodelo en el suelo permite identificar los niveles de influencia del agua del canal de riego Casalla en el suelo agrícola en la parcela 00512, anexo Lúcumo, Lunahuaná. 	<p>1. Variable Calidad de aguas residuales.</p> <p>1.1 Indicadores</p> <ul style="list-style-type: none"> • Conductividad • Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅) • Nitratos • Potencial de Hidrógeno (pH) <p>2. Variable Calidad del suelo.</p> <p>2.1 Indicadores</p> <ul style="list-style-type: none"> • Conductividad Eléctrica • Materia orgánica • Nitrógeno total 	<p>1. Tipo de investigación El tipo de investigación es básica descriptiva.</p> <p>2. Diseño de investigación La investigación tiene un diseño no experimental transversal.</p> <p>3. Población de estudio y muestra <u>Población</u> Parcela 00512, anexo Lúcumo, Lunahuaná.</p> <p><u>Muestra</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Muestra de agua • Muestra de suelo <p>4. Técnicas e instrumentos para la recolección de la información <u>Técnicas:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Análisis documental <p><u>Instrumentos:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Informe de ensayo del suelo y agua. • Cadena de custodia del suelo y agua. • Programa de monitoreo De calidad del suelo y agua. • Ficha de registro de campo de calidad del suelo y agua.

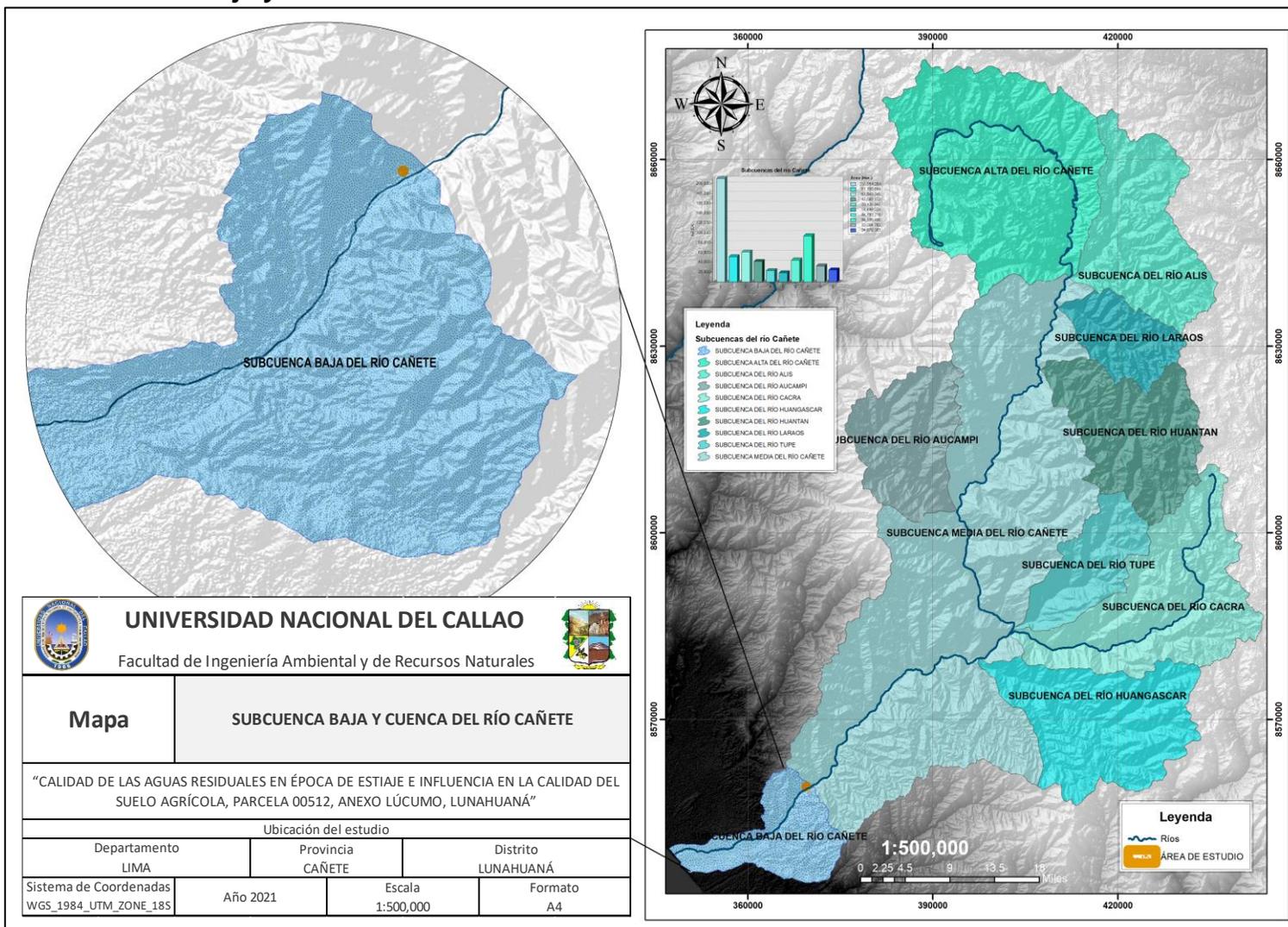
Anexo 2

Mapa de ubicación del área de estudio, parcela 00512, anexo Lúcumo, Lunahuaná



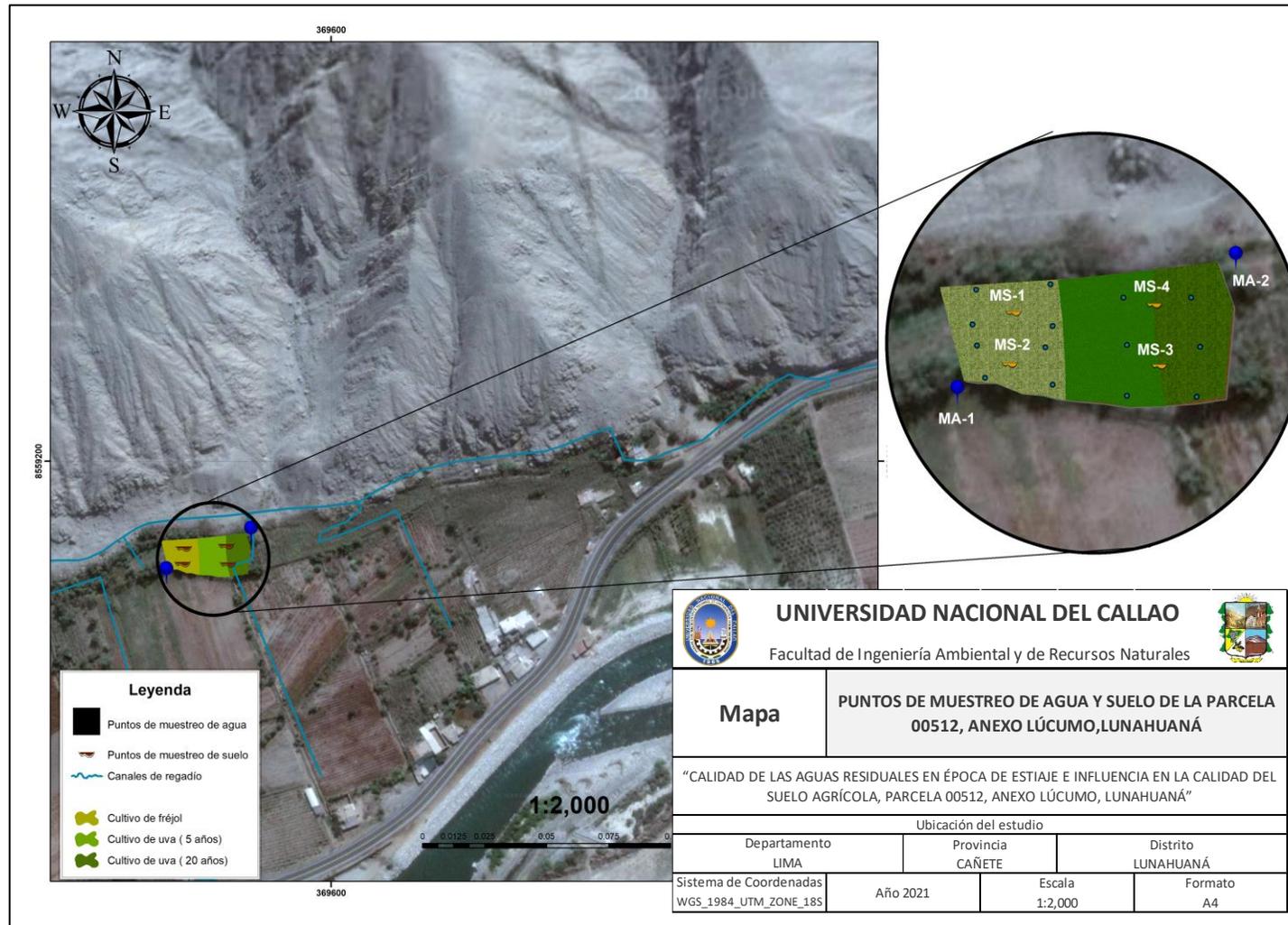
Anexo 3

Mapa de la subcuenca baja y cuenca del río Cañete



Anexo 4

Mapa de puntos de muestreo de agua y suelo, parcela 00512, anexo Lúcumo, Lunahuaná



ALAB		CADENA DE CUSTODIA - MATRIZ SUELO, LODO Y SEDIMENTO										L: FC-OPE-27.12.1 R: 01 LV: 2018-Sep-06										
Datos del cliente Razón Social: <u>Thais Vicente Sanchez</u> Persona de contacto: <u>Thais Vicente Sanchez</u> Correo / Teléfono: <u>tvicentesanchez@gmail.com / 941494314</u> Nombre del proyecto: <u>Monitoreo de Calidad de Aguas en época de estiaje y Suelos agrícolas Parcela 00512</u>												Orden de servicio: <u>05-19-2648</u> Plan de Monitoreo: <u>PM-19-1158</u> Cadena de custodia: <u>CC-19-7542</u> Pág. <u>2</u> de <u>3</u> Informe de ensayo: <u>LB-19-95R</u> Procedencia o lugar de muestreo: <u>Luna huana - Parcela 00512</u>										
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA					PARAMETROS DE ENSAYO										OBSERVACIONES							
Item	Punto de muestreo / Estación	Código de laboratorio	Muestreo	Tipo de Muestra (Suelo, Lodo, Sedimento)	Ubicación	Materia Orgánica	Nitrogeno Total	Alcalinidad Total	Conductividad													
1	U6-4		F: 16.11.2019 H: 13:08	Suelo	N: 8559138 E: 369535	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Sub muestra de MS-2
2	MS-2	M-20668	F: 16.11.2019 H: 13:15	Suelo	N: - E: -	✓	✓	✓	✓	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Muestra Compuesta Por: U6-1, U6-2, U6-3, U6-4.
3	U7-1		F: 16.11.2019 H: 13:18	Suelo	N: 8559137 E: 369547	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Sub muestra de MS-3
4	U7-2		F: 16.11.2019 H: 13:28	Suelo	N: 8559144 E: 369547	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Sub muestra de MS-3
5	U7-3		F: 16.11.2019 H: 13:34	Suelo	N: 8559143 E: 369551	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Sub muestra de MS-3
6	U7-4		F: 16.11.2019 H: 13:40	Suelo	N: 8559139 E: 369552	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Sub muestra de MS-3
7	MS-3	M-20669	F: 16.11.2019 H: 13:50	Suelo	N: - E: -	✓	✓	✓	✓	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Muestra Compuesta Por: U7-1, U7-2, U7-3, U7-4.
8	U8-1		F: 16.11.2019 H: 13:53	Suelo	N: 8559149 E: 369546	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Sub muestra de MS-4

Descripción de equipos utilizados:			Leyenda				Muestreado por: <input checked="" type="checkbox"/> ALAB <input type="checkbox"/> Cliente	
Item	Código interno del equipo	Nombre de equipo	F	:	Fecha	T amb.	:	Temperatura ambiente
			H	:	Hora	T refr.	:	Temperatura de refrigeración
1	EM-OPE-406	GRS Garmin				E	:	Este
2	-	-				N	:	Noche
3	-	-				C	:	Conforme
4	-	-				NC	:	No conforme
5	-	-						
6	-	-						
7	-	-						
8	-	-						

Muestreado por:		Cliente:		Recepción de muestra:	
Nombre:	<u>Manuel Ayala Y.</u>	Nombre:	<u>Dalia Sandoval Barríos</u>	Fecha/Hora:	<u>16.11.2019 15:30</u>
Fecha/Hora:	<u>16.11.2019 15:30</u>	Fecha/Hora:	<u>16.11.2019 15:30</u>	Firma:	<u>[Firma]</u>
Firma:	<u>[Firma]</u>	Firma:	<u>[Firma]</u>	Fecha/Hora:	<u>18 NOV 2019 15:00</u>

Condiciones de recepción:			
	T amb. (°C)	T refr. (°C)	
Temperatura de conservación			C NC
Temperatura de conservación			C NC
Otros:			
Código de equipo de verificación: <u>EL-MS-01</u>			
Embalaje adecuado de muestras: <input checked="" type="checkbox"/>			
Registro correcto de cadena: <input checked="" type="checkbox"/>			

Cadena de custodia de muestreo de agua

ALAB <small>ANALYTICAL LABORATORY S.R.L.</small>		CADENA DE CUSTODIA - MATRIZ AGUA										L: FC-OPE-27.A.2 R: 01 LV: 2018-Sep-07												
Datos del cliente											Orden de servicio: OS-19-2648 Plan de Monitoreo: PM-19-1158													
Razón Social: Thais Vicente Sanchez											Cadena de custodia: CC-19-7527 Pág. 1 de 1													
Persona de contacto: Thais Vicente Sanchez Correo / Teléfono: twicentesanteg@gmail.com / 941494314											Informe de ensayo: IE-19-7527													
Nombre del proyecto: Monitoreo de Calidad de Aguas en época de estiaje y suelos agrícolas parcela 00512											Procedencia o lugar de muestreo: Lunahuana - Parcela 00512													
Preservante											-													
Item	Punto de muestreo / Estación	Código de laboratorio	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA		Ubicación	N° Frascos	PARAMETROS DE ENSAYO												PARAMETRO IN SITU			OBSERVACIONES		
			Grupo	Sub-grupo			Coordenadas (UTM)	V	P	DBO5	Nitratos	T° Mtra (°C)	pH (Unidad de pH)	CE (us/cm)	OD (mg/L)	Cloro Libre (mg/L)	Cloro Total (mg/L)							
1	MA-1	M-20534	F: 16.11.19 H: 14:30	AN Superficial	N: 8559157 E: 369542	02	✓	✓	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8.65	425	-	-	-	Aguas Arriba	
2	MA-2	M-20535	F: 16.11.19 H: 15:00	AN Superficial	N: 8559132 E: 369493	02	✓	✓	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8.40	459	-	-	-	Aguas Abajo
3			F: H:		N: E:																			
4			F: H:		N: E:																			
5			F: H:		N: E:																			
6			F: H:		N: E:																			
7			F: H:		N: E:																			

Descripción de equipos utilizados:			Clasificación de la Matriz Agua, Ref: NTP 214.042		Leyenda		Muestreado por: <input checked="" type="checkbox"/> ALAB <input type="checkbox"/> Cliente	
Item	Código interno del equipo	Nombre de equipo	GRUPO	SUB-GRUPO	V	P	T° Mtra	T° Amb
1	EM-OPE-653	MULTIPARAMETRO HACH	AN: Aguas Naturales	SUBTERRANEA (Manantial - Terminal) / SUPERFICIAL (Rio, Lago - Laguna, Deposición Atmosférica)	✓	✓	Temperatura de Muestra	Temperatura ambiente
2	EM-OPE-406	GRS Garmin	AR: Aguas Residuales	DOMESTICA - INDUSTRIAL - MUNICIPAL			CE	Conductividad Eléctrica
3	-	-	AS: Aguas para Uso y Consumo Humano	BEBIDA (Piscina, Mesa, Envasada) / PISCINA Y LAGUNA ARTIFICIAL			OD	Oxígeno Disuelto
4	-	-	AP: Aguas de Proceso	MAR - SALOBRES - SALMUERA - AGUA INYECCION Y REINYECCION / CIRCULACION O ENFRAMIENTO - AGUA DE CALDERAS / ALIMENTACION DE CALDERAS - AGUA DE URIVACION / AGUA PURIFICADA - AGUA DE INYECCION Y REINYECCION				

Muestreado por:		Cliente:		Recepción de muestra:	
Nombre:	<i>Monil/ajala Y.</i>	Nombre:	<i>Dalca Sandoval Barrios</i>	Fecha/Hora:	<i>17.11.2019 15:30</i>
Fecha/Hora:	<i>17.11.2019 15:30</i>	Fecha/Hora:	<i>17.11.2019 15:30</i>	Firma:	<i>[Signature]</i>

Condiciones de recepción:			
Temperatura de conservación	T amb (°C)	T ref. (°C)	C NC
<i>3.3</i>		✓	✓
Código de equipo de verificación:	<i>EL-183-61</i>		
Embalaje adecuado de muestras:	✓		
Registro correcto de cadena:	✓		

Informe de ensayo de muestreo de suelo



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACION INACAL - DA
CON EL REGISTRO N° LE - 096



Registro N° LE - 096

INFORME DE ENSAYO N°: IE-19-7542

I.- DATOS DEL SERVICIO

1.-RAZON SOCIAL	: THAIS VICENTE SANCHEZ
2.-DIRECCIÓN	: ANEXO LÚCUMO – DISTRITO DE LUNAHUANÁ – PROVINCIA DE CAÑETE
3.-PROYECTO	: MONITOREO DE AGUAS RESIDUALES EN ÉPOCA DE ESTIAJE E INFLUENCIA EN LA CALIDAD DEL SUELO AGRÍCOLA
4.-PROCEDENCIA	: LUNAHUANA - PARCELA 00512
5.-SOLICITANTE	: THAIS VICENTE SANCHEZ
6.-ORDEN DE SERVICIO N°	: OS-19-2648
7.-PLAN DE MONITOREO	: PM-19-1158
8.-MUESTREADO POR	: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L.
9.-FECHA DE EMISIÓN DE INFORME	: 2019-12-01

II.-DATOS DE ÍTEMS DE ENSAYO

1.-PRODUCTO	: SUELO
2.-NÚMERO DE MUESTRAS	: 5
3.-FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA	: 2019-11-18
4.-PERIODO DE ENSAYO	: 2019-11-18 al 2019-12-01


José Luis Chipana Chipana

Químico
Director Técnico
CQP 1104

Prolongación Zarumilla Mz 2D lote 3 Bellavista - Callao
Telf. +51 7130636 / 453 1389 / 940 598 588
Email. ventas@alab.com.pe
www.alab.com.pe

Página 1 de 3

III.-METODOS Y REFERENCIAS

TIPO DE ENSAYO	NORMA DE REFERENCIA	TÍTULO
Alcalinidad Total ^(***)	NOM-021-RECNAT-2000 AS-20 / SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2320 B, 23 rd Ed. 2017	NOM-021-RECNAT-2000 AS-20 / SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2320 B, 23 rd Ed. 2017, Alcalinidad Suelo
Conductividad ¹	NOM-021-RECNAT-2000 /AS-18	Especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de suelos.
Materia Orgánica ¹	NOM-021-RECNAT-2000 AS-007	Materia organica
Nitrógeno Total ^(***)	NOM-021-AS 08/SMWEE Part 4500 NH3 D, 4500NO2B, 4500NO3 E	Nitrógeno Total - Suelo

NOM : Norma Oficial Mexicana

SMEWW : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater

¹ Ensayo Acreditado por el INACAL- DA

^(***) El ensayo indicado no ha sido acreditado por el IAS e INACAL-DA

INFORME DE ENSAYO N°: IE-19-7542
IV. RESULTADOS

ITEM	1	2	3	4	5		
CÓDIGO DE LABORATORIO:	M-20667	M-20668	M-20669	M-20670	M-20671		
CÓDIGO DEL CLIENTE:	MS-1	MS-2	MS-3	MS-4	MS-5		
COORDENADAS: UTM WGS 84:	NO INDICA	NO INDICA	NO INDICA	NO INDICA	NO INDICA		
PRODUCTO:	SUELO						
INSTRUCTIVO DE MUESTREO:	IC-OPE-27.12						
MUESTREO	FECHA:	2019-11-16	2019-11-16	2019-11-16	2019-11-16	2019-11-16	
	HORA:	12:50	13:15	13:50	14:15	14:17	
ENSAYO	UNIDAD	L.C.M.	RESULTADOS				
Alcalinidad Total	mg/Kg MS	5	63	86	104	59	64
Conductividad	µS/cm	0.01	315.00	321.00	258.10	207.20	4 590.00
Materia Orgánica	%	0.1724	1.37	1.34	1.13	0.65	0.48
Nitrógeno Total	mg/Kg MS	6.0	16.9	28.0	<6.0	<6.0	54.5

L.C.M.: Límite de cuantificación del método, "<"= Menor que el L.C.M.

Los resultados contenidos en el presente documento sólo están relacionados con los ítems ensayados.

No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de Analytical Laboratory E.I.R.L.

Los resultados de los ensayos, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

"FIN DE DOCUMENTO"

Informe de ensayo de muestreo de agua



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACION INACAL - DA
CON EL REGISTRO N° LE - 096



Registro N° LE - 096

INFORME DE ENSAYO N°: IE-19-7527

I.- DATOS DEL SERVICIO

1.-RAZON SOCIAL	: THAIS VICENTE SANCHEZ
2.-DIRECCIÓN	: ANEXO LÚCUMO – DISTRITO DE LUNAHUANÁ – PROVINCIA DE CAÑETE
3.-PROYECTO	: MONITOREO DE AGUAS RESIDUALES EN ÉPOCA DE ESTIAJE E INFLUENCIA EN LA CALIDAD DEL SUELO AGRÍCOLA
4.-PROCEDENCIA	: LUNAHUANA- PARCELA 00512
5.-SOLICITANTE	: THAIS VICENTE SANCHEZ
6.-ORDEN DE SERVICIO N°	: OS-19-2648
7.-PLAN DE MONITOREO	: PM-19-1158
8.-MUESTREADO POR	: ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L.
9.-FECHA DE EMISIÓN DE INFORME	: 2019-11-27

II.-DATOS DE ÍTEMS DE ENSAYO

1.-PRODUCTO	: AGUA
2.-NÚMERO DE MUESTRAS	: 2
3.-FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA	: 2019-11-19
4.-PERÍODO DE ENSAYO	: 2019-11-19 al 2019-11-27

José Luis Chipana Chipana

Químico

Director Técnico

CQP 1104

Prolongación Zarumilla Mz 2D lote 3 Bellavista - Callao
Telf. +51 7130636 / 453 1389 / 940 598 588
Email. ventas@alab.com.pe
www.alab.com.pe

Página 1 de 3

III.-METODOS Y REFERENCIAS

TIPO DE ENSAYO	NORMA DE REFERENCIA	TÍTULO
Conductividad ^{1 (c)}	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2510 B 23rd Ed. 2017	Conductivity. Laboratory Method.
Demanda Bioquímica de Oxígeno ¹	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23 rd Ed. 2017	Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5-Day BOD Test
Nitratos ¹	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500- NO3- E, 23 rd Ed. 2017	Nitrogen (Nitrate). Colorimetric Method
pH ^{1 (c)}	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ B, 23 rd Ed. 2017	pH Value Electrometric Method

SMEWW : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater

¹ Ensayo Acreditado por el INACAL- DA

^(c) Ensayo realizado en campo (medido in situ)

INFORME DE ENSAYO N°: IE-19-7527

IV. RESULTADOS

ITEM		1	2
CÓDIGO DE LABORATORIO:		M-20534	M-20535
CÓDIGO DEL CLIENTE:		MA-1	MA-2
COORDENADAS:		E: 0369542	E: 0369493
UTM WGS 84:		N: 8559157	N: 8559132
MATRIZ:		AGUA	
GRUPO:		NATURAL	
SUB-GRUPO:		SUPERFICIAL	
INSTRUCTIVO DE MUESTREO:		IC-OPE-27.4	
MUESTREO	FECHA:	2019-11-16	2019-11-16
	HORA:	14:30	15:00
ENSAYO	UNIDAD	L.C.M.	RESULTADOS
Conductividad	µS/cm	0.01	425
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	2.0	<2.0
Nitratos	mg NO ₃ ⁻ /L	0.044	0.439
pH	Unid. pH	0.01	8.65
			2.253
			8.4

L.C.M.: Límite de cuantificación del método, "<=" Menor que el L.C.M.

Los resultados contenidos en el presente documento sólo están relacionados con los ítems ensayados.

No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de Analytical Laboratory E.I.R.L.

Los resultados de los ensayos, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

"FIN DE DOCUMENTO"

Programa de monitoreo – calidad del suelo

PROGRAMA DE MONITOREO – CALIDAD DEL SUELO										
										
Lugar de muestreo:		Parcela 00512								
Departamento:		Lima		Provincia:		Cañete		Distrito:		Lunahuaná
ÍTEM	PUNTO DE MUESTREO/ ESTACIÓN	SUB MUESTRA	TÉCNICA DE MUESTREO	PARÁMETROS	COORDENADAS (UTM) Datum WGS 84 Zona 18S		DESCRIPCIÓN	FECHA DE MONITOREO	NORMA	
					ESTE (m)	NORTE (m)				
1	MS-1	U5-1	Superficial	Conductividad eléctrica, Materia orgánica y Nitrógeno total	369536	8559146	Sub muestra de MS-1 del suelo agrícola a una profundidad de 30 cm (cultivo de fréjol)	16/11/2019	Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECANT-2000	
2		U5-2	Superficial		369536	8559143	Sub muestra de MS-1 del suelo agrícola a una profundidad de 30 cm (cultivo de fréjol)	16/11/2019	Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECANT-2000	
3		U5-3	Superficial		369531	8559148	Sub muestra de MS-1 del suelo agrícola a una profundidad de 30 cm (cultivo de fréjol)	16/11/2019	Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECANT-2000	
4		U5-4	Superficial		369531	8559143	Sub muestra de MS-1 del suelo agrícola a una profundidad de 30 cm (cultivo de fréjol)	16/11/2019	Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECANT-2000	

5	MS-2	U6-1	Superficial	Conductividad eléctrica, Materia orgánica y Nitrógeno total	369531	8559138	Sub muestra de MS-2 del suelo agrícola a una profundidad de 30 cm (cultivo de fréjol)	16/11/2019	Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECONT-2000
6		U6-2	Superficial		369530	8559131	Sub muestra de MS-2 del suelo agrícola a una profundidad de 30 cm (cultivo de fréjol)	16/11/2019	Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECONT-2000
7		U6-3	Superficial		369534	8559133	Sub muestra de MS-2 del suelo agrícola a una profundidad de 30 cm (cultivo de fréjol)	16/11/2019	Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECONT-2000
8		U6-4	Superficial		369535	8559138	Sub muestra de MS-2 del suelo agrícola a una profundidad de 30 cm (cultivo de fréjol)	16/11/2019	Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECONT-2000
9	MS-3	U7-1	Superficial	Conductividad eléctrica, Materia orgánica y Nitrógeno total	369547	8559137	Sub muestra de MS-3 del suelo agrícola a una profundidad de 30 cm (cultivo de uva)	16/11/2019	Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECONT-2000
10		U7-2	Superficial		369547	8559144	Sub muestra de MS-3 del suelo agrícola a una profundidad de 30 cm (cultivo de uva)	16/11/2019	Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECONT-2000
11		U7-3	Superficial		369551	8559143	Sub muestra de MS-3 del suelo agrícola a una profundidad de 30 cm (cultivo de uva)	16/11/2019	Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECONT-2000
12		U7-4	Superficial		369552	8559139	Sub muestra de MS-3 del suelo agrícola a una profundidad de 30 cm (cultivo de uva)	16/11/2019	Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECONT-2000

13	MS-4	U8-1	Superficial	Conductividad eléctrica, Materia orgánica y Nitrógeno total	369546	8559149	Sub muestra de MS-4 del suelo agrícola a una profundidad de 30 cm (cultivo de uva)	16/11/2019	Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECAN-2000
14		U8-2	Superficial		369553	8559148	Sub muestra de MS-4 del suelo agrícola a una profundidad de 30 cm (cultivo de uva)	16/11/2019	Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECAN-2000
15	MS-5	—	Superficial	Conductividad eléctrica, Materia orgánica y Nitrógeno total	369534	8559163	Muestra de nivel de fondo (ajeno a la actividad de objeto de análisis y no ha sido alterada)	16/11/2019	Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECAN-2000

Programa de monitoreo – calidad del agua

 PROGRAMA DE MONITOREO – CALIDAD DEL AGUA 								
Lugar de muestreo: Parcela 00512								
Departamento:	Lima	Provincia:	Cañete	Distrito:	Lunahuaná			
ÍTEM	PUNTO DE MUESTREO / ESTACIÓN	CLASIFICACIÓN DEL AGUA	PARÁMETROS	COORDENADAS (UTM) Datum WGS 84		DESCRIPCIÓN	FECHA DE MONITOREO	NORMA
				ESTE (m)	NORTE (m)			
1	MA-1	Superficial	Conductividad, Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5), Nitratos y Potencial de Hidrógeno (pH)	369542	8559157	Agua al ingreso de la parcela	16/11/2019	ECA para agua, categoría 3: riego de vegetales y bebida de animales – subcategoría D1: riego de vegetales. (D.S. 004-2017-MINAM)
2	MA-2	Superficial	Conductividad, Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5), Nitratos y Potencial de Hidrógeno (pH)	369493	8559132	Agua del drenaje del riego del suelo	16/11/2019	ECA para agua, categoría 3: riego de vegetales y bebida de animales – subcategoría D1: riego de vegetales. (D.S. 004-2017-MINAM)

Ficha de registro de campo – calidad del suelo



FICHA DE REGISTRO DE CAMPO – CALIDAD DEL SUELO

Realizado por: Thais Vicente Sanchez y Dalia Sandoval Barrios

Lugar de muestreo: Lunahuana - Parcela 00512

Departamento: Lima Provincia: Canete Distrito: Lunahuana

Uso principal: Agricultura

Técnica de muestreo: Superficial

Item	PUNTO DE MUESTREO	COORDENADAS (UTM)		FECHA	HORA	PARÁMETROS DE ENSAYO				OBSERVACIONES
						Materia Orgánica	Nitrógeno Total	Conductividad	Alcalinidad Total	
1	US-1	E: 8559146	E: 369536	16-11-19	12:22	-	-	-	-	muestra compuesta del MS-1
2	US-2	N: 8559143	E: 369536	16-11-19	12:30	-	-	-	-	muestra compuesta del MS-1
3	US-3	N: 8559148	E: 369531	16-11-19	12:36	-	-	-	-	muestra compuesta del MS-1
4	US-4	N: 8559143	E: 369531	16-11-19	12:43	-	-	-	-	muestra compuesta de MS-1
5	MS-1	N: -	E: -	16-11-19	12:50	✓	✓	✓	✓	compuesto por US1, US2, US3, US4.
6	UG-1	N: 8559138	E: 369531	16-11-19	12:54	-	-	-	-	muestra compuesta del MS-2
7	UG-2	N: 8559131	E: 369530	16-11-19	13:00	-	-	-	-	Muestra compuesta MS2

7	U6-3	N: 8559133	E: 369534	16-11-19	13:04	-	-	-	-	muestra compuesta del MS-2
8	U6-4	N: 8559138	E: 369535	16-11-19	13:08	-	-	-	-	muestra compuesta del MS-2
9	MS-2	N: -	E: -	16-11-19	13:15	✓	✓	✓	✓	compuesto por U6-1, U6-2, U6-3, U6-4
10	U7-1	N: 8559137	E: 369547	16-11-19	13:18	-	-	-	-	muestra compuesta del MS-3
11	U7-2	N: 8559144	E: 369547	16-11-19	13:28	-	-	-	-	muestra compuesta del MS-3
12	U7-3	N: 8559143	E: 369551	16-11-19	13:34	-	-	-	-	muestra compuesta del MS-3
13	U7-4	N: 8559139	E: 369552	16-11-19	13:40	-	-	-	-	muestra compuesta del MS-3
14	MS-3	N: -	E: -	16-11-19	13:50	✓	✓	✓	✓	compuesto por U7-1, U7-2, U7-3, U7-4
15	U8-1	N: 8559149	E: 369546	16-11-19	13:53	-	-	-	-	muestra compuesta del MS-4
16	U8-2	N: 8559148	E: 369553	16-11-19	14:06	-	-	-	-	muestra compuesta del MS-4
17	MS-4	N: -	E: -	16-11-19	14:15	✓	✓	✓	✓	compuesto por MS-4
18	MS-5	N: 8559163	E: 369534	16-11-19	14:17	✓	✓	✓	✓	-
19		N:	E:	16-11-19						
20		N:	E:	16-11-19						

Ficha de registro de campo - agua



FICHA DE REGISTRO DE CAMPO - CALIDAD DEL AGUA

Realizado por: Thais Vicente Sanchez y Dalva Sandoval Barrios
 Lugar de muestreo: Lunahuana - Parcela 00512
 Departamento: Lima Provincia: Canete Distrito: Lunahuana
 Clasificación de agua: Superficial

Item	PUNTO DE MUESTREO	COORDENADAS (UTM)		FECHA	HORA	PARÁMETROS DE ENSAYO		PARÁMETROS IN SITU		OBSERVACIONES
						DBO	Nitratos	pH	Conductividad Eléctrica	
1	MA - 1	E:03694542	N:8559157	16-11-19	14:30	X	X	8.65	425 µS/cm	—
2	MA - 2	E:0369493	N:8559132	16-11-19	15:00	X	X	8.4	459 µS/cm	—

Anexo 6 Validación de los instrumentos



CERTIFICADO DE VALIDEZ DEL CONTENIDO DEL INSTRUMENTO

III. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto: Ms. C. Gutiérrez Díaz María Antonieta

Especialidad del validador: Ingeniera Agrícola

Instrumentos de evaluación: Programa de monitoreo - suelo

Autores del instrumento: Vicente Sánchez, Thais Viviam
Sandoval Barrios, Dalia Maricielo

IV. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

Muy deficiente (1) Deficiente (2) Aceptable (3) Buena (4) Excelente (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.					X
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre las variables en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.					X
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherentes a las variables.					X
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a las variables.					X
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con las variables, dimensiones e indicadores.					X
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variables de estudio.					X
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					X
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de las variables.					X
METODOLOGÍA	La relación entre técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					X
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					X
PUNTAJE TOTAL						50

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41 "excelente", sin embargo, un puntaje menos al anterior se considera al instrumento no aplicable)

Observaciones (precisar si hay suficiencia): Si hay suficiencia

Opinión de aplicabilidad: Aplicable (X) Aplicable después de corregir ()

No aplicable ()

Lima, 25 de octubre del 2019

Firma del Experto Informante



CERTIFICADO DE VALIDEZ DEL CONTENIDO DEL INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto: Ms. C. Gutiérrez Díaz María Antonieta

Especialidad del validador: Ingeniera Agrícola

Instrumentos de evaluación: Programa de monitoreo - agua

Autores del instrumento: Vicente Sánchez, Thais Viviam
Sandoval Barrios, Dalia Maricielo

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

Muy deficiente (1) Deficiente (2) Aceptable (3) Buena (4) Excelente (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.					X
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre las variables en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.					X
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherentes a las variables.					X
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a las variables.					X
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con las variables, dimensiones e indicadores.					X
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variables de estudio.					X
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					X
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de las variables.					X
METODOLOGÍA	La relación entre técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					X
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					X
PUNTAJE TOTAL						

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41 "excelente", sin embargo, un puntaje menos al anterior se considera al instrumento no aplicable)

Observaciones (precisar si hay suficiencia): Si hay suficiencia

Opinión de aplicabilidad: Aplicable (X) Aplicable después de corregir ()
No aplicable ()

Lima, 25 de octubre del 2019

Firma del Experto Informante



CERTIFICADO DE VALIDEZ DEL CONTENIDO DEL INSTRUMENTO

III. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto: Ms. C. Gutiérrez Díaz María Antonieta

Especialidad del validador: Ingeniera Agrícola

Instrumentos de evaluación: Ficha de registro de campo - suelo

Autores del instrumento: Vicente Sánchez, Thais Viviam
Sandoval Barrios, Dalía Maricielo

IV. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

Muy deficiente (1) Deficiente (2) Aceptable (3) Buena (4) Excelente (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.					X
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre las variables en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.					X
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherentes a las variables.					X
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a las variables.					X
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con las variables, dimensiones e indicadores.					X
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variables de estudio.					X
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					X
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de las variables.					X
METODOLOGÍA	La relación entre técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					X
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					X
PUNTAJE TOTAL				50		

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41 "excelente", sin embargo, un puntaje menos al anterior se considera al instrumento no aplicable)

Observaciones (precisar si hay suficiencia): Si hay suficiencia

Opinión de aplicabilidad: Aplicable (X) Aplicable después de corregir ()
No aplicable ()

Lima, 28 de octubre del 2019

Firma del Experto Informante



CERTIFICADO DE VALIDEZ DEL CONTENIDO DEL INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto: Ms. C. Gutiérrez Díaz María Antonieta

Especialidad del validador: Ingeniera Agrícola

Instrumentos de evaluación: Ficha de registro de campo - agua

Autores del instrumento: Vicente Sánchez, Thais Viviam
Sandoval Barrios, Dalía Maricielo

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

Muy deficiente (1) Deficiente (2) Aceptable (3) Buena (4) Excelente (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.					X
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre las variables en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.					X
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherentes a las variables.					X
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a las variables.					X
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con las variables, dimensiones e indicadores.					X
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variables de estudio.					X
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					X
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de las variables.					X
METODOLOGÍA	La relación entre técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					X
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					X
PUNTAJE TOTAL						50

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41 "excelente", sin embargo, un puntaje menos al anterior se considera al instrumento no aplicable)

Observaciones (precisar si hay suficiencia): Si hay Suficiencia

Opinión de aplicabilidad: Aplicable (x) Aplicable después de corregir ()
No aplicable ()

Lima, 28 de octubre del 2019

Firma del Experto Informante

Anexo 7 Consentimiento del empleo de información



CONSENTIMIENTO DEL EMPLEO DE INFORMACIÓN

Yo, Rubén José Sánchez Zamudio, identificado con N° DNI 15383700, en calidad de propietario de la parcela 00512, ubicada en el anexo Lúcumo, distrito de Lunahuaná, provincia de Cañete, departamento de Lima.

OTORGO EL CONSENTIMIENTO

A las señoritas Thais Viviam Vicente Sánchez identificado con DNI N° 76654051 y Dalia Maricielo Sandoval Barrios con DNI N° 72460488, bachilleres de la Facultad de Ingeniería Ambiental y Recursos Naturales de la Universidad Nacional del Callao, para el empleo de información:

- Datos de la parcela.
- Manejo de la parcela para los muestreos respectivos de agua y suelo.

Con la finalidad de que puedan desarrollar su tesis para optar el título profesional.

Se adjunta:

- DNI del propietario de la parcela.

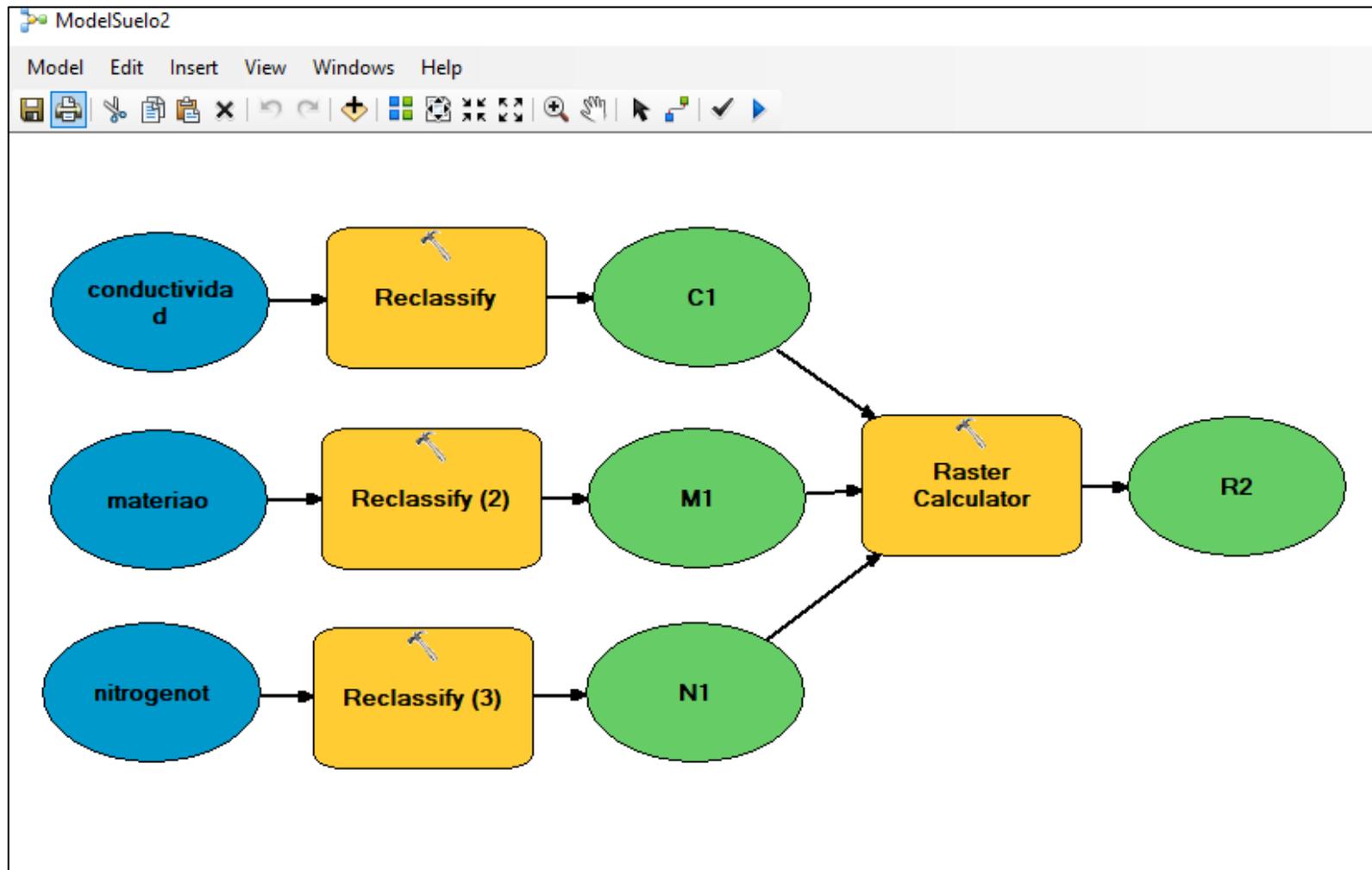
Cañete, 08 de noviembre del 2019

Propietario

Rubén José Sánchez Zamudio

DNI N° 15383700

Anexo 8
Modelo de trabajo en ArcGIS 10.6, para obtener el mapa de submodelo



Fuente: ArcGIS 10.6 – ModelBuilder.

Anexo 9 Número mínimo de puntos de muestreo

ÁREA DE POTENCIAL INTERÉS (HA)	PUNTOS DE MUESTREO EN TOTAL
0,1	4
0,5	6
1	9
2	15
3	19
4	21
5	23
10	30
15	33
20	36
25	38
30	40
40	42
50	44
100	50

Fuente: Guía para el muestreo de suelos – MINAM 2014.

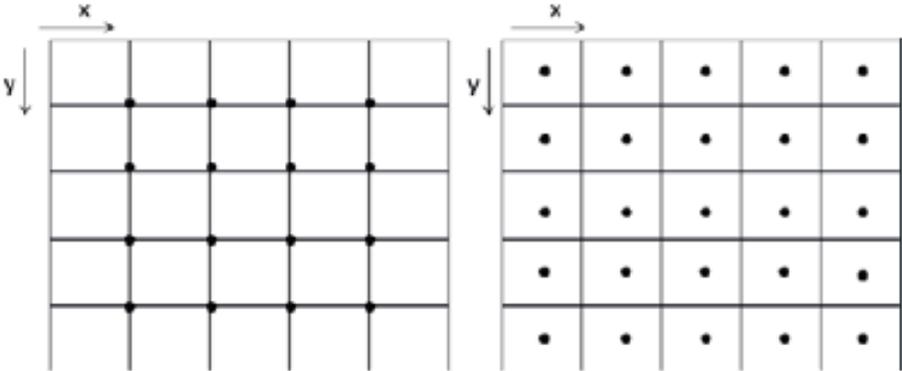
Anexo 10 Profundidad del muestreo según el uso del suelo

USOS DEL SUELO	PROFUNDIDAD DEL MUESTREO (CAPAS)
Suelo Agrícola.	0 – 30 cm (1) 30 – 60 cm
Suelo Residencial/Parques	0 – 10 cm (2) 10 – 30 cm (3)
Suelo Comercial/Industrial/Extractivo	0 – 10 cm (2)

- 1) Profundidad de aradura
- 2) Capa de contacto oral o dermal de contaminantes
- 3) Profundidad máxima alcanzable por niños

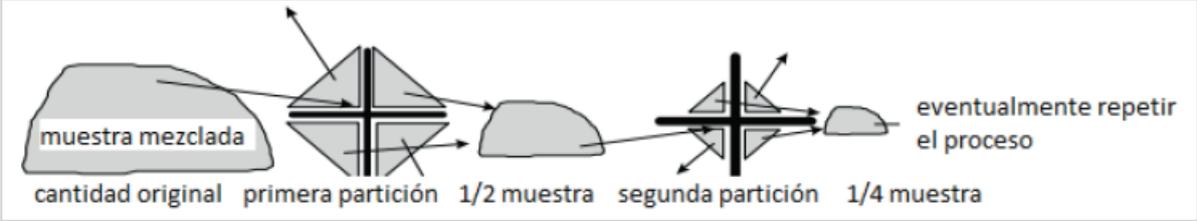
Fuente: Guía para el muestreo de suelos – MINAM 2014.

Anexo 11
Método de rejillas regulares



Fuente: Guía para el muestreo de suelos – MINAM 2014.

Anexo 12
Partición de muestras



Fuente: Guía para el muestreo de suelos – MINAM 2014.

Anexo 13

Certificado de calibración del multiparámetro



CERTIFICADO DE CALIBRACION N° CAL-110819

Ciente : ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L.

Instrumento : MULTIPARAMETRO (En Conductividad) **Alcance** : 0,000 a 3000 mS/cm
Marca : HACH **Resolución**: 0,001 uS/cm
Modelo : HQ30D
Serie : 120500071240
Serie del Electrodo : 123522580404
Código Interno : EM-OPE-653
Condición : Nuevo

Lugar de Calibración : ENVIRONMENTAL GROUP TECHNOLOGY S.R.L.
Fecha de Calibración : 11 de Agosto del 2019
Próxima Calibración : 11 de Agosto del 2020

Condiciones Ambientales

Temperatura: 24.8.1-25.4 °C **Humedad relativa:** 65-67% **Presión:** 999-1004 mbar

Procedimientos Utilizados

La calibración se ha realizado siguiendo el procedimiento de manual del usuario DOC022.92.80022 para la calibración de Conductímetro.

Patrones Utilizados:

Descripción	Marca/Modelo	Serie o Lote	Vencimiento
Termo higrometro	Control/ HTC-2	EL-LAB-62	30-05 -20
Termómetro Digital	Control/4007	150191344	31-05 -20
Barómetro	Control/1204N55	140634663	19-09-19
Buffer C.E. 1413 uS/cm	Hanna/N.A	7905	Jul-19
Buffer C.E. 12.88 mS/cm	Hanna/N.A	6849	Oct-19



Referencia	Indicación	Corrección	Incertidumbre
1413 uS/cm	1414 uS/cm	-1 uS/cm	± 0.30 uS/cm
12.88 mS/cm	12.86 mS/cm	-0.02 mS/cm	± 0.05 mS/cm

Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura k=2. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la expresión de la incertidumbre en la Medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95%.

Observaciones

-Los resultados del presente documento, son válidos únicamente para el objeto calibrado y se refiere al momento y a las condiciones en que fueron ejecutadas las mediciones, al solicitante le corresponde definir la frecuencia de calibración en funcional al uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición.
 -Con fines de identificación de condición de calibrado se ha colocado una etiqueta autoadhesiva
 (*)Indicado en el manual de instrucciones del fabricante.

Realizado por:

Ejw
 Eduardo Miranda N.
 Jefe de Mantenimiento

Fecha: 11/08/2019

Calle las guabas 4125 - Urb. El Naranjal - Los Olivos

Mail: logistica@envirotech.com / web: www.envirotech.com / Cel: RPC: 961768828

CERTIFICADO DE CALIBRACION
N° CAL-110819

Cliente : ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L

Instrumento : MULTIPARAMETRO (En Parámetro de T°C) **Alcance** : 0.0 a 50 °C
Marca : HACH **Resolución:** 0.1° C
Modelo : HQ30D
Serie : 120500071240
Serie del Electrodo : 122702611014
Código Interno : EM-OPE-653
Condición : Nuevo

Lugar de Calibración : ENVIRONMENTAL GROUP TECHNOLOGY S.R.L
Fecha de Calibración : 11 de Agosto del 2019
Próxima Calibración : 11 de Agosto del 2020

Condiciones Ambientales
Temperatura: 24.8-25.0 °C **Humedad relativa:** 67-68% **Presión:** 999-1003 mbar

Procedimientos Utilizados
 La calibración se ha realizado siguiendo el procedimiento de manual del usuario DOC022.92.80023 para la calibración de Temperatura

Patrones Utilizados:

Descripción	Marca/Modelo	Serie o Lote	Vencimiento
Termo higrometro	Control/ HTC-2	EL-LAB-62	30-05 -20
Termómetro Digital	Control/4007	150191344	31-05 -20
Barómetro	Control/1204N55	140634663	19-09-19

Resultados

Termómetro	Corrección	TCV	Incertidumbre
10.0	0.00	10.0	0.02
25.0	0.00	25.0	0.02
35.0	0.00	35.0	0.02

Temperatura Convencionalmente Verdadera(TCV)=Indicación del Termómetro +corrección



Incertidumbre
 La incertidumbre de la medición ha sido calculada para un nivel de confianza aproximadamente 95 % con un factor de cobertura K= 2

Observaciones
 -Los resultados del presente documento, son validos únicamente para el objeto calibrado y se refiere al momento y a las condiciones en que fueron ejecutadas las mediciones, al solicitante le corresponde definir la frecuencia de calibración en funcional al uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición.
 -Antes de la calibración no se realizo ningún tipo de Ajuste.
 -Con fines de identificación de condición de calibrado se ha colocado una etiqueta autoadhesiva.
 (*)Indicado en el manual de instrucciones del fabricante.

Realizado por: 
 Eduardo Miranda N.
 Jefe de Mantenimiento

Fecha: 11/08/2019

Calle las guabas 4125 - Urb. El Naranjal - Los Olivos
 Mail: logistica@envirogrouptech.com / web: www.envirogrouptech.com / Cel: RPC: 961768828

CERTIFICADO DE CALIBRACION N°CAL-110819

Ciente : ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L.

Instrumento : MULTIPARAMETRO (En Parámetro de ph) **Alcance** : -2.0 a 19,99
Marca : HACH **Resolución:** 0.1, 0.01, 0.001
Modelo : HQ30D
Serie : 120500071240
Serie del Electrodo : 122702611014
Código Interno : EM-OPE-653
Condición : Nuevo

Lugar de Calibración : ENVIRONMENTAL GROUP TECHNOLOGY S.R.L
Fecha de Calibración : 11 de Agosto del 2019
Próxima Calibración : 11 de Agosto del 2020

Condiciones Ambientales

Temperatura: 24.7-25.1 °C **Humedad relativa:** 64-67% **Presión:** 999-1003 mbar

Procedimientos Utilizados

La calibración se ha realizado siguiendo el PV-005 PROCEDIMIENTO PARA LA para la calibración de PH

Patrones Utilizados:

Descripción	Marca/Modelo	Serie o Lote	Vencimiento
Termo higrómetro	Control/ HTC-2	EL-LAB-62	30-05 -20
Termómetro Digital	Control/4007	150191344	31-05 -20
Barómetro	Control/1204N55	140634663	19-09-19
Buffer de ph 4.01	Hanna/N.A	8132	Oct-19
Buffer de ph 7.01	Hanna/N.A	8458	Ene-20
Buffer de ph 10.01	Hanna/N.A	7896	Jul-2019

Resultados

Referencia(pH)	Indicación(pH)	Corrección	Incertidumbre
4.01	4.01	0.0	0.02
7.01	7.01	0.0	0.02
10.01	10.01	0.0	0.02



Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la expresión de la incertidumbre en la Medición". Generalmente, el valor de la magnitud esta dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95%.

Observaciones

-Los resultados del presente documento, son validos únicamente para el objeto calibrado y se refiere al momento y a las condiciones en que fueron ejecutadas las mediciones, al solicitante le corresponde definir la frecuencia de calibración en funcional al uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición.
 -Con fines de identificación de condición de calibrado se ha colocado una etiqueta autoadhesiva.
 (*)Indicado en el manual de instrucciones del fabricante.

Realizado por:


 Eduardo Miranda N.
 Jefe de Mantenimiento

Fecha: 11/08/2019

Calle las guabas 4125 - Urb. El Naranjal - Los Olivos

Mail: logistica@envirogrouptech.com / web: www.envirogrouptech.com / Cel: RPC: 961768828

CONSTANCIA DE VERIFICACION DE ZERO
N° CAL-110819

Mediante el presente documento se deja constancia que ENVIROGROUP S.R.L ha realizado la verificación de Zero del siguiente instrumento

Cliente : ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L

Instrumento : MULTIPARAMETRO
Marca : HACH
Modelo : HQ30D
Serie : 120500071240
Serie del Electrodo : 151042598006
Código Interno : EM-OPE-653
Condición : Nuevo

Soluciones de verificación empleada:

- Solución de Sulfito de Oxígeno Disuelto HI 7040-2 Lote 8231 Exp. Oct-2019

Metodología empleada:

- Se realizó la Verificación siguiendo el método recomendado por el fabricante en el manual DOC022.92.80021 del equipo.

Resultados:

Luego del Mantenimiento preventivo del equipo se efectuó la verificación de acuerdo a:

Valor Referencia	Valor Leído
0.00 mg/L	0.01mg/L

Temperatura de la muestra: 25.0 °C

Valor de Oxígeno disuelto compensado por el equipo a 25°C

FECHA DE VERIFICACIÓN: 11 de Agosto de 2019

Vigencia de Verificación: 1 año

Realizado por:


Eduardo Miranda N.
Jefe de Mantenimiento



Calle las guabas 4125 - Urb. El Naranjal - Los Olivos

Mail: logistica@envirogrouptech.com / web: www.envirogrouptech.com / Cel: RPC: 961768828

Anexo 14

Certificado de calibración por el Instituto Nacional de Calidad (INACAL) del laboratorio ALAB

Certificado

 **INACAL**
Instituto Nacional
de Calidad
Acreditación

La Dirección de Acreditación del Instituto Nacional de Calidad – INACAL, en el marco de la Ley N° 30224, **OTORGA** el presente certificado de Renovación de la Acreditación al:

ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L.

Laboratorio de Ensayo

Prolongación Zarumilla, Mz D2 Lt 3, Asociación Daniel Alcides Carrión, distrito de Bellavista, provincia constitucional del Callao, departamento de Lima

Con base en la norma
NTP-ISO/IEC 17025:2017 Requisitos Generales para la Competencia de los Laboratorios de Ensayo y Calibración

Facultándolo a emitir Informes de Ensayo con Símbolo de Acreditación. En el alcance de la acreditación otorgada que se detalla en el DA-acr-06P-21F que forma parte integral del presente certificado llevando el mismo número del registro indicado líneas abajo.

Fecha de Renovación: 26 de julio de 2019
Fecha de Vencimiento: 25 de julio de 2023


ESTELA CONTRERAS JUGO
Directora, Dirección de Acreditación - INACAL

Cédula N° : 0547-2019/INACAL-DA
Contrato N° : Adenda al Contrato de Acreditación N°025-16/INACAL-DA
Registro N° : LE-096

Fecha de emisión: 24 de julio de 2019

El presente certificado tiene validez con su correspondiente Alcance de Acreditación y cédula de notificación dado que el alcance puede estar sujeto a ampliaciones, reducciones, actualizaciones y suspensiones temporales. El alcance y vigencia debe confirmarse en la página web www.inacal.gob.pe/acreditacion/categoria/acreditados al momento de hacer uso del presente certificado.

La Dirección de Acreditación del INACAL es firmante del Acuerdo de Reconocimiento Multilateral (MLA) del Inter American Accreditation Cooperation (IAAC) e International Accreditation Forum (IAF) y del Acuerdo de Reconocimiento Mutuo con la International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC).

DA-acr-01P-02M Ver. 02 DE-LAB-66
DNC-Fuera del alcance de actualización

Anexo 15
Galería fotográfica





Muestreo de suelo



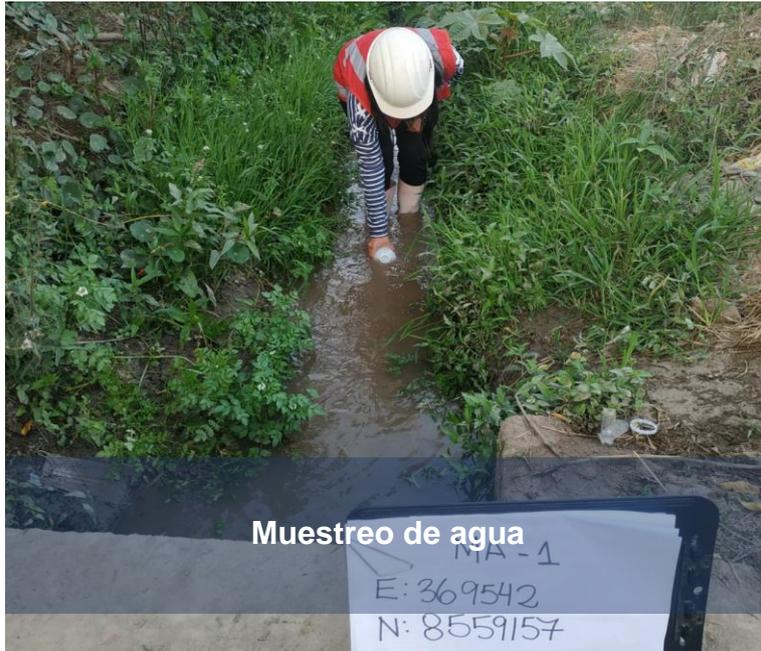
Muestreo de suelo



Muestreo de agua



Canal de riego Casalla





Toma de muestra de agua en el drenaje del agua de riego



Drenaje del agua de riego

Anexo 16 Reporte de análisis de SPSS 25 – muestreo de suelo

Reporte Análisis de Spss 25

```
GET
  FILE='C:\Users\Thais\Documents\Tesis Pre grado Thais\Tesis Thais y
Dalia.sav'.
DATASET NAME ConjuntoDatos1 WINDOW=FRONT.
FREQUENCIES VARIABLES=Alcalinidad Conductividad Materia_Orgánica
Nitrógeno_Total
  /STATISTICS=STDDEV VARIANCE MINIMUM MAXIMUM SEMEAN MEAN MEDIAN
  /HISTOGRAM
  /ORDER=ANALYSIS.
```

Notas

Salida creada		07-MAR-2020 19:57:55
Comentarios		
Entrada	Datos	C:\Users\Thais\Documents\Tesis Pre grado Thais\Tesis Thais y Dalia.sav
	Conjunto de datos activo	ConjuntoDatos1
	Filtro	<ninguno>
	Ponderación	<ninguno>
	Segmentar archivo	<ninguno>
	N de filas en el archivo de datos de trabajo	3
Manejo de valores perdidos	Definición de perdidos	Los valores perdidos definidos por el usuario se tratan como perdidos.
	Casos utilizados	Las estadísticas se basan en todos los casos con datos válidos.
Sintaxis		FRECUENCIAS VARIABLES= Conductividad Eléctrica Materia Orqánica Nitrógeno Total /STATISTICS=STDDEV VARIANCE MINIMUM MAXIMUM SEMEAN MEAN MEDIAN /HISTOGRAM /ORDER=ANALYSIS.
Recursos	Tiempo de procesador	00:00:07.55
	Tiempo transcurrido	00:00:05.17

[ConjuntoDatos1] C:\Users\Thais\Documents\Tesis Pre grado Thais\Tesis Thais y Dalia.sav

Frecuencias

		Conductividad Eléctrica	Materia Orgánica	Nitrógeno Total
N	Válidos	4	4	4
	Perdidos	0	0	0
Media		0,2753	1,1225	13,7250
Error estándar de la media		0,02677	0,16630	5,52349
Mediana		,2865	1,2350	10,9500
Moda		0,21*	0,65*	5,00
Desv. Desviación		0,05354	0,33260	11,04698
Varianza		0,003	0,111	122,036
Mínimo		0,21	0,65	5,00
Máximo		0,32	1,37	28,00