

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

**CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL Y
AMBIENTAL**



**PROPUESTA TÉCNICA AMBIENTAL DE UN SISTEMA DE
TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES CON LAGUNAS
DE ESTABILIZACIÓN EN EL CENTRO POBLADO SAN
MIGUEL DE LAS NARANJAS – JAÉN.**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO FORESTAL Y AMBIENTAL**

Autores : Bach. Osler Mego Terrones

Bach. Ronald Muñoz Cubas

Asesor : MCs. Jorge Antonio Delgado Soto

JAÉN-PERÚ, MAYO, 2022



UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

Ley de Creación N° 29304

Universidad Licenciada con Resolución del Consejo Directivo N° 002-2018-SUNEDU/CD

FORMATO 03: ACTA DE SUSTENTACIÓN

El día 26 de mayo del 2022; siendo las 16:30 horas, se reunieron mediante el aplicativo de videoconferencias Google Meet (enlace: meet.google.com/mos-ewie-uyx), establecido según RESOLUCIÓN DE VICEPRESIDENCIA DE INVESTIGACIÓN N° 240-2022-UNJ, los **miembros del Jurado Evaluador**:

Presidente Dr. Alexander Huamán Mera
Secretario M.Sc. Handry Martín Rodas Purizaga
Vocal Dra. Delicia Liliana Bazán Tantaleán

Para evaluar la **Sustentación del Informe Final de:**

- () Trabajo de Investigación
(**X**) Tesis
() Trabajo de Suficiencia Profesional

Titulado: "Propuesta técnica ambiental de un sistema de tratamiento de aguas residuales con lagunas de estabilización en el centro poblado San Miguel de las Naranjas – Jaén"; **presentado por** los Bachilleres Osler Mego Terrones y Ronald Muñoz Cubas de la Escuela Profesional de Ingeniería Forestal y Ambiental de la Universidad Nacional de Jaén.

Después de la sustentación y defensa, **el Jurado Evaluador acuerda:**

- (**X**) Aprobar () Desaprobar (**X**) Unanimidad () Mayoría

Con la siguiente mención:

Excelente	18, 19, 20	()
Muy bueno	16, 17	()
Bueno	14, 15	(15)
Regular	13	()
Desaprobado	12 ò menos	()

Siendo las 17:35 horas del mismo día, el Jurado Evaluador concluye el acto de sustentación confirmando su participación con la suscripción de la presente.


M.Sc. Handry Martín Rodas Purizaga
Secretario


Dr. Alexander Huamán Mera
Presidente


Dra. Delicia Liliana Bazán Tantaleán.
Vocal

ÍNDICE

	Pag.
RESUMEN.....	VIII
I. INTRODUCCIÓN.....	10
II. OBJETIVOS	13
2.1. Objetivo general.....	13
2.2. Objetivos específicos	13
III. MATERIAL Y MÉTODOS	14
3.1. Materiales y equipos	14
3.1.1. Materiales y equipos de trabajo en gabinete:.....	14
3.1.2. Materiales y equipos de trabajo en campo:.....	14
3.1.3. Servicio de ensayos en laboratorio:	15
3.2. Métodos	15
3.2.1. Ubicación del área de estudio:.....	15
3.2.2. Ubicación geográfica	15
3.2.3. Población:	18
3.2.4. Muestra	18
3.2.5. Muestreo:	18
3.2.6. Metodología de investigación:.....	19
IV. RESULTADOS	24
4.1. Resultados para identificación de componentes de la poza de oxidación del centro poblado San Miguel de Las Naranjas en fase de pretratamiento, tratamiento primario y secundario	24
4.1.1. Pretratamiento	24
4.1.2. Tratamiento primario y secundario.....	25
4.2. Análisis fisicoquímico y microbiológico de las aguas residuales en el efluente de la poza de oxidación del centro poblado San Miguel de Las Naranjas - Jaén en función a los Límites Máximos Permisibles (LMP) establecidos en el Decreto Supremo 003 - 2010 MINAM.....	28
4.3. Resultados para aspectos técnicos de organización y disposición para un sistema de tratamiento de aguas residuales con lagunas de estabilización	29

4.3.1. Cálculo población futura.....	29
4.3.2. Dotación de agua potable.....	31
4.3.3. Cálculo de caudal del agua residual.....	31
4.3.3.1. Cálculo del caudal en base a la población inicial	31
4.3.3.2. Cálculo del caudal en base a la población futura (25 años).....	31
4.4. Resultados para aspectos ambientales de un sistema de tratamiento de aguas residuales con lagunas de estabilización	31
4.4.1. Aspecto Ambiental Suelo	31
4.4.2. Aspecto Ambiental Clima.....	34
4.4.3. Aspecto Ambiental Recurso Hídrico	38
4.4.4. Aspecto Espacial.....	45
4.4.5. Aspecto Ambiental Flora	48
4.5. Resultados para los aspectos técnicos de un sistema de tratamiento de aguas residuales con lagunas de estabilización	52
V. DISCUSIÓN	53
VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	61
6.1 Conclusiones	61
6.2 Recomendaciones.....	62
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	63
AGRADECIMIENTO.....	68
DEDICATORIA.....	69
ANEXOS.....	70

ÍNDICE DE TABLAS

Pag.

Tabla 1. Aspectos técnicos de organización y disposición para un sistema de tratamiento de aguas residuales con lagunas de estabilización	20
Tabla 2. Aspectos técnicos ambientales de un sistema de tratamiento de aguas residuales con lagunas de estabilización	22
Tabla 3. Componentes en la fase de pretratamiento de las aguas residuales de la poza de oxidación del centro poblado San Miguel de Las Naranjas	24
Tabla 4. Componentes en la fase de tratamiento de aguas residuales de la poza de oxidación del Centro Poblado San Miguel de Las Naranjas	25
Tabla 5. Análisis fisicoquímico del efluente de la poza de oxidación del centro poblado San Miguel de Las Naranjas	28
Tabla 6. Análisis microbiológico del efluente de la poza de oxidación del centro poblado San Miguel de Las Naranjas	29
Tabla 7. Capacidad portante del suelo	33
Tabla 8. Asentamiento inicial	33
Tabla 9. Análisis químico (NTP 339.088).....	33
Tabla 10. Clasificación del suelo.....	34
Tabla 11. Descripción de especies agrícolas, frutales y forestales en la zona de influencia.....	51
Tabla 12. Resultados para aspectos técnicos de un sistema de tratamiento de aguas residuales con lagunas de estabilización	52
Tabla 13. Descripción de la propuesta técnica ambiental de un sistema de tratamiento de aguas residuales con lagunas de estabilización.....	71
Tabla 14. Registro de datos de campo	92
Tabla 15. Etiqueta para muestras de agua residual.....	93
Tabla 16. Registro de cadena de custodia.....	93

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pag.
Figura 1. Ubicación del área de estudio	16
Figura 2 . Ubicación del centro poblado San Miguel de Las Naranjas - Jaén.....	17
Figura 3. Estado situacional de los componentes en la fase de pretratamiento de las aguas residuales de la poza de oxidación del centro poblado San Miguel de Las Naranjas	26
Figura 4. Estado situacional de los componentes en la fase de tratamiento de aguas residuales de la poza de oxidación del centro poblado San Miguel de Las Naranjas	27
Figura 5. Población futura (25 años) en el centro poblado San Miguel de Las Naranjas ..	30
Figura 6. Topografía del área de estudio	32
Figura 7. Temperatura promedio anual	34
Figura 8. Precipitación promedio anual.....	35
Figura 9. Velocidad del viento promedio anual	36
Figura 10. Ubicación de la dirección de viento en el área de estudio	37
Figura 11. Distancia del efluente hacia el cuerpo receptor – Quebrada Las Naranjas	39
Figura 12. Tipo de flujo del cuerpo receptor - Quebrada Las Naranjas	40
Figura 13. Cultivos por donde recorre el efluente hacia el cuerpo receptor.....	41
Figura 14. Recorrido del efluente sobre el cultivo de pitahaya (<i>Selenicereus undatus</i>).....	42
Figura 15. Recorrido y desviación del cauce principal del efluente hacia el cuerpo receptor	43
Figura 16. Recorrido del efluente sobre el cultivo de café (<i>coffea arábica</i>), árboles maderables y frutales	44
Figura 17. Distancia del sistema de tratamiento de aguas residuales (afluente) hacia el centro poblado San Miguel de las Naranjas (última vivienda)	46
Figura 18. Protección perimetral a la poza de oxidación.	47
Figura 19. Cobertura vegetal de la zona de estudio.....	49
Figura 20. Tipo de cultivos dentro y circundantes al área de estudio	50
Figura 21. Diagrama de Flujo de la Propuesta	Fuente:
Elaboración propia	72

Figura 22. Plano de distribución del sistema de tratamiento de aguas residuales con lagunas de estabilización.....	73
Figura 23. Plano de corte del sistema de tratamiento de aguas residuales con lagunas de estabilización.....	74
Figura 24. Recolección de muestras de agua residual del efluente	75
Figura 25. Etiquetado de las muestras de agua residual.....	75
Figura 26. Ejecución de la Calicata 001 - Excavando la tierra.....	76
Figura 27. Etiquetado de la muestra de suelo – Muestra inalterada.....	76
Figura 28. Proceso de recolección de la muestra de suelo	77
Figura 29. Etiquetado de la muestra de suelo disturbada	77
Figura 30. Ejecución de Calicata 001.....	78
Figura 31. Georreferenciación de la Quebrada Las Naranjas.....	79
Figura 32. Recorrido del efluente hacia el cuerpo receptor.....	79
Figura 33. Tipo de Drone utilizado (MAVIC AIR 2)	80
Figura 34. Manejo y operación del Drone (MAVIC AIR 2).....	80
Figura 35. Imagen aérea del centro poblado San Miguel de Las Naranjas - Jaén.....	81

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pag.
Anexo 1. Propuesta Técnica Ambiental de un Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales con Lagunas de Estabilización en el Centro Poblado San Miguel de Las Naranjas - Jaén.	71
Anexo 2. Panel fotográfico.....	75
Anexo 3. Solicitud de autorización para el ingreso a la poza de oxidación del Centro Poblado San Miguel de Las Naranjas – Jaén.	82
Anexo 4. Informe del análisis fisicoquímico y microbiológico del efluente de la poza de oxidación del Centro Poblado San Miguel de Las Naranjas – Jaén.....	83
Anexo 5. Informe del análisis geotécnico y mecánica de suelos del área de estudio con fines de cimentación.....	84
Anexo 6. Registro de datos para monitoreo del agua residual	92

RESUMEN

El objetivo de la investigación fue elaborar una propuesta técnica ambiental de un sistema de tratamiento de aguas residuales con lagunas de estabilización en el centro poblado San Miguel de Las Naranjas. La técnica empleada fue la observación, evaluación en campo y ensayos en laboratorio. Los resultados indican que, la poza de oxidación no presenta los componentes de pretratamiento, tratamiento primario y secundario, el efluente no cumple con los parámetros que exige el D.S N° 003-2010-MINAM, dentro de la evaluación de los aspectos técnicos ambientales el terreno presenta una pendiente ligeramente inclinada, tipo de suelo CL y capacidad portante de 0.80 kg/cm^2 , el clima presenta una temperatura de $18.95 \text{ }^\circ\text{C}$ a $30.86 \text{ }^\circ\text{C}$, precipitación de 5.60 mm/día y dirección del viento 168.4° sureste, la distancia del afluente hacia la última vivienda es de 206.21 m y de efluente al cuerpo receptor es de 215 m , el cuerpo de agua presenta corrientes de tipo lotico, la flora presenta especies con follaje perenne. En conclusión, los aspectos técnicos ambientales cumplen con la norma OS. 090 para la implementación de un sistema de tratamiento de aguas residuales con lagunas de estabilización que se plantea en la propuesta de investigación.

Palabras claves: Capacidad portante, efluente, cobertura vegetal

ABSTRACT

The research objective was to develop an environmental technical proposal for a wastewater treatment system with stabilization ponds in San Miguel de Las Naranjas town center. The technique used was observation, field evaluation and laboratory tests. The results indicate the oxidation pond does not present the pretreatment, components primary and secondary treatment, the effluent does not meet the parameters required by D.S No. 003-2010-MINAM, within the environmental technical aspects evaluation, terrain has a slightly inclined slope, CL soil type and bearing capacity of 0.80 kg/cm², the climate has a temperature of 18.95 °C to 30.86 °C, precipitation of 5.60 mm/day and wind direction 168.4 ° southeast, the distance from tributary to last house is 206.21 m and from effluent to receiving body is 215 m, the water body has lotic-type currents, flora has species with evergreen foliage. In conclusion, the environmental technical aspects comply with OS standard. 090 for the implementation of a wastewater treatment system with stabilization ponds is proposed in the research proposal.

Keywords: Bearing capacity, effluent, vegetation cover

I. INTRODUCCIÓN

La Autoridad Nacional del Agua (ANA) sostiene que, las aguas residuales son de origen doméstico, minero e industrial y contaminan a los cuerpos receptores como ríos, lagos, mares y otros (ANA, 2015). Las evaluaciones y monitoreos efectuados por la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA) y otras instituciones en diferentes cuerpos de agua naturales del país demuestran el fuerte impacto de las aguas residuales descargadas en los ríos producido por la alta contaminación fecal (DIGESA, 2021).

El tratamiento de aguas residuales, consiste en una serie de procesos químicos, físicos, y biológicos que tienen como propósito eliminar las partículas químicas, físicas y biológicas de las aguas servidas procedentes de la población. En este sentido, la finalidad del tratamiento de las aguas residuales es conseguir agua limpia o reutilizable cumpliendo los parámetros de calidad ambiental (Mamani, 2020).

Uno de los sistemas más recomendables, en el tratamiento de aguas residuales, es el sistema de tratamiento con lagunas de estabilización (López 2018). Este sistema es una forma alternativa y sostenible de tratamiento de aguas residuales, debido a su rentabilidad y viabilidad en cuanto a inversión, operación, eficacia en la asimilación de cargas orgánicas y en eliminación de elementos patógenos. También nos garantiza un volumen importante de agua tratada para una posterior reutilización.

Un criterio de suma importancia y sostenible que establece la normativa peruana en el Reglamento Nacional de Edificaciones (OS. 090 - RNE) para el diseño de sistemas de tratamiento de aguas residuales, es el estudio técnico de los aspectos ambientales de influencia directa en la zona de campo definitivo; tales como, estudios de suelo, zona de

descarga de los efluentes, desarrollo urbano o agrícola que puedan existir en la zona escogida para el tratamiento, datos hidrológicos del cuerpo receptor, datos climáticos de la zona, disponibilidad espacial de la zona, estudio de flora, entre otros. La finalidad de estos aspectos es determinar las condiciones ambientales para la construcción de una planta de tratamiento de aguas residuales (RNE, 2021).

El centro poblado, se encuentra ubicado en la Zona Oeste a 10 Km de la ciudad de Jaén, su crecimiento demográfico está aumentando paulatinamente, del mismo modo los niveles del caudal de las aguas residuales también aumentan. El centro poblado, presenta una poza de oxidación que no reúne en su totalidad los aspectos técnicos ambientales contemplados en la norma OS. 090 del Reglamento Nacional de Edificaciones. No existe pretratamiento de sus aguas residuales domesticas elevando los niveles de contaminación y exponiéndose a infiltraciones y reusó sobre cultivos aledaños en su recorrido. En el trayecto del efluente hacia el cuerpo receptor existe presencia de cultivos agrícolas; tales como, pitahaya (*Selenicereus undatus*), café (*coffea arábica*), plátano (*Musa paradisiaca*), yuca (*Manihot esculenta*), guabas (*Inga edulis*) y naranjas (*Citrus X sinensi*).

El objetivo de la investigación fue elaborar una propuesta técnica ambiental para la implementación de un sistema de tratamiento de aguas residuales con lagunas de estabilización en el Centro Poblado San Miguel de las Naranjas de la provincia de Jaén, con la finalidad de reducir los niveles de contaminación del efluente de la poza de oxidación existente en el centro poblado. Se evaluaron los aspectos técnicos ambientales que exige la norma peruana vigente (OS. 090 – Reglamento Nacional de Edificaciones, 2021). Con el propósito que el sistema propuesto obtenga la viabilidad más pertinente sin presentar daños hacia la estructura y la población a largo plazo, se consideraron los siguientes aspectos a evaluar: suelo, clima, recurso hídrico, espacial y florístico.

La propuesta planteada considero los siguientes componentes técnicos: el pretratamiento (cámara de rejillas, desarenador, cámara de retención de grasas), tratamiento primario y tratamiento secundario a través de tres lagunas de estabilización (anaerobia, facultativa y de maduración), con el propósito de cumplir con el el D.S 003 – 2010 MINAM y obtener un efluente con los límites máximos permisibles establecidos.

La investigación quedará plasmada en un documento para que las autoridades del centro poblado y futuros investigadores dispongan del mismo y tomen decisiones acertadas respecto a la construcción de un sistema para el tratamiento de las aguas residuales en cuanto a los aspectos técnicos, sociales, ambientales y académicos.

II. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

Elaborar una propuesta técnica ambiental para la implementación de un sistema de tratamiento de aguas residuales con lagunas de estabilización en el Centro Poblado San Miguel de las Naranjas – Jaén.

2.2. Objetivos específicos

- Identificar los componentes del sistema de tratamiento de las aguas residuales en el Centro Poblado San Miguel de Las Naranjas – Jaén.
- Evaluar el efluente de las aguas residuales en el Centro Poblado San Miguel de Las Naranjas – Jaén a partir de un análisis físico – químico y microbiológico en función a los Límites Máximos Permisibles (LMP) establecidos en el Decreto Supremo 003 - 2010 MINAM.
- Evaluar los aspectos técnicos ambientales para la implantación de un sistema de tratamiento de aguas residuales con lagunas de estabilización en el Centro Poblado San Miguel de las Naranjas – Jaén.

III. MATERIAL Y MÉTODOS

Para el desarrollo de la investigación se consideraron los materiales, equipos, normatividad vigente, tales como, OS. 090 del Reglamento Nacional de Edificaciones y el D.S 003 – 2010 MINAM – LMP, así como los servicios de laboratorio local y nacional.

3.1. Materiales y equipos

3.1.1. Materiales y equipos de trabajo en gabinete:

- Equipo de cómputo (laptop)
- Memoria USB
- Impresora
- Software: Word, Excel, AutoCAD 2010, ArcGis (2010).
- Útiles de escritorio en general.

3.1.2. Materiales y equipos de trabajo en campo:

- Cuaderno
- Lapiceros y marcadores indelebles
- Papel bond y cartulinas
- Cintas de embalaje
- Cámara fotográfica digital
- Global Positioning System (GPS – GARMIN Modelo GPSMAP 64s)
- Drone fotográfico (MAVIC AIR 2)
- Wincha o cinta métrica
- Guardapolvos

- Tapaboca
- Guantes de nitrilo
- Frascos para muestras
- Machetes
- Barretas
- Palanas

3.1.3. Servicio de ensayos en laboratorio:

Los ensayos de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del efluente de la poza de oxidación, se realizaron en El Laboratorio de Servicios a la Comunidad e investigación – LASACI – Universidad Nacional de Trujillo) además los ensayos de mecánica de suelos fueron realizados en El Laboratorio de suelos “Técnicos en Ingeniería y Suelos - TECNISU F&F S.R.L” – Jaén.

3.2. Métodos

3.2.1. Ubicación del área de estudio:

El área de estudio, se encuentra ubicado en el Centro Poblado San Miguel de Las Naranjas, distrito Jaén, región Cajamarca. Según el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) Cuenta con una población de 930 habitantes, dentro de las coordenadas **E** 0738775 y **N** 9364840 (Ver figura N°1).

3.2.2. Ubicación geográfica :

El Centro Poblado San Miguel de las Naranjas se encuentra ubicado en la Zona Oeste del Distrito de Jaén, Departamento de Cajamarca, a 10 Km de la ciudad de Jaén, está dividido políticamente y administrativamente en 10 Caseríos, y oscila una temperatura de 17 – 20 °C (Ver figura N°2).

Latitud: -5.744361 **Longitud:** -78.846494 **Altitud:** 1 270 msnm

MAPA DE UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

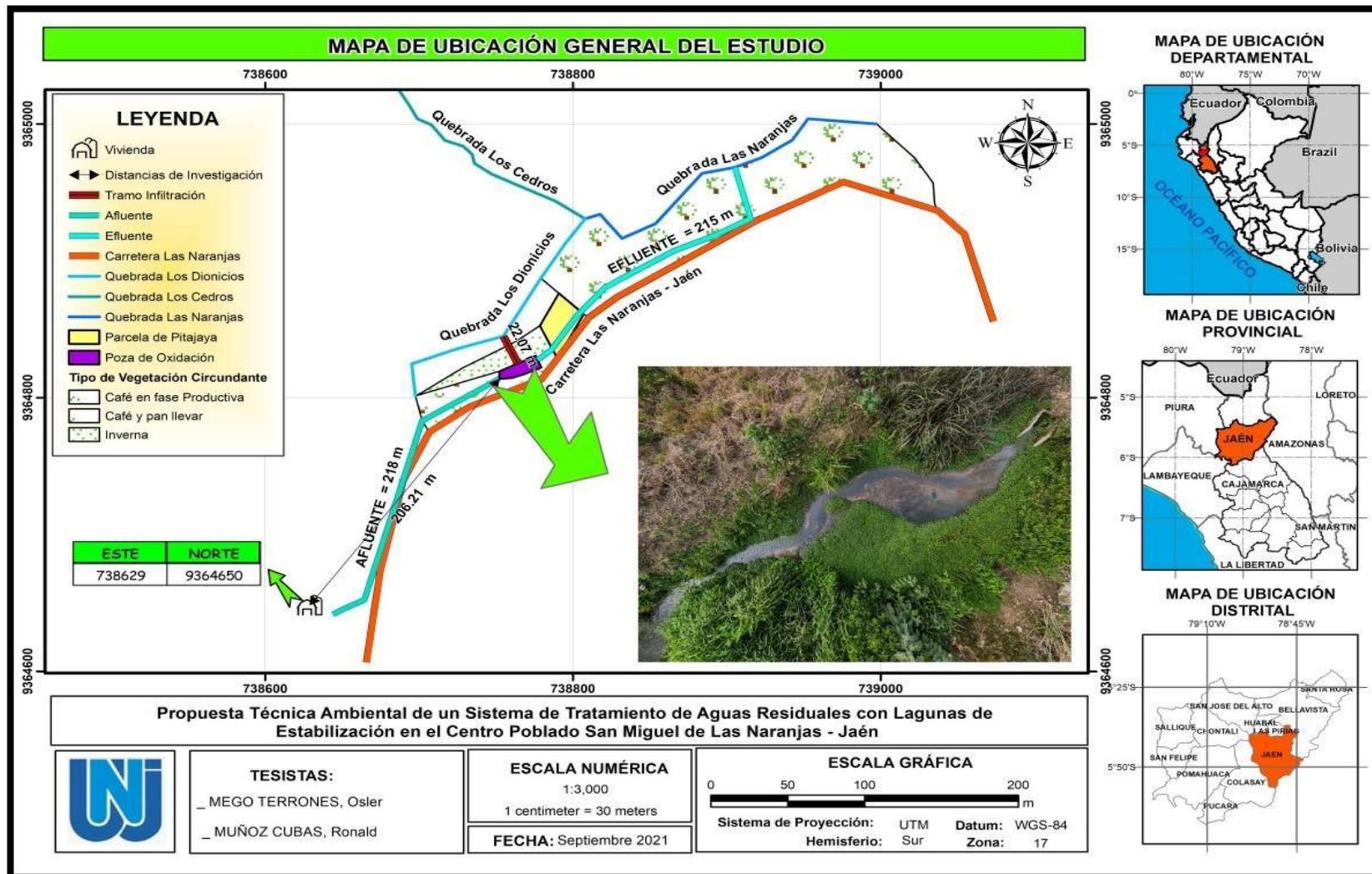


Figura 1 Ubicación del área de estudio

3.2.3. Población:

Las aguas residuales generadas por los habitantes del Centro Poblado San Miguel de las Naranjas – Jaén.

3.2.4. Muestra:

Según la RM – N° 273-2013-VIVIENDA, establece que, el volumen requerido de agua residual dependerá del laboratorio donde se realizara los ensayos. Por lo tanto el Laboratorio de Servicio a la Comunidad e Investigación (LASACI) – UNT solicito 5 litros de agua residual para los ensayos respectivos.

3.2.5. Muestreo:

Se utilizó como referencia la metodología establecida en el Protocolo de monitoreo de la calidad de los efluentes de las plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas o municipales según la RM – N° 273-2013-VIVIENDA. En el que se establece lo siguiente:

a) Ubicación del punto de monitoreo.

Según la RM – N° 273-2013-VIVIENDA, establece que los puntos de monitoreo deben ser georreferenciados para conocer la ubicación y posición exacta de acuerdo a las coordenadas geográficas.

La metodología utilizada para la toma de muestra se realizó georreferenciando la ubicación en el efluente de la poza de oxidación del Centro Poblado San Miguel de Las Naranjas – Jaén.

b) Toma de muestras de agua, etiquetado y transporte

La toma de muestra se llevó a cabo utilizando la indumentaria de protección personal de bioseguridad. Se recolectaron 5 Litros de agua residual en frascos plásticos de boca ancha de 500 ml de capacidad en el punto: **E 0738775** y **N 9364840**.

3.2.6. Metodología de investigación:

a) Identificación de los componentes de la poza de oxidación del Centro Poblado San Miguel de Las Naranjas en fase de pretratamiento, tratamiento primario y secundario.

Para la Identificación de los componentes de la poza de oxidación del Centro Poblado San Miguel de Las Naranjas en fase de Pre tratamiento, tratamiento primario y secundario, se utilizó la metodología de observación directa la cual consistió en recolectar datos de forma directa sin alterar los elementos que conforman el área de estudio. Además, se utilizó un muestreo de aguas como metodología para determinar la eficiencia del sistema actual de tratamiento de aguas residuales según el D.S 003 – 2010 MINAM – Límites Máximos Permisibles para efluentes de sistemas de tratamiento de aguas residuales domésticas y municipales.

b) Aspectos técnicos de organización y disposición para un sistema de tratamiento de aguas residuales con lagunas de estabilización:

Para determinar los aspectos técnicos de organización y disposición para un sistema de tratamiento de aguas residuales con lagunas de estabilización, es importante contar con la población beneficiaria y la dotación esto con la finalidad de obtener el caudal promedio de ingreso al sistema de alcantarillado que va a dar operatividad al sistema de tratamiento, la cual se procedió determinar el dimensionamiento aproximado de las profundidades de las aguas , numero de lagunas y la disponibilidad del área.

Tabla 1

Aspectos técnicos de organización y disposición para un sistema de tratamiento de aguas residuales con lagunas de estabilización

ASPECTO	METODOLOGÍA	DESCRIPCIÓN
	Población Futura	<p>Según Torres (2020), para la presente investigación el cálculo de la Población futura representa la proyección y soporte técnico de estructura hacia una determinada cantidad de años, se estima entre 20 - 30 años de acuerdo al crecimiento demográfico de la población, para el caso particular se consideró en base a 25 años, calculándose a partir de la siguiente fórmula:</p> $P = P(1 + r)^t$ <p><i>Dónde:</i> <i>P: población</i> <i>r: tasa de crecimiento</i> <i>t: tiempo</i></p> <p style="text-align: right;">(p.46)</p>
Organización y Disposición de las Lagunas de Estabilización	Dotación	<p>Según VIVIENDA (2021), la dotación se calculó con el objetivo de determinar el consumo de agua potable por habitante de la población en estudio el cual permitirá conocer con exactitud la cantidad generada de agua residual diario y en base a ello se determinó el soporte técnico de abastecimiento y eficiencia del sistema de tratamiento con lagunas de estabilización en base a la cantidad de agua que se produce diariamente, para ello se tomó en cuenta las siguientes consideraciones: para sistemas con conexiones domiciliarias una dotación de 180 L/hab/d, en clima frío y de 220 L/hab/d en clima templado y cálido.</p> <p>Para programas de vivienda con lotes de área menor o igual a 90 m², las dotaciones serán de 120 L/hab/d en clima frío y de 150 L/hab/d clima templado y cálido.</p> <p>(p.114)</p>
	Caudal de Agua Residual	<p>Según Lizana (2018), El cálculo del caudal promedio para el diseño de una laguna de estabilización para el tratamiento de aguas residuales se realizó con la siguiente fórmula:</p> $Q_p = \frac{\text{Dotación} \times \text{Población}}{86400}$ <p><i>Dónde:</i> <i>Q_p: Caudal promedio (L/s)</i> <i>Dotación: en L/hab/día</i> <i>Población de diseño: N° habitantes</i></p> <p>(p.81)</p>

c) Aspectos técnicos ambientales de un sistema de tratamiento de aguas residuales con lagunas de estabilización:

Rodriguez (2015), manifiesta que, para la implementación de un sistema de tratamiento de aguas residuales con lagunas de estabilización, se debe tomar en cuenta aspectos técnicos como la ubicación de la zona donde se pretende realizar la propuesta. Este lugar tiene que estar alejado de ecosistemas críticos y zonas de recurrencia poblacional. A si mismo se debe contar con un área libre de amenaza de deslizamientos e inundaciones, además si la zona propuesta cuenta con una avenida adyacente debe proveerse con algún sistema de protección perimetral. La ubicación del área debe ser donde los vientos no se desplacen en dirección a la población beneficiada. Además, las aguas residuales tratadas deben ser descargadas a un cuerpo receptor de agua de flujo permanente. (p.156)

Para evaluar los aspectos técnicos ambientales de la laguna de estabilización se consideró la metodología de observación directa, georreferenciación, sistemas de información geográfica (SIG), imágenes aéreas (Drone), análisis muestral de suelos, datos meteorológicos, entre otros.

Se considero la metodologia de Vázquez (2016), que indica que para implementar un sistema de tratamiento de aguas residuales con lagunas de estabilización, se debe considerar los siguientes aspectos técnicos ambientales que se observan en la tabla:

Tabla 2

Aspectos técnicos ambientales de un Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales Con Lagunas de Estabilización

ASPECTO	INDICADORES	DESCRIPCIÓN DE LOS CRITERIOS A EVALUAR	METODOLOGÍA
Ambiental	Suelo	Evaluación geotécnica y edafológica. Además, se determinó la calidad de suelo para construcción para el cual se recomienda suelos arenosos con grava, suelos arenosos con deficiencia de partículas finas y suelos limosos y arcillosos con baja plasticidad.	Georeferenciación. Reconocimiento del terreno. Diseño cartográfico en ArcGis. Distribución y ejecución de calicata. Toma de muestras: inalterada y disturbada. Ejecución de ensayos en laboratorio.
	Climático	Se evaluó la temperatura de la zona, dado que la temperatura óptima para la implementación de lagunas de estabilización es de 17 – 25 °C, en caso del viento no presente dirección del sistema propuesto hacia el centro poblado, se evaluó el tipo de clima, dado que el clima optimo es el cálido, además se tomó en cuenta los datos de la precipitación obtenidos de la estación meteorológica más cercana.	Información validada por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI) – Estación meteorológica (climatológica principal y automática ubicada en el sector Yanuyacu Bajo – Jaén).
	Recurso Hídrico	Se evaluó la distancia del sistema propuesto hacia el cuerpo receptor de agua, el cuerpo receptor tiene que ser de flujo continuo así mismo se determinó si estas aguas son reutilizadas en riego de cultivos de tallo largo o corto siempre que el efluente cumpla con el D.S. N° 003 – 2010 MINAM.	Georeferenciación. Reconocimiento técnico del cauce principal y cuerpo receptor del efluente. Diseño cartográfico en ArcGis. Observación directa e imágenes aéreas (utilización de un Drone).
	Espacial	El Área tiene que contar con un espacio adecuado y amplio, lejana de avenidas y si es el caso realizar protección del sistema con cercos vivos, además la distancia a centros poblados, estos deben tener como mínimo 200 m de distancia. Además, debe presentar factibilidad de construcción y vía de acceso disponible hacia el área.	Georeferenciación. Diseño cartográfico en ArcGis. Observación directa e imágenes aéreas (utilización de un Drone).
	Flora	Se Evaluó la cobertura vegetal adyacente al área de estudio, tipo de follaje que presentan las especies forestales recomendado de tipo perenne y el tipo y distancia de cultivos adyacentes al sistema de tratamiento de aguas residuales.	Delimitación y Evaluación del área de influencia a la poza de oxidación. Georeferenciación. Observación directa e imágenes aéreas (utilización de un Drone).

Técnico	Tipo de Lagunas	Este indicador es de vital importancia debido que permitió determinar qué tipo de lagunas se utilizarán dentro del sistema de tratamiento de aguas residuales propuesto, ya sea lagunas anaerobias, facultativas y de maduración.	Norma OS. 090 - Reglamento Nacional de edificaciones Calculo de Población futura Dotación Caudal de agua residual
	Número de Unidades	Este indicador hace referencia a la cantidad de lagunas a emplear en el tratamiento de aguas residuales.	
	Disposición de Unidades	Este indicador permite determinar la organización de las lagunas ya se en paralelo o en serie según la disposición del área.	
	Forma	Este indicador permite determinar cuál es la forma más apropiada de una laguna ya sean de forma cuadrada o rectangular	
	Entrada del Agua Residual	Este criterio permite determinar cuál debe ser la ubicación de la cañería o tubería por el cual ingresa las aguas residuales al sistema de tratamiento.	
	Salida del Efluente	Este criterio permite determinar cuál es la estructura más adecuada para la salida del efluente del sistema de tratamiento.	
	Fondo de la Laguna	Este criterio permite determinar cuál es la estructura más apropiada para el fondo de la laguna teniendo en cuenta que las aguas residuales tienen que tener un tiempo de retención dentro de cada laguna	
Complementos	Taludes	Este criterio permite determinar cuál es la pendiente más apropiada para las lagunas tomando en cuenta el tipo de terreno considerado.	
	Aforadores de Entrada	Este criterio permite determinar cuál debe ser la estructura apropiada de resalto y de salida, dado que si las condiciones económicas lo permiten pueden instalarse en cada laguna.	
	Alambrado Perimetral	Este criterio permite determinar cuál debe ser el sistema protección del sistema de tratamiento.	

IV. RESULTADOS

4.1. Resultados para identificación de componentes de la poza de oxidación del centro poblado San Miguel de Las Naranjas en fase de pretratamiento, tratamiento primario y secundario

En la poza de oxidación del centro poblado San Miguel de Las Naranjas se identificaron los componentes obteniéndose los siguientes resultados tanto en las tablas 3 y 4, así como también en las figuras 3 y 4 respectivamente:

4.1.1. Pretratamiento

En la tabla número 3, se muestra que, en la poza de oxidación del centro poblado San Miguel de Las Naranjas, no presenta los principales componentes en la fase de pretratamiento, por ende, las aguas residuales ingresan directamente ocasionando el colapso de la poza de oxidación.

Tabla 3

Componentes en la fase de pretratamiento de las aguas residuales de la poza de oxidación del centro poblado San Miguel de Las Naranjas

PRETRATAMIENTO	POZA DE OXIDACIÓN DEL CENTRO POBLADO SAN MIGUEL DE LAS NARANJAS (OBSERVACIÓN TÉCNICA)
Cámara de Rejas	No existe estos componentes dentro del diseño de construcción. Por lo tanto, los objetos, arenas y grasas que trae consigo las aguas residuales ingresan de forma directa.
Desarenador	
Cámara de Retención de Grasas	

4.1.2. Tratamiento primario y secundario

En la tabla número 4, se muestra que, en la poza de oxidación del centro poblado San Miguel de Las Naranjas, no hay evidencia de un sistema de lagunas para el tratamiento de aguas residuales. Solo presenta una poza de oxidación que cumple con el tratamiento primario y secundario.

Tabla 4

Componentes en la fase de tratamiento de aguas residuales de la poza de oxidación del centro poblado San Miguel de Las Naranjas

TRATAMIENTO PRIMARIO Y SECUNDARIO	POZA DE OXIDACIÓN DEL CENTRO POBLADO SAN MIGUEL DE LAS NARANJAS (OBSERVACIÓN TÉCNICA)
Laguna Anaeróbica	No presenta, los procesos de descomposición anaeróbica se ha realizado en una sola laguna.
Laguna Facultativa	Existe la presencia de este tipo de laguna, que sería la misma poza de oxidación, sin embargo, se encuentra en estado inoperativo.
Laguna de Maduración	No presenta, los procesos de eliminación de patógenos se ha realizado en una sola laguna.



Figura 3. Estado situacional de los componentes en la fase de pretratamiento de las aguas residuales de la poza de oxidación del centro poblado San Miguel de Las Naranjas



Figura 4. Estado situacional de los componentes en la fase de tratamiento de aguas residuales de la poza de oxidación del centro poblado San Miguel de Las Naranjas

4.2. Análisis fisicoquímico y microbiológico de las aguas residuales en el efluente de la poza de oxidación del centro poblado San Miguel de Las Naranjas - Jaén en función a los Límites Máximos Permisibles (LMP) establecidos en el Decreto Supremo 003 - 2010 MINAM.

Tabla 5

Análisis fisicoquímico del efluente de la poza de oxidación del centro poblado San Miguel de Las Naranjas

FISICOQUÍMICOS	UNIDADES	RESULTADO	LMP
Aceites y Grasas	mg/L	82.4	20
Sólidos en Suspensión	mg/L	112.3	150
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	43.76	100
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	177.86	200
Oxígeno Disuelto	mg/L	8.65	> 5
Potencial de Hidrogeno (pH)	*	6.44	6.5 – 8.5
Temperatura	°C	23.8	< 35

Fuente: Laboratorio de Servicios a la Comunidad e investigación – LASACI – Universidad Nacional de Trujillo

Según la tabla N°5 se observa que los aceites y grasas superan los límites máximos permisibles con una concentración de 82.4 mg/L. Respecto a los demás parámetros se observa que están por debajo de los límites máximos permisibles que establece la norma peruana: La demanda bioquímica de oxígeno arroja una concentración de 43.76 mg/L, la demanda química de oxígeno una concentración de 177.86 mg/L y para el caso de oxígeno disuelto su concentración es de 8.65 mg/L, los sólidos en suspensión presentan concentraciones de 112.3 mg/L, el potencial de hidrogeno (pH) se encuentra en un rango ligeramente ácido con 6.44 y presenta una temperatura promedio de 23.8 °C.

Tabla 6

Análisis microbiológico del efluente de la poza de oxidación del centro poblado San Miguel de Las Naranjas

MICROBIOLÓGICOS	UNIDADES	RESULTADO	LMP
Coliformes Fecales	NMP/100 mL	11 x 10 ⁵	1000
Escherichia Coli	NMP/100 mL	6 x 10 ⁵	**
Helminthos Patógenos	Nº Org /L	0.7	**
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 mL	18 x 10 ⁵	10 ⁴
Coliformes Totales	NMP/100 mL	31 x 10 ⁵	**

Fuente: LASACI – Universidad Nacional de Trujillo
NMP (Número Más Probable en 100 ml de muestra).

Según la tabla N° 6 del análisis microbiológico, de acuerdo al número de microorganismos por cada 100 mililitros o litros de una muestra, los resultados son elevados: los Coliformes Fecales arrojan un rango de 11x10⁵ NMP/100 mL, Escherichia Coli 6x10⁵ NMP/100 mL, Helminthos Patógenos 0.7 Org/L, Coliformes Termotolerantes de 18x 10⁵ NMP/100 mL, Coliformes Totales 31x10⁵ NMP/100 mL

4.3. Resultados para aspectos técnicos de organización y disposición para un sistema de tratamiento de aguas residuales con lagunas de estabilización

4.3.1. Cálculo población futura

La población futura se calculó mediante el método geométrico en base a 25 años. Teniendo como población inicial de 930 habitantes y para el año 25 una población de 1703 habitantes (Ver figura N°5).

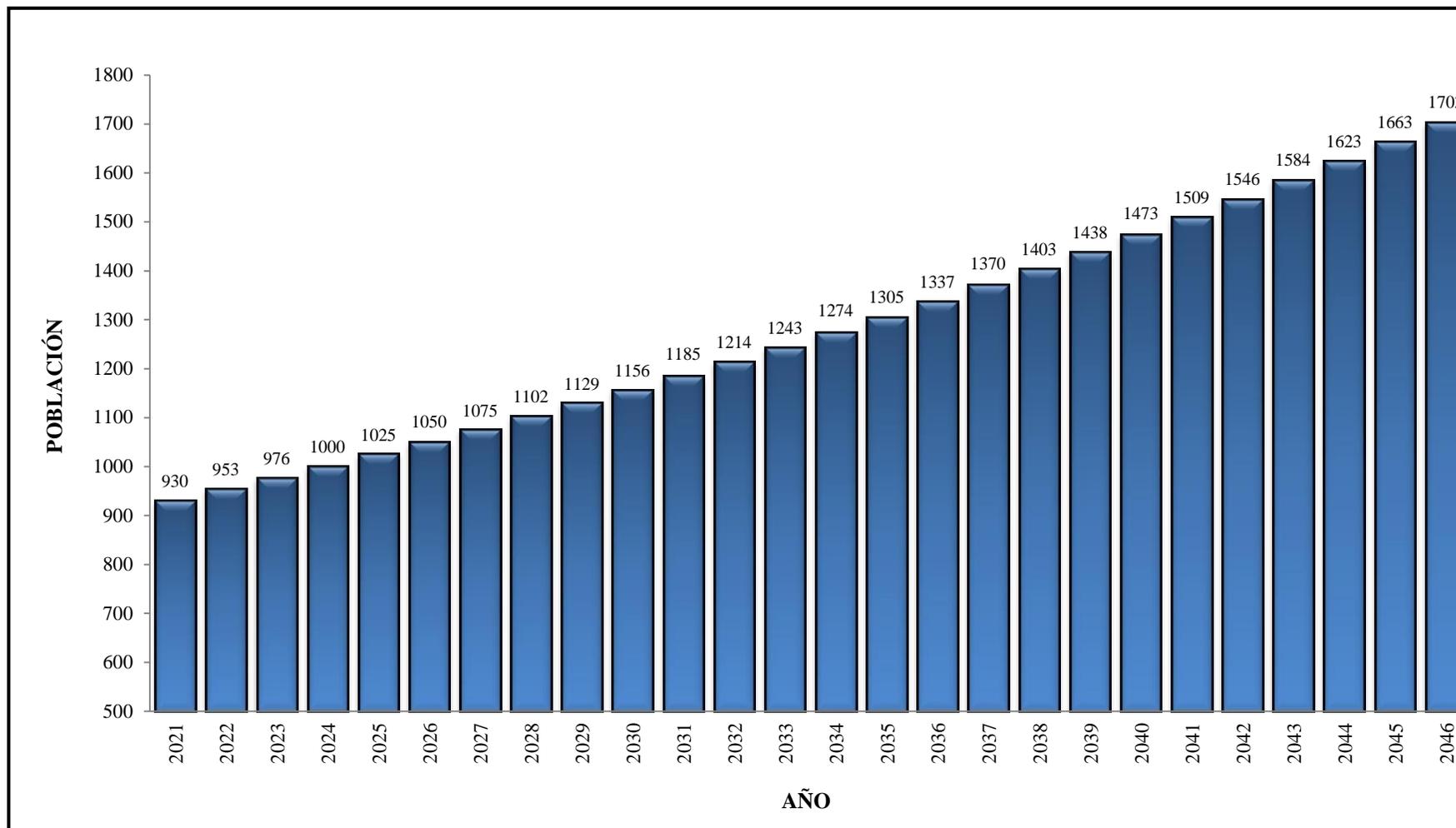


Figura 5. Población futura (25 años) en el centro poblado San Miguel de Las Naranjas

Según la figura 5, se observa que para el año inicial la población es de 930 habitantes y para el año 25, será de 1703 habitantes. Proyección realizada con una tasa de crecimiento de 2.45 %.

4.3.2. Dotación de agua potable

Según la Norma OS. 100 del Reglamento Nacional de Edificaciones para el Centro Poblado San Miguel de Las Naranjas se consideró una dotación de 150 L/hab/d

4.3.3. Calculo de caudal del agua residual

4.3.3.1. Cálculo del caudal en base a la población inicial

Según los resultados el caudal promedio diario inicial para una población de 930 habitantes, la dotación es de 1.6 L/hab/día.

4.3.3.2. Cálculo del caudal en base a la población futura (25 años)

Según los resultados el caudal promedio diario para la población futura estimada a 25 años con una población estimada de 1703 habitantes, la dotación es de 3 L/hab/día.

4.4. Resultados para aspectos ambientales de un sistema de tratamiento de aguas residuales con lagunas de estabilización

4.4.1. Aspecto Ambiental Suelo

Topografía del área de estudio

Las curvas de nivel presentaron una diferencia de altitud de 20 metros una sobre la otra, además la poza de oxidación junto a la vía carrozable Jaén – Las Naranjas se encuentran a 1220 metros de altitud sobre el punto más bajo georeferenciado, el cual está ubicado a más de 215 metros de distancia desde la poza de oxidación con una altitud de 1200 msnm (Ver figura N°6)

Resultado geotécnico

Tabla 7

Capacidad Portante del Suelo

Calicata	DF m	B m	γ kg/cm ³	C kg/cm ²	\emptyset	qa kg/cm ²
C - 01	1.50	1.00	1.491	0.26	17°	0.80

Fuente: Laboratorio de Suelos "TECNISU F&F S.R.L"

Según la tabla N° 7 nos muestra una capacidad portante del suelo para cimentación de 0.80 kg/cm²

En la zona del proyecto no se produciría este efecto sísmico, al no tener presencia de suelos de baja capacidad portante, de consistencia blanda a muy blanda que amplificarían las ondas sísmicas.

Tabla 8

Asentamiento Inicial

CALICATA	PROF (m)	Δq_s kg/cm ²	B (m)	Es kg/cm ²	If	u	S (cm)
C - 01	1.50	0.80	100	2900	77	0.30	1.71

Fuente Laboratorio de Suelos "TECNISU F&F S.R.L"

El asentamiento máximo que se producirá al momento de la colocación de las cargas será máximo de 1.71 cm. (valor más alto), el cual es menores de 1" (2.54cm) que es el asentamiento máximo permisible.

Análisis químico

Tabla 9

Análisis Químico (NTP 339.088)

Calicata	Prof (m)	PPM			
		pH	Sales Totales	Cloruro	Sulfatos
C - 01	0.17 - 200	6.6	152.7 ppm	87.3 ppm	91.6 ppm

Fuente: Laboratorio de Suelos "TECNISU F&F S.R.L"

Resultado Estructural

Los suelos que conforman el terreno natural del área de estudio se encuentran identificados por un suelo compuesto por arcillas inorgánicas, de color beige de consistencia semi dura de mediana a baja plasticidad. Identificado en el SUCS (Sistema Unificado de Capacidad de Suelos) con un suelo CL. Con un contenido de humedad natural de 18.39%.

Tabla 10

Clasificación del Suelo

Calicata	Prof.	W%	LL%	LP%	IP%	SUCS
C - 01	0.17 – 2.00	08.39	43.68	26.50	17.18	CL

Fuente: Laboratorio de Suelos “TECNISU F&F S.R.L”

4.4.2. Aspecto Ambiental Clima

Temperatura

Para evaluar este criterio se determinó un promedio de 10 años tomando como referencia, desde el 1/01/2011 hasta el 31/12/2020.

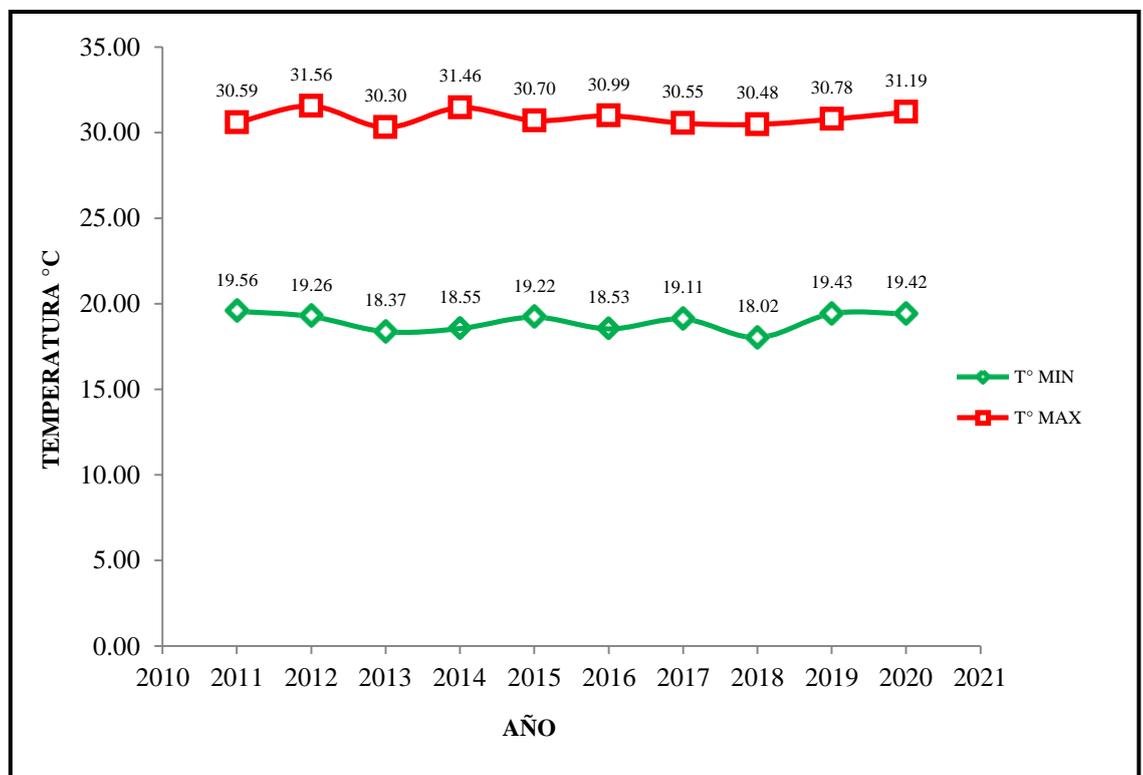


Figura 7. Temperatura promedio anual

Fuente: SENAMHI - Jaén

Según la figura 7, nos muestra que la temperatura promedio anual en el Distrito de Jaén (729 msnm), respecto a la mínima corresponde a 18.95 °C y una máxima de 30.86 °C; siendo estos datos muy similares y cercanos a la temperatura ambiental del centro Poblado San Miguel de Las Naranjas (1270 msnm).

Precipitación

Para evaluar este criterio se tomó como referencia la precipitación anual en promedio, a partir del 1/01/2011 hasta el 31/12/2020.

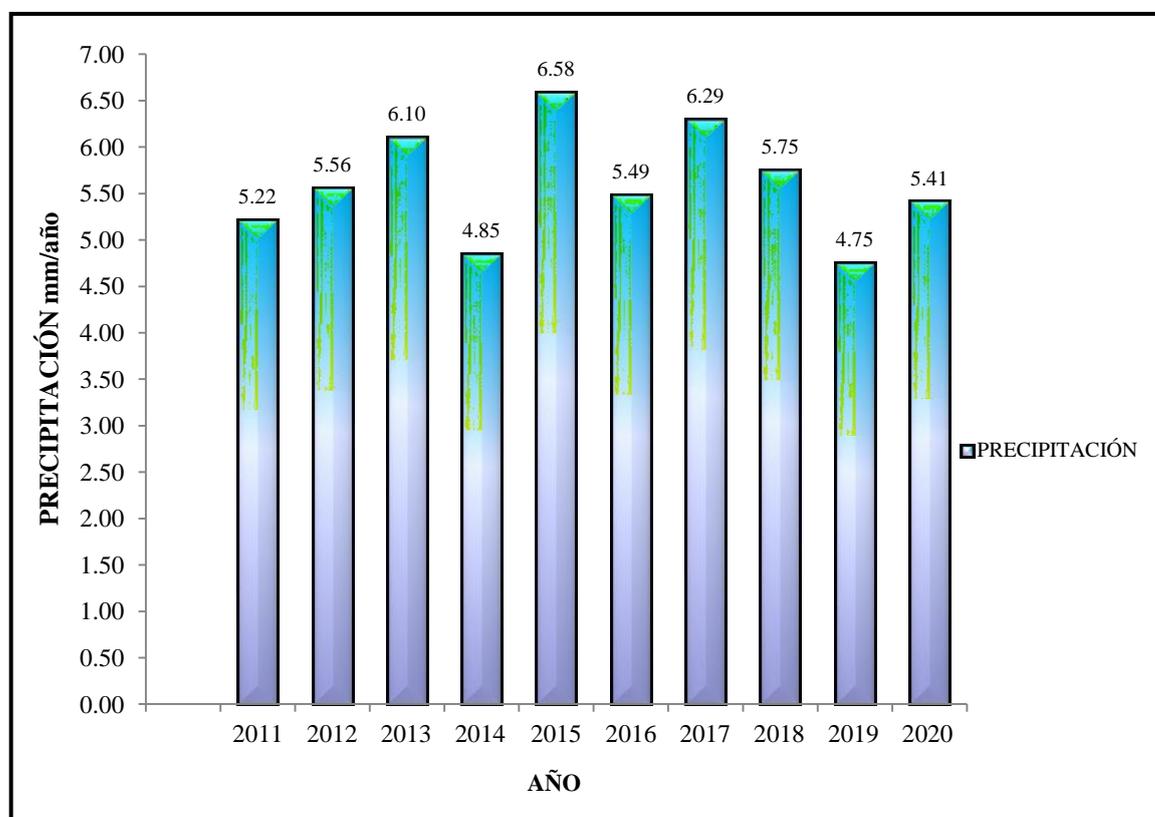


Figura 8. Precipitación promedio anual

Fuente: SENAMHI - Jaén

S

Según la figura 8, nos muestra una precipitación promedio anual de 5.60 mm/día, de la cual se puede apreciar una precipitación mínima anual que oscila entre 4.75 mm/día y una precipitación máxima anual de 6.58 mm/día.

Tipo de clima

En relación a lo establecido por la CONAGUA (2015), se determinó que, el centro poblado San Miguel de Las Naranjas presenta un tipo de clima templado.

Velocidad del viento

Para evaluar este criterio se tomó como referencia la velocidad promedio anual del viento a partir el 1/01/2011 hasta el 31/12/2020.

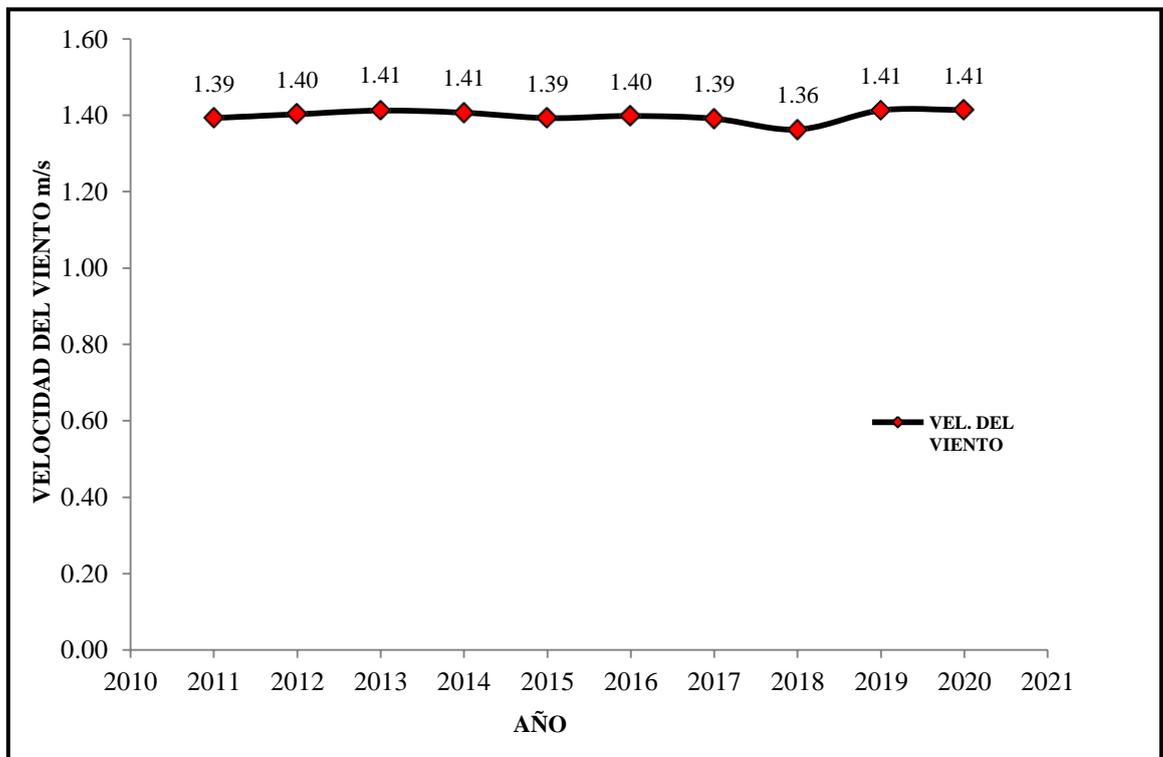


Figura 9. Velocidad del viento promedio anual

Fuente: SENAMHI - Jaén

Según la figura 9, nos muestra una velocidad promedio del viento de 1.4 m/s.

Dirección del viento

Para evaluar este criterio se tomó como referencia la dirección promedio del viento a partir del 1/01/2011 hasta el 31/12/2020. (Ver figura N°10)



Figura 10. Ubicación de la dirección de viento en el área de estudio

4.4.3. Aspecto Ambiental Recurso Hídrico

Georreferenciación

La distancia del efluente de la poza de oxidación hacia el cuerpo receptor es de 215 m. (Ver figura N°11)

Tipo de flujo del cuerpo receptor

El cuerpo receptor conformado por la quebrada “Las Naranjas” está dentro del tipo de aguas loticas o corrientes (MITECO, 2021). (Ver figura N°12)

Evaluación técnica ambiental del efluente hacia el cuerpo receptor

La descarga del efluente hacia el cuerpo receptor no presenta el acondicionamiento adecuado conforme a la norma D.S. N° 003 – 2010 MINAM. Límites Máximos Permisibles para Efluentes de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domesticas y Municipales.

El trayecto de las aguas residuales es por medio de una canaleta tradicional al aire libre construido por la comunidad, está expuesta infiltraciones sobre cultivos de pitahaya (*Selenicereus undatus*), cultivo de yuca (*Manihot esculenta*). Además es desviada de su trayecto principal el cual irriga los cultivos aledaños principalmente el cultivos agrícolas: café (*Coffea arábica*), plátano (*Musa paradisiaca*), además, árboles frutales; tales como, guabas (*Inga edulis*) y naranjas (*Citrus X sinensi*). (Ver figuras N°13-16)

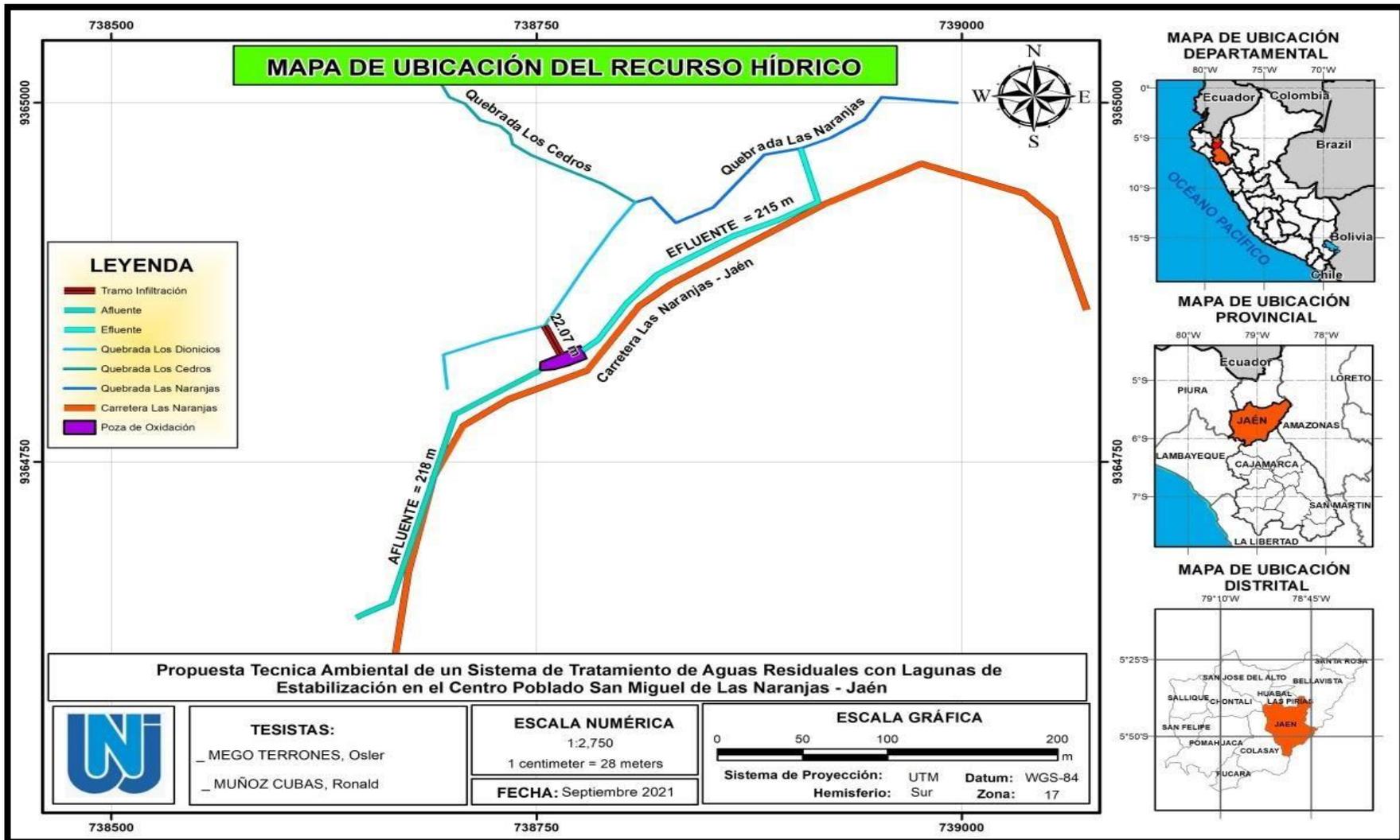


Figura 11. Distancia del efluente hacia el cuerpo receptor – Quebrada Las Naranjas



Figura 12. Tipo de flujo del cuerpo receptor - Quebrada Las Naranjas



Figura 13. Cultivos por donde recorre el efluente hacia el cuerpo receptor



Figura 14. Recorrido del efluente sobre el cultivo de pitahaya (*Selenicereus undatus*)

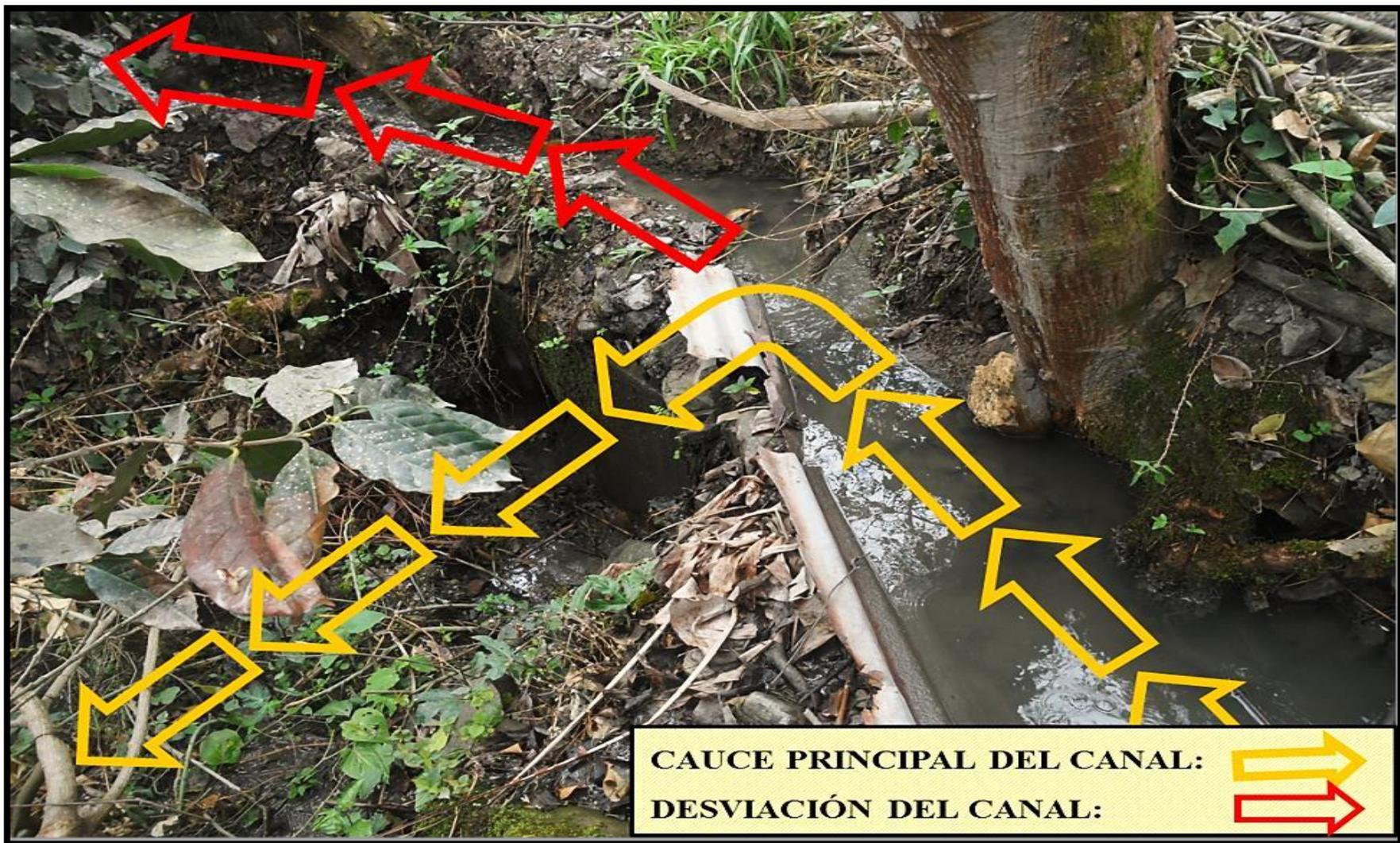


Figura 15. Recorrido y desviación del cauce principal del efluente hacia el cuerpo receptor



Figura 16. Recorrido del efluente sobre el cultivo de café (*coffea arábica*), arboles maderables y frutales

4.4.4. Aspecto Espacial

Evaluación de la amplitud y el espaciado del área

El área de investigación cuenta con las condiciones de espacio y amplitud para la implementación de una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales con Lagunas de Estabilización.

Distancia a alguna avenida y al centro poblado

El área de estudio se encuentra cerca a la vía carrozable Jaén – Las Naranjas. Además, la distancia del punto del afluyente hacia la última vivienda del centro poblado San Miguel de Las Naranjas es de 206.21 m. (Ver figura N°17)

Protección perimetral del sistema de tratamiento de aguas residuales

La poza de oxidación se encuentra protegido mediante una barrera viva constituida por la especie pajuro (*Erythrina edulis*) asociada con la especie forestal laurel (*Cordia alliodora*), además se encuentra cercado con alambre perimétrico de tipo púa. (Ver figura N°18)

Factibilidad de construcción y vía de acceso disponible hacia el área

De acuerdo a este criterio, es posible la construcción de una planta de tratamiento de aguas residuales, por la fácil accesibilidad y disponibilidad en cualquier época del año ya que el área se encuentra al costado de la vía principal.

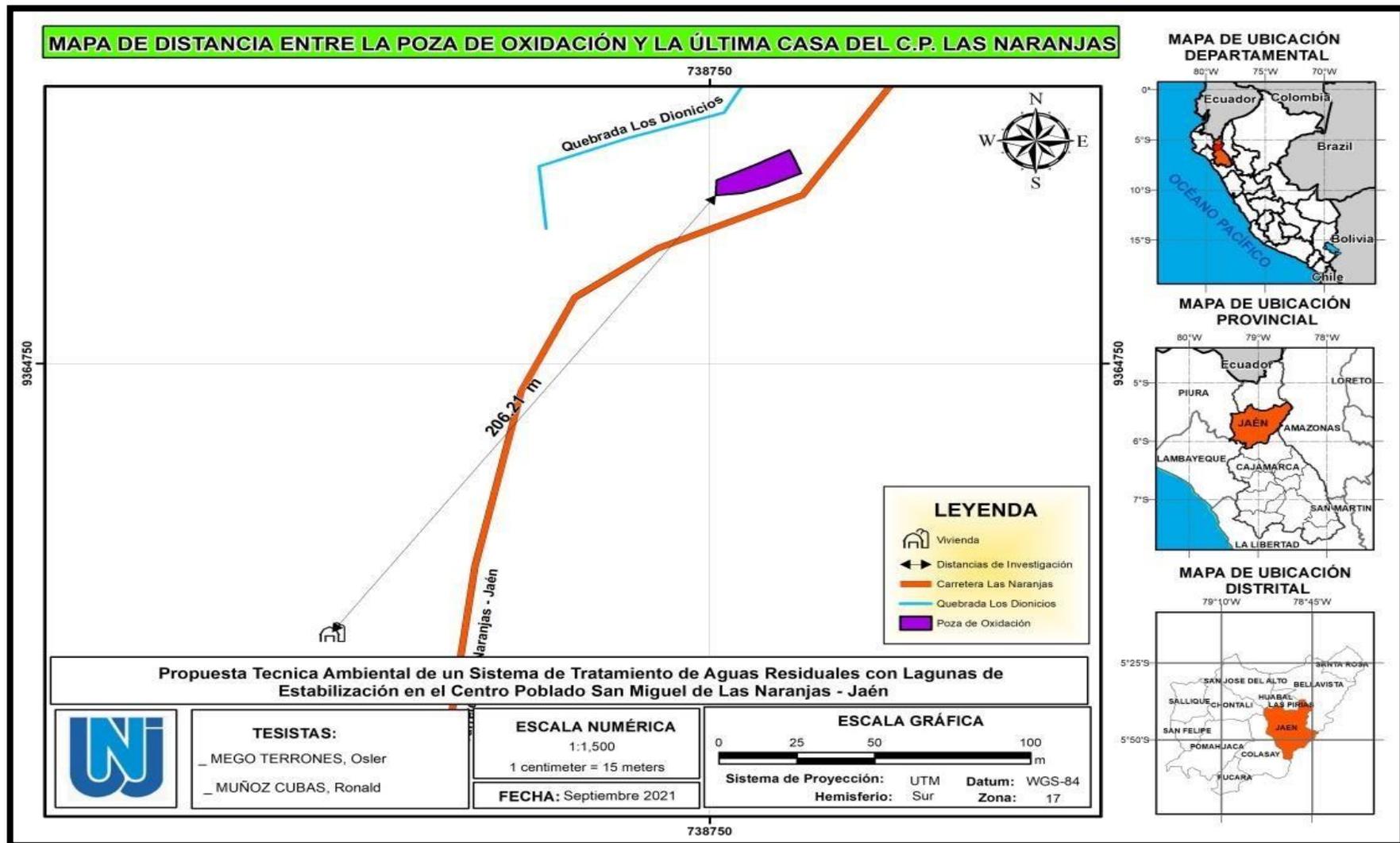


Figura 17. Distancia del sistema de tratamiento de aguas residuales (afluyente) hacia el centro poblado San Miguel de las Naranjas (última vivienda)



Figura 18. Protección perimetral a la poza de oxidación.

4.4.5. Aspecto Ambiental Flora

Cobertura vegetal

El tipo de cobertura vegetal circundante al área es de tipo herbazal, especialmente constituida por la especie de gramíneas como grama elefante (*Pennisetum purpureum*) en la zona oeste del área, además está constituida por cultivos de porte mediano como café (*Coffea arábica*) y pitahaya (*Selenicereus undatus*), que a su vez estos cultivos presentan sistemas agroforestales asociados con especies forestales como laurel (*Cordia alliodora*), cedro (*cedrela odorata*), latero (*Aniba Aubl*) y especies frutales como guaba (*Inga edulis*) y naranjas (*Citrus X sinensis*). (Ver figura N°19)

Tipo de follaje que presentan las especies forestales

El tipo de follaje que predomina es el perenne tanto por las especies forestales así como también por las especies frutales.

Tipo y distancia de cultivos

El tipo de cultivo que se encuentra en la zona perimetral y alrededores es de pitahaya (*Selenicereus undatus*) y café (*Coffea arábica*). (Ver figura N°20)

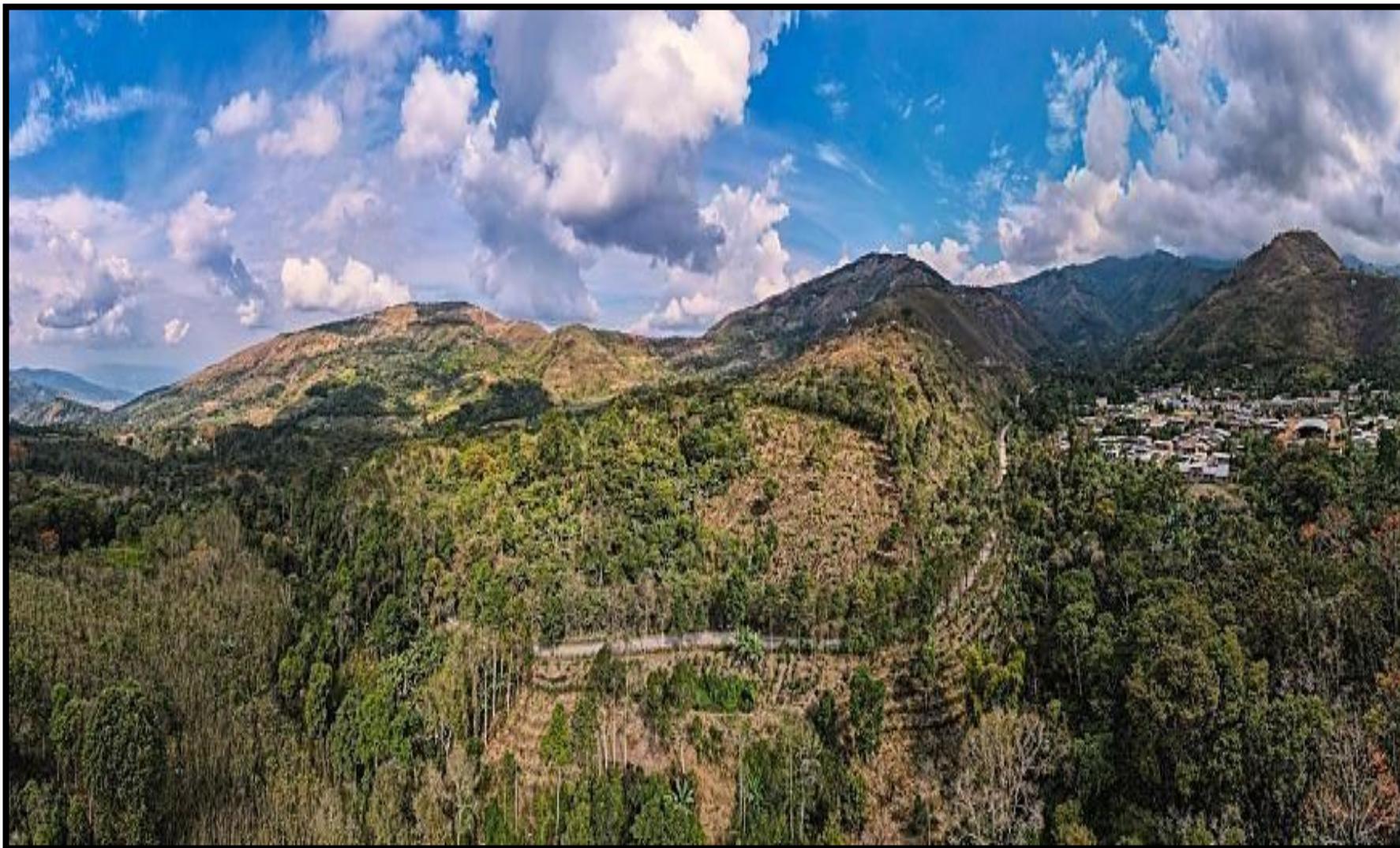


Figura 19. Cobertura vegetal de la zona de estudio

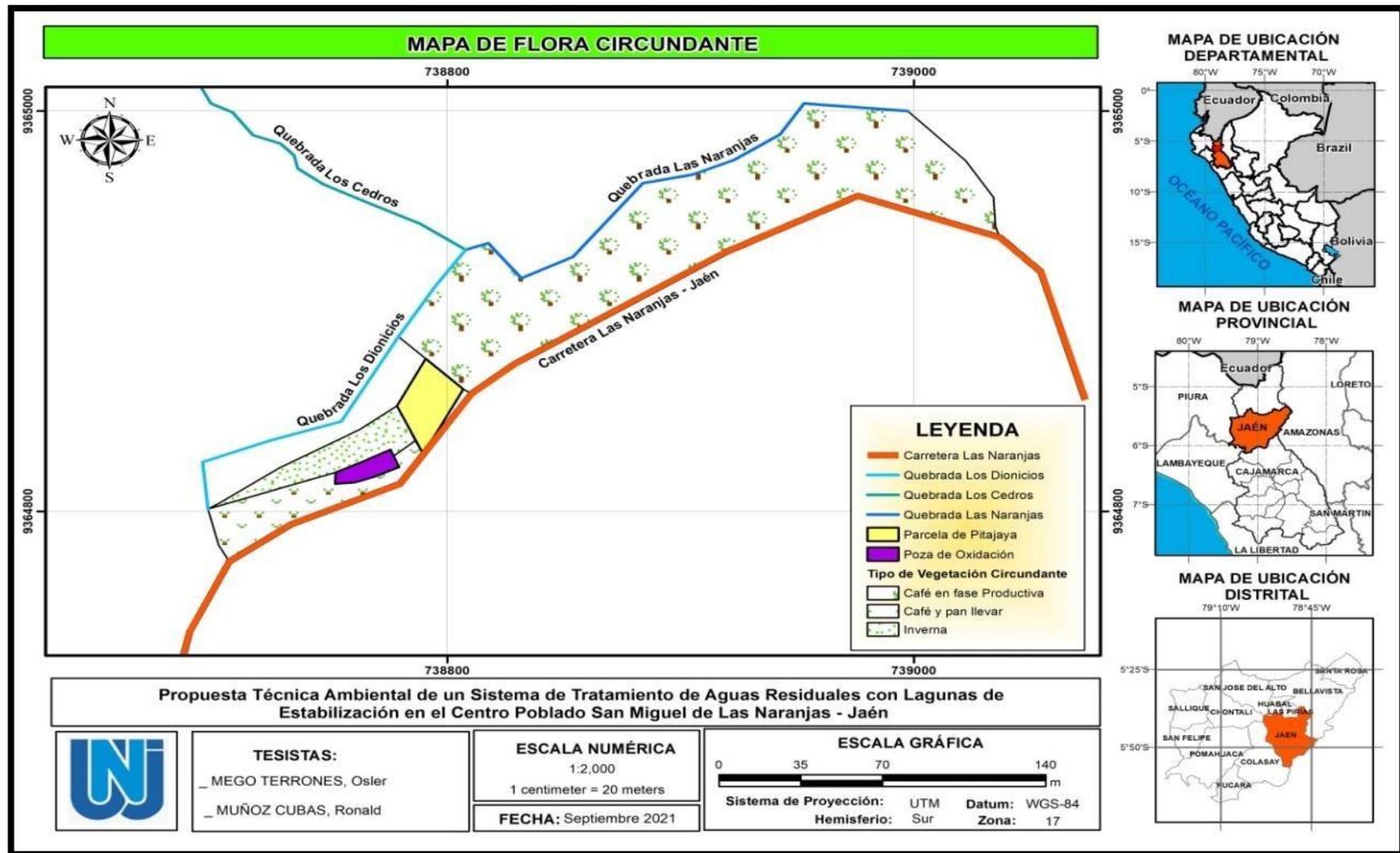


Figura 20. Tipo de cultivos dentro y circundantes al área de estudio

Tabla 11*Descripción de especies agrícolas, frutales y forestales en la zona de influencia*

ESPECIES FORESTALES					
NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	TIPO DE FOLLAJE	ESTADO PRODUCTIVO	UBICACIÓN SOBRE EL SISTEMA DE TRATAMIENTO	CITES (FLORA)
laurel	<i>(Cordia alliodora)</i>	Perenne	Aprovechable	Periferia	No registra
Latero	<i>(Aniba Aubl)</i>	Perenne	Aprovechable	Norte, oeste	No registra
Cedro blanco	<i>(Cedrela odorata)</i>	Perenne	Aprovechable	Periferia	Apéndice III
Pajuro	<i>(Erythrina edulis)</i>	Perenne	Aprovechable	Periferia	No registra
Bambu	<i>(Bambu Phyllostachys aurea)</i>	Perenne	Aprovechable	Sur	No registra
ESPECIES AGRÍCOLAS Y FRUTALES					
Café	<i>(Coffea arábica)</i>	Perenne	No aprovechable (En desarrollo) – aprovechable	Periferia	No registra
Pitahaya	<i>(Selenicereus undatus)</i>		No aprovechable (En desarrollo)	Norte	No registra
Naranjas	<i>(Citrus X sinensis)</i>	Perenne	Aprovechable	Periferia	No registra
Plátano	<i>(Cavendish valery y Musa paradisiaca)</i>	Perenne	Aprovechable	Periferia	No registra
Yuca	<i>(Manihot esculenta)</i>	Perenne	No aprovechable (En desarrollo)	Norte	No registra
Berenjena	<i>(Solanum betaceum)</i>	Perenne	Aprovechable	Norte	No registra
Guaba	<i>(Inga edulis)</i>	Perenne	Aprovechable	Periferia	No registra

Nota. CITES: Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres.

Apéndice III: Especies incluidas a solicitud de una Parte que ya reglamenta el comercio de dicha especie y necesita la cooperación de otros países para evitar la explotación insostenible o ilegal de las mismas. Solo se autoriza el comercio internacional de especímenes de estas especies previa presentación de los permisos o certificados apropiados.

4.5. Resultados para los aspectos técnicos de un sistema de tratamiento de aguas residuales con lagunas de estabilización

Tabla 12

Resultados para aspectos técnicos de un sistema de tratamiento de aguas residuales con lagunas de estabilización

Tipo de Lagunas	Laguna anaerobia Laguna facultativa Laguna de maduración
Número de Unidades	Tres unidades
Disposición de Unidades	En serie
Forma	Cuadradas y Rectangulares
Entrada del Agua Residual	Entrada apoyada contra el fondo para la laguna facultativa por estar precedida por una anaeróbica. Además, la ubicación de la entrada debe estar preferiblemente alejada de la orilla.
Salida del Efluente	Salida del efluente de tipo vertedero, alejada de la entrada.
Fondo de la Laguna	No tiene que ser necesariamente plano ni horizontal, pero si, lo más regular posible.
Taludes	Lado interior: de 1:1
Aforadores de Entrada	Recomendable con aforadores de entrada, preferentemente de resalto y de salida (pueden ser vertederos).
Alambrado Perimetral	Alambrado perimetral con alambres de púas. Cercos vivos espinosos de hojas perennes, bajas y alejadas de los bordes de las lagunas.

V. DISCUSIÓN

En los resultados encontrados se observó que, la poza de oxidación del centro poblado San Miguel de Las Naranjas no presenta los componentes mínimos y necesarios que contempla las fases del pre tratamiento, tratamiento primario y secundario de las aguas residuales domésticas. Estos resultados coinciden con los estudios de Lopera (2018), es por ello que, en su investigación propone el diseño de un sistema de tratamiento por lagunas de estabilización en serie y consta de tres lagunas, una laguna anaerobia, una laguna facultativa y una laguna de maduración. Sin embargo, plantea que se debe implementar en el pretratamiento la cámara de rejillas, las cuales van a remover las partículas de mayor volumen que dificulten los procesos posteriores. En tanto, Gonzales (2018), Medina (2018), y Mamani (2017) añaden dos estructuras más al pretratamiento que le daría un mejor soporte al flujo de las aguas residuales y evitar colapsos repentinos; el canal desarenador, y el canal de medición Parshall. Vizcardo (2019) propone agregar la trampa de grasas para remover los aceites y grasas de las aguas residuales. Teniendo en cuenta los resultados obtenidos y los estudios realizados por los autores, se evidencia que una sola poza no es suficiente para tratar las aguas residuales domésticas, su diseño no está proyectado para abastecer las descargas de aguas servidas en base a la tasa de crecimiento poblacional que se va incrementando en función al tiempo. En este sentido mientras mejor estructurado se encuentre el sistema de tratamiento, mejor será su nivel de remoción.

De acuerdo a los análisis del efluente de las aguas residuales domésticas, se observó que, los aceites y grasas superan los límites máximos permisibles con una concentración de 82.4 mg/L, se difiere de Medina (2018) quien obtuvo un resultado de 33 mg/L, Paco y Rojas (2020) 31.67 mg/L, Montenegro (2016) 3,8 mg/L y Mamani (2017) 3.20 mg/L. El resultado de la investigación, evidenció que existe una elevada concentración de aceites y grasas en las descargas de aguas residuales domésticas al sistema de alcantarillado del

centro poblado, procedente en su mayoría de desperdicios alimentarios y/o residuos inorgánicos de origen industrial. Además, los aceites y grasas generan la aparición de natas y/o espumas, lo cual impide el ingreso de luz solar, dificultando la fotosíntesis, dando lugar a que los procesos biológicos, físicos y químicos de una planta de tratamiento de aguas residuales no funcionen con normalidad, en tanto su eficiencia también sería deficiente (Vizcardo, 2019). Otro aspecto que se evidenció es que, a mayor concentración de aceites y grasas en un sistema de tratamiento dificulta la transferencia de oxígeno, produciendo situaciones de anoxia en los sistemas aeróbicos (IAGUA, 2018).

El análisis microbiológico, con respecto a Coliformes Termotolerantes, excede lo establecido en el DS N° 003-2010-MINAM, se obtuvo como resultado 18×10^5 NMP/100 mL. Estos resultados son similares a los obtenidos por los autores Paco y Rojas (2020) con concentraciones de 54666.60 NMP/100 mL, Montenegro (2016) obtuvo $14,5 \times 10^6$ NMP/100 mL, Vidaurre (2019) con $20,3 \times 10^6$ NMP/100 mL. De acuerdo al resultado obtenido en la investigación, la elevada concentración de coliformes en las aguas residuales es consecuencia de la operación de una sola poza de oxidación y el mal estado en la que se encuentra. Martínez y Guzmán (como se citó en Montenegro, 2016) establece que mientras haya mayor cantidad de lagunas en el sistema, mejor será la remoción de patógenos. En cuanto a los resultados obtenidos de los autores, proponen el rediseño de los sistemas de tratamiento, considerando los parámetros de diseño en función a la norma OS. 090 del reglamento nacional de edificaciones y la aplicación de mejores mecanismos en la operación y mantenimiento del sistema en tiempos más cortos.

Los parámetros analizados para la DBO₅ arrojaron una concentración de 43.76 mg/L y para la DQO 177.86 mg/L, estos resultados están dentro de lo establecido según el DS N° 003-2010-MINAM, de la misma forma el autor Satalaya (2015) obtiene una DBO₅ de 99.53 mg/L y una DQO de 188.26 mg/L. Sin embargo, se difieren con lo obtenido por los autores Medina (2018), Paco y Rojas (2020), Montenegro (2016), Vidaurre (2019), Cabrera y Zevallos (2019) y Mamani (2017) quienes en sus estudios obtienen los siguientes resultados para DBO₅ y DQO respectivamente: 247.51 mg/L y 1170 mg/L; 180.33 mg/L y 309.00 mg/L; 117 mg/L y 210 mg/L; 288 mg/L y 371.56 mg/L; 190 mg/L y 417 mg/L; 240.0 mg/L y 600.0 mg/L. Estos resultados de los autores evidencian que, los sistemas lagunares de tratamiento, no están efectuando un buen funcionamiento; en este sentido la

relación de la DBO₅/DQO determina el nivel de biodegradabilidad de las aguas residuales (Vizcardo, 2019). Además, las concentraciones de DBO₅ determina la cantidad aproximada de oxígeno requerida por los microorganismos para estabilizar biológicamente la materia orgánica, mide la eficiencia de algunos procesos de tratamiento y controla el cumplimiento de los LMP para vertidos de las aguas residuales, evitando la contaminación en la disposición final de los cuerpos receptores. En tanto, la DQO mide el contenido de materia orgánica presente en las aguas residuales y corresponde a la cantidad de oxígeno requerido para oxidar completamente por medios químicos los compuestos orgánicos a CO₂ y H₂O (Satalaya, 2015).

En la investigación, el pH obtenido fue de 6.44 y la temperatura (T°) de 23.8 °C. Estos resultados están dentro de los límites máximos permisibles de la normativa, y coincide con los estudios realizados por los siguientes los autores: Paco y Rojas (2020), Cabrera y Zevallos (2019); Bustamante (2017), Medina (2018), Satalaya (2015), Vidaurre (2018) y Montenegro (2016), quienes en el mismo orden obtienen los siguientes resultados para pH y Temperatura respectivamente: 7.67 y 7.33 °C; 7.48 y 24 °C; 6.54 y 29 °C; 7.67 y 21 °C; 6.50 y 30 °C; 6.8 y 26.4 °C; 7.5 y 26.5 °C. En base a los resultados obtenidos, la temperatura es un factor determinante en la actividad microbiana. En este sentido, cuando la temperatura es mayor a 30 °C la actividad algal disminuye y las bacterias consumen más oxígeno, sin embargo, si la temperatura disminuye afecta de forma negativa la degradación de la materia orgánica (Vidaurre, 2018). En tanto, el pH depende de la actividad fotosintética del fitoplancton y la degradación de la materia orgánica por las bacterias. Al haber mayor consumo de CO₂ en los procesos fotosintéticos, dará lugar al aumento del pH, en cambio, al haber degradación de materia orgánica se produce formación de CO₂ y el pH tiende a disminuir. Por ende, debido a que la fotosíntesis depende de la radiación solar, el pH presentará variaciones; es decir, si existe mayor intensidad luminosa los valores obtenidos del pH serán más altos (Gonzales, 2018). En este contexto, es importante controlar los niveles de pH a fin de garantizar condiciones óptimas para conseguir las reacciones químicas o microbianas oportunas y que el proceso en el tratamiento de aguas residuales funcione de manera eficiente (IAGUA, 2021).

En la evaluación de los sólidos totales en suspensión, los análisis dieron como resultado 112.3 ml/L, el resultado si cumple con lo establecido en el DS. N° 003-2010-MINAM. Sin

embargo, se encuentra casi al límite del rango establecido, al igual que Mamani (2017) que obtiene en su investigación 120.01 ml/L, esto significa que no hay una buena depuración del sistema. En cambio, Medina (2018) obtiene 61 ml/L y Montenegro (2016) con 22.5 ml/L, estos resultados evidencian que si hay una buena biodegradabilidad en el sistema. En tanto, Paco y Rojas (2020) obtiene 188.33 ml/L, Satalaya (2015) 252.99 mg/L y Vizcardo (2019) con 296,0 mg/L, estos resultados sobrepasan los límites establecidos por la normatividad, generando un riesgo ambiental en los cuerpos receptores. En este sentido, concentración de los sólidos totales en suspensión en los sistemas de tratamiento, van a determinar el nivel de contaminación en el efluente (Chávez, 2017).

Respecto a la evaluación geotécnica en la zona de estudio, se obtuvo como resultado para capacidad portante de 0.80 kg/cm^2 , el tipo de suelo de acuerdo al Sistema SUCS (Sistema Unificado de Clasificación de suelos) lo clasifica como un suelo de tipo CL cuyo contenido de humedad natural es de 18.39%, con resistencia al efecto sísmico, además presentó bajas concentraciones de agentes químicos como pH 6.6, sales totales 152.7 ppm, cloruros 87.3 ppm y sulfatos 91.6 ppm, en tanto la zona de estudio presentó una topografía ligeramente inclinada. Estos resultados son similares con los estudios realizados por los autores Arana (2021), Medina (2018), García (2008), Cabrera y Zevallos (2019). De acuerdo a estos trabajos de investigación, se observó que la capacidad portante se muestra similar con 0.80 kg/cm^2 a 1 kg/cm^2 óptimo para cimentación, el tipo de suelo coincide con Arana (2021) con presencia de arcillas inorgánicas de mediana a baja plasticidad tipo CL, difiere de Cabrera y Zevallos (2019) con un suelo de tipo SC con arenas arcillosas, mezclas arena – arcilla, además, García (2008) con un suelo de tipo GC con grava arcillosa, mezclas grava – arena arcillosas. Sin embargo, esto puede variar de acuerdo a la ubicación geografía. En este sentido la capacidad portante es el límite de carga que puede soportar el terreno respecto a la cimentación para la construcción de las estructuras, de acuerdo a los parámetros de diseño de cada laguna, además, las bajas concentraciones de agentes químicos no causaran ningún efecto destructivo a los componentes de la cimentación (RNE, 2021), en tanto la pendiente es importante para determinar el grado de inclinación o nivelación del terreno a partir de curvas de nivel de la topografía.

En el aspecto ambiental del clima, de acuerdo a los datos meteorológicos, se observó que la zona de estudio presento una temperatura mínima anual que varía entre $18.02 \text{ }^\circ\text{C}$ y 19.56

°C en promedio 18.95 °C, mientras que la temperatura máxima anual oscila entre 30.30 °C y 31.56 °C en promedio 30.86 °C, estos datos significan que, la temperatura ambiental se muestra óptima porque permitirá que los procesos físicos, químicos y microbiológicos de las lagunas de estabilización funcionen de forma eficiente. La precipitación anual mínima es de 4.75 mm/día y la máxima 6.58 mm/día y en promedio 5.60 mm/día, de acuerdo a su clasificación es de tipo ligera. La velocidad promedio anual del viento es de 1.4 m/s y de acuerdo a la rosa de viento la dirección esta 168° al sureste, lo cual indica que la dirección del viento no afectara al centro poblado. Medina (2018) obtuvo una temperatura mínima promedio de 10.6 °C y una máxima de 27.9 °C, en precipitación promedio anual 2.6 mm/día, Monserrate y Peralta (2013) obtuvieron una temperatura mínima promedio anual de 10.8 °C y una máxima de 25.48 °C, en precipitación promedio anual de 5.96 mm/día y una velocidad promedio anual del viento de 1.7 m/s, Medina y Barboza (2018) obtuvieron una temperatura mínima promedio anual de 19.3 °C y una máxima de 25.7 °C, velocidad promedio anual del viento de 8.2 nudos por hora equivalente a 4.2 m/s con dirección sur, Rodriguez (2013) obtuvo una temperatura mínima promedio de 11.2 °C y una máxima de 19.8 °C, en precipitación promedio anual 10.8 mm/día, velocidad promedio anual del viento de 1.7 km/h equivalente a 0.5 m/s con dirección este – sur – este (ESE).

Los resultados obtenidos por los autores está en base a un resumen histórico de 1 a 8 años. En los estudios se observa la variación de la temperatura y precipitación, debido a que los estudios se realizaron en la costa, sierra y selva donde las condiciones climáticas son diferentes e influyen de forma directa en estos parámetros ambientales. De esta manera el estudio de la precipitación, la temperatura y el viento son correlacionales e influyen dentro del sistema de tratamiento de aguas residuales. La temperatura influye en la velocidad de la depuración de materia orgánica que concierne a la actividad bacteriana, y en lo que respecta a las algas, cuando las temperaturas son superiores a 28 °C, retarda la actividad fotosintética. La precipitación cuando es abundante provoca el aumento del caudal de entrada, por lo que el tiempo de residencia del agua disminuye, también influye en la demanda del oxígeno disuelto el cual suele bajar después de las tormentas debido a la demanda adicional de oxígeno provocada por los sólidos arrastrados y los sedimentos de las lagunas que se mezclan con la columna de agua. Otro efecto de la precipitación es la oxigenación en la zona superficial de las lagunas, debido al contenido en oxígeno de la lluvia como la turbulencia que provoca con su caída. En tanto, la acción del viento en las lagunas de estabilización es importante por las siguientes razones, la reaireación a través de

la interface aire-agua y el efecto de mezcla del viento puede evitar el desarrollo de estratificación térmica, aunque en ocasiones la acción del viento puede dar lugar a la aparición de problemas de flujo (Gonzales, 2018). Además, el estudio del viento es de suma importancia, porque mitiga los malos olores y contribuye de forma significativa en la aeración de lagunas de estabilización (Silva, 2004).

En el aspecto ambiental del recurso hídrico, la distancia del área de estudio hacia el cuerpo receptor es de 215 m correspondiente al efluente, y la distancia de la última vivienda hacia el área de estudio es de 218 m correspondiente al afluente, el cuerpo receptor representa las aguas de la quebrada Las Naranjas, que según la clasificación de aguas superficiales está dentro del tipo de aguas loticas o corrientes. En el trayecto del efluente hacia el cuerpo receptor es por medio de una canaleta tradicional al aire libre construido por la comunidad, está expuesta a infiltraciones sobre cultivos de pitahaya (*Selenicereus undatus*), cultivo de yuca (*Manihot esculenta*). Además es desviada de su trayecto principal para el riego de los cultivos aledaños principalmente el cultivos agrícolas: café (*coffea arábica*), plátano (*Musa paradisiaca*), además, árboles frutales; tales como, guabas (*Inga edulis*) y naranjas (*Citrus X sinensi*). Este estudio es similar con lo realizado por Monserrate y Peralta (2013) quienes determinan que la distancia del al cuerpo receptor más cercano es de 250 m. El cuerpo receptor es un río denominado Mosca el cual también corresponde al tipo de aguas superficiales loticas. Sin embargo se difiere con este autor debido a que el cuerpo receptor no recibe descargas de las aguas residuales de las lagunas de forma directa, es decir el efluente no tiene recorrido superficial. Además, el autor aclara que la operación de las lagunas es deficiente y de acuerdo a un estudio realizado en el cuerpo receptor existe contaminación de forma indirecta a través de infiltración por las aguas subterráneas. Otro aspecto diferente de esta investigación es que la población no hace uso del efluente dentro de sus actividades. En este sentido es importante el estudio del distanciamiento del efluente hacia el cuerpo receptor para evitar posibles infiltraciones y el reúso por desconocimiento del mismo ocasionando contaminación y atentando contra el bienestar ecosistémico.

En el aspecto espacial el área de estudio, cuenta con el espacio necesario para un sistema de tratamiento de aguas residuales con lagunas de estabilización, la distancia del punto del afluente hacia la última vivienda del Centro Poblado San Miguel de Las Naranjas es de 206.21 m, el área de estudio es de fácil acceso y se encuentra cercano a la una vía

corrazable; sin embargo, cuenta con barreras vivas constituida por la especie pajuro (*Erythrina edulis*) asociada con la especie forestal laurel (*Cordia alliodora*), además se encuentra cercado con alambre perimétrico de tipo púa. El presente estudio coincide con lo realizado por Cabrera y Zevallos (2019) quienes determinaron la distancia hacia la última vivienda de 156.60 m y 200 m a partir de la laguna anaeróbica y facultativa respectivamente. En tanto se difiere con la distancia de la laguna facultativa que se encuentra próxima a la población y no cumple con la norma OS. 090 del Reglamento Nacional de Edificaciones, además, también no se realiza la evaluación del cerco perimétrico del sistema de tratamiento de aguas residuales, este aspecto es fundamental para evitar posibles daños y contaminación. Los estudios propuestos por Silva (2004) coincide con lo establecido en la investigación, el autor considera que una PTAR debe ubicarse en un área extensa y fuera de la influencia de cauces sujetos a torrentes y avenidas; en caso no fuera posible, se debe proyectar obras de protección. Además, el área debe estar alejada del centro poblado considerando una distancia de 200 m como mínimo para lagunas facultativas y 500 m como mínimo para tratamientos anaerobios. Finalmente este estudio también coincide con Romero (2019) quien determina 500 m como mínimo para tratamientos anaerobios; 200 m para lagunas facultativas y añade a su investigación el distanciamiento de 100 m para sistemas con lagunas aireadas y 100 m para lodos activados y filtros percoladores. Además sostiene que las distancias se deben justificar en un estudio de impacto ambiental (EIA), en tanto, el proyectista justificará distancias menores a lo recomendado en la normatividad, siempre y cuando, se contemplen estudios de control de olores y de otras contingencias perjudiciales.

En el aspecto Ambiental Flora se observó el tipo de cobertura vegetal circundante al área es de tipo herbazal, especialmente constituida por la especie de gramíneas como grama elefante (*Pennisetum purpureum*) en la zona oeste del área, además, está constituida por cultivos de porte mediano como café (*Coffea arabica*), yuca (*Manihot esculenta*) y pitahaya (*Selenicereus undatus*), que a su vez estos cultivos presentan sistemas agroforestales asociados con especies forestales como laurel (*Cordia alliodora*), cedro (*cedrela odorata*), latero (*Aniba Aubl*) y Pajuro (*Erythrina edulis*) y especies frutales como guaba (*Inga edulis*), naranjas (*Citrus X sinensis*), plátano (*Cavendish valery* y *Musa paradisiaca*) y berenjena (*Solanum betaceum*). El follaje predominante de las especies es de tipo perenne. De acuerdo a la evaluación de las especies de flora identificadas y en

comparación con la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Flora y Fauna Silvestre (CITES - PERÚ) se observó que solo el cedro (*cedrela odorata*) se encuentra figurando dentro del apéndice III del listado de especies amenazadas; en donde se establece que, las especies incluidas a solicitud de una parte que ya reglamenta el comercio de dicha especie y necesita la cooperación de otros países para evitar la explotación insostenible o ilegal de las mismas. Solo se autoriza el comercio internacional de especímenes de estas especies previa presentación de los permisos o certificados apropiados. Los resultados obtenidos son similares con Greeley y Hansen (2017), Rodríguez (2013), Monserrate y Peralta (2013), estos autores en sus estudios identificaron en el área de influencia especies silvestres, forestales, agrícolas y frutales, además, las clasifican de acuerdo su taxonomía. Sin embargo, se difiere de la presente investigación debido a que no evaluaron el tipo de follaje de cada especie con influencia dentro del sistema de tratamientos de aguas residuales. Vázquez (2016) sustenta que, el tipo de follaje recomendado en las especies próximas al sistema es el perenne. Otro aspecto que no consideraron fue el listado de especies de flora silvestre amenazadas o con peligro de extinción (CITES, 2018).

Con el estudio de los aspectos técnicos y ambientales en la investigación, se acepta la hipótesis general de la investigación, considerando viable la propuesta técnica ambiental para implementar un sistema de tratamiento de aguas residuales con lagunas de estabilización en el Centro Poblado San Miguel de Las Naranjas – Jaén. Sin embargo, de acuerdo a la identificación de los componentes de la poza de oxidación y el nivel de eficiencia en el efluente, es importante considerar las estructuras básicas de implementación de un sistema de tratamiento establecido en la norma OS. 090 del Reglamento Nacional de Edificaciones en cuanto a pretratamiento, tratamiento primario y secundario, con la finalidad de disminuir los niveles de contaminación en el efluente para que sea reutilizable o ser vertido sobre un cuerpo receptor, cumpliendo con los parámetros de calidad ambiental establecidos en el DS. N° 003-2010-MINAM y DS. N° 004-2017-MINAM. A sí mismo, determinar las condiciones ambientales para la implementación de un sistema de tratamiento de aguas residuales es vital para prevenir daños estructurales del sistema y su funcionamiento, de esta manera se alcanzaría la sostenibilidad ecosistémica y ambiental.

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

La poza de oxidación del Centro Poblado San Miguel de Las Naranjas, no presenta los componentes estructurales para el pretratamiento, tratamiento primario y secundario que demanda el funcionamiento de una PTAR, por lo tanto, la poza de oxidación no realiza el tratamiento eficiente de las aguas residuales debido a la falta de infraestructura adecuada, vida útil de funcionamiento y no cuenta con el mantenimiento respectivo.

A partir de los resultados obtenidos mediante el análisis fisicoquímico y microbiológico, se determinó que el efluente de la poza de oxidación del Centro Poblado San Miguel de Las Naranjas no cumple con los Límites Máximos Permisibles (LMP) establecidos en el Decreto Supremo 003 - 2010 Ministerio Nacional del Ambiente (MINAM), por lo tanto presenta un alto índice de contaminación y no es apto para ser vertido hacia un cuerpo receptor y/o reutilización.

De acuerdo a los aspectos técnicos ambientales para la implantación de un sistema de tratamiento de aguas residuales con lagunas de estabilización en el Centro Poblado San Miguel de las Naranjas – Jaén, se determina que la zona evaluada donde se ubica la poza de oxidación cumple con los lineamientos que establece el Reglamento Nacional de Edificaciones OS. 090 respecto a suelo, clima, recurso hídrico, espacial y florístico. Por consiguiente es posible instalar un sistema de tratamiento de aguas residuales con lagunas de estabilización.

6.2 Recomendaciones

Se recomienda la implementación del sistema de tratamiento de aguas residuales con lagunas de estabilización en Centro Poblado San Miguel de Las Naranjas, debido a su bajo costo de instalación, nulo consumo energético, de fácil operación y mantenimiento y es la más recomendable para poblaciones que no cuente con alto nivel presupuestal.

Para el cerco perimetral del sistema de tratamiento de aguas residuales se recomienda utilizar especies de porte bajo, como la especie cucarda (*Malvaviscus arboreus*), limoncillo (*Swinglea glutinosa*), debido a su fácil trabajabilidad y tipo de hoja perenne que presenta.

Solicitar un permiso de desbosque a las autoridades pertinentes caso particular el Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre (SERFOR) con la finalidad de prevenir la deforestación de especies amenazadas dentro del listado del libro CITES.

Las autoridades deben de velar para que todas las instituciones públicas y privadas, cumplan la legislación y normatividad ambiental vigente como son los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) y Límites Máximos permisibles (LMP). Para los efluentes de plantas de tratamiento de aguas residuales.

Que se tome conciencia por parte de la población, sobre la importancia que tienen los sistemas de tratamiento de aguas residuales domésticas, siendo el caso de las lagunas de estabilización; minimizando el daño y efecto que éstas aguas tienen en el medio ambiente, en los cuerpos receptores y en la salud de las poblaciones aledañas.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANA. (2015). Manual de Buenas Prácticas para el Uso Seguro y Productivo de las Aguas Residuales Domésticas. Lima : CREACOLOR SAC.
- Arocutipá, J. H. (2013). “Evaluación y propuesta técnica de una planta de tratamiento de aguas residuales en Massiapo del distrito de Alto Inambari - Sandia”. Puno – Perú.
- Bustamante, A. (2017). Eficiencia de las lagunas de estabilización en la mejora de la calidad del agua residual para uso agrícola, de la industria azucarera. Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Ambiental, Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería - Escuela académico profesional de Ingeniería Ambiental, Chiclayo.
- Cabrera & Zevallos. (2019). “Eficiencia de la planta de tratamiento de aguas residuales de la ciudad de Jaén”. Jaén - Perú.
- Carmona, V. (2018). Importancia del Estudio de Mecanica de Suelos. Recuperado el 16 de Septiembre de 2021, de <https://planlifeedificaciones.com/la-importancia-del-estudio-de-mecanica-de-suelos/>
- Chávez, E. (2017). “Evaluación de La eficiencia de Las Lagunas de Estabilización en La Planta de Tratamiento de Aguas Servidas en la ciudad de Balzar de la Provincia del Guayas”. Proyecto de Investigación previo a la obtención del título de Ingeniería en Gestión Ambiental., Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Facultad de Ciencias Ambientales - Carrera Ingeniería en Gestión Ambiental, Quevedo - Ecuador.
- CONAGUA. (2015). Operación y mantenimiento de plantas de tratamiento de aguas residuales municipales: Lagunas de estabilización. México, México. Cortés, et al. (2017). Optimización en el diseño de un sistema de tratamiento de aguas residuales integrado por tres lagunas de estabilización. Tecnología y Ciencias del Agua, 139 - 155.
- DIGESA. (2021). Parámetros organolépticos de aguas residuales . Lima - Perú.
- Fibras & Normas. (2007). Lagunas de Oxidación y los Factores que los Afectan. Recuperado el 20 de Septiembre de 2021, de Blog Fibras y Normas de Colombia S.A.S. Ingeniería en Agua: <https://blog.fibrasynormasdecolombia.com/lagunas-de-oxidacion-y-los-factores-que-las-afectan/#FACTORES-QUE-AFECTAN-LAS-LAGUNAS-DE-OXIDACION>
- FONAM. (2010). Manual de Oportunidades de mejoras ambientales por el tratamiento de aguas residuales en el Perú. Lima - Perú.

- García, C. (2008). Evaluación, optimización y rediseño de las lagunas de estabilización El Cucho, Sullana. (Tesis de pregrado). Repositorio Institucional PIRHUA, Universidad de Piura, Piura.
- Gonzales, R. (2018). Implementación de una planta de tratamiento de aguas residuales por el método de lagunas de estabilización en el distrito de Echarati La Convención-Cusco 2016. Tesis para optar el grado académico de Doctor en Ciencias Ambientales, Universidad Católica de Santa María, Escuela de Postgrado - Doctorado en Ciencias Ambientales, Arequipa.
- Greeley, & Hansen. (2017). Estudio de Impacto Ambiental Para la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Guangarcucho . Cueca - Ecuador .
- Henry, O. S. (2012). Cámara de Rejas . Guía de referencia de Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales. Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID), Centro América.
- Henry, O. S. (2012). Desarenador. Guia de Referencia de Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales. Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID), Centro América.
- Henry, O. S. (2012). Medidor de Caudales. Guia de Referencia de Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales. Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID), Centro América.
- Henry, O. S. (2012). Trampa de Grasas. Guia de Referencia de Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales. Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID), Centro América.
- Hernández Sampieri, R. (2014). Metodología de la Investigación sexta edición. Mexico D.F, Mexico: McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.
- IAGUA. (2018). La importancia de la separación de aceites y grasas en el tratamiento del agua residual urbana. Obtenido de Características de las grasas y aceites: <https://www.iagua.es/noticias/teqma/importancia-separacion-aceites-y-grasas-tratamiento-agua-residual-urbana>
- IAGUA. (2021). La importancia de medir el pH en la industria. Obtenido de ¿Por qué es importante el pH?: <https://www.iagua.es/noticias/abb/importancia-medir-ph-industria#:~:text=Si%20el%20nivel%20de%20pH,proceso%20funcione%20de%20manera%20eficiente.>
- INEI. (2017). Población San Miguel de Las Naranjas - Jaén. Recuperado el 04 de Junio de 2021, de Resultado de los Censos Nacionales 2017: <http://censo2017.inei.gob.pe/>
- ISO-14001. (2015). Aspectos Ambientales. Norma ISO - 14001.
- Lizana, P. (2018). Caudal de agua residual. Tratamiento de Aguas Residuales para el Caserío Villa Palambra. Universidad de Piura, Piura.

- Lopera, Á. (2018). "Diseño y Tratamiento de Lagunas de Estabilización Santa Rosa de Cabal". Monografía, Universidad Libre Pereira Seccional Pereira, Facultad de Ingeniería - Ingeniería Civil, Pereira - Colombia.
- López, E. (2018). Tratamiento de aguas residuales por medio de lagunas de Estabilización. Mejoramiento de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales en el Distrito el Alto, Talara Piura. Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, Chiclayo.
- López, E. (2018). Tratamiento Primario. Mejoramiento de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales en el Distrito el Alto, Talara Piura. Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, Chiclayo.
- Mamani, C. y. Castellanos (2020). Tratamiento preliminar. Optimización del Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales por las Lagunas de Oxidación/Estabilización del Sector Mukuraya, Provincia de Moho, Región de Puno. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa.
- Mamani, Y. (2017). Evaluación de la operatividad y rediseño de la laguna de estabilización del distrito de Ilave, provincia de el Collao. (Tesis de pregrado). Repositorio institucional, Universidad Nacional del Altiplano, Puno.
- Martinez, J. (2007). Lagunas de Maduración. Evaluación Ambiental de los Sistemas de Lagunas para el Tratamiento de Aguas Residuales. Universidad de Sucre, Sucre.
- Martinez, J. (2007). Lagunas Facultativas. Evaluación Ambiental de los Sistemas de Lagunas para el Tratamiento de Aguas Residuales. Universidad de Sucre, Sucre.
- Medina, C., & Barboza, E. (2018). Evaluación y análisis del funcionamiento de las lagunas de estabilización construidas en localidades representativas en el departamento de Lambayeque, periodo 2015. (Tesis de Postgrado). Repositorio Institucional Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo - Escuela de Postgrado, Lambayeque.
- Medina, G., & Muñoz, K. (2012). Lagunas Anaerobias. Diseño de Planta de Tratamiento de Aguas Residuales para el Casco Urbano del Municipio de Macanal, Boyacá. Universidad Santo Tomás, Boyacá.
- Medina, M. (2018). "Evaluación y Rediseño del Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales de Las Lagunas de Estabilización del Sector „Rio Seco“, Distrito de La Joya, Provincia de Arequipa". Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Sanitario, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Facultad de Ingeniería Civil - Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria, Arequipa.
- MINAMBIENTE. (2015). Parámetros fisicoquímicos y sus valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales de Aguas Residuales Domésticas . Bogotá - Colombia .
- MITECO. (2021). Categorías y tipos de masas de agua. Recuperado el 20 de Octubre de 2021, de <https://www.miteco.gob.es/es/ministerio/default.aspx>
- Monserrate, C., & Peralta, K. (2013). Lagunas de estabilización para el tratamiento de aguas residuales de la ciudad de Junín y la calidad ambiental del área intersectada.(Tesis de

- pregrado). Repositorio Institucional de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí "Manuel Féliz López", Calceta - Ecuador .
- Montenegro, J. (2016). Eficiencia de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas del distrito El Parco, Bagua, Amazonas, abril – octubre 2013. (Tesis de maestría). Repositorio Institucional, Universidad Nacional Pedro Ruíz Gallo, Lambayeque.
- OEFA - MINAM. (2014). Aguas Residuales. Ministerio del Ambiente, Lima.
- Paco, P. A., & Rojas, D. C. (2020). Evaluación de la eficiencia de remoción de lagunas de estabilización del Centro Poblado de Yaureccan, Huancavelica - 2018 (Tesis de pregrado). Repositorio Institucional, Universidad Peruana Los Andes, Huancayo.
- Raffino, M. E. (2020). "Técnicas de Investigación". Recuperado el 21 de Febrero de 2021, de <https://concepto.de/tecnicas-de-investigacion/#ixzz6n7aj4q7v>
- RNE, (2021). Criterio Ambiental para Recurso Hídrico. NORMA OS.090 Planta de Tratamiento de Aguas Residuales. Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, Lima - Perú.
- RNE, (2021). Criterios Ambientales para Aspecto Espacial. NORMA OS.090 Planta de Tratamiento de Aguas Residuales. Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, Lima - Perú.
- RNE, (2021).Criterios Ambientales para suelo. NORMA OS.090 Planta de Tratamiento de Aguas Residuales. Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, Lima - Perú.
- Rodriguez, et al. (2015). Selección de tecnologías para el tratamiento de aguas residuales municipales. *Tecnura* vol.19, 156.
- Rodriguez, P. (2013). Determinación de las condiciones ambientales para la construcción de una planta de tratamiento de aguas residuales en la ciudad de Otuzco. (Tesis de pregrado). Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Trujillo, Otuzco.
- Rojas, R. (2002). Curso Internacional "GESTIÓN INTEGRAL DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES".Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales. págs. 1 - 19. CEPIS/OPS - OMS.
- Romero, L. (2019). Evaluación del impacto ambiental que genera la planta de tratamiento de aguas residuales del Centro Poblado La Otra Banda - Zaña. Repositorio Institucional, Universidad de Lambayeque, Chiclayo
- Satalaya, K. (2015). Evaluación de la eficiencia del tratamiento de aguas residuales domésticas en las lagunas de estabilización de la ciudad de uchiza. (Tesis de pregrado). Repositorio institucional, Universidad Nacional Agraria de la Selva., Tingo María.
- Silva , J. (2004). Evaluación y rediseño del sistema de lagunas de estabilización de la Universidad de Piura. (Tesis de pregrado). Repositorio Institucional, Universidad de Piura, Piura.

- SUNASS. (2015). Diagnóstico de las plantas de tratamiento de aguas residuales en el ámbito de operación de las entidades prestadoras de servicios de saneamiento. Lima - Perú: Tarea Asociación Gráfica Educativa.
- Torres, W. (2020). Cálculo de Población Futura. “Diseño de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales del Centro Poblado Tambo Real - Distrito de Pitipo, Provincia de Ferreñafe”. Universidad Señor de Sipán, Pimentel.
- Vázquez, F. (2016). Lagunas de Estabilización. Extencionismo, Innovacion y Tranferencia Tecnología - Claves para el Desarrollo - Vol 3 (Vol. 3). Chaco - Argentina.
- Vidaurre, L. (2019). Eficiencia de la remoción de coliformes totales, termotolerantes, demanda bioquímica y química de oxígeno en la laguna de estabilización del distrito la Florida, San Miguel, Cajamarca. Noviembre – diciembre de 2013. (Tesis de maestría). Repositorio Institucional, Universidad Nacional Pedro Ruíz Gallo, Lambayeque.
- VIVIENDA. (2021). Dotación de agua. NORMA OS. 100 - Consideraciones básicas de diseño de infraestructura sanitaria. Lima - Perú.
- Vizcardo, Y. (2019). Desarrollo de un programa integral de disminución de valores máximos admisibles en aguas residuales de establecimientos de comida en un centro comercial de Lima. (Tesis de maestría). Repositorio Institucional, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Arequipa.

AGRADECIMIENTO

A Dios por brindarnos la vida, salud y sabiduría para alcanzar nuestros propósitos.

A nuestros padres por su esfuerzo y apoyo constante en nuestra formación profesional.

A la Universidad Nacional de Jaén por la formación académica y profesional en bien de nuestros desempeños.

Al asesor MC. Jorge Antonio Delgado Soto por la colaboración y compromiso durante todo el proceso de investigación.

DEDICATORIA

A mis queridos tíos Ludgerio y Marina Terrones Pérez por brindarme su apoyo incondicional en mi formación como profesional, por inculcarme una buena orientación, principios y valores para ser una persona de bien.

A mi abuelo Arturo Terrones Padilla en el cielo y a mi abuela Griselda Pérez Becerra que aún se encuentra con nosotros y me brinda su apoyo y fortaleza para alcanzar mis metas propuestas y seguir adelante en mi desarrollo personal y profesional.

Osler Mego Terrones

A mi madre Rita Cubas Olivera y a mi padre Eleuterio Muñoz Perez quienes me inculcaron valores y apoyo constante en mi formación personal y profesional.

A mis hermanos Luis Bertoni y Bertha por sus consejos, dedicación y apoyo incondicional en todo momento.

Ronald Muñoz Cubas

ANEXOS

Anexo 1

Propuesta técnica ambiental de un sistema de tratamiento de aguas residuales con lagunas de estabilización en el centro poblado San Miguel de Las Naranjas - Jaén.

El desarrollo de la propuesta consistió en evaluar los aspectos técnicos ambientales que se requieren para implementar un sistema de tratamiento de aguas residuales en el Centro Poblado San Miguel de Las Naranjas. Además se pretende disminuir la contaminación del efluente con un sistema de lagunas de estabilización que contemple en su proceso el pretratamiento, tratamiento primario y secundario de las aguas residuales y cumpla con los requisitos especificados en el D.S 003 – 2010 MINAM para ser vertido hacia un cuerpo receptor sin causar impactos negativos al ecosistema y salvaguardar la salud de los pobladores.

Tabla 13

Descripción de la propuesta técnica ambiental de un sistema de tratamiento de aguas residuales con lagunas de estabilización

ASPECTOS	CRITERIOS PRELIMINARES DE IMPLEMENTACIÓN	
Aspecto ambiental	Suelo	Topografía Estudio geotécnico Estudio estructural
	Clima	Precipitación Temperatura Tipo de clima Dirección y velocidad del viento
	Recurso hídrico	Distancia del Efluente – cuerpo receptor. Estudio del cuerpo receptor Reutilización del efluente
	Espacial	Amplitud y espaciado del área Distancia alguna avenida y al centro poblado. Protección perimetral del sistema de tratamiento. Factibilidad de construcción y vía de acceso.
	Flora	Cobertura vegetal Cultivos adyacentes
	CRITERIOS PROPUESTOS DE IMPLEMENTACIÓN	
Aspecto técnico	Pretratamiento	Cámara de rejas. Desarenador Cámara de retención de grasas
	Tratamiento primario	Laguna anaerobia
	Tratamiento secundario	Laguna facultativa Laguna de maduración

Diagrama de flujo de la “Propuesta técnica ambiental de un sistema de tratamiento de aguas residuales con lagunas de estabilización en el centro poblado San Miguel de Las Naranjas - Jaén”

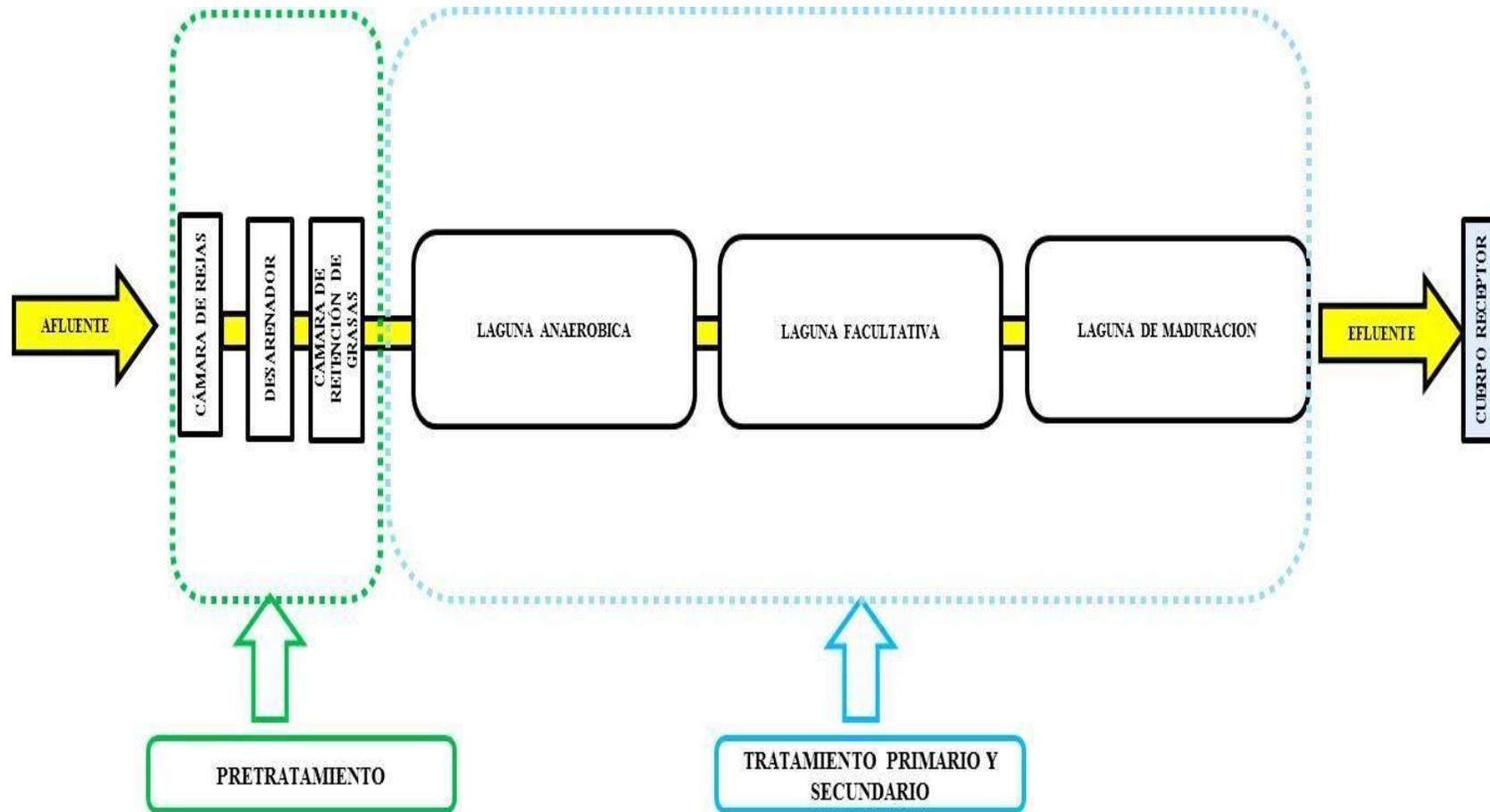


Figura 21. Diagrama de Flujo de la Propuesta

Fuente: Elaboración propia

Plano de distribución de la “Propuesta técnica ambiental de un sistema de tratamiento de aguas residuales con lagunas de estabilización en el centro poblado San Miguel de Las Naranjas - Jaén”

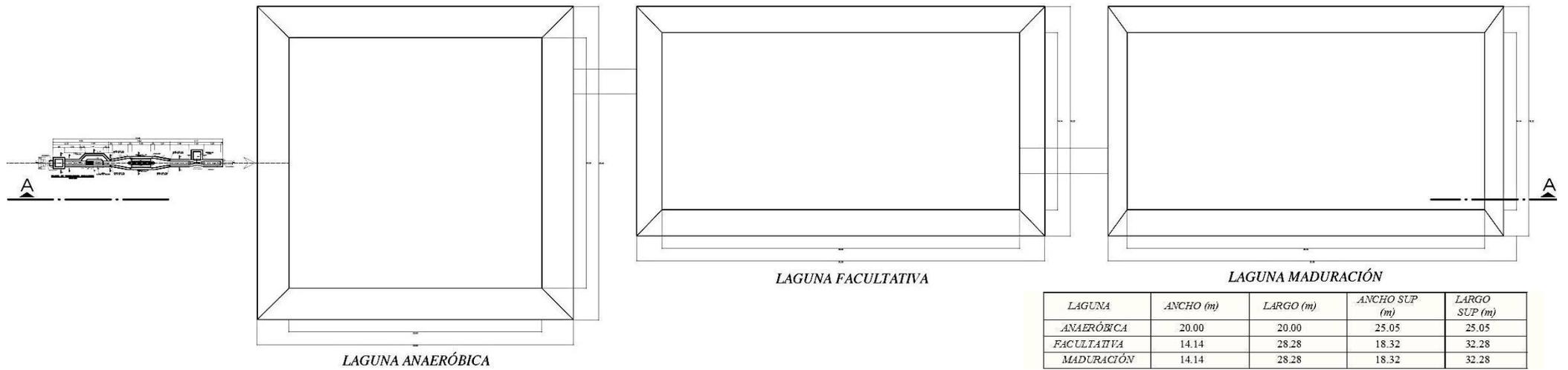


Figura 22. Plano de distribución del sistema de tratamiento de aguas residuales con lagunas de estabilización

Plano de corte de la “Propuesta técnica ambiental de un sistema de tratamiento de aguas residuales con lagunas de estabilización en el centro poblado San Miguel de Las Naranjas - Jaén”

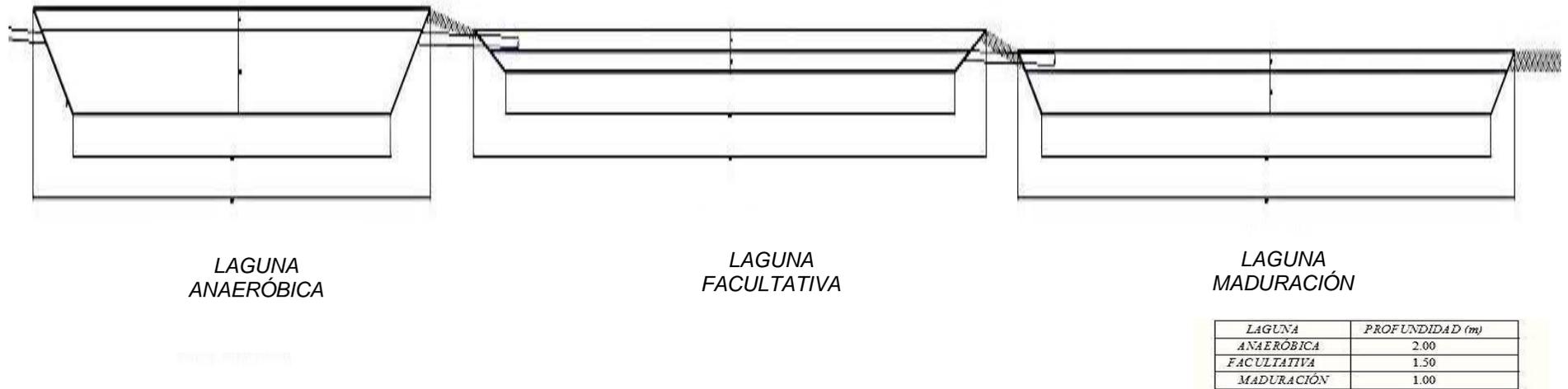


Figura 23. Plano de corte del sistema de tratamiento de aguas residuales con lagunas de estabilización

Anexo 2

Panel fotográfico



Figura 24. Recolección de muestras de agua residual del efluente

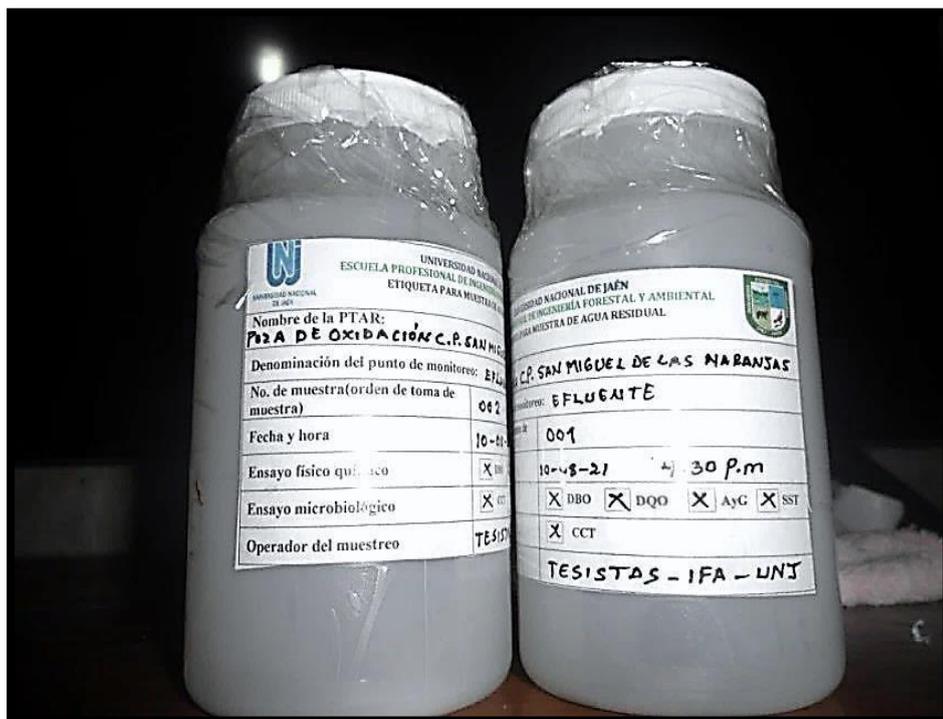


Figura 25. Etiquetado de las muestras de agua residual



Figura 26. Ejecución de la Calicata 001 - Excavando la tierra



Figura 27. Etiquetado de la muestra de suelo – Muestra inalterada



Figura 28. Proceso de recolección de la muestra de suelo



Figura 29. Etiquetado de la muestra de suelo disturbada



Figura 30. Ejecución de Calicata 001



Figura 31. Georreferenciación de la Quebrada Las Naranjas



Figura 32. Recorrido del efluente hacia el cuerpo receptor



Figura 33. Tipo de Drone utilizado (MAVIC AIR 2)



Figura 34. Manejo y operación del Drone (MAVIC AIR 2)



Figura 35. Imagen aérea del centro poblado San Miguel de Las Naranjas - Jaén

Anexo 3

Solicitud de autorización para el ingreso a la poza de oxidación del centro poblado San Miguel de Las Naranjas – Jaén.

SOLICITO AUTORIZACIÓN PARA EL INGRESO A LA POZA DE OXIDACIÓN DEL CENTRO POBLADO MENOR SAN MIGUEL DE LAS NARANJAS – JAÉN.

SR: ALCALDE DELEGADO DEL CENTRO POBLADO MENOR SAN MIGUEL DE LAS
NARANJAS – JAÉN.
TEOFILO RAFAEL FLORES

Los Bachilleres de la Carrera profesional de Ingeniería Forestal y Ambiental de la Universidad Nacional de Jaén, Mego Terrones Osler identificado con DNI N° 70036443 y Muñoz Cubas Ronald identificado con DNI N° 48060597, nos dirigimos a Ud. para saludarle y al mismo tiempo tener que manifestarle lo siguiente:

Que por motivo de obtener el título profesional en la Carrera profesional de Ingeniería Forestal y Ambiental se nos exige presentar como prerrequisito un proyecto de tesis de investigación, el cual hemos visto por conveniente realizarlo en la poza de oxidación del centro poblado menor San Miguel de Las Naranjas, este proyecto consiste en realizar un estudio a partir del análisis y evaluación de los parámetros fisicoquímicos y biológicos del agua residual de la poza de oxidación y a la vez realizar una propuesta técnica de una nueva poza de oxidación en beneficio de la población, por lo cual solicitamos a Ud. la autorización para realizar los estudios correspondientes.

POR LO TANTO: Rogamos a Ud. Acceder a nuestra petición por ser de necesidad.

Sin otro particular nos despedimos de Ud. No sin antes reiterarle nuestras muestras de consideración y estima.

Jaén, 22 de enero del 2021.

ATENTAMENTE


MEGO TERRONES OSLER
DNI N° 70036443


MUÑOZ CUBAS RONALD
DNI N° 48060597



Anexo 4

Informe del análisis fisicoquímico y microbiológico del efluente de la poza de oxidación del centro poblado San Miguel de Las Naranjas – Jaén.

		UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO LABORATORIO DE SERVICIOS A LA COMUNIDAD E INVESTIGACION			
LASACI					
INFORME DE ANÁLISIS LASACI - UNT					
SOLICITANTE		: OSLER MEGO TERRONES			
		RONALD MUÑOZ CUBAS			
PROYECTO		: "Propuesta Técnica Ambiental de un Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales con Lagunas de Estabilización en el Centro Poblado San Miguel de las Naranjas-Jaén"			
MUESTRA		: AGUA Poza de Oxidación			
PROCEDENCIA		: CENTRO POBLADO SAN MIGUEL DE LAS NARANJAS			
FECHA DE INGRESO		:			
MUESTRA RECIBIDA EN LABORATORIO		:			
ANÁLISIS FISICOQUÍMICO:					
FISICOQUÍMICOS		UNIDADES	RESULTADO	LMP	
ACEITES Y GRASAS		mg/L	82.4	20	
SOLIDOS EN SUSPENSIÓN		mg/L	112.3	150	
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO		mg/L	43.76	100	
DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO		mg/L	177.86	200	
OXÍGENO DISUELTO		mg/L	8.65	>5	
POTENCIAL DE HIDRÓGENO (pH)		-	6.44	6.5 - 8.5	
TEMPERATURA		°C	23.8	**	
ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO:					
MICROBIOLÓGICOS		UNIDADES	RESULTADO	LMP	
Coliformes fecales		NMP / 100ml	11*10 ⁵	1000	
Escherichia Coli		NMP / 100ml	6*10 ⁵	**	
Helmintos patógenos		N° Org / L	0.7	**	
Coliformes termotolerantes		NMP / 100ml	18*10 ⁵	10 ⁴	
Coliformes totales		NMP / 100ml	31*10 ⁵	**	
TRUJILLO, 19 DE AGOSTO DEL 2021					
					
AGUAS - SUELOS - ALIMENTOS - MINERALES - ACEITE - CARBON - CAL					
FACULTAD DE INGENIERIA QUIMICA					
✉ lasaciunt@gmail.com ☎ 949959632					

Anexo 5

Informe del análisis geotécnico y mecánica de suelos del área de estudio con fines de cimentación

REGISTRO DE PERFORACIONES



TECNISU F&F S.R.L.
TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

PAVIMENTOS - CONCRETO - ASFALTO - ROTURAS DE TESTIGOS
 CIMENTACIONES - CANTERAS - PROYECTOS DE CARRETERAS - LABORATORIO
 CALLE SUCRE N° 1652 - PUEBLO NUEVO - CEL. 942150091

REGISTRO DE PERFORACIONES

SOLICITANTE : MEGO TERRONES OSLER - MUÑOS CUBAS RONALD

PROYECTO : PROPUESTA TECNICA AMBIENTAL DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUALES CON LAGUNAS DE ESTABILIZACION EN EL CENTRO POBLADO SAN MIGUEL DE LAS NARANJAS - JAEN

UBICACION : C.P. SAN MIGUEL DE LAS NARANJAS, DISTRITO JAEN, REGION CAJAMARCA

PERFORACION : C - 01 - POZA DE OXIDACION - COORD. E: 0738775 - N: 9364840

FECHA : 13 DE AGOSTO DEL 2021

COTA (m)	PROFUNDIDAD (m)	SIMBOLO	NATURALEZA DEL TERRENO	MUESTRAS	OBSERVAC.
	0.00	∨ ∨ ∨ ∨	Materia organica, material no clasificado		
	0.17	∨ ∨ ∨ ∨			
	2.00	CL	Material conformado por arcillas inorganicas de color beige de consistencia semi dura de mediana a baja plasticidad. Con humeda natural de 18.39%. L.L : 43.68 L.P : 26.50 I.P : 17.18	M - 1	

Registro INDECOPI N° 00064062

TECNISU F&F S.R.L.
 TÉCNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

Carlos E. Becerra Guevara
 TÉCNICO LABORATORISTA

TECNISU F&F S.R.L.
 TÉCNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

Ing. Ernesto Flores Lozada
 CIP: 76292

CLASIFICACIÓN SUCS



TECNISU F&F S.R.L. TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

PAVIMENTOS - CONCRETO - ASFALTO - ROTURAS DE TESTIGOS
CIMENTACIONES - CANTERAS - PROYECTOS DE CARRETERAS - LABORATORIO
CALLE SUCRE N° 1652 - PUEBLO NUEVO - CEL. 942150091

LIMITES DE ATTERBERG

ASTM D-4318 - MTC - E - 111

SOLICITANTE : MEGO TERRONES OSLER - MUÑOS CUBAS RONALD
PROYECTO : PROPUESTA TECNICA AMBIENTAL DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUALES CON LAGUNAS DE ESTABILIZACION EN EL CENTRO POBLADO SAN MIGUEL DE LAS NARANJAS - JAEN
UBICACIÓN : C.P. SAN MIGUEL DE LAS NARANJAS, DISTRITO JAEN, REGION CAJAMARCA
LUGAR : C - 01 - POZA DE OXIDACION
FECHA : 13 DE AGOSTO DEL 2021

LIMITE LIQUIDO

CALICATA N° - MUESTRA N°	M - 1			---		
	0.17 - 2.00			---		
PROFUNDIDAD (m)						
Número de golpes	16	24	30	---	---	---
1. Recipiente N°	7	2	3	---	---	---
2. Peso suelo húmedo + Tara (gr)	47.89	49.90	54.18	---	---	---
3. Peso suelo seco + Tara (gr)	37.56	39.06	42.62	---	---	---
4. Peso de la Tara (gr)	15.06	14.28	15.48	---	---	---
5. Peso del agua (gr)	10.33	10.84	11.56	---	---	---
6. Peso del suelo seco (gr)	22.50	24.78	27.14	---	---	---
7. Humedad (%)	45.91	43.74	42.59	---	---	---

LIMITE PLASTICO

CALICATA N° - MUESTRA N°	M - 1			---		
	0.17 - 2.00			---		
PROFUNDIDAD (m)						
1. Recipiente N°	21	---	---	---	---	---
2. Peso suelo húmedo + Tara (gr)	21.13	---	---	---	---	---
3. Peso suelo seco + Tara (gr)	19.54	---	---	---	---	---
4. Peso de la Tara (gr)	13.54	---	---	---	---	---
5. Peso del agua (gr)	1.59	---	---	---	---	---
6. Peso del suelo seco (gr)	6.00	---	---	---	---	---
7. Humedad (%)	26.50	---	---	---	---	---

GRAFICO DEL LIMITE LIQUIDO



MUESTRA		
	M - 1	---
L.L.	43.68	---
L.P.	26.50	---
I.P.	17.18	---

CLASIFICACION		
MUESTRA	SUCS	AASHTO
M - 1	CL	

Observaciones: **TECNISU F&F S.R.L.**
TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS
Registro INDECOPÍ N° 00064062

Carlos E. Becerra Guevara
TÉCNICO LABORATORISTA

TECNISU F&F S.R.L.
TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS
Ing. Ernesto Flores Lozada
CIP: 76292



TECNISU F&F S.R.L.

TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

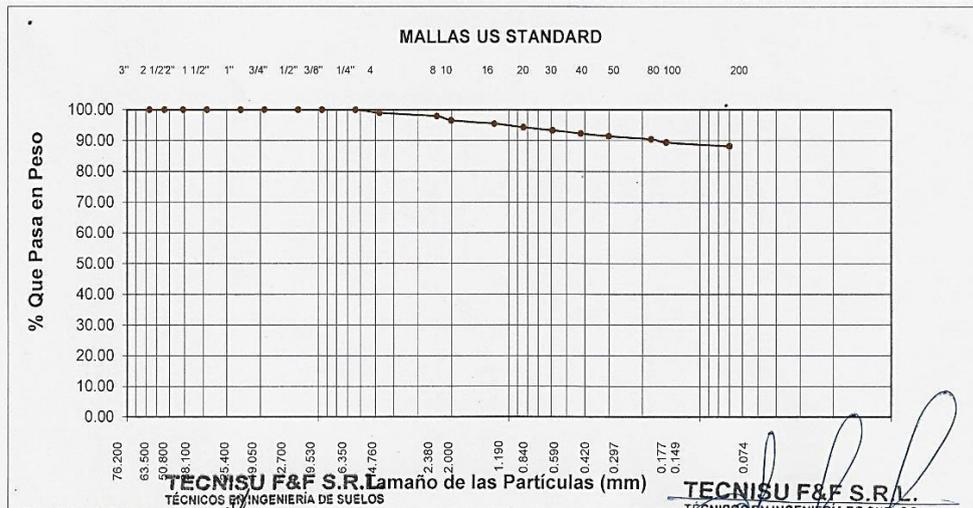
PAVIMENTOS - CONCRETO - ASFALTO - ROTURAS DE TESTIGOS
 CIMENTACIONES - CANTERAS - PROYECTOS DE CARRETERAS - LABORATORIO
 CALLE SUCRE N° 1652 - PUEBLO NUEVO - CEL. 9 4215 0091

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

MTC - E 204

SOLICITANTE : MEGO TERRONES OSLER - MUÑOS CUBAS RONALD
 PROYECTO : PROPUESTA TECNICA AMBIENTAL DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUALES CON LAGUNAS DE ESTABILIZACION EN EL CENTRO POBLADO SAN MIGUEL DE LAS NARANJAS - JAEN
 UBICACIÓN : C.P. SAN MIGUEL DE LAS NARANJAS, DISTRITO JAEN, REGION CAJAMARCA
 FECHA : 13 DE AGOSTO DEL 2021
 LUGAR : POZA DE OXIDACION
 CALICATA N°: C - 01 MUESTRA N°: M - 1 PROFUNDIDAD : 0.17 - 2.00 m.

Abertura Malla		Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones	CLASIFICACION SUCS
Pulg.	mm.						
3"	76.20						CL, arcillas inorgánicas de mediana plasticidad.
2 1/2"	63.50						
2"	50.80						
1 1/2"	38.10						
1"	25.40						
3/4"	19.05						L.L. : 43.68
1/2"	12.70						L.P. : 26.50
3/8"	9.53						I.P. : 17.18
1/4"	6.35				100.00		CLASIFICACION AASHTO :
N° 04	4.76	2.51	1.01	1.01	98.99		
N° 08	2.38	2.75	1.10	2.11	97.89		Humedad Natural : 18.39
N° 10	2.00	3.27	1.31	3.43	96.57		
N° 16	1.19	2.81	1.13	4.56	95.44		OBSERVACIONES:
N° 20	0.84	2.86	1.15	5.71	94.29		
N° 30	0.59	2.39	0.96	6.67	93.33		
N° 40	0.42	2.55	1.02	7.69	92.31		
N° 50	0.30	2.23	0.90	8.59	91.41		
N° 80	0.18	2.38	0.96	9.54	90.46		
N° 100	0.15	2.57	1.03	10.57	89.43		
N° 200	0.07	3.12	1.25	11.83	88.17		
<N° 200		219.45	88.17	100.00	0.00		
Peso Inicial		248.89					



Registro INDECOPI N° 00064062

Carlos E. Becerra Guevara
 TÉCNICO LABORATORISTA

TECNISU F&F S.R.L.
 TÉCNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

Ing. Ernesto Flores Lozada
 CIP: 76292

CAPACIDAD PORTANTE



TECNISU F&F S.R.L. TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

**PAVIMENTOS - CONCRETO - ASFALTO - ROTURAS DE TESTIGOS
CIMENTACIONES - CANTERAS - PROYECTOS DE CARRETERAS - LABORATORIO
CALLE SUCRE N° 1652 - PUEBLO NUEVO - CEL. 9 4215 0091**

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

ASTM - D3080

Solicitante : MEGO TERRONES OSLER - MUÑOS CUBAS RONALD
Proyecto : PROPUESTA TECNICA AMBIENTAL DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUALES CON LAGUNAS DE ESTABILIZACION EN EL CENTRO POBLADO SAN MIGUEL DE LAS NARANJAS - JAEN
Ubicación : C.P. SAN MIGUEL DE LAS NARANJAS, DISTRITO JAEN, REGION CAJAMARCA
Calicata : C - 01 - LAGUNA DE ESTABILIZACION - COORD: E: 0738775 - N: 9364840
Profundidad : 2.00 m SUCS: CH
Fecha : 13 DE AGOSTO DEL 2021 Estado: INALTERADA

Esfuerzo Normal (Kg/cm ²)	1		2 Kg/cm ²		4 Kg/cm ²	
Etapa	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Altura (cm)	2.1	2.05	2.00	1.96	1.99	1.81
Diámetro (cm)	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00
Humedad (%)	18.39	18.62	18.81	18.34	14.92	19.02
Densidad Seca (gr/cm ³)	1.54	1.57	1.54	1.64	1.56	1.73

1			2Kg/cm ²			4Kg/cm ²		
Deformación (%)	Esf. de Corte (Kg/cm ²)	Esfuerzo Normaliz.	Deformación (%)	Esf. de Corte (Kg/cm ²)	Esfuerzo Normaliz.	Deformación (%)	Esf. de Corte (Kg/cm ²)	Esfuerzo Normaliz.
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.05	0.14	0.14	0.05	0.38	0.19	0.05	0.83	0.21
0.10	0.17	0.17	0.10	0.44	0.22	0.10	0.95	0.24
0.20	0.23	0.23	0.20	0.51	0.26	0.20	1.16	0.29
0.35	0.28	0.28	0.35	0.60	0.30	0.35	1.22	0.31
0.50	0.33	0.33	0.50	0.67	0.34	0.50	1.27	0.32
0.75	0.37	0.37	0.75	0.74	0.37	0.75	1.34	0.34
1.00	0.40	0.40	1.00	0.78	0.39	1.00	1.40	0.35
1.25	0.43	0.43	1.25	0.81	0.41	1.25	1.44	0.36
1.50	0.44	0.44	1.50	0.83	0.42	1.50	1.46	0.37
1.75	0.46	0.46	1.75	0.84	0.42	1.75	1.47	0.37
2.00	0.47	0.47	2.00	0.85	0.43	2.00	1.48	0.37
2.50	0.50	0.50	2.50	0.87	0.44	2.50	1.48	0.37
3.00	0.51	0.51	3.00	0.87	0.44	3.00	1.48	0.37
3.50	0.53	0.53	3.50	0.86	0.43	3.50	1.47	0.37
4.00	0.54	0.54	4.00	0.86	0.43	4.00	1.47	0.37
4.50	0.54	0.54	4.50	0.85	0.43	4.50	1.46	0.37
5.00	0.55	0.55	5.00	0.85	0.43	5.00	1.46	0.37
6.00	0.57	0.57	6.00	0.83	0.42	6.00	1.45	0.36
7.00	0.57	0.57	7.00	0.82	0.41	7.00	1.44	0.36
8.00	0.57	0.57	8.00	0.81	0.41	8.00	1.43	0.36
9.00	0.57	0.57	9.00	0.80	0.40	9.00	1.43	0.36
10.00	0.57	0.57	10.00	0.80	0.40	10.00	1.43	0.36
11.00	0.57	0.57	11.00	0.79	0.40	11.00	1.43	0.36
12.00	0.57	0.57	12.00	0.79	0.40	12.00	1.43	0.36

TECNISU F&F S.R.L.
TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

Carlos E. Becerra Guevara
TECNICO LABORATORISTA

TECNISU F&F S.R.L.
TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

Ing. Ernesto Flores Lozada
CIP: 76292



TECNISU F&F S.R.L.

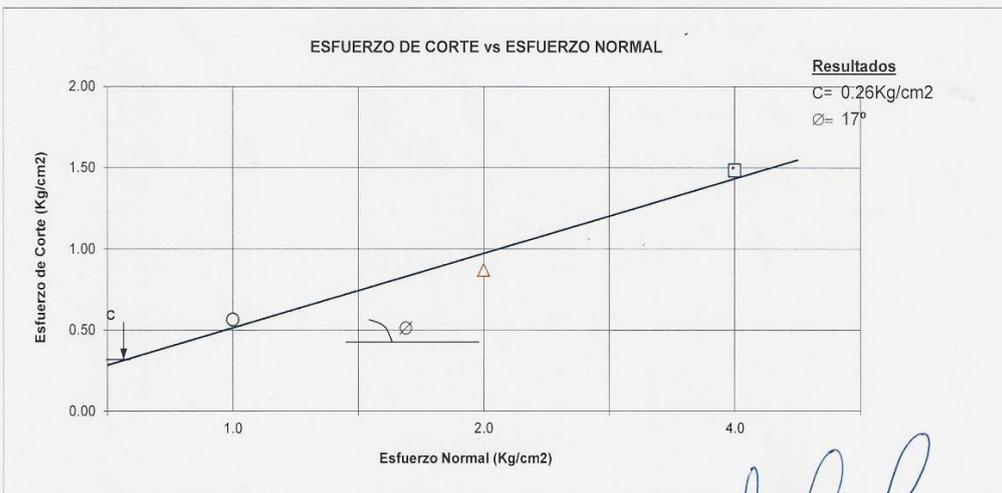
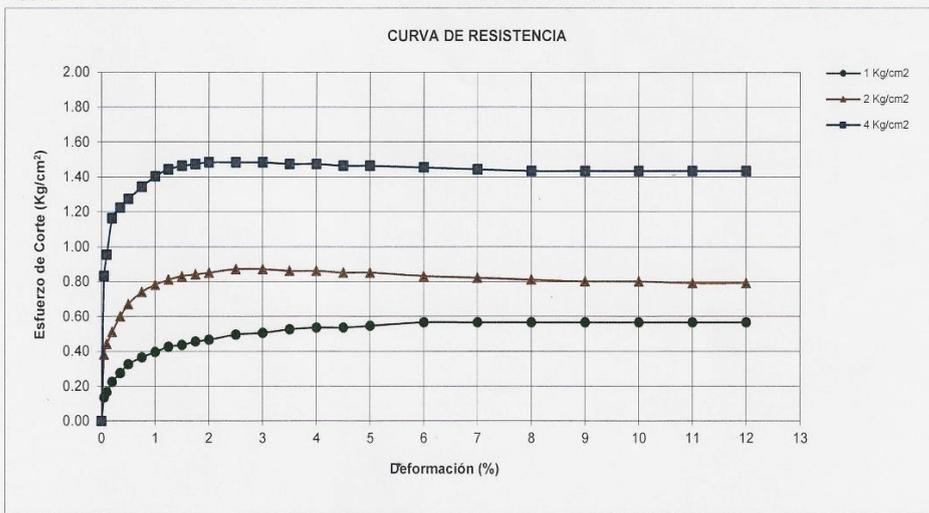
TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

PAVIMENTOS - CONCRETO - ASFALTO - ROTURAS DE TESTIGOS
CIMENTACIONES - CANTERAS - PROYECTOS DE CARRETERAS - LABORATORIO
CALLE SUCRE N° 1652 - PUEBLO NUEVO - CEL. 942150091

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

ASTM - D3080

Solicitante : MEGO TERRONES OSLER - MUÑOS CUBAS RONALD
Proyecto : PROPUESTA TECNICA AMBIENTAL DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUALES CON LAGUNAS DE ESTABILIZACION EN EL CENTRO POBLADO SAN MIGUEL DE LAS NARANJAS - JAEN
Ubicación : C.P. SAN MIGUEL DE LAS NARANJAS, DISTRITO JAEN, REGION CAJAMARCA
Calicata : C - 01 - POZA DE OXIDACION - COORD: E: 0738775 - N: 9364840
Profundidad : 2.00 m SUCS: CH
Fecha : 13 DE AGOSTO DEL 2021 Estado: INALTERADA



TECNISU F&F S.R.L.
TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS
Carlos E. Becerra Guevara
TÉCNICO LABORATORISTA

TECNISU F&F S.R.L.
TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS
Ing. Ernesto Flores Lobato
CIP: 76292



TECNISU F&F S.R.L.

TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

PAVIMENTOS - CONCRETO - ASFALTO - ROTURAS DE TESTIGOS
CIMENTACIONES - CANTERAS - PROYECTOS DE CARRETERAS - LABORATORIO
CALLE SUCRE N° 1652 - PUEBLO NUEVO - CEL. 942150091

SOLICITANTE : MEGO TERRONES OSLER - MUÑOS CUBAS RONALD
PROYECTO : PROPUESTA TECNICA AMBIENTAL DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUALES CON LAGUNAS DE ESTABILIZACION EN EL CENTRO POBLADO SAN MIGUEL DE LAS NARANJAS - JAEN
UBICACIÓN : C.P. SAN MIGUEL DE LAS NARANJAS, DISTRITO JAEN, REGION CAJAMARCA
CALICATA : C - 01 POZA DE OXIDACION
FECHA : 13 DE AGOSTO DEL 2021

CAPACIDAD PORTANTE (FALLA LOCAL)

$$q_d = (2/3)C \cdot N'_c + Y \cdot Z \cdot N'_q + 0.5 Y \cdot B \cdot N'_y$$

Donde:

q_d = Capacidad de Carga limite en Tm/m²

C = Cohesión del suelo en Tm/m²

Y = Peso volumétrico del suelo en Tm/m³

Df = Profundidad de desplante de la cimentación en metros

B = Ancho de la zapata, en metros

N'_c N'_q, N'_y = Factores de carga.

DATOS:

Ø =	17 °
C =	0.26 Kg/cm ²
Y =	1.491gr/cm ³
Df =	1.50 m
B =	1.00 m
N _c =	10.80
N _q =	2.00
N _y =	0.90

$$q_d = 23.86 \text{ Tm/m}^2$$

$$q_d = 2.39 \text{ Kg/cm}^2$$

* Factor de seguridad (FS=3)

PRESION ADMISIBLE

$$q_a = 0.80 \text{ Kg/cm}^2$$

TECNISU F&F S.R.L.
TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

Carlos E. Becerra Guevara
TÉCNICO LABORATORISTA

TECNISU F&F S.R.L.
TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

Ing. Ernesto Flores Lozada
CIP: 76292

DENSIDAD NATURAL



TECNISU F&F S.R.L.

TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

PAVIMENTOS - CONCRETO - ASFALTO - ROTURAS DE TESTIGOS
 CIMENTACIONES - CANTERAS - PROYECTOS DE CARRETERAS - LABORATORIO
 CALLE SUCRE N° 1652 - PUEBLO NUEVO - CEL. 942150091

DENSIDAD NATURAL HUMEDA

(A.S.T.M. D 2937)

SOLICITANTE : MEGO TERRONES OSLER - MUÑOS CUBAS RONALD

PROYECTO : PROPUESTA TECNICA AMBIENTAL DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUALES CON LAGUNAS DE ESTABILIZACION EN EL CENTRO POBLADO SAN MIGUEL DE LAS NARANJAS - JAEN

UBICACIÓN : C.P. SAN MIGUEL DE LAS NARANJAS, DISTRITO JAEN, REGION CAJAMARCA

CALICATA : C - 01 - POZA DE OXIDACION

PROFUNDIDAD : 0.17 - 2.00 m **FECHA** : 13 DE AGOSTO DEL 2021

ENSAYO :	M - 01		
PESO MUESTRA + PESO MUESTREADOR	173.85		
PESO MUESTREADOR	37.00		
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA	136.85		
VOLUMEN DEL MUESTREADOR (cm3)	75.00		
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm3)	1.82		

DENSIDAD SECA

(A.S.T.M. D 2937)

	M - 1		
PESO DE LA MUESTRA gr	100.00		
DENSIDAD NATURAL HUMEDAD	1.82		
DENSIDAD AGUA (gr/cm3)	1.00		
CONTENIDO DE HUMEDAD %	18.39		
DENSIDAD SECA (gr/cm3)	1.54		

TECNISU F&F S.R.L.
 TÉCNICOS EN INGENIERÍA DE SUELOS

 Carlos E. Becerra Guevara
 TÉCNICO LABORATORISTA

TECNISU F&F S.R.L.
 TÉCNICOS EN INGENIERÍA DE SUELOS

 Ing. Ernesto Flores Lozada
 CIP: 76292

ANÁLISIS QUÍMICO



TECNISU F&F S.R.L. TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

PAVIMENTOS - CONCRETO - ASFALTO - ROTURAS DE TESTIGOS
CIMENTACIONES - CANTERAS - PROYECTOS DE CARRETERAS - LABORATORIO
CALLE SUCRE N° 1652 - PUEBLO NUEVO - CEL. 942150091

ANÁLISIS QUÍMICO DEL SUELO

SOLICITANTE : MEGO TERRONES OSLER - MUÑOS CUBAS RONALD
PROYECTO : PROPUESTA TECNICA AMBIENTAL DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUALES CON
LAGUNAS DE ESTABILIZACION EN EL CENTRO POBLADO SAN MIGUEL DE LAS NARANJAS - JAEN
UBICACIÓN : C.P. SAN MIGUEL DE LAS NARANJAS, DISTRITO JAEN, REGION CAJAMARCA
LUGAR : POZA DE OXIDACION
CERTIFICADO ENTREGADO : TECNISU F&F S. R.L.
FECHA : 13 DE AGOSTO DEL 2021

RESULTADOS DE LABORATORIO

CALICATA	MUESTRA (m)	P.P.M.			
		PH	Sales Totales	Cloruros	Sulfatos
C - 01	M - 1	6.6	152.7	87.3	91.6

OBSERVACIONES : _____

Registro INDECOPI N° 00064062

TECNISU F&F S.R.L.
TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS
Carlos E. Becerra Guevara
TÉCNICO LABORATORISTA

TECNISU F&F S.R.L.
TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS
Ing. Ernesto Flores Luzada
CIP: 76292

Anexo 6

Registro de datos para monitoreo del agua residual

Tabla 14

Registro de datos de campo

Nombre de EPS/Municipio: Centro Poblado San Miguel de Las Naranjas			
Nombre de PTAR: Poza de Oxidación San Miguel de Las Naranjas			
Ubicación de PTAR: E 0738775 y N 9364840			
Localidad: CP. San Miguel de Las Naranjas	Distrito: Jaén	Provincia : Jaén	Departamento : Cajamarca
IDENTIFICACIÓN DE PUNTOS DE MONITOREO: Efluente			
Denominación del punto de muestreo (efluente): Punto 001			
COORDENADAS U.T.M. (WGS84)			
Norte: 9364840	Este : 0738775	Zona UTM: 17 M	Altitud: 1220
Datos del GPS (marca, modelo, número de serie, precisión del equipo) Marca GARMIN Modelo GPSMAP 64s			

Fuente: Formato único de la RM – N° 273-2013-VIVIENDA

Tabla 15*Etiqueta para muestras de agua residual*

 	
UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL Y AMBIENTAL ETIQUETA PARA MUESTRA DE AGUA RESIDUAL	
Nombre de la PTAR:	
Poza de oxidación CP. San Miguel de Las Naranjas	
Denominación del punto de monitoreo:	
Efluente	
Nº. de muestra(orden de toma de muestra)	001 - 002
Fecha y hora	10 – 08 – 2021 4:30 p.m
Ensayo físico químico	<input checked="" type="checkbox"/> DBO <input checked="" type="checkbox"/> DQO <input checked="" type="checkbox"/> AyG <input checked="" type="checkbox"/> SST
Ensayo microbiológico	<input checked="" type="checkbox"/> CCT
Operador del muestreo	Tesistas - IFA - UNJ

Fuente: Formato único de la RM – N° 273-2013-VIVIENDA

Tabla 16*Registro de cadena de custodia*

Nombre de la PTAR: Poza de Oxidación CP San Miguel de Las Naranjas		
Muestra	001 – 002	
Identificación de puntos de monitoreo:	Efluente	
Fecha / Hora toma de muestra	10 – 08 – 2021 / 4:30 p.m	
Tipo de frasco	Frascos plásticos de boca ancha de 500 ml de capacidad	
Volumen	5 Litros	
Reactivos preservación	-	
Parámetro a ser medido	AyG	x
	DBO	x
	DQO	x
	CTT	x
	SST	x
Observaciones	-	
Hora de entrega al medio de transporte:	7: 30 p.m	

Fuente: Formato único de la RM – N° 273-2013-VIVIENDA