



UNIVERSIDAD NACIONAL
SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO

FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

TESIS

COMPORTAMIENTO TEMPORAL DE LA EFICIENCIA DE UN PILOTO DE SISTEMA FRANCÉS PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS, BAJO CONDICIONES ALTOANDINAS, RECUAY, ÁNCASH - 2023

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
Ingeniero Ambiental

Presentada por:

Br. Quijano Reynalte, Alexa Xiomira

Asesor:

M.Sc. Castillo Vergara, Francisco Nemecio

 <https://orcid.org/0000-0002-6799-3495>

Asesor externo:

M.Sc. Palacios Robles, Edson Desciomar

SUBLÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Control, monitoreo, remediación y evaluación ambiental

Huaraz – Perú

2025





"Año de la Recuperación y Consolidación de la Economía Peruana"

ACTA DE SUSTENTACIÓN Y DEFENSA DE TESIS

Los Miembros del Jurado en pleno que suscriben, reunidos en la fecha, en el Auditorio de la Facultad de Ciencias del Ambiente (FCAM) de la Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo (UNASAM), 1er. Piso - Pabellón J - Ciudad Universitaria - Independencia - Huaraz, de conformidad a la normatividad vigente procesan el acto académico público de sustentación y defensa de la tesis "**COMPORTAMIENTO TEMPORAL DE LA EFICIENCIA DE UN PILOTO DE SISTEMA FRANCÉS PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS, BAJO CONDICIONES ALTOANDINAS, RECUAY, ANCASH-2023**" que presenta **QUIJANO REYNALTE ALEXA XIOMIRA**, para optar el **Título Profesional de Ingeniero Ambiental**

En seguida, después de haber atendido la exposición oral y escuchada las respuestas a las preguntas y observaciones formuladas, lo declaramos:

Aprobado con distinción

Con el calificativo de: *Dieciocho (18)*

En consecuencia, **QUIJANO REYNALTE ALEXA XIOMIRA**, queda expedito para que el Consejo de Facultad de la FCAM-UNASAM apruebe el otorgamiento de su **Título Profesional de Ingeniero Ambiental** de conformidad al Art. 113 numeral 113.9 del Reglamento General de la UNASAM (Resolución de Consejo Universitario N° 399-2015-UNASAM), el Art. 48° y 4ta. disposición complementaria del Reglamento General de Grados y Títulos de la UNASAM (Resolución de Consejo Universitario - Rector N° 761-2017-UNASAM).

Huaraz, 31 de marzo de 2025

Dr. MAXIMILIANO LOARTE RUBINA
Jurado de tesis (presidente)

M. Sc. ROSARIO ADRIANA POLO SALAZAR
Jurado de tesis (1er. miembro)

M. Sc. YRMA SOLEDAD MIMAYA SALINAS
Jurado de tesis (2do. miembro)

M. Sc. FRANCISCO NEMEICIO CASTILLO VERGARA
Asesor de tesis

CONFORMIDAD DE TESIS PARA IMPRESIÓN Y EMPASTADO

Los miembros de jurado de tesis, Dr. Maximiliano Loarte Rubina (presidente), MSc. ROSARIO ADRIANA POLO SALAZAR (1er. miembro) y MSc. YRMA SOLEDAD MINAYA SALINAS (2do. miembro)

HACEMOS CONSTAR:

Que, **QUIJANO REYNALTE ALEXA XIOMARA**, con código Universitario **171.0606.049**, tesista de la EPIA-FCAM-UNASAM; ha sustentado y defendido con éxito el 06/marzo/2025 la tesis "**COMPORTAMIENTO TEMPORAL DE LA EFICIENCIA DE UN PILOTO DE SISTEMA FRANCÉS PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS, BAJO CONDICIONES ALTOANDINAS, RECUAY, ANCASH - 2023**". Asimismo, consta en el acta haber aprobado con el calificativo de **Dieciséis (18)** y habiendo emitido el jurado informe con observaciones para edición y empastado, las mismas han sido subsanadas como corresponde. Por tanto, el jurado de tesis, autoriza para su **IMPRESIÓN** y **EMPASTADO** de conformidad al formato establecido por el repositorio institucional.

Huaraz, 22 de mayo de 2025.

Atentamente,



Dr. MAXIMILIANO LOARTE RUBINA
PRESIDENTE



MSc. ROSARIO ADRIANA POLO SALAZAR
PRIMER MIEMBRO



MSc. YRMA SOLEDAD MINAYA SALINAS
SEGUNDO MIEMBRO

C.c.:
- Arch.



CONSTANCIA **26-2024-UI-FCAM–UNASAM** EVALUACIÓN DE SIMILITUD

El que suscribe, Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ciencias del Ambiente de la Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo hace constar que:
La versión final de la tesis **“COMPORTAMIENTO TEMPORAL DE LA EFICIENCIA DE UN PILOTO DE SISTEMA FRANCÉS PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS, BAJO CONDICIONES ALTOANDINAS, RECUAY, ÁNCASH - 2023”**, de la joven **ALEXA XIOMIRA QUIJANO REYNALTE**, identificado con **DNI N°71531389**, tras ser sometido a revisión mediante la plataforma de evaluación de similitud por su asesor el M.Sc. Francisco Nemecio Castillo Vergara, conforme el Artículo 11° del Reglamento de Originalidad y/o Grado de Similitud de la Producción Académica, Científica e Investigativa de la Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo, Resolución de Consejo Universitario N° 126-2022-UNASAM, tiene una **similitud del 19%**.

Se expide la presente constancia, a solicitud del interesado para los fines que estime pertinente.

Huaraz, **27 de mayo de 2025**.



Ph.D Edwin Anibal Loarte Cadenas
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACION
FCAM - UNASAM

CC. Archivo
Adjunto: Informe de similitud antiplagio de su Asesor

Anexo de la R.C.U N° 126 -2022 -UNASAM
ANEXO 1
INFORME DE SIMILITUD.

El que suscribe (asesor) del trabajo de investigación titulado:

COMPORTAMIENTO TEMPORAL DE LA EFICIENCIA DE UN PILOTO DE SISTEMA FRANCÉS PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS, BAJO CONDICIONES ALTOANDINAS, RECUAY, ANCASH - 2023

Presentado por: Quijano Reynalte Alexa Xiomira

con DNI N°: 71531389

para optar el Título Profesional de:

Ingeniera Ambiental

Informo que el documento del trabajo anteriormente indicado ha sido sometido a revisión, mediante la plataforma de evaluación de similitud, conforme al Artículo 11 ° del presente reglamento y de la evaluación de originalidad se tiene un porcentaje de : 19 % de similitud.

Evaluación y acciones del reporte de similitud de los trabajos de los estudiantes/ tesis de pre grado (Art. 11, inc. 1).

Porcentaje			
Trabajos de estudiantes	Tesis de pregrado	Evaluación y acciones	Seleccione donde corresponda
Del 1 al 30%	Del 1 al 25%	Esta dentro del rango aceptable de similitud y podrá pasar al siguiente paso según sea el caso.	<input checked="" type="radio"/>
Del 31 al 50%	Del 26 al 50%	Se debe devolver al estudiante o egresado para las correcciones con las sugerencias que amerita y que se presente nuevamente el trabajo.	<input type="radio"/>
Mayores a 51%	Mayores a 51%	El docente o asesor que es el responsable de la revisión del documento emite un informe y el autor recibe una observación en un primer momento y si persistiese el trabajo es invalidado.	<input type="radio"/>

Por tanto, en mi condición de Asesor/ Jefe de Grados y Títulos de la EPG UNASAM/ Director o Editor responsable, firmo el presente informe en señal de conformidad y adjunto la primera hoja del reporte del software anti-plagio.

Huaraz, 19/06/2025



FIRMA

Apellidos y Nombres: M.Sc. Castillo Vergara Francisco Nemecio

DNI N°: 70189681

Se adjunta:

1. Reporte completo Generado por la plataforma de evaluación de similitud

ALEXA XIOMIRA QUIJANO REYNALTE

InformeFinalTesis_AlexaQuijano_v4_Reempl.docx

 Tesistas

 Tesistas

 Universidad Nacional Santiago Antunez de Mayolo

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::8100:455312372

Fecha de entrega

3 may 2025, 12:10 p.m. GMT-5

Fecha de descarga

3 may 2025, 1:16 p.m. GMT-5

Nombre de archivo

InformeFinalTesis_AlexaQuijano_v4_Reempl.docx

Tamaño de archivo

25.8 MB

278 Páginas

31.287 Palabras

169.254 Caracteres




19% Overall Similarity

The combined total of all matches, including overlapping sources, for each database.

Filtered from the Report

- ▶ Bibliography
- ▶ Quoted Text
- ▶ Cited Text
- ▶ Small Matches (less than 8 words)

Top Sources

- 16%  Internet sources
- 6%  Publications
- 11%  Submitted works (Student Papers)

Integrity Flags

0 Integrity Flags for Review

No suspicious text manipulations found.

Our system's algorithms look deeply at a document for any inconsistencies that would set it apart from a normal submission. If we notice something strange, we flag it for you to review.

A Flag is not necessarily an indicator of a problem. However, we'd recommend you focus your attention there for further review.

DEDICATORIA

A mis padres por su apoyo incondicional, a mis hermanos, por el soporte y motivación y a mis mejores amigos por su lealtad.



AGRADECIMIENTOS

Con profundo agradecimiento, quiero expresar mi gratitud a mi familia, por su apoyo incondicional y por la motivación brindada en esta etapa de mi vida. Su confianza ha sido esencial para mi desarrollo profesional.

Expreso mi gratitud a todas aquellas personas que, con su apoyo y compañía, han sido una parte fundamental de mi desarrollo profesional, en especial a mis amigos Jhonatan, Yadhira, Jhon, Ximena y Fiorella, por estar presentes en cada etapa, brindándome su aliento, confianza y amistad sincera.

Asimismo, extendiendo mi especial gratitud a mis asesores de tesis, al M.Sc. Francisco Nemecio Castillo Vergara por su valioso aporte científico y orientación en la culminación de esta investigación. Y de manera especial, a mi asesor externo, al M.Sc. Edson Desciomar Palacios Robles por su apoyo constante y desinteresado en toda la etapa de desarrollo de esta investigación. Sus palabras de orientación y aliento fueron la clave para no rendirme y continuar adelante en los momentos más desafiantes; y su guía y compromiso fueron fundamentales para alcanzar este logro.

A mis jurados de tesis, por dedicar su tiempo y esfuerzo en la revisión científica y guiarme con su orientación hacia la excelencia.

Esta investigación reconoce el apoyo del financiamiento otorgado en el “Concurso de subvenciones económicas a favor de graduados y estudiantes de pregrado para el desarrollo de actividades académicas y de investigación UNASAM-2023” de la Dirección del Instituto de Investigación (DII) y el Vicerrectorado de Investigación (VRI) de la Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo (UNASAM).

RESUMEN

La falta de tratamiento adecuado de las Aguas Residuales Domésticas (ARD) representa un problema ambiental y sanitario, afectando la calidad de vida de la población y generando impactos negativos en los sistemas acuáticos. En poblaciones rurales, en especial en zonas altoandinas, el acceso a este servicio es aún más limitado. A esto, se suma que las tecnologías convencionales como tanques sépticos e Imhoff, empleados en estas áreas presentan bajas eficiencias en la remoción de contaminantes debido a deficiencias en su diseño, operación y mantenimiento. Ante ello, la investigación tuvo como objetivo evaluar el comportamiento temporal de la eficiencia de un piloto de sistema Francés para el tratamiento de aguas residuales domésticas, bajo condiciones altoandinas. El sistema fue implementado en el centro poblado de Canrey Chico, Recuay, Áncash, considerando una carga hidráulica de 0.375 md^{-1} valor establecido como carga máximas recomendada para este tipo de sistemas. La evaluación del desempeño se desarrolló durante seis meses de operación, se evaluó la eficiencia de remoción de contaminantes físico, químicos y microbiológicos en las 1^{era} etapa, 2^{da} etapa y sistema en general, es decir 1^{era} + 2^{da} etapa, realizando dos épocas de muestreo (avenida y estiaje). Adicionalmente, se compararon eficiencias de remoción del sistema Francés con las unidades de tratamiento convencional primario y secundario, con el objetivo de determinar su potencial como alternativa sostenible para el tratamiento de aguas residuales para poblaciones descentralizadas, como las zonas altoandinas. En la 1^{era} etapa, durante la época de avenida, se obtuvieron eficiencias de 70.77%, 18%, 47.45%, 62.54%, 37.64% y 86.14% para SST, N_{Total} , P_{total} , DBO_5 , DQO y CCT, respectivamente. En estiaje, los valores fueron de 68.18%, 19.93%, 29.20%, 58.61%, 40.42% y 52.65% para los mismos parámetros. En la 2^{da} etapa, las eficiencias en avenida alcanzaron 60.57%, 6.01%, 4.86%, 34.51%, 65.17% y 83.59%, mientras que en estiaje fueron de 77.21%, 19.64%, 19.39%, 61.56%, 74.76% y 77.94%. Considerando el sistema en conjunto (1^{era} + 2^{da} etapa), las eficiencias fueron de 94.42%, 16.05%, 25.49%, 79.15%, 76.62% y 94.78% en avenida, y de 92.20%, 30.12%, 30.12%, 33.97%, 82.47% y 83.40% en estiaje. Los resultados indican que las variaciones entre épocas no fueron significativas, evidenciando la estabilidad del sistema ante diferentes condiciones hidrológicas resaltando su eficacia como alternativa sostenible para el tratamiento de aguas residuales en zonas descentralizadas, como las altoandinas, donde las condiciones climáticas y la falta de recursos dificultan el uso de tecnologías convencionales.

Palabras clave: sistema Francés, aguas residuales domésticas, contaminantes físicos, contaminantes químicos, contaminantes microbiológicos, sistemas convencionales.

ABSTRACT

The lack of adequate treatment of Domestic Wastewater (DWW) represents an environmental and sanitary problem, affecting the quality of life of the population and generating negative impacts on aquatic systems. In rural populations, especially in high Andean areas, access to this service is even more limited. In addition, conventional technologies such as septic and Imhoff tanks used in these areas have low efficiency in the removal of pollutants due to deficiencies in their design, operation and maintenance. Therefore, the objective of this research was to evaluate the temporal behavior of the efficiency of a pilot French system for the treatment of domestic wastewater under high Andean conditions. The system was implemented in the town of Canrey Chico, Recuay, Ancash, considering a hydraulic load of 0.375 md^{-1} , established as the maximum recommended load for this type of system. Performance evaluation was carried out during six months of operation, evaluating the removal efficiency of physical, chemical and microbiological pollutants in the 1st stage, 2nd stage and system in general, with two sampling periods (flood and low water). Additionally, removal efficiencies of the French system were compared with conventional primary and secondary treatment units, in order to determine its potential as a sustainable alternative for wastewater treatment for decentralized populations, such as high Andean areas.

In the first stage, during the flood season, efficiencies of 70.77%, 18%, 47.45%, 62.54%, 37.64% and 86.14% were obtained for TSS, N_T , P_T , BOD₅, COD and CTT, respectively. In low water, the values were 68.18%, 19.93%, 29.20%, 58.61%, 40.42% and 52.65% for the same parameters. In the 2nd stage, the efficiencies in flood reached 60.57%, 6.01%, 4.86%, 34.51%, 65.17% and 83.59%, while in low water they were 77.21%, 19.64%, 19.39%, 61.56%, 74.76% and 77.94%. Considering the system as a whole (1st + 2nd stage), the efficiencies were 94.42%, 16.05%, 25.49%, 79.15%, 76.62% and 94.78% in flood, and 92.20%, 30.12%, 30.12%, 30.12%, 33.97%, 82.47% and 83.40% in low water. The results indicate that the variations between seasons were not significant, demonstrating the stability of the system under different hydrological conditions, highlighting its effectiveness as a sustainable alternative for wastewater treatment in decentralized areas, such as the high Andean areas, where climatic conditions and lack of resources make the use of conventional technologies difficult.

Key words: French system, domestic wastewater, physical contaminants, chemical contaminants, microbiological contaminants, conventional systems.

ÍNDICE

Contenido	Pág.
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTOS.....	iii
RESUMEN.....	iv
ABSTRACT	v
LISTA DE TABLAS	ix
LISTA DE FIGURAS	xi
LISTA DE ACRÓNIMOS.....	xiv
CAPITULO I	
INTRODUCCIÓN.....	15
1.1. Planteamiento y formulación del problema	16
1.2. Objetivos	18
1.2.1. Objetivo general	18
1.2.2. Objetivos específicos	18
1.3. Hipótesis.....	18
1.4. Variables	19
CAPÍTULO II	
MARCO TEÓRICO	22
2.1. Antecedentes.....	22
2.2. Bases teóricas	25
2.2.1. Aguas residuales domésticas (ARD).....	25
2.2.2. Niveles de tratamiento de las aguas residuales domésticas.....	31
2.2.3. Humedales construidos	32
2.2.4. Mecanismos de remoción de contaminantes.....	35
2.2.5. Sistema Francés	41
2.2.6. Diseño del sistema Francés	43

2.2.7. Tecnologías convencionales para el tratamiento de ARD en Perú	45
2.3. Definición de términos básicos	46
CAPÍTULO III	
MARCO METODOLÓGICO	48
2.4. Tipo de investigación	48
2.5. Diseño de investigación	48
2.6. Métodos y técnicas de investigación.....	49
2.6.1. Para el diseño e implementación del piloto de sistema Francés para el tratamiento de ARD	49
2.6.2. Para evaluar la eficiencia de remoción de contaminantes físicos, químicos y microbiológicos de la 1 ^{ra} y 2 ^{da} etapa de un piloto de sistema Frances durante 6 meses de operación.....	57
2.6.3. Para comparar las eficiencias de remoción de contaminantes físicos, químicos y microbiológicos de la 1 ^{ra} y 2 ^{da} etapa de un piloto de sistema Francés con unidades de tratamiento convencional primario y secundario	63
Comparación con unidades de tratamiento convencional	63
2.7. Población y muestra	63
2.7.1. Población	63
2.7.2. Muestra	64
2.7.3. Área de estudio	64
2.8. Instrumentos validados de recolección de datos.....	65
2.9. Plan de procesamiento y análisis estadístico de la información	66
CAPITULO IV	
RESULTADOS	68
4.1. Diseño e implementación de un piloto de sistema Francés para el tratamiento de aguas residuales domésticas.....	68
4.2. Evaluación la eficiencia de remoción de contaminantes	76
4.3. Comparación de eficiencias de remoción de contaminantes.....	95

CAPITULO V	
DISCUSIÓN DE RESULTADOS	97
5.1. Diseño e implementación de un piloto de sistema Francés para el tratamiento de aguas residuales domésticas	97
5.2. Evaluación de la eficiencia de remoción de contaminantes físicos, químicos y microbiológicos de la 1 ^{ra} y 2 ^{da} etapa de un piloto de sistema Francés durante 6 meses de operación.....	98
5.3. Comparación de las eficiencias de remoción de contaminantes físicos, químicos y microbiológicos de la 1 ^{ra} y 2 ^{da} etapa de un piloto de sistema Francés con unidades de tratamiento convencional primario y secundario	100
CAPITULO VI	
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	103
6.1. Conclusiones	103
6.2. Recomendaciones	104
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	105
ANEXOS.....	111



LISTA DE TABLAS

Contenido	Pág.
Tabla 1 Operacionalización de las variables.....	20
Tabla 2 Composición típica de las aguas residuales domésticas	26
Tabla 3 Tipo y número de microorganismos presentes en las ARD crudas	31
Tabla 4 Niveles de tratamiento de aguas residuales domésticas.....	32
Tabla 5 Principales tipos de humedales para el tratamiento de aguas residuales domésticas	34
Tabla 6 Eficiencias de eliminación por etapa de tratamiento de los principales humedales construidos	35
Tabla 7 Ventajas y desventajas del sistema Francés	41
Tabla 8 Especificaciones del medio filtrante para el sistema Francés	43
Tabla 9 Máximas cargas de diseño para el sistema Francés.....	44
Tabla 10 Eficiencia de remoción de contaminantes del sistema Francés	44
Tabla 11 Material filtrante de la primera y segunda etapa del sistema Francés	55
Tabla 12 Parámetros medidos en campo	60
Tabla 13 Parámetros medidos en laboratorio	61
Tabla 14 Estación de muestreo	62
Tabla 15 Condiciones climáticas durante la etapa de muestreo	65
Tabla 16 Instrumentos de recolección de datos.....	65
Tabla 17 Variables de dimensionamiento del piloto de sistema Francés	68
Tabla 18 Resumen de la planilla de metrado del piloto de sistema Francés.....	72
Tabla 19 Presupuesto de implementación del sistema Francés	74
Tabla 20 Caracterización del agua residual cruda.....	77
Tabla 21 Características del agua residual pre tratada.....	77
Tabla 22 Características del efluente de la 1 ^{era} y 2 ^{da} etapa, época de avenida y estiaje ..	80
Tabla 23 Eficiencia de remoción de contaminantes del ARD.....	81

Tabla 24 Tes estadístico de los parámetros estudiados en época de avenida y de estiaje
.....83

Tabla 25 Comparación de eficiencias de remoción de contaminantes del piloto de sistema Francés con sistemas convencionales.....95



LISTA DE FIGURAS

Contenido	Pág.
Figura 1 Clasificación de los sólidos presentes en las aguas residuales de concentración media.....	28
Figura 2 Clasificación de los humedales construidos para el tratamiento de aguas residuales	33
Figura 3 Diagrama de mecanismos de eliminación del nitrógeno en humedales.....	40
Figura 4 Esquema del diseño clásico de humedales para el tratamiento tipo Francés de FV	42
Figura 5 Tecnologías empleadas en el ámbito de empresas prestadoras de servicios ...	45
Figura 6 Diagrama de flujo del diseño de investigación.....	49
Figura 7 (a) Adquisición de los materiales de construcción y (b) adquisición del agregado	51
Figura 8 Corte tubería de desagüe cámara de reunión de caudales	52
Figura 9 (a) Trabajos preliminares e (b) instalación de tanque de sedimentación	52
Figura 10 (a) Cámara de bombeo y (b) bombas de agua	53
Figura 11 Tablero automático de alimentación de caudal	53
Figura 12 Instalación de tuberías en las líneas de tratamiento de la 1 ^{ra} etapa: a) Tubería de salida del ARD tratada de la 1 ^{ra} etapa, y b) sistema de ventilación Línea 1 y 2 de la 1 ^{ra} etapa	54
Figura 13 <i>Mapa de ubicación de la cantera</i>	55
Figura 14 Zona de extracción de <i>Juncus sp.</i>	56
Figura 15 Trasplante de la especie <i>Juncus sp.</i>	56
Figura 16 Puntos de monitoreo del piloto de sistema Francés	58
Figura 17 (a) Puntos de muestreo del afluente a la 1 ^{era} etapa y (b) efluentes de la 1 ^{era} y 2 ^{da} etapa del sistema Francés.....	58
Figura 18 (a) Toma de muestra en el afluente de la 1 ^{era} etapa, (b) toma de muestra en el efluente de la 1 ^{era} etapa y (c) toma de muestra en el efluente del sistema en general (1 ^{era} etapa + 2 ^{da} etapa)	59

Figura 19 Medición de parámetros en campo	60
Figura 20 Medición de SST.....	61
Figura 21 Mapa de ubicación de la zona de estudio.....	64
Figura 22 Planta general del piloto de sistema Francés	69
Figura 23 Caja de Distribución de caudal.....	70
Figura 24 Tanque de sedimentación	70
Figura 25 Cámara y caseta de bombeo	71
Figura 26 Humedales construidos.....	71
Figura 27 Variación de la temperatura del ARD al IL, SL y HSSV del piloto de sistema Francés en época de avenida.....	84
Figura 28 Variación de la temperatura del ARD al IL, SL y HSSV del piloto de sistema Francés en época de estiaje	84
Figura 29 <i>Valores de pH del ARD al IL, SL y HSSV del piloto de sistema Francés en época de avenida</i>	85
Figura 30 Valores de pH del ARD al IL, SL y HSSV del piloto de sistema Francés en época de estiaje	86
Figura 31 Valores de concentración de SST del ARD al IL, SL y HSSV del piloto de sistema Francés en época de avenida.....	87
Figura 32 Valores de concentración de SST del ARD al IL, SL y HSSV del piloto de sistema Francés en época de estiaje	87
Figura 33 Valores de concentración de DBO ₅ del ARD al IL, SL y HSSV del piloto de sistema Francés en época de avenida.....	88
Figura 34 Valores de concentración de DBO ₅ del ARD al IL, SL y HSSV del piloto de sistema Francés en época de estiaje.....	88
Figura 35 Valores de concentración de DQO al IL, SL y HSSV del piloto de sistema Francés en época de avenida.....	89
Figura 36 Valores de concentración de DQO del ARD al IL, SL y HSSV del piloto de sistema Francés en época de estiaje	90
Figura 37 Valores de concentración de N _{total} del ARD al IL, SL y HSSV del piloto de sistema Francés en época de avenida.....	91

Figura 38 Valores de concentración de N_{total} del ARD al IL, SL y HSSV del piloto de sistema Francés en época de estiaje	91
Figura 39 Valores de concentración de P_{Total} del ARD al IL, SL y HSSV del piloto de sistema Francés en época de avenida.....	92
Figura 40 Valores de concentración de P_{Total} del ARD al IL, SL y HSSV del piloto de sistema Francés en época de estiaje	93
Figura 41 Valores de concentración de CTT del ARD al IL, SL y HSSV del piloto de sistema Francés en época de avenida.....	94
Figura 42 Valores de concentración de CTT al IL, SL y HSSV del piloto de sistema Francés en época de estiaje.....	94



LISTA DE ACRÓNIMOS

ACRÓNIMO	DENOMINACIÓN
COT	Carbono Orgánico Total
CTT	Coliformes Termotolerantes
DBO	Demanda Biológica de Oxígeno
DQO	Demanda Química de Oxígeno
EPS	Empresa Prestadora de Servicios
HSSH	Humedal de Flujo Subsuperficial Horizontal
HSSV	Humedal de Flujo Subsuperficial Vertical
PE	Población Equivalente
HH	Huevos de Helminto
NH ₃	Amoniacó
NH ₄ -N	Amonio
N-NO ₃	Nitrato
NT	Nitrógeno Total
OMS	Organización Mundial de la Salud
PO ₄	Ortofosfato
P-PO ₄	Fosfato
PT	Fósforo Total
SFT	Sólidos Fijos Totales
SS	Sólidos Suspendidos
SST	Sólidos Suspendidos Totales
ST	Sólidos Totales
TKN	Nitrógeno Total Kjeldahl
UBS	Unidad Básica de Saneamiento

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

En Perú, en el 2020 se evidenció que la capacidad de tratamiento de las aguas residuales, en función a la carga hidráulica fue inferior a la cantidad de caudal vertido al sistema de alcantarillado, es decir, solo el 77.4% de las aguas residuales fueron tratadas por Plantas de Tratamiento de aguas residuales (PTAR), mientras que, el resto fueron vertidas directamente a fuentes de agua o usadas para riego clandestino (Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento [SUNASS], 2022).

En zonas rurales, únicamente el 4.06% de la población dispone de una PTAR (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento [MVCS], 2023), esto se atribuye a la ausencia de políticas de desarrollo que aborden las brechas existentes en este ámbito (Dianderas, 2022). Asimismo, las unidades comúnmente empleadas en estas áreas como los tanques sépticos, tanques Imhoff, lechos de secados y biofiltros (Soto et al., 2010), no presentan un óptimo tratamiento de las aguas residuales, ya que la eficiencia operativa se ve afectada por problemas de diseño, defectos de operación y mantenimiento, falta de personal capacitado y tecnología insuficiente (MVCS, 2018).

En comparación a estos sistemas convencionales mencionados, los humedales construidos son robustos, de bajo costo, de fácil operación y mantenimiento (Kivaisi, 2001), por lo tanto, son adecuados como sistemas de tratamiento descentralizado (Dotro et al., 2017). Una de las configuraciones más prometedoras de los humedales construidos es el sistema Francés, el cual permite el tratamiento simultáneo de agua y lodo mediante dos etapas. Su alimentación se da de manera alternada y con periodos descansos, con el propósito de controlar el crecimiento de la biomasa adherida al medio filtrante, mantener

las condiciones aeróbicas, mineralizar los depósitos orgánicos y proporcionar una nitrificación completa (Molle et al., 2005). Investigaciones en climas cálidos sobre este sistema han demostrado que es una tecnología eficiente (>90%) en la remoción de contaminantes físicos, químicos y microbiológicos para el tratamiento de aguas residuales domésticas (ARD) (Akratos y Tsihrintzis, 2007). En Perú, a nivel de la costa se tiene dos sistemas, en el hogar de ancianos Santa Ana y San Joaquín en Chincha Alta y en la Universidad Nacional Agraria la Molina (UNALM), cuyas experiencias han mostrado altas eficiencias aún mayores a las anteriores (León, 2020; Platzer et al., 2016).

En la actualidad, en especial en zonas altoandinas de la región Áncash no se cuenta con experiencias del sistema Francés, que permitan la implementación, operación y mantenimiento del mismo, entendiendo que existen factores climáticos y de temporalidad de la zona, que podrían afectar a la remoción de contaminantes. Por un lado, las temperaturas frías, pueden estar relacionadas con la disminución de remoción de contaminantes, en especial para el Nitrógeno Total Kjeldahl (TKN), amoníaco (NH_3) y Fósforo (P) (Akratos y Tsihrintzis, 2007) y por otra parte, la estacionalidad de lluvias puede alterar el caudal de entrada (Katsenovich et al., 2009) y generar modificaciones en la química del agua residual debido a los procesos de dilución, lo que podría afectar al rendimiento del sistema (Molle et al., 2015).

Por ello, la investigación tiene como objetivo implementar un piloto de sistema Francés y evaluar el comportamiento temporal de la eficiencia de remoción de contaminantes en el tratamiento de aguas residuales domésticas, bajo condiciones altoandinas. Esta tecnología, representa una alternativa prometedora, donde las soluciones convencionales resultan insuficientes. Su implementación podría contribuir significativamente al cierre de brechas en el acceso a servicios de tratamiento de ARD, mejorando la calidad de la población y reduciendo los impactos ambientales asociados a la contaminación hídrica.

Esta investigación se estructura en las siguientes secciones: Introducción; Marco teórico; Marco metodológico, Resultados, Discusión de resultados; Conclusiones, Recomendaciones y Referencias bibliográficas. Además, se incluyen Anexos que complementan y respaldan la investigación.

1.1. Planteamiento y formulación del problema

A nivel global, más del 80% de las aguas residuales no tratadas descargadas en ríos, lagos, quebradas y mares (Dirección Regional de Vivienda, Construcción y Saneamiento [DRVCS], 2021; UNESCO, 2017). Esta práctica no solo acelera la

degradación de los ecosistemas y fuentes hídricas (UNESCO, 2017), sino que también pone en riesgo la salud pública, al facilitar la diseminación de enfermedades parasitarias, bacteriana y virales (Autoridad Nacional del Agua [ANA] y Ministerio de Agricultura y Riesgo [MINAGRI], 2016). Además, sectores económicos clave como la pesca, la acuicultura y la industria enfrentan limitaciones debido a restricciones o prohibiciones en la comercialización de productos contaminados (UNESCO, 2017), lo que impacta negativamente en el desarrollo sostenible y la economía global.

En el Perú, los reportes de monitoreo de la calidad de efluentes de las plantas de tratamiento de aguas residuales doméstica o municipales (PTAR) al 2020 revelan que el 62.9% de estas incumplen con los Límites Máximos Permisibles (LMP). En el ámbito rural, la situación es aún más crítica, ya que se estima que más del 31% de las aguas residuales recolectadas no reciben ningún tipo de tratamiento (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento [MVCS], 2022). Estas cifras ponen en evidencia las significativas deficiencias en el tratamiento y la cobertura de las ARD, lo que representa un desafío urgente para la gestión sostenible de los recursos hídricos del país.

Los sistemas convencionales usualmente empleado para el tratamiento de aguas residuales en zonas rurales, como tanques sépticos, tanques Imhoff, lechos de secado y biofiltros (Ministerio del Ambiente [MINAM]. 2014), enfrentan limitaciones significativas en su eficiencia de remoción de contaminantes presentes en el ARD. Estas deficiencias se deben principalmente a problemas de diseño, operación y mantenimiento inadecuados, los cuales implican personal técnicamente capacitados que no poseen estas zonas descentralizadas (MVCS, 2018). Como resultado, estos métodos no siempre alcanzan un nivel óptimo de tratamiento, lo que resalta la necesidad de explorar alternativas más eficaces y sostenibles para la adecuada gestión de las aguas residuales.

Por ello, el sistema Francés se consolida como una alternativa sostenible y viable para el tratamiento de ARD, destacando por su robustez, bajo consumo energético y capacidad de mimetizar procesos naturales (Carvajal, 2020). Compuesto por dos etapas de tratamiento, utiliza una dosificación alternada con periodos de descanso que favorecen el control de la biomasa, mantienen condiciones aerobias y promueven la mineralización de la materia orgánica. Su diseño permite la gestión sencilla de lodos, fácil mantenimiento, la adaptabilidad a sistemas de alcantarillado separados o combinados, y la producción de un efluente de alta calidad

con potencial de reutilización (Cross et al., 2021). Estas características, junto con su estabilidad frente a variaciones de carga y su operación sin olores ni riesgos de proliferación de mosquitos, lo convierten en una opción eficiente y sostenible, especialmente para poblaciones descentralizadas (Hoffmann et al., 2011).

En la actualidad, en poblaciones rurales, como las que se ubican en zonas altoandinas de la región Áncash, el sistema Francés aún no ha sido implementado, lo que justifica su propuesta como una alternativa innovadora para el tratamiento de las ARD.

En ese contexto se planteó el siguiente problema de investigación: ¿Cuál será el comportamiento temporal de la eficiencia de remoción de contaminantes de un piloto de sistema Francés para el tratamiento de aguas residuales domésticas bajo condiciones altoandinas, Recuay, Áncash - 2023?

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general

Evaluar el comportamiento temporal de la eficiencia de un piloto de sistema Francés para el tratamiento de aguas residuales domésticas, bajo condiciones altoandinas, Recuay, Áncash - 2023.

1.2.2. Objetivos específicos

- Diseñar e implementar un piloto de sistema Francés para el tratamiento de aguas residuales domésticas.
- Evaluar la eficiencia de remoción de contaminantes físicos, químicos y microbiológicos de la 1^{era} y 2^{da} etapa de un piloto de sistema Francés durante 6 meses de operación.
- Comparar las eficiencias de remoción de contaminantes físicos, químicos y microbiológicos de la 1^{era} y 2^{da} etapa de un piloto de sistema Francés con unidades de tratamiento convencional primario y secundario.

1.3. Hipótesis

- La eficiencia de un piloto de sistema Francés bajo condiciones altoandinas, se mantiene constante durante los 6 meses de operación.
- Las eficiencias de remoción de contaminantes en el piloto de sistema Francés en sus dos etapas son: SST (>90%), DQO (>80%), DBO₅ (>75%), NT (>20%), PT

(>10%) y CT (<1- 3 log₁₀) y HH (≤1N°L⁻¹); (Cross et al., 2021; Dotro et al., 2017; Lombard y Molle, 2017b) .

- El piloto de sistema Francés tiene mayores eficiencias de remoción de contaminantes físicos, químicos y microbiológicos en su 1^{era} y 2^{da} etapa de tratamiento en comparación con unidades de tratamiento convencionales (Platzer et al., 2016).

1.4. Variables

- Variable independiente: tiempo de operación del piloto de sistema Francés.
- Variable dependiente: eficiencia de remoción de contaminantes de la 1^{era} etapa y 2^{da} etapa.
- Variable interviniente: diseño del piloto de sistema Francés.

La Tabla 1 presenta la operacionalización de las variables de la investigación.

Tabla 1

Operacionalización de las variables

Variable	Dimensión	Indicador	Unidad	Método	Instrumento		
Independiente							
Tiempo de operación del piloto de sistema Francés	6 meses de operación	Tiempo	Meses	Medición directa	-----		
Dependiente							
Eficiencia de remoción de contaminantes 1 ^{era} etapa y 2 ^{da} etapa.	Porcentaje de eficiencia	-----	%	$E = \frac{\text{Cafluente} - \text{Cefluente 1era etapa}}{\text{Cafluente}} \times 100\%$ Filtración (USEPA 2540D)	Microsoft Excel		
		Sólidos suspendidos totales (SST)	mg/l	$SST = \frac{(\text{Masa final} - \text{Masa inicial}) * 1000}{V_{sst}}$	-----		
Parámetros de calidad de agua	Parámetros físicos-químicos	Temperatura	°C	Potenciometría	Multiparamétrico PCTSTestr 50		
		pH	Unidades de pH				
		Demanda química de Oxígeno (DQO)	mg/l			SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D: 23 rd Ed: 2017.	Espectrofotómetro DR 6000 HACH
		Demanda bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/l			SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B ;23 rd Ed: 2017	BODTRAK IITM
		Nitrógeno total (NT)	mg/l	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-P J; 23 rd Ed: 2017.	Espectrofotómetro DR 6000 HACH		
		Fosforo total (PT)	mg/l	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-P. F,J; 23 rd Ed.:2017	Espectrofotómetro DR 6000 HACH		



	Parámetros microbiológicos	Coliformes Termotolerantes (CT) Huevos de Helminto (HH)	NMP/100 ml N°1-1	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221E.1, 23rd Ed. 2017; Método USEPA-smeww 21st Ed.2005. Parye 10750)	- -
Interviniente					
Diseño del piloto de sistema Francés	Material filtrante	Granulometría	Pulgadas	Tamizaje	----- Guía metodológica: "El herbario: administración y manejo de colecciones botánicas" (Rodríguez y Rojas, 2006)
	Plantas	Identificación taxonómica	-----	Identificación clásica	
	Caudal de tratamiento	-----	l/s	Volumétrico	Microsoft Excel
	Población equivalente	#PE	PE	$PE = \frac{\text{Área superficial } m^2 \times 1 PE}{0.8 m^2}$	Microsoft Excel
	Carga hidráulica	Carga Hidráulica	m³/m².día	$Qh = \frac{150L/día \times \#PE}{1PE}$	Microsoft Excel



CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

Internacionales

Mujtaba et al. (2022) evaluaron el comportamiento de un sistema Francés a nivel de escala piloto bajo condiciones reales de campo para el tratamiento de ARD en la India. La estructura del piloto constó de 2 etapas, con un área total de 82 m² (36.75 m² para la primera etapa y 25 m² para la primera etapa). La primera etapa estuvo conformada por 3 humedales de flujo subsuperficial vertical (HSSV) y la segunda etapa por 1 humedal de flujo subsuperficial horizontal (HSSH). La alimentación en la primera etapa se realizó de manera alternada, durante 3.5 días seguidos de un periodo de descanso del doble de tiempo para cada línea. Las eficiencias de remoción fueron 87.11% DQO, 87.3% DBO₅, 84.6% SST, 67.93% NT y 69.32% PT.

Molle et al. (2015) investigaron las posibles opciones de adaptación del diseño del sistema Francés para entornos de temperaturas cálidas, para ello, realizaron estudios en 3 unidades de sistema Francés ubicados en Moyotte y Guayana Francesa, estos sistemas emplearon una superficie total de 0.8 m².PE⁻¹ y fueron alimentados directamente con agua residual cruda. El monitoreo consistió en la toma de 28 muestras de flujo compuestas diarias tanto en época seca como de avenida. Los resultados mostraron eficiencias de remoción >71 % DQO, > 74.3% DBO₅, >55.1% SST y >70.3% TKN en época seca. Por otro lado, en la época lluvia se registraron eficiencias > 83.6% DBO₅, > 69.3% SST y >22.9 % TKN.

Molle et al. (2005) evaluaron el desempeño de remoción de contaminantes en relación con las cargas manejadas y las características específicas de más de 80 PTAR en Francia que incluían el sistema Francés. La recolección de datos se realizó a través de encuestas enviadas a los responsables de los servicios técnicos locales de las plantas de tratamiento, seleccionando una muestra de 72 instalaciones con el objetivo de evaluar la eficiencia de eliminación de contaminantes. El dimensionamiento de estos sistemas en general fue de $1.2 \text{ m}^2 \cdot \text{PE}^{-1}$ en la primera etapa y $0.8 \text{ m}^2 \cdot \text{PE}^{-1}$ en la segunda etapa. La determinación de eficiencia de ambas etapas se realizó mediante un muestreo de flujo compuesto de 24 horas en diferentes épocas del año. Los resultados mostraron eficiencias mayores al 90% DQO, 95% SS, 40% P y se produjo la nitrificación en un 85%.

Nacionales

Salgado (2022) evaluó la operación de un sistema de humedales de tipo Francés instalado en el hogar de ancianos Santa Ana y San Joaquín de Chincha Alta, para el tratamiento de ARD. Para ello, monitoreó tres puntos para caracterizar las aguas residuales crudas, el efluente de la primera etapa y el efluente de la segunda etapa del sistema. El porcentaje de remoción de contaminantes obtenidas fueron de 98.3 %, 99.1%, 99.5%, 100% y 19.8% para los parámetros de DQO, DBO, SST, $\text{NH}_4\text{-N}$ y P_{Total} , respectivamente.

León (2020) evaluó el comportamiento de un sistema Francés frente al incremento de cargas hidráulicas y orgánicas durante 8 meses en el campus de la UNALM, Lima, Perú. La primera etapa estuvo compuesta por 2 HSSV (línea 1 y 2) con un área de tratamiento de 36 m^2 y la segunda etapa por 2 HSSV (línea 1 y 2) con un área de tratamiento de 30 m^2 . Se aplicaron cargas de $0.119 \text{ m} \cdot \text{d}^{-1}$, $0.51 \text{ m} \cdot \text{d}^{-1}$, $0.329 \text{ m} \cdot \text{d}^{-1}$ y $0.466 \text{ m} \cdot \text{d}^{-1}$, donde se obtuvo mayor eficiencia de remoción con la carga de $0.329 \text{ m} \cdot \text{d}^{-1}$. La primera etapa logró eficiencias de remoción $> 90.5\%$ DQO, $> 92.1\%$ DBO₅, $> 98.1\%$ SST, $> 70.4\%$ N_{Total} , los HH se retuvieron completamente obteniendo resultados $< 1 \text{ N}^\circ \text{L}^{-1}$. Todo el sistema Francés presentó eficiencias $> 98.5\%$ DQO, $> 98.2\%$ DBO₅, $> 99.9\%$ SST y $> 84.8\%$ N_{Total} , además, se obtuvo una variación de CTT dentro del rango de 2.5×10^3 a $4.7 \times 10^4 \text{ NMP (100ml)}^{-1}$ y los HH $< 1 \text{ N}^\circ \text{L}^{-1}$.

Gómez (2017) evaluó la eficiencia de 2 HSSV (segunda etapa del sistema Francés) empleando las macrófitas *Cyperus Alternifolius* Y *Chrysopogon Zizanoides* para el tratamiento de ARD, instaladas en la UNALM, con el fin de

analizar los diversos parámetros de las ARD y ver el comportamiento y potencialidad fitodepuradora de las especies plantadas. Las líneas de tratamiento fueron diseñadas para tratar el desagüe de 30 PE o 6 m³/día aproximadamente. Determinó el promedio de la carga orgánica superficial para los 2 humedales, obteniendo como resultado valores de 14.79 y 17 g/m², para un caudal de 2.5 y 2.88 m³.d⁻¹, respectivamente. Los parámetros evaluados durante los meses de enero a noviembre del año 2016 fueron Turbiedad, NH₃, PT, DBO, DQO, SST, NT y Coliformes Fecales (CF). Los resultados de remoción obtenidos en los HSSV mostraron los siguientes rangos de eficiencia para Turbiedad (99.4-99.0%), NH₃ (98-93%), PT (91-89 %), DBO (98-96%), DQO (92-90), SST (88-85%), NT (48-56%) y CF (99-91%).

Platzer et al. (2016) en su trabajo plantearon como objetivo compartir conocimientos y aplicaciones prácticas con respecto al diseño y operación del sistema Francés en climas cálidos, basándose en los más de 15 años de experiencia adquirida en la construcción, operación y monitoreo de tratamiento de aguas residuales en zonas descentralizadas en América del Sur. Para ello, analizaron 8 casos de humedales a gran escala, 3 sistemas fueron empleados en el tratamiento de ARD con reutilización, 4 sistemas para tratamiento secundario y 1 para tratamiento de ARD inspirado en el sistema Francés. Este último fue implementado en Chinchá Alta, Lima, Perú; para una residencia de ancianos con 60 personas (7.5 m³.d⁻¹), con el objetivo de reutilizar las aguas tratadas en el riego de jardín. El diseño fue realizado en base a datos básicos recomendados por Molle et al. (2005), pero adoptando el diseño a condiciones locales. La primera etapa fue dividida en 2 áreas de cargas, alimentados durante 3 días, con una carga hidráulica para el área total de 125 l/m².d (1m².PE⁻¹). La segunda etapa estuvo expresada en términos de área de 1m².PE⁻¹. Los resultados de eficiencia de remoción obtenidos para la primera etapa fueron de 96% para la DQO y DBO₅, la apariencia visual del efluente mostró una reducción constante de la turbidez dentro de los primeros 6 meses de operación y se logró cumplir las directrices de la OMS, para la reutilización en el segundo año.

Locales

Actualmente, no existe evidencia de la implementación del sistema Francés en la zona sierra del Perú y la región Áncash, escasamente tenemos registro de la implementación de humedales construidos para el tratamiento de ARD como

tratamiento secundario, alimentados por un biodigestor como tratamiento primario, el cual se presenta a continuación.

Polo et al. (2019) evaluó la eficiencia de la unidad Básica de Saneamiento (UBS), empleando humedales construidos con especies nativas de la zona, para ello, implementaron un biodigestor como tratamiento primario y construyeron dos humedales como tratamiento secundario, uno con uso de Cola de caballo y el otro con Cartucho como especies fitorremediadoras. Realizaron la toma de muestras de la caja de recepción del biodigestor, humedal con Cartucho y humedal con cola de caballo para analizar los parámetros de DQO, DBO, SST, PO₄, CTT y CF. Los resultados obtenidos con respecto a la eficiencia de remoción fueron DBO 82%, DQO 81%, ambos en la salida del biodigestor. En la salida del humedal con Cartucho se obtuvo una eficiencia del 68% para los parámetros de DBO y DQO, el humedal con Cola de caballo presentó eficiencias del 58% para la DBO y DQO, siendo el sistema que presentó eficiencia de eliminación más bajas con respecto a los otros dos sistemas estudiados. La remoción de SST fue del 71%, 80%, y 60% en el biodigestor, humedal con Cola de caballo y humedal con Cartucho respectivamente; se vio un incremento del PO₄ en el biodigestor y humedal con Cartucho. En cuantos a los Nitritos (NO₂⁻) y Nitratos (NO₃⁻) hubo un incremento en el humedal con Cola de caballo debido a la poca absorción. Finalmente, obtuvieron que los CTT y CF no fueron removidos.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Aguas residuales domésticas (ARD)

Se conforman de desechos del cuerpo humano (heces y orina) junto con el agua utilizada para la descarga de inodoros, aseo personal, lavandería, preparación de alimentos y limpieza de utensilios de cocina (Mara, 2004), su composición está en función a los usos dados, mismos que varían con el clima, situación económica y social, así como, lo hábitos que posee una determinada población, donde el 99.9% es agua y el 0.1% corresponden a sólidos (Von Sperling y Chernicharo, 2005).

En la Tabla 2, se puede observar la composición típica de las aguas residuales sin tratamiento.

Tabla 2*Composición típica de las aguas residuales domésticas*

Componentes	Concentración		
	Alta	Media	Baja
Sólidos Totales (mg/l)	1200	720	350
Sólidos Disueltos (mg/l)	850	500	250
Fijos (mg/l)	525	300	145
Volátiles	325	200	105
Sólidos Suspendidos (mg/l)	350	220	100
Fijos (mg/l)	75	55	20
Volátiles	275	165	80
Sólidos sedimentables (mg/l)	20	10	5
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅ ; mg/l)	400	220	110
Carbono orgánico total (COT; mg/l)	290	160	80
Demanda Química de Oxígeno (DQO; mg/l)	1000	500	250
Nitrógeno total (mg/l)	85	40	20
Nitrógeno orgánico (mg/l)	35	15	8
Amonio libre (mg/l)	50	25	12
Nitritos (mg/l)	0	0	0
Nitratos (mg/l)	0	0	0
Fósforo total (mg/l)	15	8	4
Fósforo orgánico (mg/l)	5	3	1
Fósforo inorgánico (mg/l)	10	5	3
Cloruros (mg/l)	100	50	30
Sulfatos (mg/l)	50	20	30
Alcalinidad (CaCO ₃ ; mg/l)	200	10	50
Grasas (mg/l)	150	10	50
Coliformes total (No /100ml)	10 ⁷ -10 ⁹	10 ⁷ -10 ⁸	10 ⁶ -10 ⁷
Compuestos orgánicos (VOCs; ug/l)	> 400	100-400	< 100

Nota. Traducido de Muttamara (1996).

Una de las características físicas importantes de las aguas residuales son el contenido total de sólidos presentes, esto incluyen los sólidos suspendidos, sedimentables, coloidales y disueltos, mismos que propician las condiciones anaerobias y el desarrollo de depósitos de fango en el entorno acuático (Metcalf y Eddy, 1991a). Por otro lado, el olor, temperatura y turbidez también son componentes importantes (Von Sperling, 2007). Los olores pueden crear perturbaciones mentales, desequilibrios respiratorios, náuseas, vómitos y conducir al deterioro de la calidad de vida de las comunidades. La temperatura, por su parte, afecta a la actividad biológica, así como, a la cantidad de gases disueltos; un cambio brusco de temperatura produce

un fuerte aumento de mortalidad de la vida acuática, además de la proliferación de plantas acuáticas y hongos (Metcalf y Eddy, 1991a).

Los constituyentes químicos de las aguas residuales están representados por el contenido de materia orgánica, inorgánica y sólidos totales (Von Sperling, 2007), estos conducen al agotamiento de los recursos de oxígeno y al desarrollo de condiciones sépticas en el entorno acuático (Metcalf y Eddy, 1991a). Por otro lado, el pH, alcalinidad, contenido de nutrientes y gases presentes, propician el crecimiento de una vida acuática no deseada y la contaminación del agua (Metcalf y Eddy, 1991a).

Los constituyentes biológicos están conformados principalmente por una gran variedad de microorganismos que poseen la capacidad de descomponer y degradar la materia orgánica e inorgánica. Sin embargo, también se asocian al desarrollo de enfermedades en humanos y animales (Martín et al., 2006). Los principales microorganismos patógenos presentes en las ARD son las bacterias, virus, protozoos y helmintos, cuya procedencia es de desechos humanos que estén infectados o sean portadores de alguna enfermedad (Metcalf y Eddy, 1991a). Dentro de los organismos potencialmente infeccioso encontramos a la *Escherichia coli* y los helmintos (Metcalf y Eddy, 1991a), los cuales producen enfermedades gastrointestinales, como la diarrea y la tricuriasis (Von Sperling, 2007).

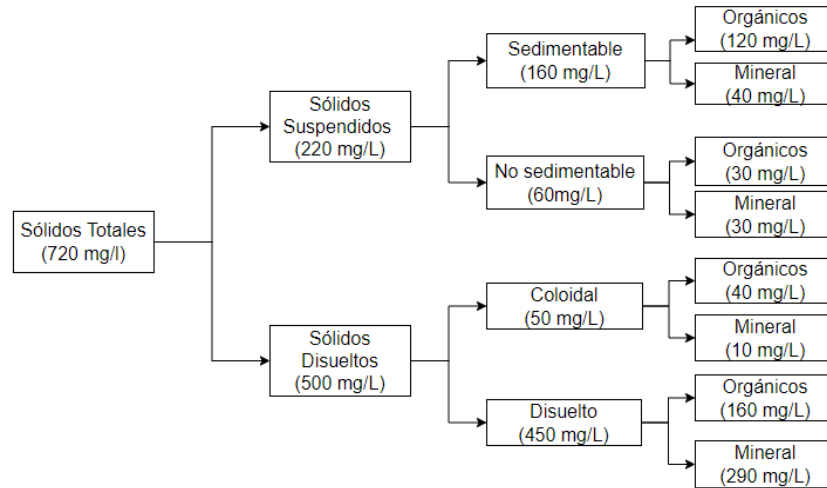
La concentración de sólidos, fósforo y nitrógeno, así como, los indicadores de materia orgánica y fecal son parámetros que definen la calidad del agua (Von Sperling y Chernicharo, 2005), los cuales, se describen a continuación:

Sólidos

El contenido total de sólidos del agua residual se define como toda la materia que permanece como residuo al evaporarse el agua a una temperatura de 103-105 °C (Muttamara, 1996). Según Metcalf y Eddy (1991a) se clasifican en sólidos suspendidos y disueltos, esta clasificación se muestra en la Figura 1. Por un lado, los sólidos suspendidos representan la materia orgánica e inorgánica que se puede eliminar del agua mediante filtración. A diferencia de ellos, los sólidos disueltos representan la fracción filtrable. Estos están conformados por materia orgánica en forma de nutrientes, carbohidratos, polisacáridos, proteínas, además de materia inorgánica en forma de minerales e iones en disolución en el agua (Metcalf y Eddy, 1991a).

Figura 1

Clasificación de los sólidos presentes en las aguas residuales de concentración media



Nota. Tomado de Metcalf y Eddy (1991).

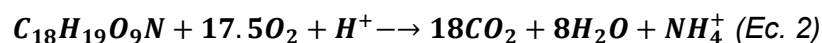
La determinación de la cantidad total de sólidos está dada por la siguiente ecuación (Henze et al., 1997):

$$\text{Sólidos Total} = \text{Sólidos Suspendidos} + \text{Sólidos Disueltos} \quad (\text{Ec. 1})$$

A su vez, los sólidos pueden ser divididos de acuerdo a su volatilidad. Los sólidos volátiles, conforman la materia orgánica que a temperaturas de 550 ± 50 se oxida y desaparece en forma de gas, y los sólidos fijos o no volátiles representan la materia inorgánica o mineral, que permanece en forma de cenizas (Metcalf y Eddy, 1991a).

Materia orgánica

Los compuestos orgánicos son sólidos provenientes de las actividades humanas relacionadas con la síntesis de compuestos orgánicos, así como, del reino animal y vegetal (Metcalf y Eddy, 1991a). Suelen consistir en una combinación de carbono, hidrógeno, oxígeno, en algunos casos, nitrógeno (Muttamara, 1996). Para su determinación en las ARD, se utilizan diferentes análisis que comprenden una mayor o menor parte de los sólidos orgánicos, estos pueden ilustrarse mediante una ecuación de reacción para oxidación de la materia orgánica (Henze et al., 1997).



Si la materia orgánica se oxida, es posible medir la cantidad de oxígeno consumida empleando los análisis de DBO, DBO_u y DQO o la cantidad producida de dióxido de carbono a través del análisis de COT (Henze et al., 1997).

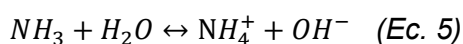
Nitrógeno

El nitrógeno es uno de los principales nutrientes en el agua natural, esencial para los organismos vivos (Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos [EPA], 2004). Sin embargo, pueden alcanzar niveles tóxicos que alteran la capacidad de sobrevivir de los animales, crecer y reproducirse (Cárdenas y Sánchez, 2013). La urea y las proteínas presentes en todos los alimentos de origen animal y vegetal, son los principales responsables de la presencia del nitrógeno en las aguas residuales (Metcalf y Eddy, 1991a). En ARD crudas, las formas predominantes que se muestran en la Ec.3 son, el nitrógeno orgánico ($N_{orgánico}$) y el nitrógeno amoniacal, estos se determinan mediante el método Kjeldahl obteniendo Nitrogeno Kjeldahl total (TKN), el cual suele ser de origen fisiológico (Von Sperling y Chernicharo, 2005). Asimismo, el nitrógeno total (N_{Total}) se compone de TKN, nitrito (NO_2^-) y nitrato (NO_3^- ; Metcalf y Eddy, 1991).

$$TKN = \text{Nitrógeno amoniacal} + N_{orgánico} \quad (\text{Ec. 3})$$

$$NT = TKN + NO_2^- + NO_3^- \quad (\text{Ec. 4})$$

El Nitrógeno amoniacal, por su parte, se presenta en forma no ionizada (NH_3) y ionizada (NH_4^+), que en solución acuosa presentan el siguiente equilibrio dinámico (Cárdenas y Sánchez, 2013).



Fósforo

El fósforo (P) es esencial para el crecimiento de los organismos. En las ARD se encuentra presente como fosfatos y formas orgánicas, su fuente principal son las excreciones humanas y el uso de detergentes y productos químicos en los hogares (Von Sperling y Chernicharo, 2005). Las heces se componen entre 3-5.4% y la orina entre 2.5- 5% por P en la forma de pentóxido de fosforo P_2O_5 (Mara, 2004). Las concentraciones típicas del nutriente oscilan entre 6 y 20 mg/l en la forma de fósforo total (P_{Total}) (Teixeira et al., 2013).

Según Henze et al. (1997) en las ARD se pueden diferenciar siguientes fracciones de fósforo.

$$P_{Total} = S_{PO_4} + S_{p-p} + S_{org*p} + X_{org*p} \quad (Ec. 6)$$

Donde:

P_{total} : Fósforo total

S_{PO_4} : Ortofosfato inorgánico disuelto

S_{p-p} : Polifosfato inorgánico disuelto

S_{org*p} : Fósforo orgánico disuelto

X_{org*p} : Fósforo orgánico suspendido

Indicadores de contaminación fecal

Los microorganismos empleados como indicadores de eficiencia de eliminación de patógenos en el proceso de tratamiento de ARD (Von Sperling, 2007), presentan comportamientos semejantes a la de los patógenos presentes en las ARD, en términos de concentración y reacción frente a factores como temperatura, pH, cantidad de nutrientes, tiempo de retención hidráulica o sistemas de desinfección; son de fácil identificación y económicamente factible (Arcos et al., 2005; Costa, 2021).

Los indicadores de contaminación fecal más utilizados son los Coliformes totales (CT) y Coliformes Termotolerantes (CTT), una vez que se confirma la presencia de estos grupos, es posible deducir qué microorganismos patógenos están presentes en el ARD (Larrea-Murrell et al., 2013). Por un lado los CT, constituyen un amplio grupo de bacterias Gram-negativas de forma bacilar (Larrea-Murrell et al., 2013). Pueden entenderse de manera más simplificada como coliformes ambientales, dada su posible ocurrencia en aguas y suelos no contaminados, representando así a otros organismos de vida libre y no solo intestinales (Von Sperling y Chernicharo, 2005), los microorganismos que lo conforman son la *Escherichia*, *Enterobacter*, *Klebsiella*, *Serratia*, *Edwardsiella* y *Cytrobacter* (Arcos et al., 2005). En ARD su concentración varía de 10^5 - 10^6 NMP/ml (Metcalf y Eddy, 1991a). Por otra parte, los CTT, indican la presencia de contaminación fecal de origen animal o humano. Son denominados Termotolerantes debido a que el intervalo de temperatura óptima para su crecimiento es hasta 45°C , en ARD, el organismo predominante es la *E.coli*, sin embargo, otros organismos menos frecuentes son el *Citrobacter freundii* y *Klebsiella pneumoniae* (Larrea-Murrell et al., 2013).

Los HH también son considerados organismos de contaminación fecal, su contenido varía de acuerdo a la diferencia de condiciones de salud de las personas que viven en países en vías de desarrollo. Asimismo, está relacionado con los sólidos en suspensión, en particular con el contenido de partículas de 20-80 μm (Jimenez, 2007).

La Tabla 3 presenta la concentración típica de los microorganismos presentes en ARD.

Tabla 3

Tipo y número de microorganismos presentes en las ARD crudas

Organismo	Concentración (número/ml)
Coliformes totales	10^5 - 10^6
Coliformes fecales	10^4 - 10^5
Estreptococos fecales	10^3 - 10^4
Enterococos	10^2 - 10^3
Shigella	Presentes *
Salmonela	10^0 - 10^2
<i>Pseudomonas aeruginosas</i>	10^1 - 10^2
<i>Clostridium perfringens</i>	10^1 - 10^3
<i>Mycobacterium tuberculosis</i>	Presentes *
Cistos de protozoos	10^1 - 10^3
Cistos de giardia	10^{-1} - 10^2
Cistos de cryptosporidium	10^{-1} - 10^1
Huevos de helmintos	10^{-2} - 10^1
Virus entéricos	10^1 - 10^2

Nota. *Los resultados no suelen ser ensayos cuantitativos, los resultados se clasifican como positivos o negativos generalmente. Obtenido de Metcalf y Eddy (1991a).

2.2.2. Niveles de tratamiento de las aguas residuales domésticas

El tratamiento de las aguas residuales se clasifica en diferentes niveles, estos son: Pretratamiento, tratamiento primario, tratamiento secundario y tratamiento terciario (Von Sperling y Chernicharo, 2005), mismos que se aplican de acuerdo a diferente criterios.

Tabla 4*Niveles de tratamiento de aguas residuales domésticas*

Nivel	Remoción	Eficiencia de remoción	Aplicación
Pre tratamiento	<ul style="list-style-type: none"> Sólidos gruesos en suspensión 	--	<p>Aguas arribas de la estación de bombeo.</p> <p>Etapa inicial de tratamiento.</p>
Tratamiento primario	<ul style="list-style-type: none"> Sólidos suspendidos sedimentables. 	<p>SS: 60-70%</p> <p>DBO: 25-40%</p> <p>Coliformes: 30-40%</p>	<p>Tratamiento parcial.</p> <p>Etapa intermedia de un tratamiento más completo.</p>
Tratamiento secundario	<ul style="list-style-type: none"> Materia particulada. Materia soluble 	<p>SS: 65-95%</p> <p>DBO: 60-99%</p> <p>DQO: 75%</p> <p>Coliformes: 60-99%</p>	<p>Tratamiento más completo, para la materia orgánica.</p>
Tratamiento terciario	<ul style="list-style-type: none"> Nutrientes Organismos patógenos Componentes no biodegradables Sólidos disueltos inorgánicos Metales Sólidos inorgánicos disueltos Restos de sólidos suspendidos 	<p>NT: 70-80%</p> <p>PT: 80%</p>	<p>Tratamiento más completo, para nutrientes, patógenos, metales, etc.</p>

Nota. Adaptado de Martín et al. (2006) y Von Sperling y Chernicharo (2005).

2.2.3. Humedales construidos

Según Knight et al. (2005), los humedales construidos están compuestos por agua, sustratos, plantas, hojarasca, invertebrados y una variedad de microorganismos que se encuentran en constante interacción, y pueden tratar el agua contaminada mediante los procesos que se mencionan a continuación:

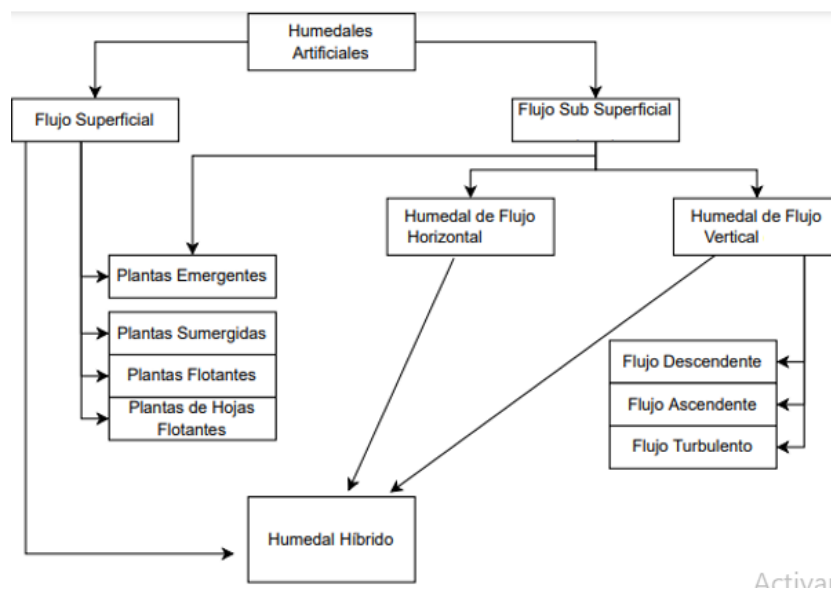
- Decantación de partículas en suspensión.
- Filtración y precipitación química.
- Transformación química.
- Adsorción e intercambio de iones en las superficies de las plantas, sedimentos del sustrato y hojarasca.
- Descomposición, transformación y consumo de contaminantes y nutrientes por parte de microorganismos y plantas.

- Depredación y muerte natural de patógeno.

Estos sistemas pueden ser clasificados de acuerdo con varios parámetros, sin embargo, los criterios más importantes son las condiciones de flujo de agua, que los clasifica (Figura 2) en humedales de flujo superficial y sub superficial (Vymazal y Kröpfelová, 2008).

Figura 2

Clasificación de los humedales construidos para el tratamiento de aguas residuales



Nota. Adaptado de Vymazal y Kröpfelová (2008).

Por un lado, los humedales de flujo superficial (FS), son unidades densamente vegetadas, donde el agua fluye por encima del lecho del material filtrante y está expuesto a la atmósfera (Dotro et al., 2017), su aplicación se da con mayor frecuencia en el tratamiento secundario o terciario de aguas residuales (Kadlec y Wallace, 2009). A diferencia de los humedales mencionados anteriormente, los humedales subsuperficiales, se caracterizan porque el agua fluye debajo de la superficie de un lecho con medios filtrantes como grava o arena (Austin y Yu, 2016), asimismo, se subdividen según la dirección del flujo en humedales subsuperficiales de flujo horizontal (HSSH) y humedales subsuperficiales de flujo vertical (HSSV), y generalmente son empleados en el tratamiento secundario de las aguas residuales (Vymazal y Kröpfelová, 2008).

La Tabla 5 presenta una descripción acerca de los principales tipos humedales para el tratamiento de ARD.

Tabla 5*Principales tipos de humedales para el tratamiento de aguas residuales domésticas*

Tipo	Descripción
HSSH	<p>Las aguas residuales fluyen horizontalmente a través de un filtro de arena o grava, en el cual el nivel del agua se mantiene debajo de la superficie.</p> <p>Debido a la condición saturada de agua, se producen principalmente procesos de degradación anaerobia.</p> <p>Se requiere un tratamiento primario eficiente para eliminar la materia particulada para evitar la colmatación del filtro.</p> <p>Se utilizan plantas emergentes (macrófitas).</p> <p>Se utilizan para el tratamiento secundario o terciario.</p>
HSSV	<p>Las aguas residuales se cargan de forma intermitente en la superficie del filtro y el agua percola verticalmente a través del filtro.</p> <p>Entre cargas, y una vez el agua ha sido drenada, el aire vuelve a entrar en los poros y satura el filtro de aire, de modo que se producen principalmente procesos de degradación aerobia.</p> <p>Se requiere un tratamiento primario eficiente para eliminar materia particulada y evitar la colmatación del filtro.</p> <p>Se utilizan macrófitas emergente.</p>
Sistema Francés	<p>Las aguas residuales se cargan de forma intermitente en la superficie del filtro y percola verticalmente a través del filtro mientras retiene la materia particulada en la superficie.</p> <p>Dos etapas de humedales que operan en serie y en paralelo.</p> <p>Proporcionan un tratamiento integrado de lodos y aguas residuales en un solo paso.</p> <p>No se requiere una unidad de tratamiento primario.</p>
Humedales de FS	<p>Son similares a los humedales naturales en apariencia.</p> <p>Requieren un área de superficie grande, generalmente sometidos a cargas de contaminantes bajos.</p> <p>Se puede usar varios géneros de plantas: (a) emergentes: Typha, Phragmites, Scirpus, (b) Sumergida: Potamogeton, Elodea, etc., (c) Flotante: Eichornia (hacinto de agua), Lemna (lenteja de agua).</p> <p>Se utilizan principalmente para tratamiento terciario.</p>

Nota. Extraído de Dotro et al. (2017).

A continuación, se presenta las eficiencias de eliminación de contaminantes físicos, químicos y microbiológicos que poseen los diferentes sistemas mencionados en la Tabla 6.

Tabla 6

Eficiencias de eliminación por etapa de tratamiento de los principales humedales construidos

Parámetros	HSSH	HSSV	Sistema Francés	FS
Etapa de tratamiento	Secundario	Secundario	Primario y secundario	Terciario
Sólidos suspendidos totales	>80 %	>90 %	>90 %	>80 %
Materia orgánica (DBO)	>80 %	>90 %	>90 %	>80 %
Nitrógeno Amoniacal	20 – 30%	>90 %	>90%	>80 %
Nitrógeno total	30 – 50%	<20%	<20%	30 – 50%
Fosforo total (a largo plazo)	10 – 20 %	10 – 20 %	10 – 20 %	10 – 20 %
Coliformes	2log10	2 – 4log10	1 – 3 log10	1log10

Nota. Extraído de Dotro et al. (2017).

2.2.4. Mecanismos de remoción de contaminantes

La eliminación de contaminantes involucra una serie de procesos físicos, químicos y biológicos (Alarcón et al., 2018), los cuales se optimizan a través de una serie de operaciones unitarias individuales diseñadas específicamente (Dotro et al., 2017). A continuación, se detallan estos procesos.

Remoción de sólidos suspendidos

Una de las funciones más importante que realizan los humedales construidos es la eliminación de los sedimentos del agua que se mueve a través del humedal (Kadlec y Wallace, 2009). Los sólidos suspendidos son retenidos en los humedales mediante procesos físicos que en su conjunto se denominan filtración (García y Corzo, 2008). Este proceso ocurre a través del material filtrante, raíces y rizomas de las plantas que compone el sistema (Alarcón et al., 2018). Asimismo, las bajas velocidades del agua, junto a la presencia vegetal y medio filtrante, promueven el asentamiento y la intercepción de materiales sólidos en el humedal (Kadlec y Wallace, 2009).

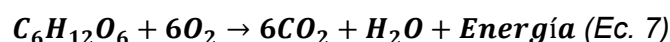
En los humedales de flujo subsuperficial vertical la eliminación de sólidos suspendidos ocurre en los primeros centímetros del medio granular, en cambio en los humedales de flujo subsuperficial horizontal la eliminación se da en la entrada del

humedal disminuyendo a lo largo del lecho, donde pueden ser mineralizados por microorganismos presentes en el humedal (Alarcón et al., 2018).

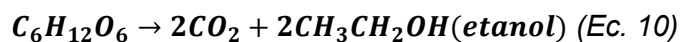
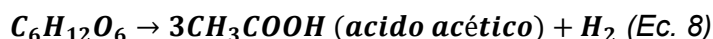
Remoción de la materia orgánica (MO)

La MO particulada, la cual representa más de un tercio de la carga de DQO, queda retenida en la superficie del filtro mediante el proceso físico de filtración (Lombard y Molle, 2017), las partículas retenidas se acumulan y son hidrolizadas por enzimas excretadas por bacterias heterótrofas aeróbicas y fermentativas facultativas (Alarcón et al., 2018), aportando una carga adicional de compuestos orgánicos que pueden degradarse aún más dentro del humedal (Dotro et al., 2017).

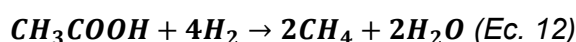
La MO disuelta penetra en la biopelícula por simple difusión en función de la gradiente de concentración (Lombard y Molle, 2017), para ser removida mediante degradación biológica, realizada por organismos descomponedores, principalmente por bacterias aerobias y heterótrofas facultativas (Von Sperling y Chernicharo, 2005), los cuales oxidan la MO empleando oxígeno como aceptor de electrones (Alarcón et al., 2018). La Ec. 7 representa la estabilización de la materia orgánica mediante degradación aeróbica (Von Sperling y Chernicharo, 2005).



La degradación anaerobia también constituye un mecanismo de remoción de la MO disuelta, que posee varios pasos. En el primer paso, los principales productos finales de fermentación son ácidos grasos como el ácido acético (Ec. 8), butírico y láctico (Ec. 9), alcoholes (Ec. 10) y los gases CO_2 y H_2 , tal como lo muestra las siguientes ecuaciones (Vymazal y Kröpfelová, 2008).



Posteriormente, las bacterias anaerobias estrictas reductoras de sulfato (Ec. 11) y las bacterias formadoras de metano (Ec. 12 y 13), utilizan los productos finales de la fermentación y de hecho, dependen de la comunidad compleja de bacterias fermentativas para suministrar sustratos para sus actividades metabólicas (Vymazal y Kröpfelová, 2008).





El metano formado por descarboxilación del ácido acético a expensas del hidrógeno (Ec. 12) y por reducción de los aceptores de electrones (Ec 13), se libera a la atmosfera o se oxida a CO₂ por las bacterias metanótrofas tan pronto como ingresa a la zona óxica (Vymazal y Kröpfelová, 2008).

Remoción de nitrógeno

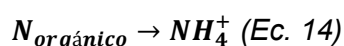
El nitrógeno se presenta en las aguas residuales y humedales construidos en varios estados de oxidación y numerosos procesos biológicos y fisicoquímicos lo convierten de una forma a otra en un sistema complejo llamado ciclo del nitrógeno (Dotro et al., 2017; Kadlec et al., 2000).

La primera división importante en el contenido de nitrógeno puede ser de forma orgánica o inorgánica. Las formas de nitrógeno orgánico (*N_{orgánico}*) incluyen las proteínas, ácidos nucleicos, amino azúcares y la urea (Alarcón et al., 2018). Por otra parte, El nitrógeno inorgánico está representado por el amoníaco, ya sea en su forma libre (*NH₃*) o en su forma ionizada (*NH₄⁺*), asimismo pueden estar presentes los nitratos (*NO₃⁻*) y nitritos (*NO₂⁻*) en cantidades traza (Von Sperling y Chernicharo, 2005).

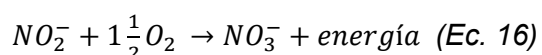
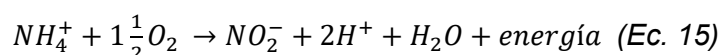
El nitrógeno que ingresa a la mayoría de los humedales para el tratamiento primario y secundario es como *N_{orgánico}* y *NH₄⁺* (Vymazal y Kröpfelová, 2008). El principal mecanismo de remoción del *N_{orgánico}*, son los procesos secuenciales de amonificación, nitrificación y desnitrificación. Las bacterias nitrificantes en la zona aeróbica oxidan el amonio a nitrato. El nitrógeno orgánico se mineraliza a amonio a través de la hidrólisis y la degradación bacteriana. En condiciones anóxicas y anaeróbicas, el nitrato se convierte en dinitrógeno gaseoso (*N₂*) y óxido nitroso (*N₂O*) mediante bacterias desnitrificantes. El oxígeno necesario para la nitrificación lo proporciona la difusión en la atmosfera y el movimiento mecánico de las raíces de las macrófitas. Otros mecanismos de eliminación son, la absorción realizadas por las plantas, quienes lo incorporan a la biomasa y lo liberan como nitrógeno orgánico (Kadlec et al., 2000).

La amonificación o mineralización del nitrógeno es considerada como el primer paso necesario para la conversión de nitrógeno a nitrato (Dotro et al., 2017), se refiere a la degradación de compuestos orgánicos que contienen N, como proteínas, amino azúcares y ácidos nucleicos a *NH₄⁺* (Ec. 14), la forma mineral (Vymazal y

Kröpfelová, 2008), mediante actividades enzimáticas extracelulares. Aunque la mineralización puede ocurrir bajo condiciones aerobias o anaerobias, el suministro limitado de oxígeno afecta al estado de oxidación-reducción del suelo de los humedales, de tal forma se regula la liberación de NH_4^+ (Alarcón et al., 2018).

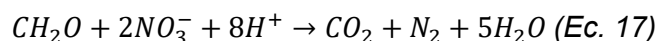


La nitrificación se define como la oxidación biológica de NH_4^+ a NO_3^- , con NO_2^- como intermediario en la secuencia de reacción (Kadlec et al., 2000). Este proceso se lleva a cabo en dos pasos, los cuales se desarrollan bajo condiciones aeróbicas. Primero, las bacterias Nitrosomonas oxidan el NH_4^+ a NO_2^- (Ec. 15), y posteriormente las bacterias Nitrobacter lo convierten en NO_3^- (Ec. 16) (Alarcón et al., 2018). Estas bacterias nitrificantes obtienen energía de la oxidación de amoníaco y/o nitrito, y el dióxido de carbono es utilizado como fuente de carbono para la síntesis de nuevas células (Kadlec et al., 2000).



En los humedales horizontales el rendimiento de eliminación del amonio no supera generalmente el 30% debido a que la transferencia de oxígeno es baja y existe pocas zonas aeróbicas. En cambio los humedales de flujo vertical poseen alta capacidad de nitrificación, obteniéndose rendimientos de conversión del amonio a nitrato, con una nitrificación total (García y Corzo, 2008).

Es importante mencionar que, la nitrificación es un proceso de conversión que no elimina el nitrógeno, a menos que esté acoplada a la desnitrificación (Dotro et al., 2017), ya que este proceso permite eliminar el nitrato formado durante la nitrificación y transformarlo a nitrógeno gas (García y Corzo, 2008). Las bacterias facultativas anaerobias utilizan el NO_2^- o NO_3^- como el aceptor terminal de electrones durante la oxidación del carbono orgánico (Ec. 17), dando como resultado N_2 gas (Alarcón et al., 2018). Esta reacción se realiza bajo condiciones de anoxia y en presencia de materia orgánica, por acción de las bacterias heterotróficas. Por tal motivo, los humedales verticales eliminan poco el nitrógeno total, teniendo altas concentración de nitrato en el afluente (Dotro et al., 2017).



Si bien la ad-absorción es un mecanismo de eliminación menor, ayuda al proceso de eliminación de nitrógeno por nitrificación y desnitrificación, dando el tiempo para que los organismos heterótrofos consuman la mayor parte de la materia orgánica y luego exponiendo el amonio adsorbido al oxígeno en los periodos de descanso. El nitrato puede reaccionar con la nueva materia orgánica, dando lugar a la desnitrificación y restaurar el sitio de sorción para una nueva molécula de amonio. Los humedales de flujo vertical requieren alta capacidad de absorción o tasas de cargas muy bajas (Dotro et al., 2017).

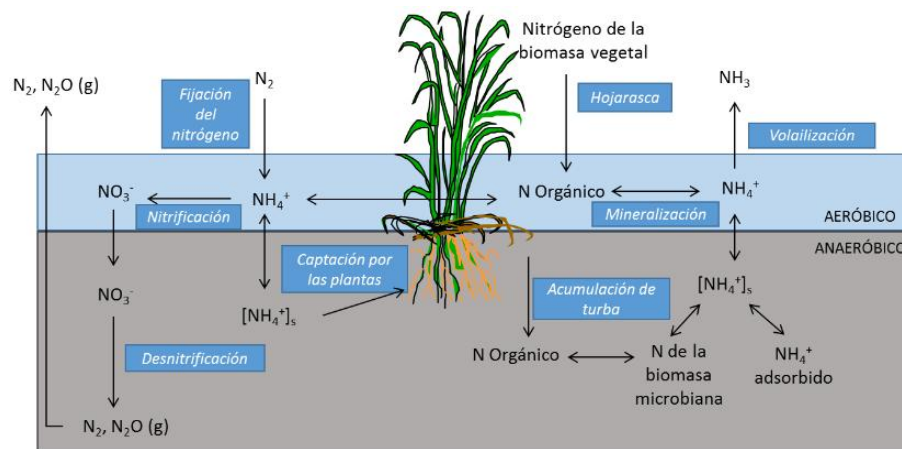
Por otro lado, las plantas pueden absorber trazas de químicos/nutrientes que se encuentran en la zona de la raíz, los cuales se pueden almacenar o expulsarse como gases. Esta absorción se da por la raíz, incluso las plantas sumergida pueden absorber nutrientes y metales por las hojas y tallos (Kadlec y Wallace, 2009). Una parte del nitrógeno almacenado se elimina a través de la cosecha periódica de la biomasa foliar, la otra parte es asimilado por la planta y se almacena en las raíces. Si las plantas no son cosechadas, no existe la eliminación neta del nitrógeno que ha sido eliminado en el tejido vegetal (Dotro et al., 2017).

Remoción de fósforo

El fósforo ingresa en su mayoría como fósforo orgánico y ortofosfatos, sin embargo, la mayoría del fósforo orgánico se transforma en ortofosfatos como parte de la degradación de la materia orgánica. Los mecanismos de eliminación incluyen la precipitación química, la sedimentación, la adsorción y la asimilación por la vegetación y las bacterias (Dotro et al., 2017). Los metabolismos microbianos consumen fósforo en una proporción del 1% al 2% de masa de DBO_5 consumida (Lombard y Molle, 2017). La mayoría de estos procesos abióticos son lentos o se encuentran inactivos a menos que se utilicen medios especiales para mejorarlos. Al igual que el nitrógeno, las plantas absorben fósforo en su biomasa, siendo la cosecha un mecanismo de eliminación (Dotro et al., 2017).

Figura 3

Diagrama de mecanismos de eliminación del nitrógeno en humedales



Nota. Extraído de Alarcón et al. (2018).

Eliminación de patógenos

Los patógenos son removidos durante el paso de las aguas residuales a través del sistema por sedimentación y filtración, así como, por la extinción natural en un ambiente desfavorable para los patógenos (Brix, 2020).

Las bacterias se acumulan en los granos y sedimentos, lo que significa que las capas inferiores de los humedales construidos actúan como sumideros de patógenos. Las bacterias, como los coliformes fecales y helmintos, tienen una mayor velocidad de sedimentación en comparación con otras bacterias y virus, por lo que su eliminación se da de manera eficiente (Sengupta et al., 2011).

En los humedales de flujo vertical, el principal mecanismo de eliminación de los indicadores de contaminación fecal es la filtración. En general, estos sistemas tienden a eliminar más bacterias a través del proceso de filtración. La capa de biopelícula al largo de las raíces de las plantas y en el material del medio filtrante facilitan a la eliminación de patógenos a través de la adhesión de bacterias.

Por otro lado, la muerte natural se considera un importante mecanismo de eliminación de patógenos en los humedales construidos, las tasas de muerte de bacterias son más elevadas en la columna de agua que en el sedimento. En los humedales de flujo vertical las concentraciones de oxígeno disuelto favorecen a la eliminación de patógenos (Akratos y Alexandros, 2016).

2.2.5. Sistema Francés

En 1990, en Francia se creó un tratamiento especial de flujo subsuperficial vertical para el tratamiento de ARD crudas denominado sistema Francés (Hoffmann et al., 2011), con el transcurso de los años se fue convirtiendo en una alternativa de tratamiento descentralizado de aguas residuales en comunidades pequeñas (Molle et al., 2005). En la última década, también ha sido implementado en territorios fuera de Francia, como en América del Sur (Dotro et al., 2017), debido a que mimetizan sistemas naturales como pantanos y optimizan algunos de los procesos que ocurren en su interior sin utilizar recursos energéticos de forma intensiva. Su funcionamiento no requiere conocimientos electrotécnicos específicos y puede ser realizado por personal técnico de las comunidades, por ello, es empleada en comunidades con menos de 5000 PE (Carvajal, 2020).

La Tabla 7 muestra las ventajas y desventajas del sistema Francés.

Tabla 7

Ventajas y desventajas del sistema Francés

Ventajas
<ul style="list-style-type: none">• Gestión sencilla de lodos, alimentación con aguas residuales sin tratar.• Minimización de costos de operación y mantenimiento.• Es posible el funcionamiento en sistemas de alcantarillado separados y combinados.• Estable frente a variaciones de carga.• Sin peligro específico de reproducción de mosquitos, sin olor.• Bajo uso de energía, si la alimentación es por gravedad.• Potencial de reutilización a escala de construcción (descarga de inodoros, irrigación).• Tratamiento de lodos asequible y con suficiente energía.• Producto final de alta calidad con más opciones de reutilización.• Posibilidades de reutilización de nutrientes.
Desventajas
<ul style="list-style-type: none">• El sistema de alimentación necesita un componente mecánico (sifones) o electromecánico (bombas).

Nota. Extraído de Tondera et al. (2021).

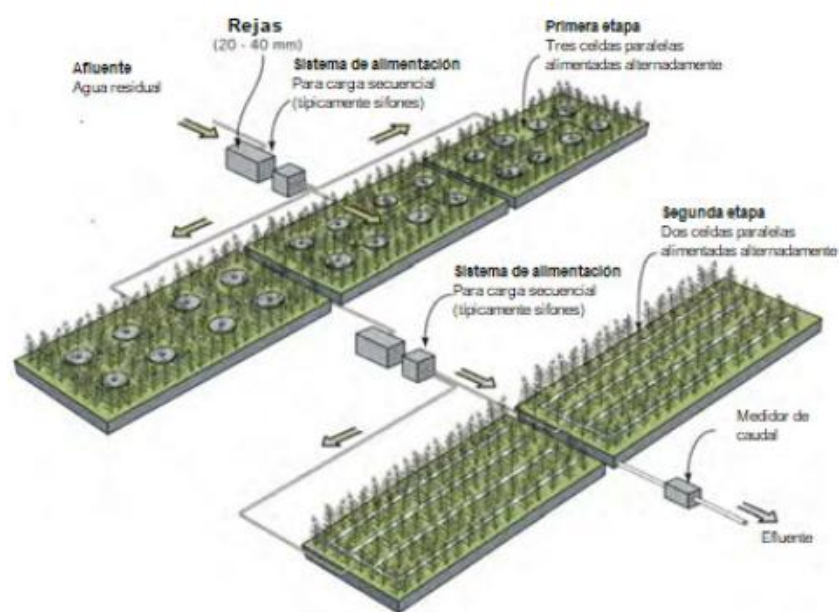
El sistema Francés típico se compone de 2 etapas de tratamiento. Usualmente la primera etapa se divide en 3 líneas de tratamiento en paralelo y la segunda etapa en dos líneas de tratamiento (Figura 4). Una de sus características principales es la dosificación alternada de ARD, la cual incluye periodos de descanso. Este tipo de alimentación tiene el propósito de controlar el crecimiento de la biomasa adherida en la superficie del medio filtrante, mantener las condiciones aerobias dentro del propio

lecho filtrante y contribuir a la mineralización de la materia orgánica acumulada en la superficie de la primera etapa (Cross et al., 2021).

El ARD que ingresa al sistema Francés puede pasar o no previamente por cribas o rejillas, con el fin de separar los sólidos más grandes y luego ser bombeadas a las líneas de tratamiento de la primera etapa a través de tuberías de distribución. En esta etapa se realiza el tratamiento de los lodos, la retención de sólidos, la eliminación parcial de materia orgánica y nitrificación; generalmente se alimenta durante 3.5 días y se deja descansar el doble de tiempo. La segunda etapa, está compuesta por un HSSV convencional, encargado de la eliminación final de la materia orgánica y del proceso de nitrificación (Dotro et al., 2017; Hoffmann et al., 2011).

Figura 4

Esquema del diseño clásico de humedales para el tratamiento tipo Francés de FV



Nota. Obtenido de Dotro et al. (2017).

El tamaño del material granular en las diferentes capas de un filtro aumenta de arriba hacia abajo, mientras que el tamaño del material granular utilizado en la capa de filtración (la capa superior) disminuye de la primera a la segunda etapa. La primera capa de material granular (grava y arena para cada etapa respectivamente), conforman un medio poroso responsable de la mayor parte de la retención de sólidos y actividad biológica (Carvajal, 2020).

La Tabla 8 muestra especificaciones del material filtrante típicamente empleada en cada etapa del sistema Francés.

Tabla 8

Especificaciones del medio filtrante para el sistema Francés

	1 ^{ra} etapa		2 ^{da} etapa	
	Profundidad	Material	Profundidad	Material
Borde libre	>30 cm		>20 cm	
Capa principal	30 a 80 cm	Grava 2 – 6 mm	30 a 80 cm	Arena de $0.25 < d_{10} < 0.4$ y $d_{60}/d_{10} < 5$ y menos de 3% de partículas finas
Capa de transición	10 a 20 cm	Grava 5 – 15 mm	10 a 20 cm	Grava 3 – 12 mm
Capa de drenaje	20 a 30 cm	Grava 20 – 60 mm	20 a 30 cm	Grava 20 – 60 mm

Nota. Adaptado de Molle et al. (2005).

Otro de los componentes fundamentales del sistema Francés son las plantas, a medida que los tallos de las plantas son movidas por el viento, los esfuerzos mecánicos abren rutas en la capa superior del lecho. De tal manera, se mantiene la capacidad de infiltración del lecho, ayudando a mantener la aireación pasiva del filtro (Dotro et al., 2017). La presencia de macrófitas, junto al régimen de carga intermitente, ayuda a prevenir la obstrucción del medio, así como, generar superficie para el establecimiento de microorganismos (Brix, 1997).

2.2.6. Diseño del sistema Francés

El diseño del sistema Francés se basa en cargas máximas de contaminantes y cargas hidráulicas, expresados por m^2 de filtro en funcionamiento por día. La superficie recomendada por etapa, el cual podría adaptarse según el clima, el nivel de remoción de contaminantes requerido por las autoridades y la carga hidráulica, llevan como requisito, un área total de $1.2 m^2 \cdot PE^{-1}$ dividida en 3 líneas de tratamiento idénticas alimentadas alternadamente en la primera etapa y $0.8 m^2 \cdot PE^{-1}$ dividido en 2 líneas de tratamiento idénticas alimentadas alternadamente en la segunda etapa (Molle et al., 2005), o un área de $0.4 m^2 \cdot PE^{-1}$ para cada línea (Dotro et al., 2017). La carga diaria de un PE se define como 150 l de aguas residuales, 157 g DQO, 60 g DBO_5 , 72 g SST, 11.5 g $N-NH_4$, y 2.1 g PT (Mercoiret, 2010). Cabe precisar que el dimensionamiento se hace sobre las cargas aplicadas y no de la superficie por PE, ya que el uso de la superficie como parámetro de diseño puede llevar a dimensionamientos erróneos (Lombard y Molle, 2017).

Las cargas máximas de diseño dados por m² de línea de tratamiento en funcionamiento se muestran en la Tabla 9.

Tabla 9

Máximas cargas de diseño para el sistema Francés

Etapa	Carga hidráulica (m ³ /m ² .d)	DQO (g/m ² .d)	DBO ₅ (g/m ² .d)	SST (g/m ² .d)	TKN (g/m ² .d)
1 ^{ra} etapa	0.37	350	150	150	30
2 ^{da} Etapa	0.37	70	20	30	15

Nota. Adaptado de Dotro et al. (2017).

Lombard y Molle (2017) establecen que la alimentación puede ser por gravedad o mediante una estación de bombeo. Este último está equipado por dos bombas que funcionan de manera alternada, que son activadas con flotadores de nivel, cuyo diámetro mínimo de las canalizaciones y bombas es DN80. En estos casos la alimentación discontinua debe presentar las siguientes características.

- Enviar un volumen correspondiente a una lámina de agua de 2.5 a 5 cm sobre toda la superficie del filtro que está en alimentación.
- Un caudal instantáneo superior a 0.5 m³/h/m², con el fin de asegurar la autolimpieza de los conductos de alimentación y la buena repartición del efluente.

Con los criterios de diseño mencionados anteriormente, las concentraciones finales de efluentes que se espera del sistema Francés en términos de concentración son 90 mg DQO/l, 20 mg DBO₅/l, 15 mg SST/l, y 15 mg TKN/l (Dotro et al., 2017). Asimismo, en la Tabla 10 se muestran las eficiencias de remoción de contaminantes en términos de porcentaje, que se esperan al emplear los criterios de diseño antes mencionados.

Tabla 10

Eficiencia de remoción de contaminantes del sistema Francés

Parámetro	Eficiencia (%)
DQO	>90 %
DBO ₅	~90 %
NT	20 – 60 %
NH ₄ -N	60 – 90 %
PT	10 – 22 %
SST	>90 %

Nota. Adaptado de Tondera et al. (2021).

Para lograr un desempeño adecuado del sistema es importante que, durante el primer año, se evite el crecimiento excesivo de malezas en los filtros. Para ello, se puede saturar el filtro durante una o dos semanas durante la primera temporada de crecimiento para eliminar la maleza y fomentar el establecimiento y el crecimiento de las plantas, pero es mejor no saturar la primera y segunda etapa al mismo tiempo para no dificultar el proceso de nitrificación. Además, el operador debe visitar el sitio dos veces por semana para alternar la alimentación en las celdas de la primera y segunda etapa, así como realizar la limpieza del cribado. Las malezas deben ser removidas mensualmente, se debe controlar el crecimiento de las plantas y la altura de lodo una vez al año (Dotro et al., 2017; Langergraber et al., 2021).

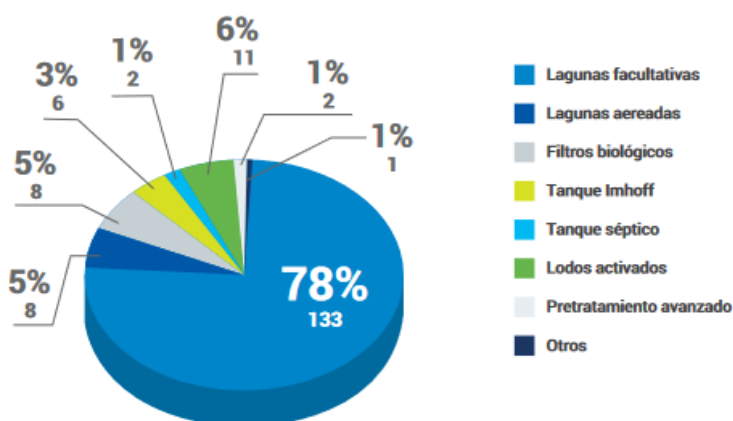
2.2.7. Tecnologías convencionales para el tratamiento de ARD en Perú

Según el diagnóstico de las plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR) en el ámbito de las empresas prestadoras (SUNASS, 2022), actualmente en el Perú se emplea una variedad de tecnologías en el tratamiento de aguas residuales. En el ámbito de las empresas prestadoras, de las 171 PTAR que se encuentran operativas el 78% corresponden a lagunas facultativas, el 5% a lagunas aireadas, el 6% son lodos activados, 5% filtros percoladores, 3% son tanque Imhoff y el 1% corresponden a tanques sépticos (Figura 5). Por otro lado, en el ámbito rural las tecnologías empleadas comúnmente son el tanque séptico, tanque Imhoff, lecho de secado, humedales construidos o biofiltro (Torres y Velásquez, 2010).

Las eficiencias que presentan estos sistemas convencionales se muestran en la Figura 5.

Figura 5

Tecnologías empleadas en el ámbito de empresas prestadoras de servicios



Nota. Extraído de SUNASS (2022).

2.3. Definición de términos básicos

- Agua residual doméstica: aguas servidas provenientes de los hogares, así como de las actividades comerciales y de instituciones que componen una comunidad (Von Sperling, 2007).
- Carga hidráulica: se define como el volumen de aguas residuales aplicadas a la superficie de la unidad de proceso por periodo de tiempo (Theobald, 2016).
- Condiciones altoandinas: se refieren a las características ambientales, climáticas y geográficas propias de las regiones ubicadas a gran altitud, generalmente por encima de los 2500 m s.n.m. (Anaya, 2015).
- Contaminación del agua: se entiende como la acción de introducir algún material en el agua alterando su calidad y composición química, de modo que no reúna las condiciones necesarias para el uso, al que se le hubiera destinado en su estado natural (Guadamarra et al., 2015).
- Contaminación física: se produce por la presencia de sedimentos o material orgánico suspendido en las aguas, que afectan principalmente la apariencia física u otras propiedades físicas del agua (United States Environmental Protection [US EPA], 2014).
- Contaminación química: se produce por la introducción de compuestos orgánicos e inorgánicos en los cuerpos de aguas (US EPA, 2014).
- Contaminantes biológica: se produce por la presencia de organismos vivos, como algas, bacterias, protozoos o virus (Sharma y Bhattacharya, 2017).
- Eficiencia de remoción: se refiere a la capacidad de un sistema de tratamiento, para reducir o eliminar contaminantes presentes en el ARD. Esta eficiencia se mide comparando la concentración de los contaminantes en afluente y efluente del tratamiento (Malpica y Rodriguez, 2009)
- Población equivalente: unidad de medida utilizada para evaluar la capacidad de una planta de tratamiento de aguas residuales. Se basa en la cantidad de contaminantes emitidos por una persona en un día (Lombard y Molle, 2017b).
- Humedal construido: sistemas diseñados para recrear la estructura y función de los humedales naturales, cuya función es la de actuar como filtro para el tratamiento de aguas residuales (ITRC, 2003).

- **Piloto:** se refiere a una fase inicial o prueba preliminar de un estudio o proyecto, diseñada para evaluar y ajustar métodos, procedimientos o técnicas ante de implementarlos en una investigación o proyecto de mayor escala (Díaz, 2020).
- **Sistema Francés:** son sistemas de tratamiento de ARD que operan en dos etapas, cada una compuesta por unidades de tratamiento que funcionan de manera alternada (Dotro et al., 2017).
- **Tratamiento de aguas residuales:** conjunto de operaciones físicas, biológicas y químicas, que persiguen eliminar o disminuir la concentración de contaminantes, con el fin de que los efluentes puedan ser asimilados de forma natural por cuerpos naturales, además de cumplir con lo establecido en las normas existentes (Alianza por el Agua y CENTA, 2014).

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

2.4. Tipo de investigación

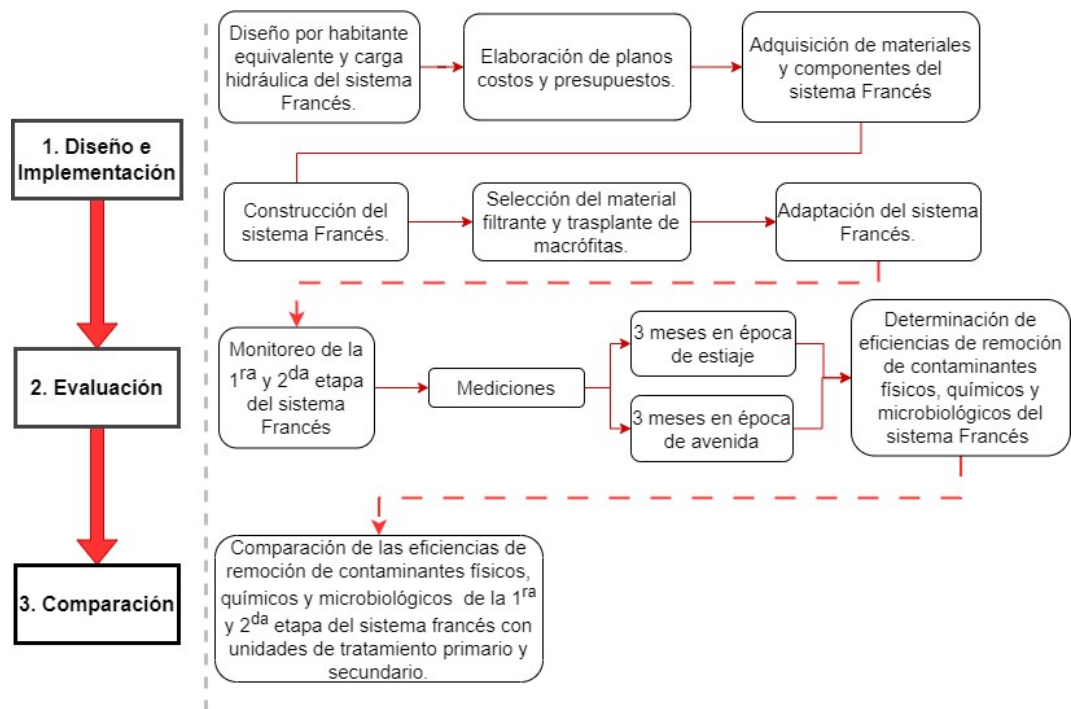
- Según el enfoque: cuantitativo, debido a que se recopilan y analizan datos en escala numérica.
- Según el diseño: no experimental, debido a que no se manipula la variable independiente.
- Según la temporalidad: longitudinal, debido a que se recogen datos en diferentes momentos, con el propósito de hacer inferencias respecto al cambio, sus determinantes y consecuencias.

2.5. Diseño de investigación

La investigación consistió de 3 etapas, los cuales corresponden al diseño e implementación, evaluación temporal del piloto de sistema Francés y comparación de las eficiencias de remoción de contaminantes físicos, químicos y microbiológicos de la primera y segunda etapa del piloto del sistema Francés con unidades de tratamiento convencional primario y secundario, tal como se muestra en la Figura 6.

Figura 6

Diagrama de flujo del diseño de investigación



2.6. Métodos y técnicas de investigación

Las actividades desarrolladas en cada objetivo de la presente investigación se detallan a continuación.

2.6.1. Para el diseño e implementación del piloto de sistema Francés para el tratamiento de ARD

a. Diseño por habitante equivalente y carga hidráulica del sistema Francés

- El diseño del piloto de sistema Francés se realizó en base a la cantidad de habitantes equivalente (PE) y la carga hidráulica (Qh).

Para la determinación de los PE, se empleó la siguiente relación:

$$\#PE = \frac{\text{Área superficial } m^2 \times 1 PE}{0.8 m^2}$$

Donde:

- Área superficial = Largo (m) x Ancho (m) x (# de unidades de tratamiento).

- $0.8 \text{ m}^2 = \text{Área requerida por 1 PE (Molle et al., 2005)}$.
- Posteriormente, se calculó la CH, mediante la siguiente relación:

$$CH \left(\frac{\text{m}}{\text{d}} \right) = \left(\frac{150 \text{ L/día} \times \#PE}{1PE} \right) / \text{Area} (\text{m}^2)$$

Donde:

- CH: Carga hidráulica
- 150 L/día: Volumen de aguas residuales producidas por 1 PE (Lombard y Molle, 2017).
- #PE: Número de personas equivalentes o habitantes equivalentes.

* La carga hidráulica aplicada para la primera etapa fue de 0.375 m/d, según Molle et al. (2005).

- El volumen por lote se calculó de la siguiente manera:

$$\text{Capa líquida (m/lote)} = \frac{\text{Volumen por lote (m}^3\text{)}}{\text{Area de lecho filtrante en operación (m}^2\text{)}}$$

El número de lotes necesarios por día se calculó de la siguiente manera:

$$\text{Número de cargas por día} = \frac{\text{Caudal de Tratamiento (m}^3\text{/d)}}{\text{Volumen por Lote (m}^3\text{/lote)}}$$

b. Elaboración de los planos, costos y presupuestos

Los planos fueron elaborados empleando el software AutoCAD 2D 2022, mientras que, para la estimación de los costos y la elaboración del presupuesto se utilizó el software S10.

c. Adquisición de materiales y componentes del piloto de sistema Francés

El material de construcción requerido para la implementación de infraestructura del piloto del sistema Francés, junto con sus accesorios fueron seleccionados y adquiridos de la ciudad de Huaraz (Figura 7). Para ello, se llevó un proceso logístico para transportar estos materiales hasta la zona de trabajo. Este proceso implicó la coordinación de recursos con el fin de asegurar que todos los componentes necesarios se encuentren disponibles a la hora de ejecución de la construcción de la planta piloto.

Figura 7

(a) Adquisición de los materiales de construcción y (b) adquisición del agregado



d. Construcción del piloto de sistema Francés

La construcción del piloto del sistema francés implicó la implementación de varios componentes fundamentales. En primer lugar, se instaló una cámara de reunión de caudales, para la derivación del ARD, seguido de un tanque de sedimentación, importante como pretratamiento. Además, se incorporó una cámara y caseta de bombeo, elementos necesarios para garantizar la alimentación alternada del sistema. Finalmente, se implementó los humedales construidos de la primera y segunda etapa del sistema Francés, los cuales representan componentes fundamentales en el tratamiento del ARD.

- Construcción de la cámara de reunión de caudales

La construcción de la cámara de reunión de caudales, inició con la excavación y preparación del terreno, seguido de la estructura de concreto. Se realizó un corte a la tubería de desagüe de la red alcantarillado (Figura 8), con el fin de derivar ARD hacia el tanque de sedimentación.

- Implementación del tanque de sedimentación

Para la instalación del tanque de sedimentación, inicialmente se llevó a cabo los trabajos de movimiento de tierra y excavación en el área electa. Una vez concretada los trabajos preliminares, se desarrolló el acondicionamiento del tanque de sedimentación en un contenedor de polietileno de alta densidad de capacidad de 1 m³ (Figura 9). Este material

fue equipado con instalaciones sanitarias necesarias para la distribución del ARD, desde la cámara de rejas ya existente hasta la cámara y caseta de bombeo. Este proceso fue crucial para la conexión eficiente con los elementos subsiguientes de la planta piloto.

Figura 8

Corte tubería de desagüe cámara de reunión de caudales



Figura 9

(a) Trabajos preliminares e (b) instalación de tanque de sedimentación



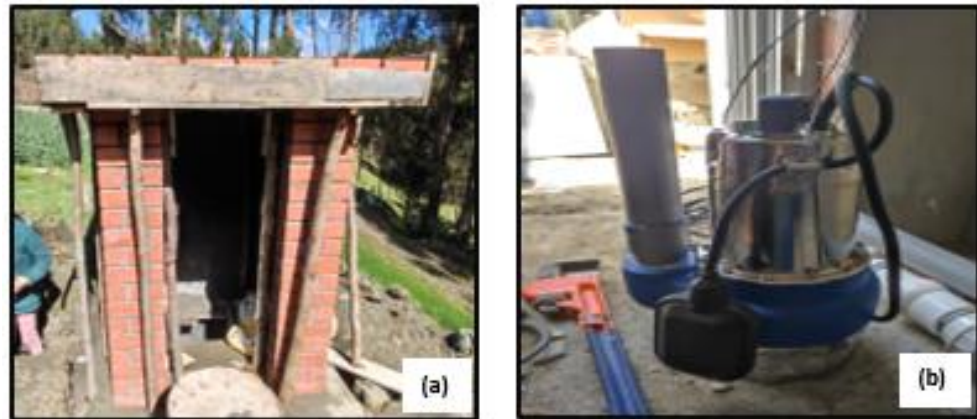
- Construcción de la cámara y caseta de bombeo

El proceso de construcción de la cámara y caseta de bombeo también implicó trabajos preliminares y una vez finalizada, se llevó a cabo la construcción de la infraestructura. Dentro de la cámara de bombeo se instalaron dos bombas de agua (denominadas B01 y B02) cada una con una potencia de 1.5 HP (Figura 10). Estas bombas fueron conectados a un sistema automático de control (Figura 11), programado para suministrar de

forma alternada 450 l/día de ARD cruda a las líneas de tratamiento 1 y 2 de la primera etapa del piloto de sistema Francés.

Figura 10

(a) Cámara de bombeo y (b) bombas de agua



El tablero automático fue programado para alternar la alimentación por un periodo de 3.5 días, permitiendo que la otra línea descanse durante un periodo equivalente. Esta configuración resultó en total de 8 ciclos de bombeos al día, cada uno con una duración de 57 s.

Figura 11

Tablero automático de alimentación de caudal



- Implementación de los humedales construidos de la primera y segunda etapa del sistema Francés

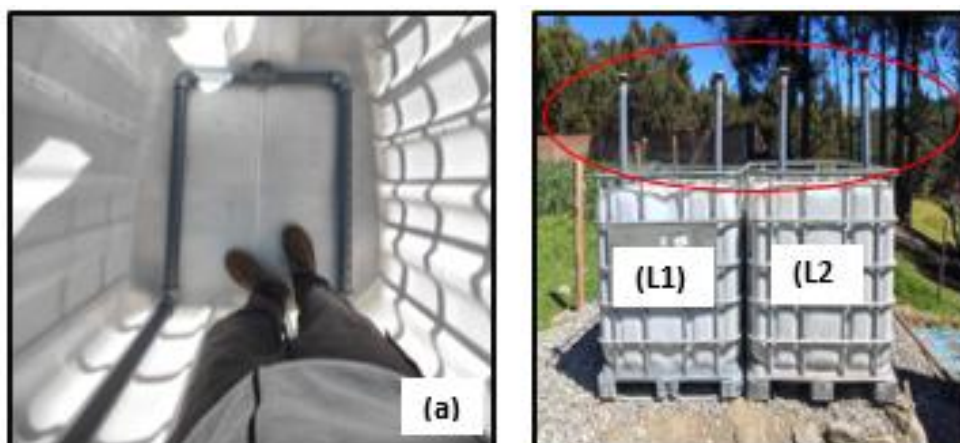
El piloto de sistema Francés se integró de 2 etapas de tratamiento. La primera etapa conformada por 2 HSSV (Línea de tratamiento 1 y 2), y la segunda etapa conformada por 1 HSSV y 1 HSSH. Es relevante

mencionar que, esta investigación se enfoca en el estudio de la primera etapa y el HSSV de la segunda etapa, mientras que el HSSH se analiza en otra investigación.

Los humedales fueron adaptados en tanques de polietileno de alta densidad de capacidad de 1 m³, dentro de ellos se instaló tuberías PVC de 1 ½" para una distribución adecuada del ARD cruda hacia las líneas 1 y 2 de la 1^{ra} etapa (Figura 12).

Figura 12

Instalación de tuberías en las líneas de tratamiento de la 1^{ra} etapa: a) Tubería de salida del ARD tratada de la 1^{ra} etapa, y b) sistema de ventilación Línea 1 y 2 de la 1^{ra} etapa



e. Selección del material filtrante y trasplante de macrófitas

- Material filtrante

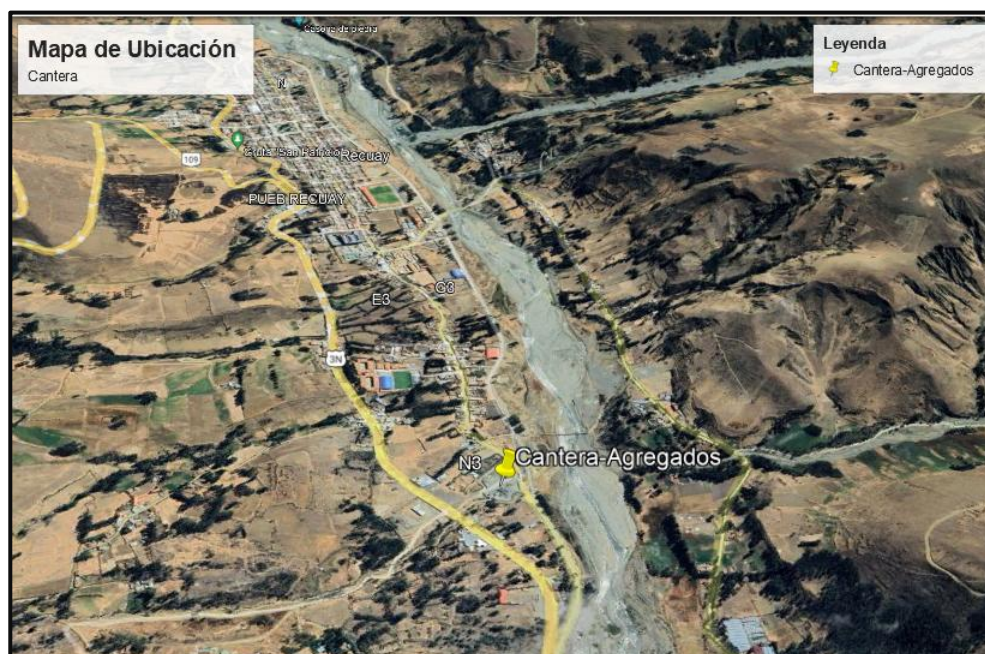
El material filtrante que componen propiamente los humedales construidos de la primera y segunda etapa del piloto de sistema Francés, fueron obtenidos de una cantera ubicada en la provincia y distrito de Recuay, con coordenadas 231212.00 E y 8922699.00 S (Figura 13). Esta selección se basó en la calidad del material filtrante de esta zona, caracterizada por su pureza y ausencia de compuestos contaminantes que pudieran alterar la eficiencia del piloto de sistema Francés.

El material filtrante que constituye las dos líneas de tratamiento de la primera etapa, se distribuyó en tres capas. La primera capa consistió en grava de Ø 25.4 mm como capa de drenaje, seguida por una capa de grava Ø 12.7 mm como transición, y finalmente, la capa filtrante se compuso

confitillo de Ø 6.35 mm y grava de Ø 2-6 mm. Respecto a la segunda etapa, se dividió en tres capas, con una capa de drenaje compuesta por grava de Ø 25.4 mm, seguida de arena fina como capa de transición y confitillo de Ø 6.35 mm como capa de filtro.

Figura 13

Mapa de ubicación de la cantera



A continuación, la Tabla 11 muestra la granulometría del material filtrante empleado en el piloto de sistema Francés.

Tabla 11

Material filtrante de la primera y segunda etapa del sistema Francés

Capas	1 ^{ra} etapa	Altura	2 ^{da} etapa HSSV	Altura
Principal	Confitillo Ø 2-6 mm	0.07 m	Confitillo	0.10 m
	Confitillo Ø 6.35 mm	0.25 m		
Transición	Grava Ø 12.7 mm	0.20 m	Arena	0.70 m
Drenaje	Grava Ø 25.4 mm	0.20 m	Grava 1"	0.15 m

- Trasplante de macrófitas

En la primera etapa del sistema Francés, la Línea 1 fue sembrado con la especie *Juncus* sp., la cual fue seleccionada escrupulosamente por su capacidad para adaptarse a las condiciones hídricas requeridas

en este tipo de sistemas. Las plántulas utilizadas en la siembra fueron extraídas de la parte alta del centro poblado de Canrey Chico, cuyas coordenadas fueron 232882 E y 8929323 N (Figura 14).

Figura 14

Zona de extracción de Juncus sp.



Figura 15

Trasplante de la especie Juncus sp.



f. Adaptación del piloto de sistema Francés

La adaptación del sistema se realizó durante 2 meses, con el fin de establecer las condiciones de operación, para ello se monitoreó y ajustó permanentemente el caudal de ingreso y salida en cada una de las etapas.

Asimismo, se llevó a cabo el establecimiento de la vegetación y la presencia de microorganismos en el sustrato de cada una de las unidades de tratamiento. Por otro lado, los caudales de ingreso fueron regulados conforme al diseño y programación del tablero de control.

- Regulación de caudal

El caudal se determinó a través del método volumétrico en cada línea de tratamiento, con tres repeticiones por línea y se calculó empleando la siguiente ecuación:

$$Q = \frac{V}{t} \text{ l s}^{-1}$$

Donde:

V = Volumen del recipiente (l).

T = Tiempo de llenado (s).

2.6.2. Para evaluar la eficiencia de remoción de contaminantes físicos, químicos y microbiológicos de la 1^{ra} y 2^{da} etapa de un piloto de sistema Francés durante 6 meses de operación

a. Monitoreo de la 1^{ra} y 2^{da} etapa del sistema Francés

- Tiempo y frecuencia de monitoreo

El monitoreo se desarrolló de enero a septiembre del 2024, con una frecuencia de muestreo de dos veces por semana, cada quince días. El horario de la toma de muestra se estableció en función del tiempo de bombeo programado, el cual se llevó a cabo entre las 15:00 y 16:00 horas. Esta operación tuvo lugar los domingos con la L02 en funcionamiento y los jueves con la L01 en funcionamiento.

En la Figura 16 y 17 señalan la ubicación de los puntos de muestreo dentro del diagrama que representa el sistema Francés.

Figura 16

Puntos de monitoreo del piloto de sistema Francés

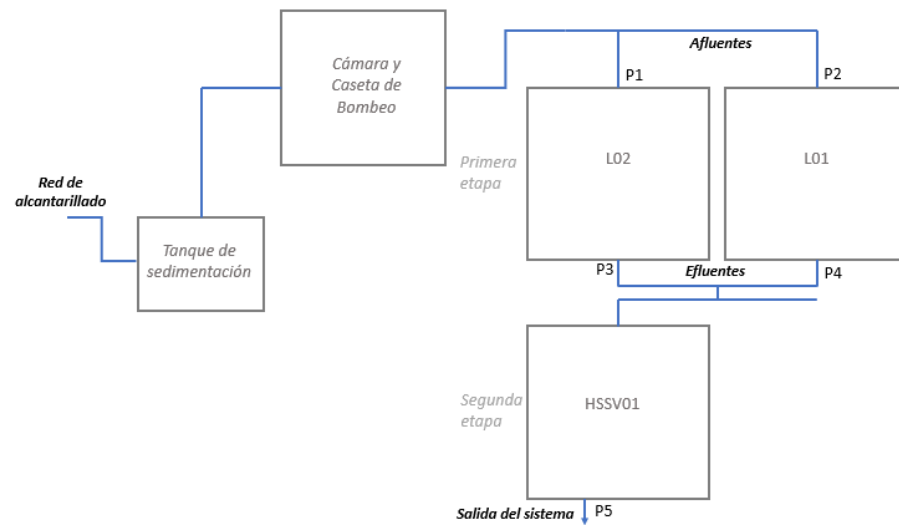
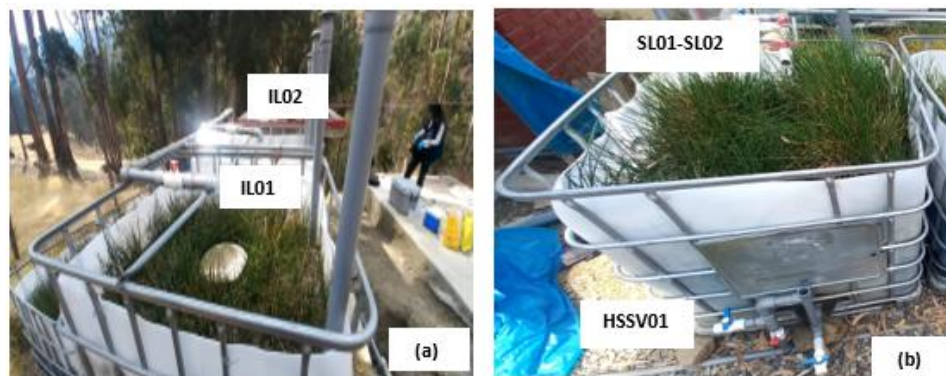


Figura 17

(a) Puntos de muestreo del afluente a la 1^{era} etapa y (b) efluentes de la 1^{era} y 2^{da} etapa del sistema Francés



- Puntos de monitoreo

Se establecieron cinco puntos de monitoreo, asegurando la representatividad del flujo y la homogeneidad de las muestras.

- P1: IL01 (afluente de la línea 01 de la primera etapa del sistema Francés).
- P2: IL02 (afluente de la línea 02 de la primera etapa del sistema Francés).
- P3: SL01 (efluente de la línea 01 de la primera etapa del sistema Francés).
- P4: SL02 (efluente de la línea 02 de la primera etapa del sistema Francés).

- P5: HSSV01 (humedal de flujo subsuperficial vertical de la segunda etapa del sistema Francés).
- Toma de muestra

La toma de muestra del ARD y el agua tratada se llevó a cabo conforme a los procedimientos establecidos en el protocolo de monitoreo de la calidad de los efluentes de las plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas municipales desarrollado por el MVCS (Figura 18).

Figura 18

(a) Toma de muestra en el afluente de la 1^{era} etapa, (b) toma de muestra en el efluente de la 1^{era} etapa y (c) toma de muestra en el efluente del sistema en general (1^{era} etapa + 2^{da} etapa)



Para obtener muestras representativas, la toma de muestra se desarrolló durante el tiempo de bombeo en cada línea, en el horario ya mencionado.

- IL01: se tomaron muestras simples del tubo que alimenta a la línea 01 de la primera etapa del sistema francés.
- IL02: se tomaron muestras simples del tubo que alimenta a la línea 02 de la primera etapa del sistema francés.
- SL01: se tomaron muestras compuestas de la tubería que alimenta a las líneas de tratamiento de la segunda etapa del sistema francés.

- SL02: se tomaron muestras compuestas de la tubería que alimenta a las líneas de tratamiento de la segunda etapa del sistema francés.
- HSSV01: se tomaron muestras simples a la salida de la línea de tratamiento de la segunda etapa del sistema francés.
- Medición de parámetros en campo

En la Tabla 12 se puede observar los parámetros medidos en campo.

Tabla 12

Parámetros medidos en campo

Parámetro	Unidad	Equipo	Volumen de muestra	Tipo de envase	Preservante
Temperatura	°C	Multiparamétrico	50 ml	Plástico	Medido <i>in situ</i>
pH	-	PCTSTestr 50	50 ml	Plástico	

Figura 19

Medición de parámetros en campo



- Medición de parámetros en laboratorio

Los parámetros que se indican en la Tabla 13 fueron analizados por el laboratorio SGS Perú, excepto el parámetro de SST, que fue evaluado en el laboratorio de la Facultad de Ciencias del Ambiente (FCAM) de la Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo (UNASAM), tal como se muestra en la Figura 20.

Figura 20

Medición de SST



La toma de muestra se desarrolló en dos épocas (avenida y estiaje), abarcando 3 meses cada una, en total se realizó 12 campañas de muestreo para la época de avenida y 11 campañas de muestreo para la época de estiaje, en la siguiente tabla se muestran los detalles. Cabe mencionar que el parámetro de Huevos de Helminto solo fue analizado la primera semana de cada mes, con el fin de evaluar su existencia.

Tabla 13

Parámetros medidos en laboratorio

Parámetro	Unidad	Método	Laboratorio
SST	mg/l	Filtración (USEPA 2540D)	Laboratorio FCAM
DQO	mg/l	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D: 23rd Ed: 2017. Chemical Oxygen Demand, Closed Reflux, Colorimetric Method.	
DBO ₅	mg/l	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B ;24th Ed: 2023. Biochemical Oxygen Demand (BOD): 5-Day BOD test	
NT	mg/l	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-P J; 23rd Ed: 2017. Phosphorus. Persulfate Method	SGS
PT	mg/l	for Simultaneous Determination of Total Nitrogen and Total Phosphorus	
CT	NMP/100mL	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E.1, 24th Ed.	
HH	N°1-1	Análisis de aguas residuales para su uso en agricultura. Manual de técnicas parasitológicas y bacteriológicas de laboratorio. Ítem 2.1 O.M.S. 1997.	

La Tabla 14 presenta un resumen de las estaciones de muestreo utilizadas en el estudio, detallando la codificación de cada estación, el número de meses en los que se realizaron las mediciones, la frecuencia de mediciones por mes y el total de muestras recolectadas. Sin embargo, es importante mencionar que, debido a condiciones específicas de temporalidad durante la época de estiaje, solo se llevaron a cabo 11 campañas de muestreo en lugar de las 12 inicialmente planeadas.

Tabla 14
Estación de muestreo

Estación	Ingreso		Salida 1 ^{ra} etapa (L01)	Salida 1 ^{ra} etapa (L02)	Salida 2 ^{da} etapa (HSSV)
	IL01	IL02	SL01	SL02	HSSV01
Codificación	IL01	IL02	SL01	SL02	HSSV01
# Meses	3	3	6	6	6
Medición por mes	2	2	2	2	2
Total de muestras	12		12	12	12
Total					48

Es importante recalcar que, el análisis de los datos se realizó con los datos de afluente de la primera etapa, efluente segunda etapa y efluente del sistema en general (1^{era} etapa + 2^{da} etapa).

Donde:

- IL: afluente de la primera etapa.
- SL: efluente segunda etapa.
- HSSV: efluente del sistema en general (1^{era} etapa + 2^{da} etapa).

b. Determinación de la eficiencia de remoción de contaminantes

- Determinación de la eficiencia de remoción

La determinación de la eficiencia de remoción de la primera y segunda etapa del piloto de sistema Francés, se basó en las concentraciones del afluente y efluente de ambas etapas, de acuerdo a los resultados obtenidos en el laboratorio y las mediciones realizadas en campo. Para expresar la eficiencia de remoción en porcentajes se aplicó la siguiente fórmula.

$$E = \frac{C_{\text{afluente}} - C_{\text{afluente 1ra etapa}}}{C_{\text{afluente}}} \times 100\%$$

$$E = \frac{C_{\text{afluente}} - C_{\text{afluente 2da etapa}}}{C_{\text{afluente}}} \times 100\%$$

Donde:

E: Eficiencia de remoción (%).

C_{afluente} : Concentración del afluente.

C_{efluente} : Concentración efluente.

2.6.3. Para comparar las eficiencias de remoción de contaminantes físicos, químicos y microbiológicos de la 1^{ra} y 2^{da} etapa de un piloto de sistema Francés con unidades de tratamiento convencional primario y secundario

Comparación con unidades de tratamiento convencional

Se compararon datos de eficiencia de remoción de contaminantes para sistemas convencionales de tratamiento primario y secundario a partir de fuentes bibliográficas. Estos datos incluyeron rangos de porcentajes de remoción para parámetros clave como SST, DBO₅, DQO, CTT y HH. Los datos abarcaron tanto sistemas que solo realizan tratamiento primario como aquellos que combinan tratamiento primario y secundario.

Se llevó a cabo un análisis comparativo entre los porcentajes de remoción obtenidos en el piloto de sistema Francés y las eficiencias reportadas para sistemas convencionales.

Se interpretaron los resultados de la comparación, con el fin de evaluar las ventajas y limitaciones del piloto de sistema Francés en relación con los sistemas convencionales.

Los resultados de la comparación se organizaron en una tabla de doble entrada, estableciendo los porcentajes de remoción del sistema estudiado, así como, la eficiencia de los sistemas convencionales.

2.7. Población y muestra

2.7.1. Población

La población fue conformada por 450 l/d de agua residual doméstica.

2.7.2. Muestra

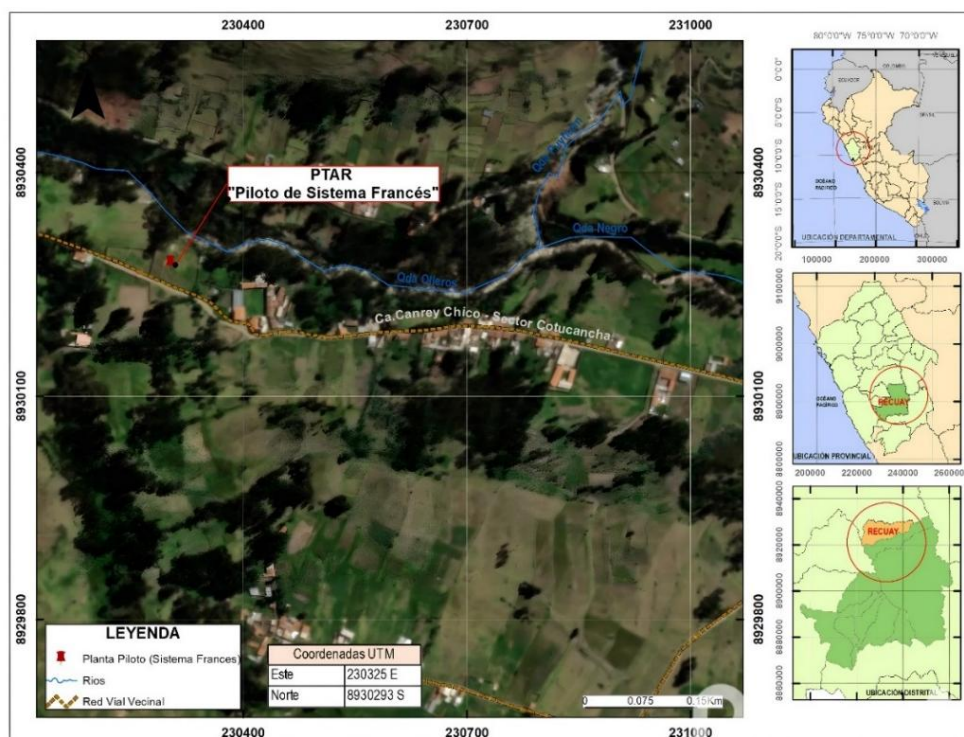
La muestra por cada medición fue de 4 l c/u en el ingreso y salida de las unidades de tratamiento de la primera y segunda etapa del piloto de sistema Francés.

2.7.3. Área de estudio

La presente investigación se llevó a cabo en el centro poblado de Canrey Chico, ubicado en el distrito y provincia de Recuay, departamento de Áncash, Perú (Figura 21).

Figura 21

Mapa de ubicación de la zona de estudio



El centro poblado de Canrey Chico se caracteriza por poseer un clima frígido. Durante la temporada de avenida (enero - marzo) las temperaturas son moderadamente altas, con valores promedio que oscilan entre 12.45 °C y 12.56 °C. La humedad relativa se mantiene alta, superando el 74%, lo que indica condiciones más húmedas. Presenta precipitaciones significativas en esta temporada, especialmente en enero, cuyas precipitaciones promedio son de 0.22 mm, disminuyendo gradualmente en los meses siguientes (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú [SENAMHI], 2024).

Durante la temporada de estiaje (mayo-septiembre), las temperaturas descienden, con promedios más bajos que van desde 12.40 °C a 10.80 °C. La humedad relativa es considerablemente menor, cayendo a valores alrededor del 50%. La precipitación es muy baja durante estos meses, casi nula, lo que refleja las condiciones secas de la temporada (SENAMHI, 2024).

La Tabla 15 muestra la temperatura mínima, máxima y promedio registrada durante las épocas de avenida y estiaje. Los datos fueron obtenidos del SENAMHI, específicamente de la estación meteorológica de Recuay (código: 109017). Los valores que se detallan en la tabla mencionada, corresponden a los meses en los que se llevaron a cabo las campañas de monitoreo.

Tabla 15

Condiciones climáticas durante la etapa de muestreo

Temporada	Mes	T °C			Humedad Relativa %	Precipitación (mm)
		Mín	Máx	Prom		
Avenida	Enero	10.46	14.81	12.51	76.95	0.22
	Febrero	10.02	14.49	12.56	74.36	0.15
	Marzo	10.66	14.65	12.45	74.10	0.09
Estiaje	Mayo	10.78	14.43	12.41	67.00	0.02
	Julio	8.73	12.68	10.80	44.89	0.00
	Agosto	9.11	12.32	11.10	50.16	0.01
	Septiembre	9.84	13.72	12.40	50.44	0.04

Nota. Datos recopilados del SENAMHI (2024).

2.8. Instrumentos validados de recolección de datos

Los instrumentos empleados en la recolección de datos se presentan en la Tabla 16.

Tabla 16

Instrumentos de recolección de datos

Descripción	Instrumento / Materiales
Muestras de campo	Multiparamétrico PCTSTestr 50 Fichas de campo Cooler Piseta de 1 l Papel toalla Guantes de nitrilo Jarra de plástico de 500 ml

Parámetros de laboratorio	Cadenas de custodia Sistema de filtración completa matraz Papel filtro Bomba al vacío
Pruebas estadísticas	Prueba de normalidad, prueba paramétrica - no paramétrica.

2.9. Plan de procesamiento y análisis estadístico de la información

El procesamiento y análisis estadístico de los parámetros analizados se llevó a cabo empleando el software SPSS.

Para evaluar la distribución de los datos, se aplicó la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk, adecuada para muestras pequeñas. Esta prueba permitió determinar si los valores analizados provienen de una población con distribución normal. Se establecieron la siguiente hipótesis.

- H_0 : los datos siguen una distribución normal.
- H_1 : los datos no siguen una distribución normal.

El análisis se realizó con un nivel de significancia $\alpha = 0.05$, con el siguiente criterio de decisión:

- Si $p\text{-valor} > 0.05$: no se rechaza H_0 , lo que indica que los datos presentan una distribución normal.
- Si $p\text{-valor} < 0.05$: se rechaza H_0 , lo que sugiere que los datos no siguen una distribución normal.

En función de los resultados de la prueba de normalidad, se aplicó una prueba estadística adecuada para comparar los grupos analizados. En todas las pruebas se empleó un nivel de significancia $\alpha = 0.05$, con el siguiente criterio de decisión.

- Si $p\text{-valor} > 0.05$: no hay diferencias estadísticas significativas entre los grupos.
- Si $p\text{-valor} < 0.05$: existen diferencias estadísticas significativas entre al menos dos grupos.

Para los datos de los parámetros analizados que presentaron distribución normal, se utilizó la prueba paramétrica ANOVA de un factor, para determinar si existían diferencias significativas entre los grupos.

Se establecieron la siguiente hipótesis.

- H_0 : no hay diferencias estadísticas significativas entre los grupos.
- H_1 : al menos un grupo presenta diferencias significativas con respecto a los demás.

Para los datos que no presentaron una distribución normal, se empleó la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis, adecuada para comparar más de dos grupos sin asumir normalidad.

Se establecieron las siguientes hipótesis.

- H_0 : no hay diferencias estadísticas significativas entre los grupos.
- H_1 : al menos un grupo presenta diferencias significativas con respecto a los demás.

CAPITULO IV

RESULTADOS

4.1. Diseño e implementación de un piloto de sistema Francés para el tratamiento de aguas residuales domésticas

a. Diseño por habitante equivalente y carga hidráulica del sistema

La Tabla 17 detalla las variables de cálculo para el dimensionamiento del piloto de sistema Francés.

Tabla 17

Variables de dimensionamiento del piloto de sistema Francés

Variable	Unidad	Primera etapa	Segunda etapa
Carga hidráulica	md ⁻¹	0.375	--
Caudal de B01 y B02	ls ⁻¹	1	--
Tiempo de bombeo	Seg	57	--
Número de personas equivalente	#PE	3	--
N° de cargas por día	-	8	--
Caudal de ingreso	l/día	450	225
Área de operación	m ²	1.2	1.2
Capa líquida	M	0.05	0.05
Volumen de lote	m ³	0.06	0.06

El área requerida para ambas etapas del piloto de sistema Francés fue de 0.8 m². Esta dimensión fue clave para garantizar una adecuada distribución del flujo y optimización de los procesos de remoción de contaminantes. Asimismo, esta variable determinó el # de personas equivalente.

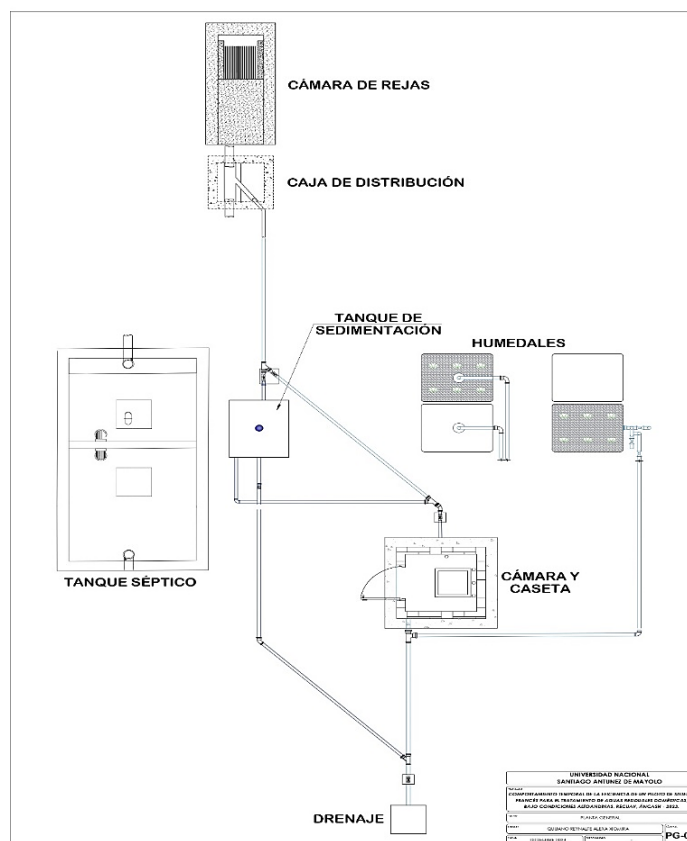
Por otro lado, se aplicó una carga hidráulica de $0.375 \text{ m}^3 \text{ d}^{-1}$ para la primera etapa del piloto de sistema Francés. Esta carga se mantuvo constante a lo largo de todo el periodo de monitoreo, abarcando tanto la temporada de avenida como la de estiaje, permitiendo evaluar el comportamiento del sistema bajo diferentes condiciones hidrológicas. Asimismo, el caudal de ingreso 450 l/d se distribuyó en 8 lotes por día manteniéndose en promedio de 1 l/s por cada bombeo, durante 57 s aproximadamente, en un área de operación de 1.2 m^2 . Esto aseguró un caudal estable para el sistema, garantizando condiciones homogéneas para el análisis de la eficiencia de tratamiento.

b. Planos

La Figura 22 muestra el plano general del piloto de sistema Francés, el cual estuvo compuesto por una cámara de rejillas preexistente, una caja de distribución, un tanque de sedimentación, una cámara y caseta de bombeo, y los humedales construidos que conformaron la primera y segunda etapa de tratamiento del sistema piloto.

Figura 22

Planta general del piloto de sistema Francés



Se instaló una caja de distribución de caudal (Figura 23), para derivar el ARD hacia el tanque de sedimentación (Figura 24). Posteriormente, el agua fue conducida hacia la cámara y caseta de bombeo (Figura 25), donde se distribuyó el ARD de forma alternada hacia las líneas de tratamiento de la primera etapa, siguiendo su curso hasta la segunda etapa (Figura 26). El flujo continuó su curso hacia la segunda etapa, donde se completó el proceso para obtener agua tratada.

Figura 23

Caja de Distribución de caudal

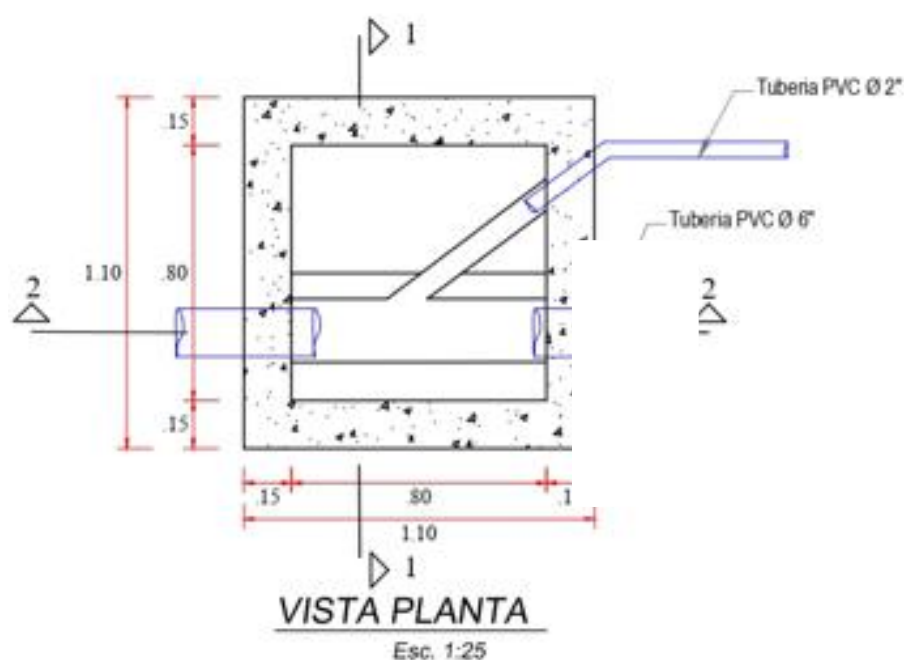


Figura 24

Tanque de sedimentación

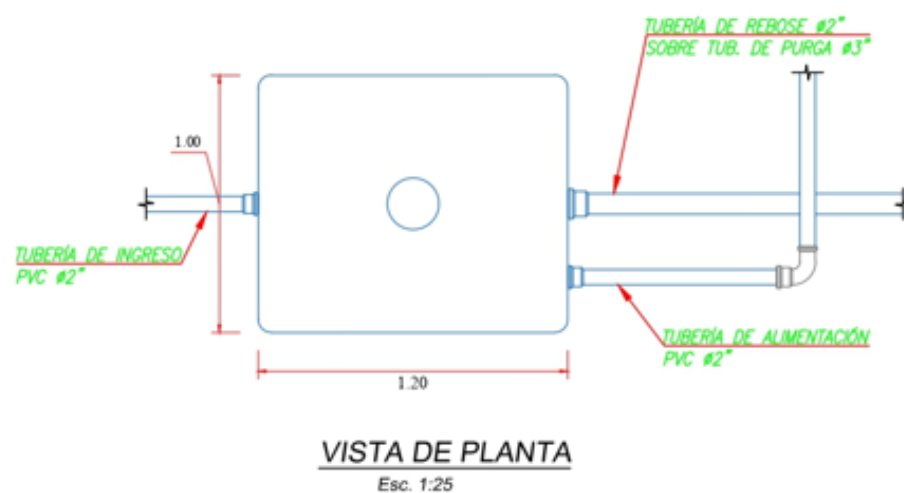


Figura 25

Cámara y caseta de bombeo

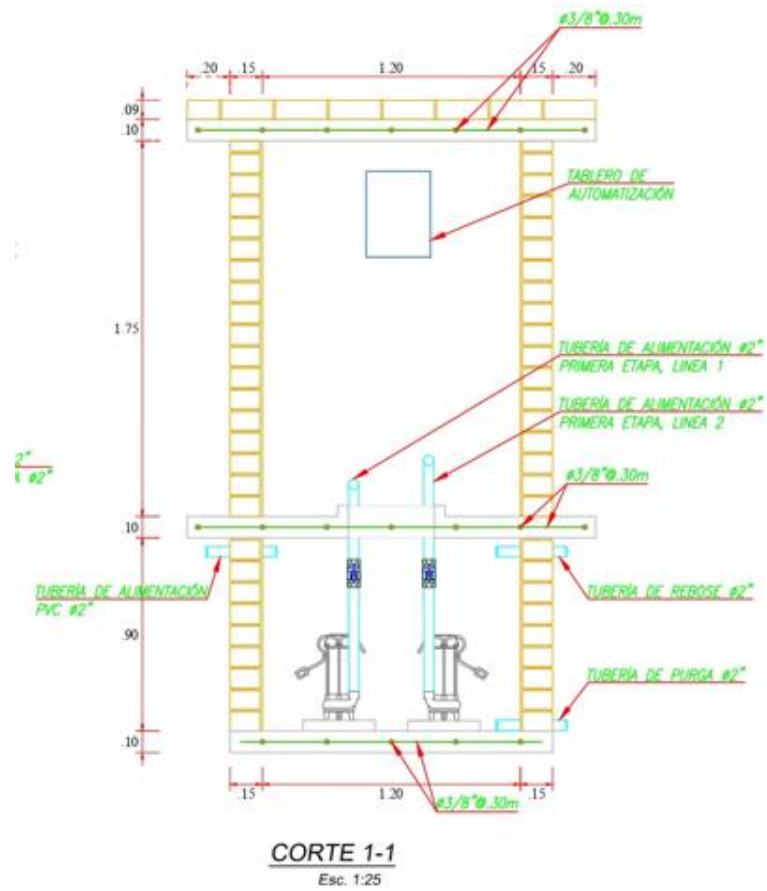
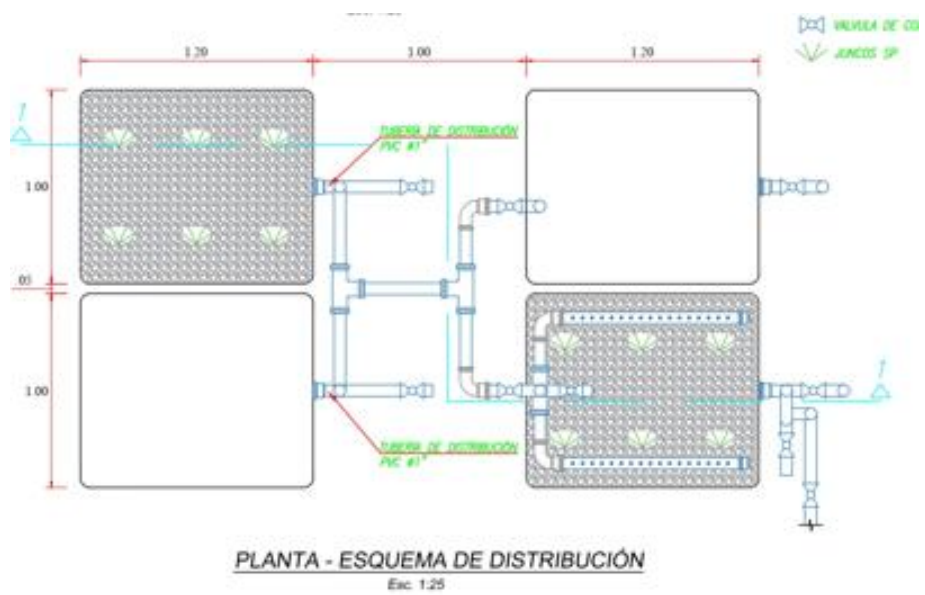


Figura 26

Humedales construidos



Los componentes establecidos en el sistema reflejaron un diseño secuencial y funcional, optimizado para el tratamiento del ARD. A diferencia de los sistemas Frances implementados en otras regiones, en este estudio se incorporó un tanque de sedimentación, debido a las características específicas del agua residual cruda de la zona. Este componente fue fundamental para remover solidos de gran tamaño, evitando la obstrucción y saturación del sistema, lo que mejoró la eficiencia de tratamiento. Para una revisión más detallada del diseño, los planos completos se detallan en el Anexo 2.

c. Presupuesto

La Tabla 18 presenta el resumen del metrado realizado para la implementación del piloto de sistema Francés. En base a estos resultados, se llevó a cabo un análisis detallado de presupuesto y costos unitarios, lo que permitió cuantificar la inversión requerida para la construcción del sistema.

Tabla 18

Resumen de la planilla de metrado del piloto de sistema Francés

RESUMEN DE PLANILLA DE METRADOS			
PROYECTO:		COMPORTAMIENTO TEMPORAL DE LA EFICIENCIA DE UN PILOTO DE SISTEMA FRANCÉS PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS, BAJO CONDICIONES ALTOANDINAS, RECUAY, ÁNCASH - 2023.	
UBICACIÓN:		CANREY CHICO - RECUAY - RECUAY - ÁNCASH	
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UND	TOTAL
01	CAJA DE DISTRIBUCIÓN DE CAUDAL		
01.01	ESTRUCTURAS		
01.01.01	MOVIMIENTO DE TIERRAS		
01.01.01.01	EXCAVACIÓN MANUAL EN TERRENO NORMAL	m3	1.33
01.01.02	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE		
01.01.02.01	SOLADOS		
01.01.02.01.01	CONCRETO C:H 1:10 PARA SOLADO E= 2"	m2	0.61
01.01.03	OBRAS DE CONCRETO REFORZADO		
01.01.03.01	CAJA DE DISTRIBUCIÓN DE CAUDAL		
01.01.03.01.01	ACERO CORRUGADO CAJA DE DISTRIBUCIÓN DE CAUDAL	kg	48.72
01.01.03.01.02	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO NORMAL EN CAJA DE DISTRIBUCIÓN DE CAUDAL	m2	7.72
01.01.03.01.03	CONCRETO $f_c=175\text{KG}/\text{CM}^2$ EN CAJA DE DISTRIBUCIÓN DE CAUDAL	m3	0.76
01.02	INSTALACIONES SANITARIAS		

01.02.01	MOVIMIENTO DE TIERRAS		
01.02.01.01	EXCAVACIÓN DE TERRENO MANUAL PARA INSTALACIÓN TUBERÍA	m3	2.21
01.02.02	SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN		
01.02.02.01	ACCESORIOS	glb	1.00
02	TANQUE DE SEDIMENTACIÓN		
02.01	ESTRUCTURAS		
02.01.01	MOVIMIENTO DE TIERRAS		
02.02.01.01	EXCAVACIÓN MANUAL EN TERRENO NORMAL	m3	1.38
02.02	INSTALACIONES SANITARIAS		
02.02.01	SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN		
02.02.01.01	TANQUE DE SEDIMENTACIÓN	und	1.00
02.02.01.02	ACCESORIOS	glb	1.00
03	CÁMARA Y CASETA DE BOMBEO		
03.01	MOVIMIENTO DE TIERRAS		
03.01.01	MOVIMIENTO DE TIERRAS		
03.01.01.01	EXCAVACIÓN MANUAL EN TERRENO NORMAL	m3	2.25
03.01.02	OBRAS DE CONCRETO REFORZADO		
03.01.02.01	LOSA DE FONDO		
03.01.02.01.01	ACERO CORRUGADO EN LOSA DE FONDO	kg	15.12
03.01.02.01.02	CONCRETO $f_c=175\text{KG}/\text{CM}^2$ EN LOSA DE FONDO	m3	0.23
03.01.02.02	LOSA DE PISO		
03.01.02.02.01	ACERO CORRUGADO EN LOSA DE PISO	kg	21.50
03.01.02.02.02	CONCRETO $f_c=175\text{KG}/\text{CM}^2$ EN LOSA DE PISO	m3	0.34
03.01.02.02.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL EN LOSA DE PISO	m2	2.35
03.01.02.03	LOSA DE TECHO		
03.01.02.03.01	ACERO CORRUGADO EN LOSA DE TECHO	kg	21.50
03.01.02.03.02	CONCRETO $f_c=175\text{KG}/\text{CM}^2$ EN LOSA DE PISO	m3	0.36
03.01.02.03.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL EN LOSA DE PISO	m2	2.60
03.02	ARQUITECTURA		
03.02.01	MUROS Y TABIQUES		
03.02.01.01	MURO DE SOGA, LADRILLO KK18 HUECOS, J=1.5 cm C:A 1:5	m2	13.00
03.02.02	REVOQUES Y REVESTIMIENTO		
03.02.02.01	TARRAJEO DE MUROS INTERIORES, E=1.5 cm C:A 1:5	m2	7.09
03.02.03	CARPINTERÍA METÁLICA		
03.02.03.01	PUERTA METÁLICA 1.75X0.75m	Und	1.00
03.02.03.02	TAPA METÁLICA 0.6X0.6m	Und	1.00
03.03	INSTALACIONES SANITARIAS		

03.03.01.00	TUBERÍA PVC SAL ø 2"	m	35.00
03.03.01.02	ACCESORIOS	glb	1.00
03.04	INSTALACIONES ELÉCTRICAS		
03.04.01	CONEXIÓN A LA RED EXTERNA		
03.04.01.01	ACOMETIDA	glb	1.00
03.04.02	SALIDAS PARA ALUMBRADO, TOMACORRIENTE, FUERZA		
03.04.02.01	TUBERÍA ELÉCTRICA PVC SEL ø 3/4"	m	2.80
03.04.02.02	CABLE NH-80, #12	m	2.80
03.04.02.03	SALIDA DE TOMACORRIENTE	und	1.00
03.04.02.04	SALIDA DE INTERRUPTOR SIMPLE	und	1.00
03.04.02.05	SALIDA DE LUMINARIA	und	1.00
03.04.02.06	TABLERO DE AUTOMATIZACIÓN	und	1.00
03.04.03	EQUIPOS ELÉCTRICOS		
03.04.03.01	BOMBA PARA AGUA DE 1.5 HP	und	2.00
04	HUMEDALES CONSTRUIDOS		
04.01	ESTRUCTURAS		
04.01.01	MOVIMIENTO DE TIERRAS		
04.01.01.01	EXCAVACIÓN MANUAL EN TERRENO NORMAL	m3	8.00
04.02	INSTALACIONES SANITARIAS		
04.02.01	SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN		
04.02.01.01	HUMEDALES CONSTRUIDOS	Und	3.00
04.02.01.02	TUBERÍA PVC SAL ø 1-1/2"	m	12.00
04.02.01.03	TUBERÍA PVC SAL ø 1"	m	12.00
04.02.01.04	ACCESORIOS	glb	1.00
04.02.01.05	MATERIAL FILTRANTE	glb	1.00

Asimismo, la Tabla 19 muestra el presupuesto general requerido para la implementación del piloto de sistema Francés, el cual asciende a S/ 17 251.73. Este valor incluye los costos asociados a materiales, mano de obra, equipos y servicios necesarios para la construcción y funcionamiento del sistema.

Tabla 19

Presupuesto de implementación del sistema Francés

Presupuesto				
Ítem	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/. Parcial S/.
01	CAJA DE DISTRIBUCIÓN DE CAUDAL			1,437.04
01.01	ESTRUCTURAS			1,210.24
01.01.01	MOVIMIENTO DE TIERRAS			61.57

01.01.01.01	EXCAVACIÓN MANUAL EN TERRENO NORMAL	m3	1.33	46.29	61.57
01.01.02	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE				17.10
01.01.02.01	SOLADOS				17.10
01.01.02.01.01	CONCRETO C:H 1:10 PARA SOLADO E= 2"	m2	0.61	28.03	17.10
01.01.03	OBRAS DE CONCRETO REFORZADO				1,131.57
01.01.03.01	CAJA DE DISTRIBUCIÓN DE CAUDAL				1,131.57
01.01.03.01.01	ACERO CORRUGADO CAJA DE DISTRIBUCIÓN DE CAUDAL	kg	1.00	412.05	412.05
01.01.03.01.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL EN CAJA DE DISTRIBUCIÓN DE CAUDAL	m2	7.72	40.13	309.80
01.01.03.01.03	CONCRETO $f_c=175\text{KG}/\text{CM}^2$ EN CAJA DE DISTRIBUCIÓN DE CAUDAL	m3	0.76	539.11	409.72
01.02	INSTALACIONES SANITARIAS				226.80
01.02.01	MOVIMIENTO DE TIERRAS				102.30
01.02.01.01	EXCAVACIÓN DE TERRENO MANUAL PARA INSTALACIÓN TUBERÍA	m3	2.21	46.29	102.30
01.02.02	SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN				124.50
01.02.02.01	ACCESORIO 1	glb	1.00	124.50	124.50
02	TANQUE DE SEDIMENTACIÓN				770.70
02.01	ESTRUCTURAS				63.88
02.01.01	MOVIMIENTO DE TIERRAS				
02.01.02	EXCAVACIÓN MANUAL EN TERRENO NORMAL	m3	1.38	46.29	63.88
02.02	INSTALACIONES SANITARIAS				706.82
02.02.01	SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN				706.82
02.02.01.01	TANQUE DE SEDIMENTACIÓN	u	1.00	500.00	500.00
02.02.01.02	ACCESORIOS	glb	1.00	206.82	206.82
03	CÁMARA Y CASETA DE BOMBEO				7,297.72
03.01	ESTRUCTURAS				1,540.74
03.01.01	MOVIMIENTO DE TIERRAS				104.15
03.01.01.01	EXCAVACIÓN MANUAL EN TERRENO NORMAL	m3	2.25	46.29	104.15
03.01.02	OBRAS DE CONCRETO REFORZADO				1,436.59
03.01.02.01	LOSA DE FONDO				267.25
03.01.02.01.01	ACERO CORRUGADO EN LOSA DE FONDO	kg	1.00	143.25	143.25
03.01.02.01.02	CONCRETO $f_c=175\text{KG}/\text{CM}^2$ EN LOSA DE FONDO	m3	0.23	539.11	124.00
03.01.02.02	LOSA DE PISO				658.79
03.01.02.02.01	ACERO CORRUGADO EN LOSA DE PISO	kg	1.00	381.18	381.18
03.01.02.02.02	CONCRETO $f_c=175\text{KG}/\text{CM}^2$ EN LOSA DE PISO	m3	0.34	539.11	183.30
03.01.02.02.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL EN LOSA DE PISO	m2	2.35	40.13	94.31
03.01.02.03	LOSA DE TECHO				510.55
03.01.02.03.01	ACERO CORRUGADO EN LOSA DE TECHO	kg	1.00	212.13	212.13
03.01.02.03.02	CONCRETO $f_c=175\text{KG}/\text{CM}^2$ EN LOSA DE PISO	m3	0.36	539.11	194.08
03.01.02.03.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL EN LOSA DE PISO	m2	2.60	40.13	104.34
03.02	ARQUITECTURA				1,884.51
03.02.01	MUROS Y TABIQUES				630.24

03.02.01.01	MURO DE SOGA, LADRILLO KK18 HUECOS, J=1.5 cm C:A 1:5	m2	13.00	48.48	630.24
03.02.02	REVOQUES Y REVESTIMIENTO				184.27
03.02.02.01	TARRAJEO DE MUROS INTERIORES, E=1.5 cm C:A 1:5	m2	7.09	25.99	184.27
03.02.03	CARPINTERÍA METÁLICA				1,070.00
03.02.03.01	PUERTA METÁLICA 1.75X0.75m	u	1.00	720.00	720.00
03.02.03.02	TAPA METÁLICA 0.6X0.6m	u	1.00	350.00	350.00
03.03	INSTALACIONES SANITARIAS				225.50
03.03.01	SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN				225.50
03.03.01.01	ACCESORIOS	glb	1.00	225.50	225.50
03.04	INSTALACIONES ELÉCTRICAS				3,646.97
03.04.01	CONEXIÓN A LA RED EXTERNA				20.24
03.04.01.01	ACOMETIDA	glb	1.00	20.24	20.24
03.04.02	SALIDAS PARA ALUMBRADO, TOMACORRIENTE, FUERZA				1,226.73
03.04.02.01	SALIDA DE TOMACORRIENTE	u	1.00	108.41	108.41
03.04.02.02	SALIDA DE INTERRUPTOR SIMPLE	u	1.00	85.91	85.91
03.04.02.03	SALIDA DE LUMINARIA	u	1.00	112.41	112.41
03.04.02.04	TABLERO DE AUTOMATIZACIÓN	u	1.00	920.00	920.00
03.04.03	EQUIPOS ELÉCTRICOS				2,400.00
03.04.03.01	BOMBA PARA AGUA DE 1.5 HP	u	2.00	1,200.00	2,400.00
04	HUMEDALES CONSTRUIDOS				7,746.27
04.01	ESTRUCTURAS				7,746.27
04.01.01	MOVIMIENTO DE TIERRAS				
04.01.02	EXCAVACIÓN MANUAL EN TERRENO NORMAL	m3	8.00	46.29	370.32
04.01.03	INSTALACIONES SANITARIAS				7,375.95
04.01.03.01	SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN				7,375.95
04.01.03.01.01	HUMEDALES CONSTRUIDOS	u	3.00	2,000.00	6,000.00
04.01.03.01.02	ACCESORIOS	glb	1.00	774.75	774.75
04.01.03.01.03	MATERIAL FILTRANTE	glb	1.00	601.20	601.20
Costo Directo					17,251.73

La inversión considera la adquisición de materiales en mercados locales y la mano de obra especializada. Este enfoque garantizó que el sistema sea económicamente viable y sostenible a largo plazo.

Los resultados del análisis de presupuesto, junto con el metrado y planos del sistema, fueron una base sólida para la adecuada implementación del sistema. Cabe destacar que el metrado, análisis de presupuesto y los costos unitarios se detallan con más precisión en el Anexo 3.

4.2. Evaluación la eficiencia de remoción de contaminantes

a. Características de las aguas residuales crudas

La Tabla 20 muestra las características que poseen las aguas residuales crudas provenientes del centro poblado de Canrey Chico.

Tabla 20*Caracterización del agua residual cruda*

Parámetro	Unidad	Valor	Error
pH	-	7.42	-
Temperatura	°C	18.23	-
N _{Total}	mg N/l	11.27	0.9
P _{Total}	mg P/l	2.02	0.16
DBO ₅	mg/l	36.8	7.7
DQO	mgO ₂ /l	48.9	4.9
CTT	NMP/100 ml	13x10 ⁶	-

Los resultados mostraron un valor de pH de 7.42, el cual indicó una tendencia neutra, mientras que, la temperatura promedio fue de 18.23 °C, siendo mayor a la temperatura ambiental promedio registrada en la época de avenida y estiaje.

La concentración de Nitrógeno Total fue de 11.27 mgN/l, el fósforo total de 2.02 mgP/l, la DBO₅ de 36.8 mg/l y la DQO de 48.9 mg O₂/l. Por otro lado, la relación DQO/DBO₅ (1.33) indica que el ARD presenta una fracción altamente biodegradable.

La concentración de Coliformes Fecales o Termotolerantes presentaron un valor muy elevado de 13x10⁻⁶ NMP/100 ml, lo cual indicó una alta contaminación por restos fecales.

b. Características del afluente de la 1^{era} etapa del sistema Francés

La Tabla 21 muestra las características de los principales contaminantes del ARD que presentó el afluente del piloto de sistema Francés en temporada de avenida y estiaje, donde N es número de muestras tomadas y SD es la desviación estándar.

Tabla 21*Características del agua residual pre tratada*

Época	Parámetro	Unidad	N	Afluente 1 ^{era} etapa			
				Min	Prom	Max	SD
Avenida	T °	°C	12	13.60	16.44	19.70	1.73
	pH	-	12	6.87	7.06	7.21	0.12
	SST	mg l ⁻¹	12	35.00	157.78	340.00	113.45
	N _{total}	mg l ⁻¹	12	3.64	7.57	23.70	6.26
	P _{total}	mg l ⁻¹	12	0.67	1.08	2.44	0.53
	DBO ₅	mg l ⁻¹	12	4.30	27.83	91.20	26.67
	DQO	mg l ⁻¹	12	7.50	46.35	127.80	32.45

	CTT	NMP/100 ml	12	2.3x10 ²	2.02x10 ⁶	1.3x10 ⁷	3.73x10 ⁶
	HH	°N HH/l	3	0.00	0.00	0.00	0.00
Estiaje	T °	°C	11	14.17	16.61	18.40	1.16
	pH	-	11	7.07	7.34	7.75	0.21
	SST	mg l ⁻¹	11	10.00	108.13	220.00	70.81
	N _{total}	mg l ⁻¹	11	4.71	20.32	47.57	13.55
	P _{total}	mg l ⁻¹	11	0.38	2.08	3.84	0.99
	DBO ₅	mg l ⁻¹	11	2.80	64.48	296.70	82.83
	DQO	mg l ⁻¹	11	16.90	113.74	481.00	126.66
	CTT	NMP/100 ml	11	7.9x10 ³	3.28x10 ⁶	2.40x10 ⁷	7.21x10 ⁶
	HH	°N HH/l	3	0.00	0.00	0.00	0.00

En época de avenida el valor promedio de Temperatura fue de 16.44 °C, que indicó una tendencia central de la temperatura. Los valores mínimos y máximos registrados fueron de 13.60 °C y 19.70 °C, respectivamente, lo que reflejó una variabilidad del parámetro en las condiciones evaluadas. La desviación estándar (SD = 1.73) mostró una variación moderada con respecto al promedio, indicando que la mayoría de valores de temperatura registrado se encontraron relativamente cercanas al valor central, con ligeras fluctuaciones dentro del rango observado. En la época de estiaje el valor promedio registrado fue de 16.61 °C, ligeramente menor al valor registrado en la época de avenida. El rango de temperatura durante esta temporada fue de 14.17 °C a 18.40 °C con una desviación estándar de 1.16, lo que sugirió una menor dispersión de datos. Los valores de temperatura registrados en ambas temporadas indicaron que durante la época de estiaje son más estables, debido a las condiciones climáticas típicas de la zona.

En cuanto al pH, durante la época de avenida, el valor promedio presentado fue de 7.06, siendo 6.87 el valor mínimo registrado, 7.21 el valor máximo registrado y una desviación estándar de 0.12. En comparación, en la época de estiaje, los valores de pH mostraron un promedio de 7.34, el valor mínimo y máximo fue de 7.07 y 7.75 respectivamente y la desviación estándar fue de 0.21. Las desviaciones estándar en ambas épocas indicaron una variabilidad baja en los valores registrados, con una tendencia estable hacia una condición neutra en ambos casos, usual en las ARD.

Por otro lado, el valor promedio de SST en la época de avenida fue de 157.78 mg l⁻¹ (SD=113.45) y 108 mg l⁻¹ (SD=70.81) en la época de estiaje, los valores de la desviación estándar indican que los datos presentaron una marcada dispersión en

ambas temporadas, lo cual evidencia la influencia de factores externos como la heterogeneidad de las condiciones del flujo.

Durante la época de avenida el valor promedio de N_{total} fue 7.57 mg/l (SD=6.26) y 20.32 mg/l (SD=13.55) en la época de estiaje. Asimismo, los datos de SD muestran que en ambos casos existió una alta variabilidad en las mediciones. En el caso del P_{total} , el promedio en la época de avenida fue de 1.08 mg/l con una desviación estándar de 0.53, lo que indica una variabilidad considerable. En época de estiaje, el promedio fue de 2.08 mg/l, con una desviación estándar de 0.99, lo que reflejó una variación mayor a comparación de la época de avenida.

El valor promedio de DBO_5 y DQO en la época de avenida fueron de 27.83 mg/l y 46.35 mg/l, respectivamente. En la época de estiaje los valores promedios para estos dos parámetros fueron de 64.48 mg/l y 113.74 mg/l.

El incremento de N_{total} , P_{total} , DBO_5 y DQO de la temporada de avenida a estiaje se atribuyen a la variabilidad en la dilución de las ARD en ambas temporadas. Esta dinámica influyó significativamente en la concentración de los contaminantes.

Con respecto a las características biológicas en la época de avenida el valor promedio de CTT fue de 2.02393×10^6 NMP/100 ml y en la época de estiaje fue de 3.282627×10^6 NMP/100.

Por otro lado, no se encontró la presencia de huevos de helmintos durante la época de avenida, caso contrario se dio en la época de estiaje se reportaron cantidades < 1 N° HH/l solo en dos fechas monitoreadas, evidenciando su ocurrencia inusual en el periodo evaluado.

c. Eficiencia de remoción de contaminantes de la 1^{era}, 2^{da} etapa del sistema Francés y sistema en conjunto (1^{era} + 2^{da} etapa)

La Tabla 22 muestra el valor promedio de los principales parámetros analizados como contaminantes del ARD en el efluente de la primera etapa y segunda etapa del piloto de sistema Francés en las temporadas de avenida y estiaje.

Tabla 22

Características del efluente de la 1^{era} y 2^{da} etapa, época de avenida y estiaje

Época	Parámetro	Unidad	N	Efluente 1 ^{era} etapa				Efluente 2 ^{da} etapa			
				Min	Prom	Max	SD	Min	Prom	Max	SD
Avenida	T °	°C	12	14.63	17.31	21.10	1.77	12.90	15.73	18.93	1.99
	pH	-	12	6.05	6.90	7.25	0.35	6.19	6.64	6.97	0.19
	SST	mg l ⁻¹	12	6.00	22.00	40.00	13.86	0.00	9.81	30.00	11.39
	N _{total}	mg l ⁻¹	12	1.60	5.38	12.47	2.81	3.32	5.18	8.30	1.63
	P _{total}	mg l ⁻¹	12	0.21	0.54	1.60	0.40	0.49	0.73	1.00	0.15
	DBO ₅	mg l ⁻¹	12	2.60	5.27	11.40	2.98	2.60	2.60	2.60	0.00
	DQO	mg l ⁻¹	12	7.00	22.54	39.10	9.12	4.50	6.46	11.10	2.58
	CTT	NMP/100 ml	12	4.50	1.08x10 ⁵	4.60x10 ⁵	1.43x10 ⁵	1.80	2.84x10 ³	7.00x10 ³	2.40x10 ³
	HH	°N HH/I	3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Estiaje	T °	°C	11.00	12.97	16.89	19.07	1.67	12.90	15.56	18.20	1.50
	pH	-	11.00	6.95	7.13	7.26	0.11	5.90	6.31	7.05	0.34
	SST	mg l ⁻¹	11.00	4.00	29.75	58.00	19.23	0.00	6.55	16.70	7.24
	N _{total}	mg l ⁻¹	11.00	6.89	14.65	24.67	5.37	7.51	12.36	18.01	2.87
	P _{total}	mg l ⁻¹	11.00	0.22	1.77	6.53	1.72	0.70	1.37	2.06	0.45
	DBO ₅	mg l ⁻¹	11.00	2.60	11.05	34.50	9.10	2.60	2.60	2.60	0.00
	DQO	mg l ⁻¹	11.00	4.50	49.28	102.30	26.25	4.50	7.64	21.20	5.30
	CTT	NMP/100 ml	11.00	4.9x10 ³	3.15x10 ⁵	2.20x10 ⁶	5.49x10 ⁵	3.30x10 ²	1.60x10 ⁴	7.90x10 ⁴	2.33x10 ⁴
	HH	°N HH/I	3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Por otro lado, la Tabla 23 muestra el valor promedio y desviación estándar de la concentración de los parámetros de la calidad del agua. Asimismo, presenta las eficiencias de remoción de contaminantes en cada etapa de tratamiento y sistema en conjunto, es decir 1^{era} + 2^{da} etapa.

Tabla 23

Eficiencia de remoción de contaminantes del ARD

Época	Parámetro	Afluente	Efluente 1 ^{era} etapa	Efluente 2 ^{da} etapa	Eficiencias de remoción (%)		
		Promedio ± SD	Promedio ± SD	Promedio ± SD	1 ^{era} etapa	2 ^{da} etapa	1 ^{era} + 2 ^{da} etapa
Avenida	SST (mg l ⁻¹)	157.78 ± 113.45	22 ± 13.86	9.81 ± 11.39	76.77%	60.57%	94.42%
	N _{Total} (mg l ⁻¹)	7.57 ± 6.26	5.38 ± 2.81	5.18 ± 1.63	18.00%	6.01%	16.05%
	P _{Total} (mg l ⁻¹)	1.08 ± 0.53	0.54 ± 0.40	0.73 ± 0.15	47.45%	4.86%	25.49%
	DBO ₅ (mg l ⁻¹)	27.83 ± 26.67	5.27 ± 2.98	0.60 ± 0.00	62.54%	34.51%	79.15%
	DQO (mg l ⁻¹)	46.35 ± 32.45	22.54 ± 9.12	6.46 ± 2.58	37.64%	65.17%	76.62%
	CTT (NMP / 100 ml)	2.02x10 ⁶ ± 3.72 x10 ⁶	1.08x10 ⁵ ± 1.43x10 ⁵	2.94x10 ³ ± 2.40x10 ³	86.14%	83.59%	94.78%
Estiaje	SST (mg l ⁻¹)	108.13 ± 70.81	29.75 ± 19.23	6.55 ± 0.7.24	68.18%	77.21%	92.20%
	N _{Total} (mg l ⁻¹)	20.32 ± 13.55	14.65 ± 5.37	12.36 ± 2.87	19.93%	19.64%	30.12%
	P _{Total} (mg l ⁻¹)	2.08 ± 0.99	1.77 ± 1.72	1.37 ± 0.45	29.20%	19.39%	33.97%
	DBO ₅ (mg l ⁻¹)	64.48 ± 82.83	11.05 ± 9.10	2.6 ± 0.00	58.61%	61.56%	82.47%
	DQO (mg l ⁻¹)	113.74 ± 126.66	49.28 ± 26.25	7.64 ± 5.3	40.42%	74.76%	87.32%
	CTT (NMP / 100 ml)	3.28x10 ⁶ ± 7.21x10 ⁶	3.15x10 ⁵ ± 6.49x10 ⁵	1.60x10 ⁴ ± 2.33x10 ⁴	52.65%	77.94%	83.40%

Las eficiencias de remoción de contaminantes en la 1^{era} etapa del sistema Francés durante la época de avenida fueron de 76.77%, 37.64% y 62.54% para SST, DQO y DBO, respectivamente. En la época de estiaje fueron de 68.18% para SST, 40.42% para DQO y 58.61% para DBO₅. Por otro lado, las eficiencias de remoción de N_{total} y P_{total} en la época de avenida fueron del 18% y 47.45%, mientras que, en la época de estiaje se registraron valores del 19.93% y 29.20%, respectivamente.

Las eficiencias de remoción en la segunda etapa del piloto de sistema Francés en época de avenida fueron 60.57% para SST, 6.01% para N_{total}, 4.86% para P_{total}, 34.51% para DBO₅, 65.17% para DQO y 83.59% para CTT. En la época de estiaje, se observó un incremento en las eficiencias de SST, N_{total}, P_{total}, DBO₅ y DQO con valores del 77.21%, 19.64%, 19.39%, 61.56% y 74.76%, respectivamente. Sin embargo, los CTT experimentaron un ligero descenso, reduciendo el porcentaje de eficiencia al 77.94%.

En términos generales el sistema Frances (1^{era} + 2^{da} etapa), presentó valores de eficiencia de remoción durante en la época de avenida del 94.42%, 16.05%, 25.49%, 79.15%, 76.62% y 94.78% para SST, N_{total}, P_{total}, DBO₅, DQO y CTT, respectivamente. Durante la época de estiaje, se observó un incremento en las eficiencias de SST, N_{total}, P_{total}, DBO₅ y DQO alcanzando valores de 92.20%, 30.12%, 33.97%, 82.47% y 87.32%, respectivamente. Sin embargo, los CTT mostraron un ligero descenso en comparación a la época de avenida, registrando una eficiencia del 83.40%.

La remoción de N_{total} y P_{total}, en época de avenida fueron del 16.05% y 25.49%, mientras que, en época de estiaje estos valores aumentaron al 30.12% y 33.97%. Los factores que podrían haber afectado los rendimientos en la época de avenida son el nivel de dilución de las ARD de entrada y los problemas de obstrucción que se presentaron en el sistema, así como, los cambios en las características del ARD. A pesar de que las eficiencias en la remoción de N_{total} y P_{total}, son menores en comparación con otros parámetros, se encuentran dentro del rango reportado (10%-20% para P_{Total} y <20% para N_{Total}) para sistemas de tratamiento tipo Francés.

d. Comportamiento de los parámetros durante la temporada de avenida y estiaje

La Tabla 24, muestra el análisis estadístico empleado en el afluente y efluentes del sistema Francés, durante las épocas de avenida y estiaje.

De acuerdo al análisis estadístico realizado, existió diferencias significativas para los parámetros de pH, SST, DBO₅, DQO y CTT entre los diferentes grupos evaluados. Estas diferencias fueron evidentes en ambas temporadas analizadas, lo que, indica variaciones significativas en la calidad del agua a lo largo del proceso de tratamiento que implica cada etapa del sistema Frances.

Por otro lado, las pruebas estadísticas realizadas en los parámetros de Temperatura y N_{total} indicaron que no hubo diferencias significativas en las distintas etapas de tratamiento tanto en avenida como en estiaje. En el caso de P_{total}, se encontraron diferencias significativas en las diferentes etapas de tratamiento durante la época de avenida; sin embargo, en la época de estiaje no se evidenciaron diferencias significativas, lo que indicó que no hubo cambios significativos de la concentración del contaminante entre las diferentes etapas de tratamiento en esta temporada.

Tabla 24

Test estadístico de los parámetros estudiados en época de avenida y de estiaje

Parámetro	Avenida			Estiaje		
	Diferencia significativa	P-Value	Prueba estadística	Diferencia significativa	P-Value	Prueba estadística
T °	NO	0.151	Anova	No	0.196	Anova
pH	SÍ	<0.01	Kruskal Wallis	SÍ	<0.01	Anova
SST	SÍ	<0.01	Anova	SÍ	<0.01	Kruskal Wallis
N _{total}	NO	0.932	Kruskal Wallis	No	0.223	Kruskal Wallis
P _{total}	SÍ	0.003	Kruskal Wallis	No	0.151	Kruskal Wallis
DBO ₅	SÍ	<0.01	Kruskal Wallis	SÍ	<0.01	Kruskal Wallis
DQO	SÍ	<0.02	Kruskal Wallis	SÍ	<0.02	Kruskal Wallis
CTT	SÍ	<0.01	Kruskal Wallis	SÍ	0.003	Kruskal Wallis

Temperatura

Las Figura 27 y 28 muestran los valores de temperatura registrados en campo en la época de avenida y estiaje, asimismo, se muestran los valores de temperatura ambiental promedio registrado por el SENAMHI.

Figura 27

Variación de la temperatura del ARD al IL, SL y HSSV del piloto de sistema Francés en época de avenida

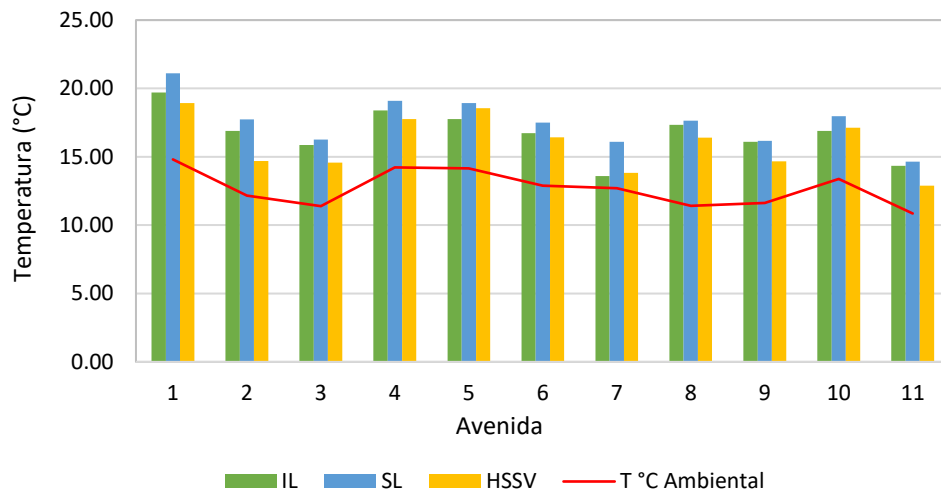
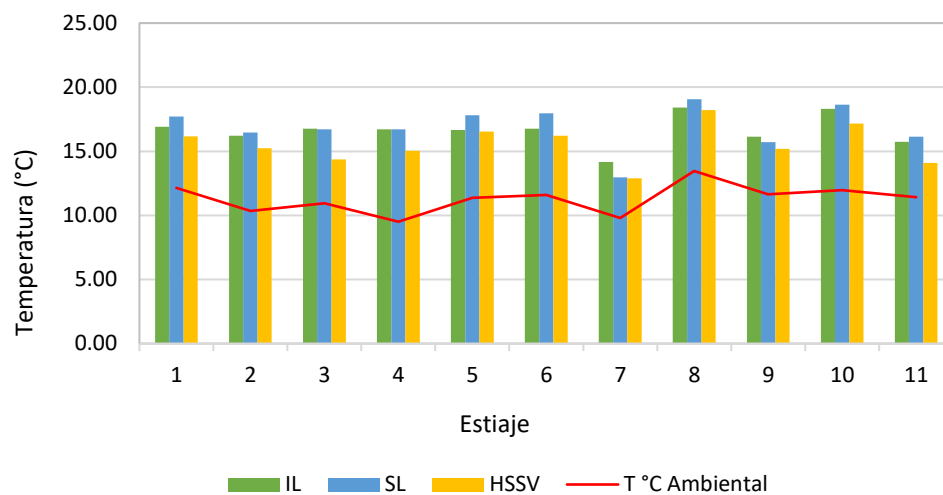


Figura 28

Variación de la temperatura del ARD al IL, SL y HSSV del piloto de sistema Francés en época de estiaje



Los valores de temperatura promedio registrados en el afluente de la 1^{era} etapa del sistema (IL) Francés fue de 16.61 °C durante la temporada de avenida y 16.44 °C en la temporada de estiaje. En el afluente de la 2^{da} etapa (SL), se observó un ligero incremento en ambas temporadas, alcanzando un promedio de 17.31 °C durante la época de avenida y 16.89 °C en la época de estiaje. No obstante, en el efluente de la 2^{da} etapa (HSSV), los valores disminuyeron, registrándose 15.73 °C

durante la época de avenida y 15.56 °C en la de estiaje. Estos valores presentan limitaciones en los procesos de remoción de contaminantes, especialmente en los procesos biológicos, dado a que la temperatura óptima para el desarrollo de la actividad bacteriana se sitúa entre los 25 °C y 35 °C.

Por otro lado, en comparación con la temperatura ambiental, se puede observar que los valores registrados en el IL, SL y HSSV son mayores, dado a que el calor específico del agua es mucho mayor que la del aire y que varían en función de la ubicación geográfica de la zona de estudio. Aun así, se encuentran por debajo de los límites máximos permisibles (LMP), establecidos mediante D.S. N° 003-2010-MINAM, el cual establece que la temperatura del afluente no debe superar los 35 °C.

Potencial de hidrógeno (pH)

Las Figuras 29 y 30 muestran los valores de pH del ARD al IL, SL y HSSV del piloto de sistema Francés en época de avenida y estiaje, además del rango establecido por los LMP.

Figura 29

Valores de pH del ARD al IL, SL y HSSV del piloto de sistema Francés en época de avenida

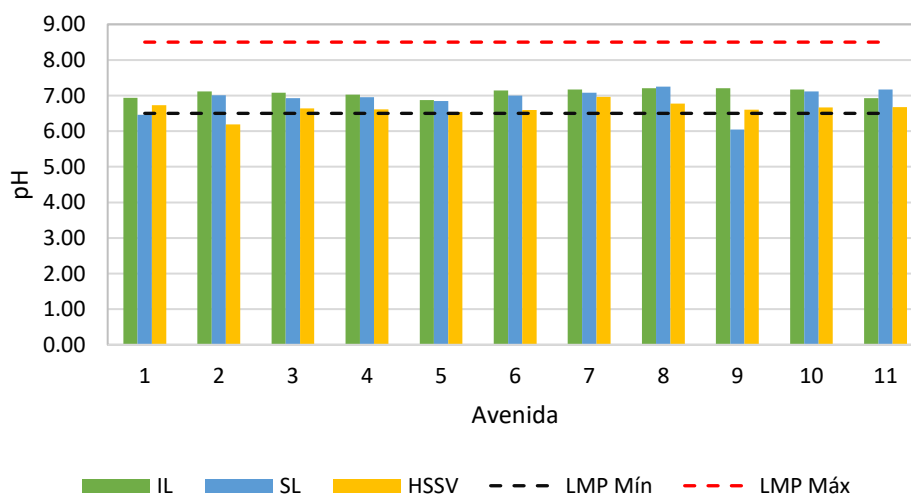
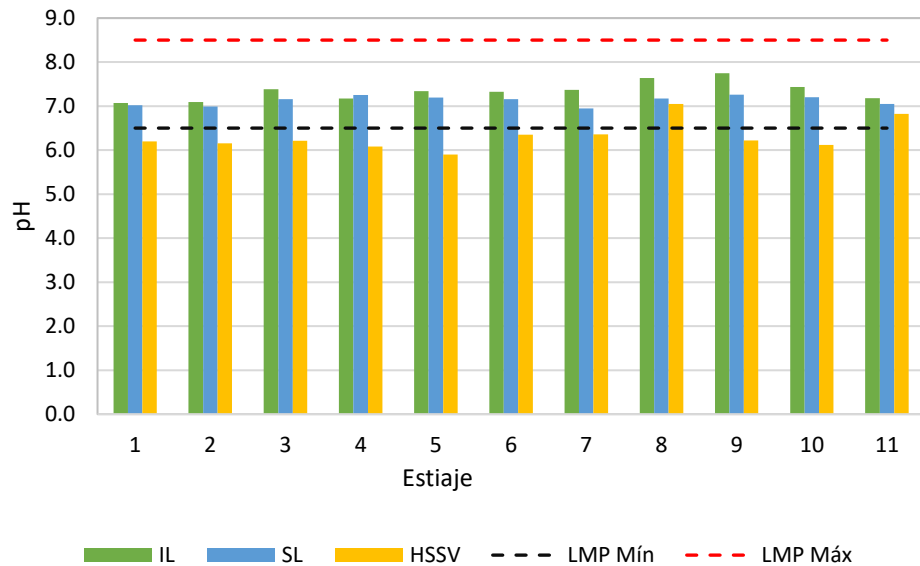


Figura 30

Valores de pH del ARD al IL, SL y HSSV del piloto de sistema Francés en época de estiaje



Durante la época de avenida se puede observar que los valores promedio de pH del ARD disminuyen, registrando 6.90 para SL y 6.64 para HSSV. Aun así, estos valores se encuentran dentro del rango establecido en los LMP (6.5-8.5) para efluente de plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas. Caso contrario, durante la época de estiaje los resultados para el HSSV mostraron una disminución, cuyos resultados se reportaron por debajo del mínimo valor de LMP, registrando un valor de 6.31, lo cual indica una tendencia hacia la acidez, la cual se atribuyó a los procesos de oxidación biológica, los cuales tienden a reducir el pH.

SST

Las Figura 31 y 32 presentan los valores de SST al IL, SL y HSSV del piloto de sistema Francés en época de avenida y estiaje.

Figura 31

Valores de concentración de SST del ARD al IL, SL y HSSV del piloto de sistema Francés en época de avenida

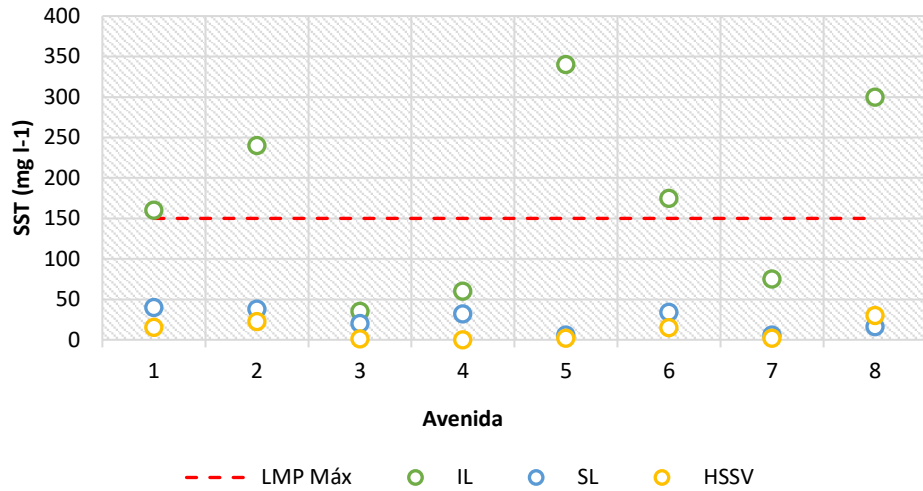
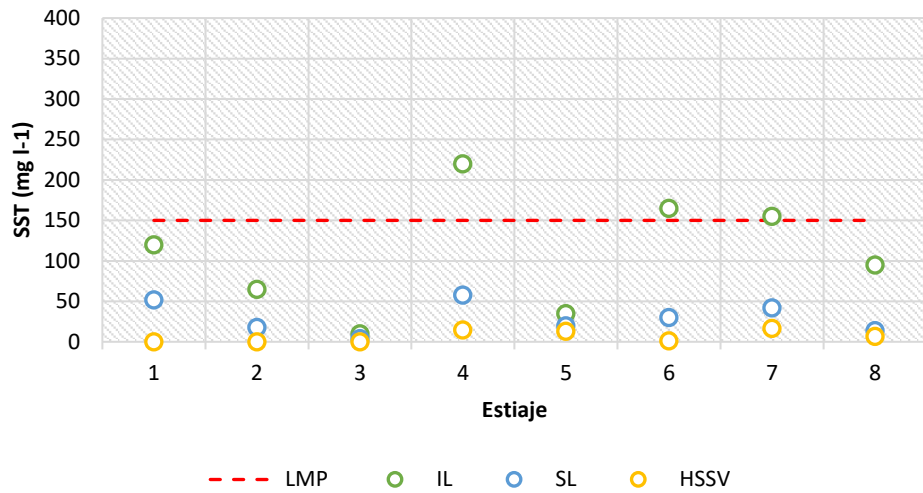


Figura 32

Valores de concentración de SST del ARD al IL, SL y HSSV del piloto de sistema Francés en época de estiaje



La concentración promedio de SST durante la época de avenida fue de 157.78 mg/l, 22 mg/l y 9.81 mg/l en IL, SL y HSSV, respectivamente. En la época de estiaje, se registraron valores de 108.13 mg/l, 29.75mg/l y 6.55 mg/l en IL, SL y HSSV. Estos valores indicaron una reducción en la concentración de SST a medida a la que el ARD fluyó por las dos etapas de tratamiento, mostrando eficiencias del 94.42% durante la época de avenida y 92.20% en la época de estiaje en todo el

sistema (1^{ra} y 2^{da} etapa). Cabe destacar que los valores registrados en el efluente del sistema se encontraron por debajo del LMP (establecido en 150 mg/l), lo que confirma la eficiencia de tratamiento que posee esta tecnología.

DBO₅

Las Figura 33 y 34 presentan los valores de DBO₅ al IL, SL y HSSV del piloto de sistema Francés en época de avenida y estiaje.

Figura 33

Valores de concentración de DBO₅ del ARD al IL, SL y HSSV del piloto de sistema Francés en época de avenida

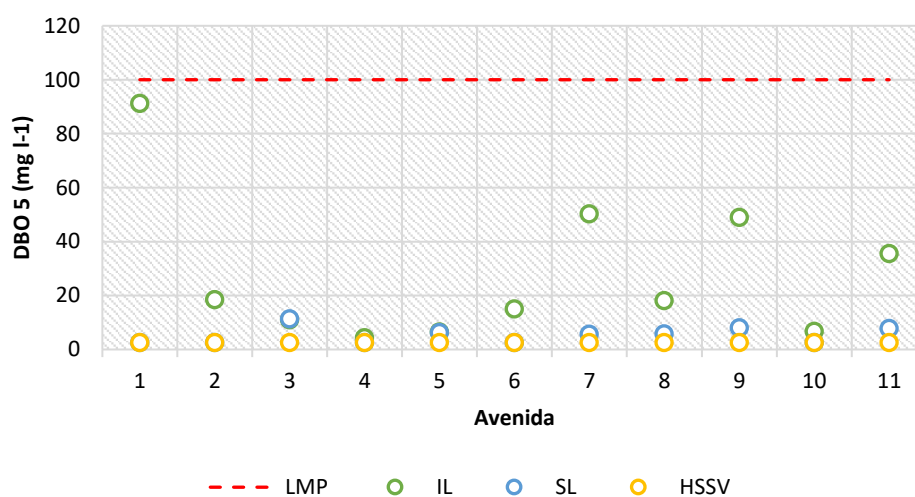
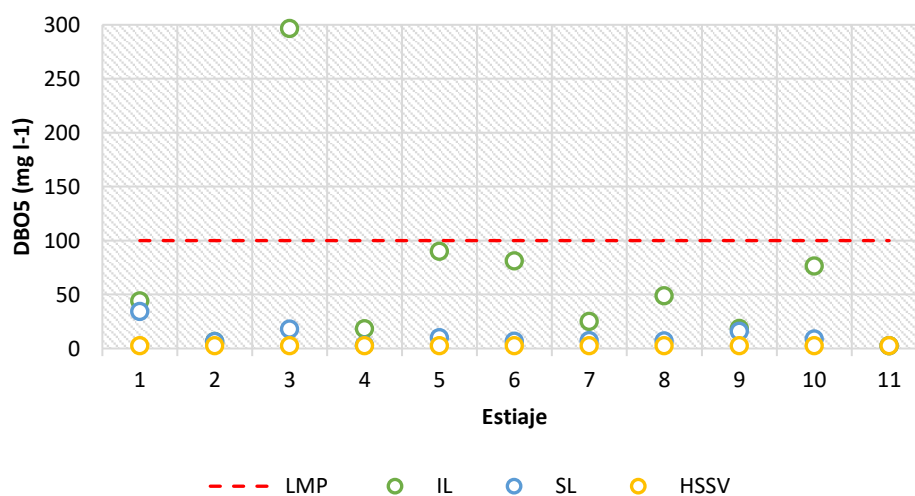


Figura 34

Valores de concentración de DBO₅ del ARD al IL, SL y HSSV del piloto de sistema Francés en época de estiaje



La concentración de DBO₅ presentó una gran variabilidad en ambas temporadas, durante la época de avenida, los valores fluctuaron entre 4.3 mg/l y 91.20 mg/l, mientras que, en la época de estiaje oscilaron entre 2.8 mg/l a 296.70 mg/l. Estos valores registrados evidencian la influencia de las condiciones hidrológicas en la carga orgánica del sistema, siendo más elevada en la época de estiaje, que en promedio se registró un valor de 64.48 mg/l, que representó el doble de concentración promedio registrado durante la época de avenida. En el efluente de la 1^{ra} etapa, los valores fluctuaron de 2.6 mg/l a 2.9 mg/l durante la época de avenida y de 2.60 mg/l a 34.50 mg/l en estiaje. Finalmente se obtuvieron valores <2.6 mg/l en el efluente del sistema (HSSV) en ambas temporadas. Los valores registrados en los efluentes de la 1^{ra} y 2^{da} etapa del sistema, se encontraron por debajo de los LMP (D.S. N° 003-2010-MINAM), que indican un valor de 100 mg/l.

En términos de eficiencia, la 2^{da} etapa y el sistema en general (1^{era} + 2^{da} etapa), incrementaron los valores de eficiencia durante la época de estiaje alcanzando el 61.56% en SL y 82.47% en HSSV, mientras que, en la época de estiaje esos valores fueron de 34.51% y 79.15%.

DQO

Las Figura 35 y 36 presentan los valores de DQO al IL, SL y HSSV del piloto de sistema Francés en época de avenida y estiaje.

Figura 35

Valores de concentración de DQO al IL, SL y HSSV del piloto de sistema Francés en época de avenida

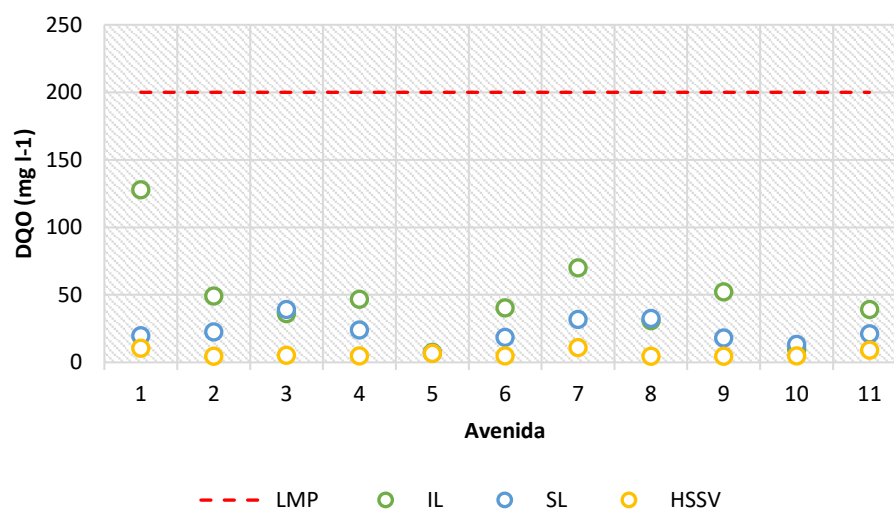
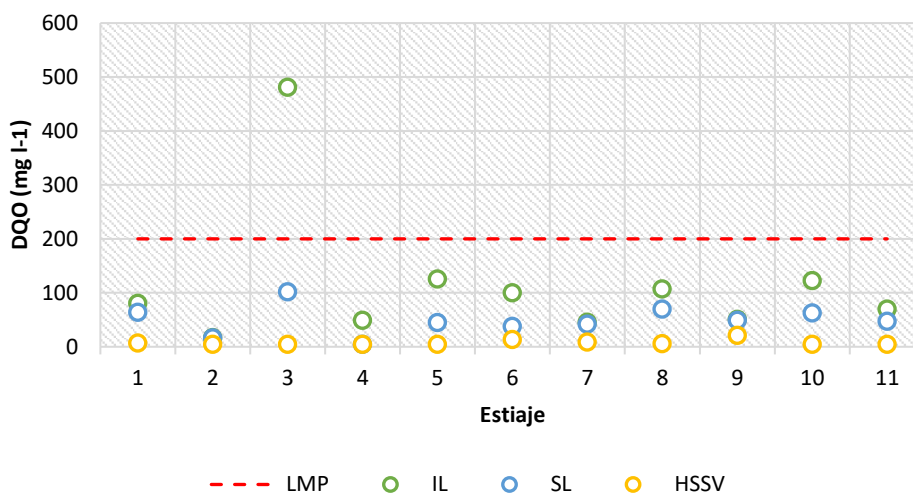


Figura 36

Valores de concentración de DQO del ARD al IL, SL y HSSV del piloto de sistema Francés en época de estiaje



Los valores de concentración promedio más elevados en el ingreso (IL), se presentaron durante la época de estiaje, alcanzando 113 mg/l, mientras que, en la época de avenida este valor fue de 46.35 mg/l. Estos valores se atribuyen a la menor dilución que se presenta en la época de estiaje comparada a la época de avenida. En el caso de los efluentes de la 1^{ra} etapa (SL), los valores fluctuaron entre 7.00 mg/l a 39.10 mg/l durante avenida, mientras que, en estiaje estos valores fluctuaron entre 4.50 mg/l y 102.30 mg/l. En el efluente final (HSSV) estos valores se redujeron, registrando valores entre 4.50 mg/l y 11.10 en avenida, y valores entre 4.50 mg/l a 21.20 mg/l. Los valores registrados al IL, SL y HSSV, se encuentran por debajo de los 200 mg/l, que establece los LMP (D.S. N° 003-2010-MINAM).

Con respecto a la eficiencia de remoción de DQO promedio, se mostraron mejores resultados en los efluentes de la 2^{da} etapa (SL) y en el sistema francés (HSSV) en ambas temporadas. Estos valores fueron del 65.17% para SL y 76.62% para HSSV durante avenida, mientras que, en estiaje se registraron 74.76% para SL y 87.32 para HSSV, aunque la concentración de DQO fue mayor durante la época de estiaje, también presentó un incremento en el porcentaje de eficiencia para SL y HSSV en esta temporada.

Nitrógeno total

Las Figuras 37 y 38 presentan los valores de N_{total} al IL, SL y HSSV del piloto de sistema Francés en época de avenida y estiaje.

Figura 37

Valores de concentración de N_{total} del ARD al IL, SL y HSSV del piloto de sistema Francés en época de avenida

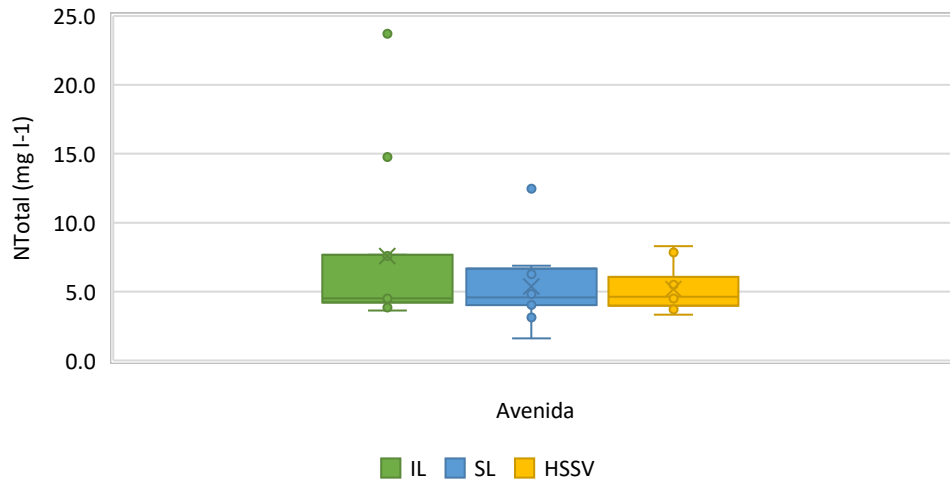
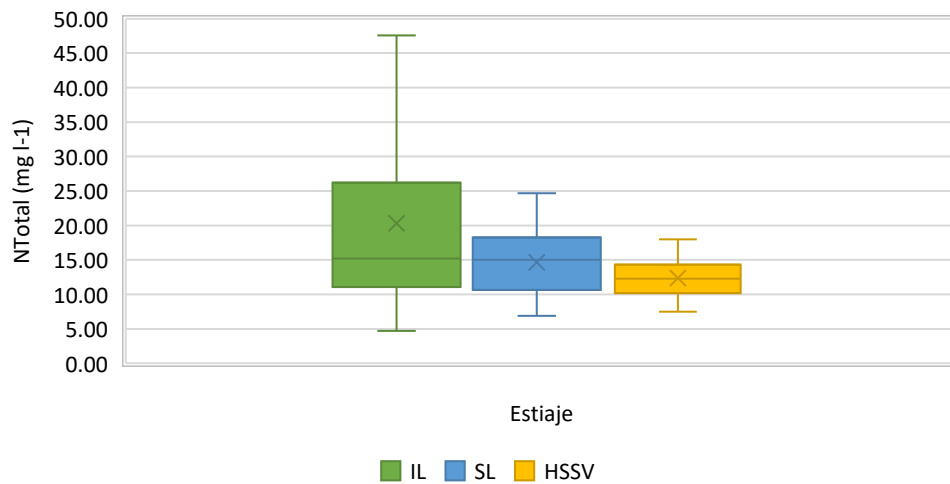


Figura 38

Valores de concentración de N_{total} del ARD al IL, SL y HSSV del piloto de sistema Francés en época de estiaje



Los valores de concentración de N_{total} fueron muy variables, presentaron datos de 3.64 mg/l como valor mínimo y alcanzaron un máximo de 23.70 mg/l durante la época de avenida, la variabilidad no solo se dio en esta época, sino también en la de estiaje, en donde fluctuó entre 4.71 mg/l a 47.53 mg/l, siendo incluso mayores que los valores registrados en avenida.

La eficiencia de tratamiento de N_{total} , presentó valores relativamente bajos. Durante la época de estiaje se registraron valores de concentración promedio de 5.38 mg/l para SL y 5.18 mg/l para HSSV, presentando eficiencias del 6.01% y 16.05 %, respectivamente. Durante la época de estiaje los valores promedio registrados fueron de 14.65 mg/l y 12.36 mg/l para IL y HSSV, respectivamente. Las eficiencias reportadas fueron mayores con respecto a la época de avenida, alcanzando el 19.64% para IL y el 30.12% para HSSV.

Aunque se haya incrementado el porcentaje de eficiencia de tratamiento de avenida a estiaje, se puede observar que existe una limitada capacidad de tratamiento en la 1^{era} y 2^{da} etapa de sistema Francés, debido a que el alto potencial de oxigenación de los sistemas FV, los hace pobres en la desnitrificación, ya que, el proceso requiere anoxia para terminar en la generación de nitrógeno gas.

Fósforo total

Las Figura 39 y 40 presentan los valores de P_{total} al IL, SL y HSSV del piloto de sistema Francés en época de avenida y estiaje.

Figura 39

Valores de concentración de P_{Total} del ARD al IL, SL y HSSV del piloto de sistema Francés en época de avenida

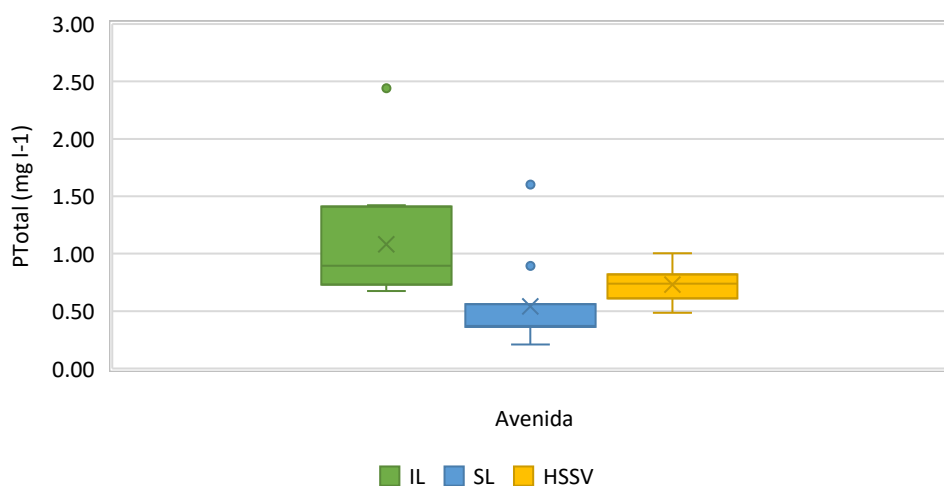
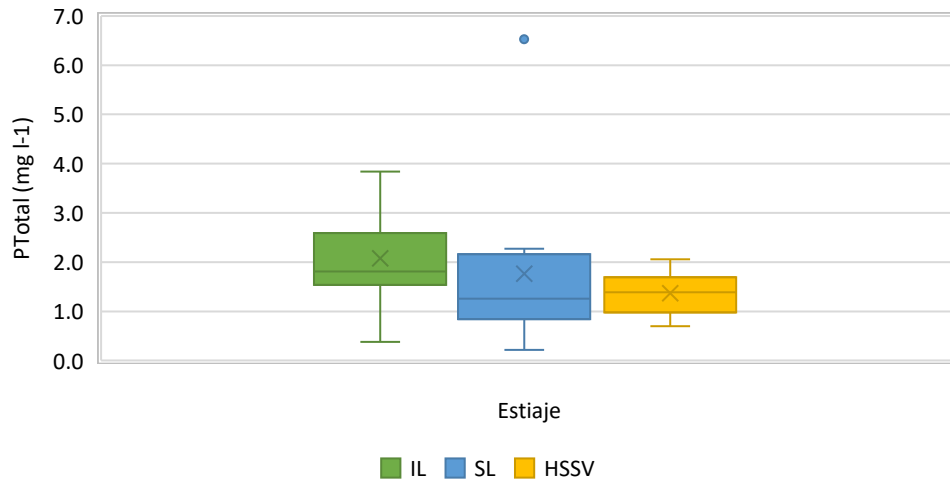


Figura 40

Valores de concentración de P_{Total} del ARD al IL, SL y HSSV del piloto de sistema Francés en época de estiaje



Los valores registrados en los efluentes fueron de 0.53 mg/l para SL y 0.73 mg/l para HSSV durante la época de avenida, mientras que, en la época de estiaje los valores registrados fueron de 1.77 mg/l para SL y 1.37 mg/l para HSSV. Al igual que el N_{Total} , estos resultaron evidenciar que durante la época de estiaje la concentración es más elevada en comparación a los datos registrados durante la época de avenida.

En términos de eficiencia la 1^{era} y 2^{da} etapa registró eficiencias del 47.45% y del 4.86% en época de avenida. Durante la época de estiaje, se registraron eficiencias del 29.20% y del 19.39%. El sistema en general (1^{era} + 2^{da} etapa) presentó valores dentro del rango de eliminación (10% - 20%).

Coliformes termotolerantes

Las Figura 41 y 42 presentan los valores de CTT al IL, SL y HSSV del piloto de sistema Francés en época de avenida y estiaje.

Figura 41

Valores de concentración de CTT del ARD al IL, SL y HSSV del piloto de sistema Francés en época de avenida

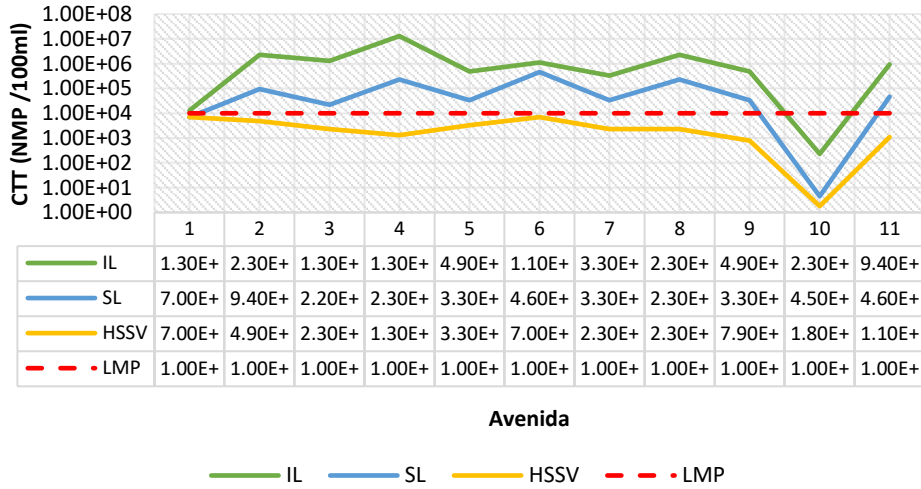
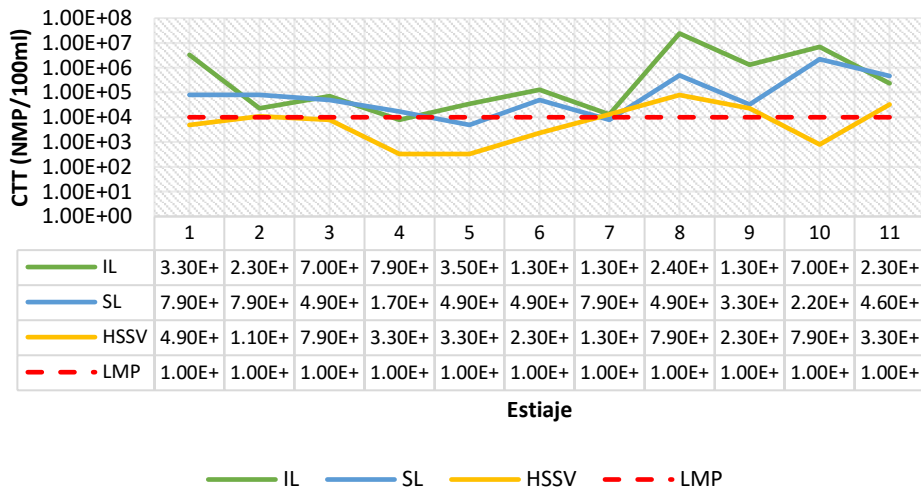


Figura 42

Valores de concentración de CTT al IL, SL y HSSV del piloto de sistema Francés en época de estiaje



Los valores de ingreso con una media geométrica fueron de 3.37×10^5 NMP/100 ml durante la época de avenida y de 2.36×10^5 NMP/100 ml en estiaje. Se obtuvieron valores de 2.54×10^4 NMP/100 ml y 1.31×10^3 NMP/100 ml en la salida de la 1^{era} etapa (IL) y 2^{da} etapa (HSSV) en época de avenida, mientras que, en estiaje los valores registrados fueron de 6.87×10^4 NMP/100 ml y 5.14×10^3 NMP/100 ml para SL y HSSV, respectivamente.

Los resultados obtenidos indicaron que el efluente del sistema Frances (1^{era} y 2^{da} etapa) se encontró por debajo de los LMP, establecidos en 1×10^4 NMP/100 ml, tanto en época de avenida como de estiaje, mientras que, los valores reportados en el afluente de la 1^{era} etapa, no cumplieron con los valores máximos establecidos.

En términos de eficiencia, la temporada en la cual se registró mayor eficiencia fue en avenida, cuyos valores alcanzaron 86.14% para el efluente de la 1^{era} etapa, 83.59% para el afluente de la 2^{da} etapa y de 94% para el afluente del sistema Francés (1^{era} y 2^{da} etapa), mientras que, en la época de estiaje estos valores fueron menores, reportando el 52.65%, 77.95% y 83.40%, respectivamente.

Huevos de helmintos

Durante la época de avenida, no se registraron huevos de helmintos en ninguna de las etapas del sistema, tanto en el afluente como en el efluente. Lo que sugirió una ausencia de estos contaminantes biológicos en el ARD.

En contraste, durante la época de estiaje, se detectaron concentraciones inferiores a 1 huevo/l en el afluente en dos fechas de monitoreo, indicando la presencia inusual de estos organismos en el ARD. Este mismo valor se mantuvo en los efluentes (SL y HSSV), en las dos fechas mencionadas.

Aun así, estos valores cumplen con el valor establecido por la organización Mundial de la Salud para el reúso de las ARD, el cual establece el contenido de HH <1 huevo/l.

4.3. Comparación de eficiencias de remoción de contaminantes

A continuación, la Tabla 25 muestra valores de eficiencia de remoción de contaminantes tanto de sistemas convencionales de tratamiento primario y secundario, así como, valores de eficiencia obtenidos del piloto de sistema Francés estudiado.

Tabla 25

Comparación de eficiencias de remoción de contaminantes del piloto de sistema Francés con sistemas convencionales

	Sistemas convencionales de tratamiento primario	Sistemas convencionales con tratamiento secundario	1^{era} etapa sistema Francés	1^{era} y 2^{da} etapa sistema Francés
Porcentaje de remoción de contaminantes				
SST (mg l ⁻¹)	40% - 80%	60% - 95%	72.48%	93.31%

N_{total} (mg l ⁻¹)	1% - 3%	—	18.97%	23.09%
P_{total} (mg l ⁻¹)	25% - 30%	—	38.32%	29.73%
DBO ₅ (mg l ⁻¹)	50% - 70%	60% - 99%	60.57%	80.81%
DQO (mg l ⁻¹)	50% - 65%	75% - 81%	39.03%	81.97%
CTT (NMP / 100 ml)	83% - 86 %	60% - 99%	69.39%	89.09%

Nota. Los valores porcentuales de eficiencia de remoción de contaminantes de sistemas convencionales de tratamiento primario y sistemas convencionales con tratamiento secundario fueron obtenidos de Nasr y Basem (2013), Polo et al. (2019), Shrestha (2020) y Simon (2022).

Las eficiencias de remoción de contaminantes reportados en la 1^{era} etapa del sistema Francés en la temporada de avenida fueron superiores o se mantuvieron dentro de los rangos establecidos para sistemas convencionales de tratamiento primario en la mayoría de los parámetros evaluados. Sin embargo, la DQO y CTT, presentaron eficiencias del 39.03% y 69.39%, respectivamente, valores inferiores a los reportados en sistemas convencionales, donde las eficiencias oscilan entre 50% - 65% para DQO y de 83% - 86% para CTT.

Por otro lado, el sistema Frances (1^{era} y 2^{da} etapa), registró una eficiencia en la remoción de contaminantes superior a la de los sistemas convencionales de tratamiento primario y con valores dentro de los rangos registrados por los sistemas convencionales de tratamiento secundario. Las mayores eficiencias se observaron en los parámetros de SST, DBO₅, DQO y CTT, alcanzando valores promedio del 93.31%, 80.81%, 81.97% y 89.09%, respectivamente, entre ambas temporadas.

CAPITULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1. Diseño e implementación de un piloto de sistema Francés para el tratamiento de aguas residuales domésticas

La relación DQO/DBO₅ (1.33) indicó que el ARD del CP Canrey Chico presenta una fracción altamente biodegradable. Según Von Sperling y Chernicharo (2005) se puede aplicar cualquier tratamiento biológico para su depuración. En base a esta característica, se consideró que la implementación de un sistema de tipo Francés era una alternativa adecuada.

El diseño del piloto de sistema Francés se basó en el diseño planteado por Molle et al. (2005), cuyo dimensionamiento se desarrolló en base a una carga orgánica aceptable expresada como una unidad de superficie de filtro por persona equivalente (PE), con 3 líneas de tratamiento en la 1^{era} etapa y 2 en la 2^{da} etapa, sin embargo, el sistema implementado se integró por 2 líneas de tratamiento en la 1^{era} etapa y 2 líneas de tratamiento en la 2^{da} etapa, empleando un área total de 1.2 m² por PE en la 1^{era} etapa y 0.8 m² por PE en la 2^{da} etapa. Asimismo, se basó en cargas máximas hidráulicas, que para un diseño clásico de sistemas de tipo Francés es de 0.37 md⁻¹ (Molle et al. 2005), el cual se mantuvo constante en las épocas de avenida y estiaje.

Dentro de las consideraciones hidráulicas se aplicó una dosificación intermitente de ARD, es decir, una alimentación alterna de 3.5 días 1^{era} etapa por línea de tratamiento. Por otro lado, según Dotro et al. (2017) las líneas de tratamiento de la 2^{da} etapa se alimentan generalmente durante 3.5 días y se dejan reposar durante 3.5 días, donde se requiere que el operador del sistema visite la planta al menos dos veces por semana, para cambiar la configuración de alimentación y se dé un manejo adecuado

del sistema. En el caso del piloto implementado, en las líneas de tratamiento de la 2^{da} etapa, no se aplicaron el criterio de alimentación alternada, manteniendo una alimentación alterna solo en las líneas de tratamiento de la 1^{era} etapa (Molle et al., 2015).

Para asegurar una distribución adecuada del ARD, se aplicó una capa líquida de 0.05 m, siguiendo lo establecido por Dotro et al. (2017), quien indica que la altura de un pulso en la superficie debe ser entre 0.02 y 0.05 m en la línea en funcionamiento. De acuerdo a Lombard y Molle (2017b), si la lámina es inferior o supera los rangos establecidos la velocidad de infiltración pueden verse afectados.

En el piloto implementado, se siguieron los criterios recomendados por Molle et al. (2005), en cada capa de filtro empleada, lo cual favoreció la retención de partículas y el desarrollo de biopelículas, reflejándose en la eficiencia de remoción de SST y materia orgánica (DBO₅ y DQO). Los resultados obtenidos en la remoción de contaminantes indicaron que la selección y disposición del material filtrante fueron adecuadas, garantizando un buen desempeño del sistema. No obstante, es importante considerar la influencia de otros factores, como la variabilidad de las características del efluente y las condiciones operativas, que pueden afectar el rendimiento a largo plazo, así como, las condiciones climáticas que caracterizan la zona donde se implementará el sistema.

5.2. Evaluación de la eficiencia de remoción de contaminantes físicos, químicos y microbiológicos de la 1^{ra} y 2^{da} etapa de un piloto de sistema Francés durante 6 meses de operación

El desempeño del piloto de sistema Francés fue evaluado en función de su eficiencia en la remoción de contaminantes en época de avenida y estiaje.

En comparación con los valores reportados en el estudio realizado por Mujtaba et al. (2022), donde las eficiencias de remoción en la 1^{era} etapa oscilaron entre aproximadamente el 63.76% - 74.47% para DQO, 63.76% - 71.91% para DBO₅, y 79.99% - 81.32% para SST, los resultados obtenidos en este estudio fueron inferiores, con valores entre el 37.64% - 40.42% para DQO, 58.61% - 62.54% para DBO₅, 68.18% - 76.77% para SST. A pesar de encontrarse por debajo de los valores reportados en el estudio de referencia, la disminución en la eficiencia no es drástica y el sistema sigue mostrando un desempeño estable, con respecto a los parámetros mencionados.

En la 2^{da} etapa del sistema, se observó una mayor eficiencia en la remoción de DQO, con valores que oscilan entre 65.17% - 74.76% durante las época de avenida y estiaje, superando los valores reportados por Mujtaba et al. (2022), que registraron entre 55.02% - 58.38%. De manera similar, la remoción de SST, alcanzó valores entre 60.57% y 77.21%, evidenciando un desempeño superior en comparación con estudios previos. Estas variaciones en la remoción de contaminantes se atribuyen a las condiciones específicas del sistema implementado, como el tipo y disposición del material filtrante, dinámica de flujo o características del afluente tratado. No obstante, los resultados sugieren que la 2^{da} etapa del sistema desempeña un papel clave en la mejora de la calidad del efluente, particularmente en la eliminación de la materia orgánica y sólidos suspendidos, lo que resalta su importancia dentro del proceso de tratamiento.

El sistema en conjunto (1^{era} + 2^{da} etapa) mostró un desempeño eficiente en la remoción de contaminantes, con valores que se alinean a los reportados en estudios previos de (Gómez, 2017; León, 2020; Mujtaba et al., 2022; Platzer et al., 2016; Salgado, 2022). En términos globales, las eficiencias alcanzadas oscilaron entre el 92.20% - 94.42% para SST, 79.15% - 82.47% para DBO₅, y 76.62% - 87.32% para DQO. Estos resultados sugieren que la integración de ambas etapas del sistema permite un tratamiento efectivo de las aguas residuales, favoreciendo la eliminación de la materia orgánica y sólidos suspendidos. Además, su desempeño estable, incluso bajo condiciones climáticas adversas como las que presenta del centro poblado de Canrey Chico, resalta su potencial como una alternativa viable para comunidades con características similares.

En particular, se obtuvo una eficiencia elevada del sistema en conjunto, (1^{era} + 2^{da} etapa) en la eliminación de SST, tanto en época de avenida como en época de estiaje. El alto rendimiento de eliminación de SST se debe principalmente a la primera etapa, donde el material sedimentable se deposita en la superficie del filtro (Molle et al., 2005). Estas eficiencias obtenidas hacen que el sistema sea una alternativa viable para comunidades descentralizadas, ya que alcanzan niveles de remoción de contaminantes significativos.

Con respecto a las eficiencias de remoción de N_{total} y P_{total}, el piloto de sistema Francés (1^{era} + 2^{da} etapa) presentó eficiencias del 16.05% y del 25.49% (respectivamente) durante la época de avenida. En la época de estiaje estas eficiencias se incrementaron al 30.12% y el 33.97%, respectivamente. Los valores

registrados en ambas temporadas indican limitaciones en el tratamiento de estos contaminantes, similares a los resultados obtenidos de los sistema estudiados por Molle et al. (2005). En dicho estudio, si bien se logró una buena calidad de efluente para la mayoría de los parámetros analizadas, la eliminación del fósforo y nitrógeno, se vieron limitada por las condiciones aeróbicas del sistema, nivel de dilución del ARD en temporada de lluvias (Molle et al. 2015).

En cuanto a la remoción de CTT, el sistema presentó eficiencias del 94% y 83.40% en época de avenida y estiaje, respectivamente, donde se observó una disminución en la eficiencia durante la época de estiaje, lo cual se atribuye a la variación de temperatura entre estas dos épocas y a la menor dilución del ARD (Larrea-Murrell et al., 2013). Si bien los valores de eficiencia reportados no alcanzan a los valores registrados por León (2020) y Salgado (2022), se observó que el sistema, incluso en condiciones climáticas diferentes, mantuvo una alta eficiencia de tratamiento.

5.3. Comparación de las eficiencias de remoción de contaminantes físicos, químicos y microbiológicos de la 1^{ra} y 2^{da} etapa de un piloto de sistema Francés con unidades de tratamiento convencional primario y secundario

El análisis de los resultados de eficiencia de remoción de contaminantes en el sistema Francés, tanto en su primera etapa como en su conjunto (1^{era} y 2^{da} etapa), permite identificar tendencias y comparaciones relevantes con los sistemas convencionales de tratamiento primario y secundario. En zonas rurales, es común el uso de unidades de tratamiento primario como los tanques sépticos y los tanques Imhoff, los cuales permiten la remoción de aproximadamente el 60%-70% de SST y hasta un 30% de DBO (MINAM, 2014). Si bien estos sistemas convencionales ofrecen una reducción inicial de la carga contaminante, su eficiencia es limitada en comparación con tecnologías como la del sistema Francés, que en su primera etapa ha registrado valores superiores al 70% para SST y 50% para DBO.

En la 1^{era} etapa del sistema Francés durante la temporada de avenida, se observó que las eficiencias de remoción de la mayoría de los parámetros evaluados fueron superiores o se mantuvieron dentro de los rangos establecidos para sistemas convencionales de tratamiento primario. Esto indica que el sistema Francés es competitivo en términos de desempeño en comparación con tecnologías convencionales. Sin embargo, se detectó que las eficiencias de remoción de DQO

(39.03%) y CTT (69.39%) fueron inferiores a las reportadas en sistemas convencionales de tratamiento primario, donde los rangos típicos son 50%-65% para DQO y 83%-86% para CTT. Esto sugiere que el sistema Francés podría tener limitaciones en la remoción de materia orgánica y sólidos totales durante esta etapa, posiblemente debido a condiciones operativas específicas durante la temporada de avenida.

Por otro lado, cuando se considera el sistema Francés en su conjunto (1^{era} + 2^{da} etapa), se observó una eficiencia de remoción de contaminantes superior a la de los sistemas convencionales de tratamiento primario y comparable a los rangos de sistemas convencionales de tratamiento secundario. Esto resalta la importancia de la 2^{da} etapa en el proceso de tratamiento, que parece compensar las limitaciones observadas en la primera etapa. Los parámetros que mostraron las mayores eficiencias fueron SST (93.31%), DBO5 (80.81%), DQO (81.97%) y CTT (89.09%). Estos valores son consistentes con los rangos reportados para sistemas de tratamiento secundario, lo que indica que el sistema Francés es capaz de alcanzar un alto nivel de depuración cuando opera en su configuración completa. Esto sugiere que esta tecnología podría ser una alternativa viable para el tratamiento de aguas residuales, especialmente en contextos donde se requieren altos niveles de remoción de contaminantes.

La temporada de avenida parece ser un factor clave que influye en el desempeño del sistema Francés, particularmente en la 1^{era} etapa. Durante este período, es posible que el sistema experimente mayores cargas hidráulicas y de contaminantes, lo que afecta su capacidad de remoción, especialmente en parámetros como DQO y CTT. Además, el diseño y la operación del sistema Francés en su conjunto, que combina la 1^{era} y 2^{da} etapa, son fundamentales para su alto desempeño. La 2^{da} mejoran significativamente la remoción de materia orgánica y sólidos.

En términos de implicaciones y recomendaciones, sería recomendable evaluar posibles mejoras en el diseño u operación de la 1^{era} etapa para aumentar su eficiencia, especialmente durante la temporada de avenida, así como la de estiaje. Asimismo, los resultados sugieren que el sistema Francés, en su conjunto, es una tecnología prometedora para el tratamiento de aguas residuales, con eficiencias comparables a las de sistemas secundarios. Sin embargo, se recomienda realizar

estudios adicionales para validar su desempeño en diferentes condiciones operativas y a largo plazo.

Finalmente, el sistema Francés presenta característica que demuestran su utilidad en áreas donde se requieren altos niveles de tratamiento pero donde la implementación de sistemas convencionales de tratamiento secundario no es factible debido a limitaciones económicas, espaciales o técnicas, ya que presentan un alto potencial para la remoción de contaminantes, especialmente cuando opera en su configuración completa, pero es importante abordar las limitaciones observadas en la 1^{era} etapa para optimizar su desempeño y garantizar su aplicabilidad en diferentes escenarios.

CAPITULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones

Se concluyó que el diseño del piloto de sistema francés basado en una carga orgánica aceptable expresada como una unidad de superficie de filtro por persona equivalente (PE), integrado por 2 líneas de tratamiento en la 1^{era} etapa y 2 líneas de tratamiento en la 2^{da} etapa, empleando un área total de 1.2 m² por PE en la 1^{era} etapa y 0.8 m² por PE en la 2^{da} etapa, muestran que la variación en las eficiencias de remoción de contaminantes entre las épocas de avenida y estiaje no fueron significativas sugiriendo una estabilidad entre el proceso de remoción durante las temporadas, a pesar de las condiciones hidrológicas diferentes en cada época. Estos hallazgos sugieren que la tecnología implementada es resistente a fluctuaciones estacionales, lo que lo hace una opción confiable para el tratamiento del ARD en distintos periodos climáticos.

Se evaluó el piloto de sistema Francés, implementado en condiciones altoandinas en función a su desempeño en la remoción de contaminantes durante la época de avenida y estiaje. En la 1^{era} etapa los resultados obtenidos mostraron eficiencias de remoción de 70.77%, 18%, 47.45%, 62.54%, 37.64% y 86.14% para SST, N_{total}, P_{total}, DBO₅, DQO y CCT, respectivamente, en época de avenida, mientras que, en estiaje los valores fueron de 68.18%, 19.93%, 29.20%, 58.61%, 40.42% y 52.65% para SST, N_{total}, P_{total}, DBO₅, DQO y CCT, respectivamente. En la 2^{da} etapa, los valores obtenidos alcanzaron eficiencias del 60.57%, 6.01%, 4.86%, 34.51%, 65.17% y 83.59% para SST, N_{total}, P_{total}, DBO₅, DQO y CCT, respectivamente, en avenida. Y de 77.21%, 19.64%, 19.39%, 61.56%, 74.76% y 77.94% para SST, N_{total},

P_{total} , DBO_5 , DQO y CCT, respectivamente, en estiaje. Las eficiencias del sistema en conjunto (1^{era} y 2^{da} etapa), registro valores de eficiencia de 94.42%, 16.05%, 25.49%, 79.15% 76.62% y 94.78% para SST, N_{total} , P_{total} , DBO_5 , DQO y CCT, respectivamente, en época de avenida, y de 92.20%, 30.12%, 30.12%, 33.97%, 82.47%, 87.32% y 83.40% para SST, N_{total} , P_{total} , DBO_5 , DQO y CCT, respectivamente, en estiaje.

Se halló que el piloto de sistema Francés es capaz de alcanzar eficiencias elevadas en la remoción de SST, DBO_5 , DQO y CTT, desde su primera etapa de tratamiento, esto contrasta con los sistemas convencionales como los tanques sépticos, tanques Imhoff, comúnmente utilizados en zonas rurales, los cuales requieren procesos adicionales para lograr niveles similares de depuración. Estos resultados resaltan la efectividad y el potencial del sistema como una alternativa más eficiente para el tratamiento de aguas residuales en lugares descentralizadas, como las zonas altoandinas.

6.2. Recomendaciones

Establecer un periodo de adaptación del sistema antes de su operación regular, permitiendo la estabilización de los procesos biológicos y fisicoquímicos involucrados. Este tiempo de ajuste será fundamental para garantizar que las eficiencias de remoción de contaminantes alcancen niveles óptimos y para evitar fluctuaciones en el sistema.

Regular los caudales de entrada constantemente al sistema, para evitar variaciones en la carga hidráulica a lo largo de las diferentes etapas y líneas de tratamiento. Mantener un flujo estable permitirá optimizar el desempeño del sistema, garantizando una distribución uniforme de caudal y evitando sobrecargas que puedan afectar la eficiencia de remoción de los contaminantes.

Implementar un plan de monitoreo y mantenimiento periódico del sistema para asegurar su correcto funcionamiento a lo largo del tiempo. Esto permitirá evaluar su eficiencia en la remoción de contaminantes, identificar posibles fallas y realizar ajustes necesarios para optimizar su desempeño.

Continuar con el estudio y desarrollo de sistemas basados en la naturaleza, como los humedales construidos, para el tratamiento de ARD especialmente en zonas altoandinas, donde estas tecnologías ofrecen soluciones sostenibles adaptadas a las condiciones locales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos [EPA]. (2004). Primer for municipal wastewater treatment systems. <https://www3.epa.gov/npdes/pubs/primer.pdf>
- Akratos, C., y Alexandros, S. (2016). Removal of pathogenic bacteria in constructed wetlands: mechanisms and efficiency. https://doi.org/10.1007/978-3-319-41811-7_17
- Akratos, C., y Tsihrintzis, V. (2007). Effect of temperature, HRT, vegetation and porous media on removal efficiency of pilot-scale horizontal subsurface flow constructed wetlands. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2006.06.013>
- Alarcón Herrera, M. T., Zurita Martínez, F., Lara-Borrero, J. A., y Vidal Sáez, G. C. (2018). Humedales de tratamiento: Alternativa de saneamiento de aguas residuales aplicable en América Latina. Pontificia Universidad Javeriana. <http://repository.javeriana.edu.co/handle/10554/34519>
- Alarcón, M. T., Zurita, F., Hadad, H., García Pérez, A., Lara-Borrero, J., y Vidal, G. (2018). Humedales de tratamiento: alternativa de tratamiento de aguas residuales aplicable en América Latina. Pontificia Universidad Javeriana.
- Alianza por el Agua, y CENTA. (2014). Manual de depuración de aguas residuales urbanas. <https://agua.org.mx/biblioteca/manual-de-depuracion-de-aguas-residuales-urbanas/>
- Anaya, C. (2015). Características de las zonas altoandinas en el Perú.
- Arcos, M., Ávila, S., Estupiñán, S., y Gómez, A. (2005). Indicadores microbiológicos de contaminación de las fuentes de agua. Nova. <https://doi.org/10.22490/24629448.338>
- Austin, G., y Yu, k. (2016). Constructed wetlands and sustainable development. <https://doi.org/10.4324/9781315694221>
- Autoridad Nacional del Agua [ANA], y Ministerio de Agricultura y Riesgo [MINAGRI]. (2016). Manual de buenas prácticas para el uso seguro y productivo de las aguas residuales domésticas. Autoridad Nacional del Agua.
- Brix, H. (1997). Do macrophytes play a role in constructed treatment wetlands?

- Brix, H. (2020). Wastewater treatment in constructed wetlands: system design, removal processes, and treatment performance. *constructed wetlands for water quality improvement*, 9-22. <https://doi.org/10.1201/9781003069997-3>
- Cárdenas, G., y Sánchez, I. (2013). Nitrógeno en aguas residuales: orígenes, efectos y mecanismos de remoción para preservar el ambiente y la salud pública.
- Carvajal, G. (2020). Study of vertical flow treatment wetlands by x-ray tomography. <https://www.researchgate.net/publication/350513079>
- Costa, C. (2021). Evaluación de los parámetros físico - químicos y microbiológicos de la calidad del agua de efluentes del río Chillón durante los meses enero a junio del 2019. https://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14138/4126/BIO-T030_47949398_T%20%20%20COSTA%20RODRIGUEZ%20CLAUDIA%20PIERINA.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Cross, K., Tondera, K., Rizzo, A., Andrews, L., Pucher, D., Istenič, D., Karres, N., y McDonald, R. (2021). Nature based solutions for wastewater treatment (IWA publishing).
- Dianderas, A. (2022). El sector saneamiento. <https://doi.org/10.24265/iggp.2022.v9n2.05>
- Díaz, G. (2020). Metodología del estudio piloto. <https://www.scielo.cl/pdf/rchradiol/v26n3/0717-9308-rchradiol-26-03-100.pdf>
- Dirección Regional de Vivienda, Construcción y Saneamiento [DRVCS]. (2021). Actualización del Plan Regional de Saneamiento de Áncash 2021-2025.
- Dotro, G., Langergraber, G., Molle, P., Nivala, J., Puigagut, J., Stein, O., y Von Sperling, M. (2017). Humedales para tratamiento. IWA Publishing. <https://doi.org/10.2166/9781789062526>
- García, J., y Corzo, A. (2008). Depuración con Humedales Construidos.
- Gómez, Y. (2017). Evaluación de la eficiencia de humedales artificiales verticales empleando *Cyperus alternifolius* y *Chrysopogon Zizanioides* para el tratamiento de aguas servidas.
- Guadamarra, R., Kido, J., Roldan, G., y Salas, M. (2015). Contaminación del agua. *Revista de Ciencias Ambientales y Recursos Naturales*, 2(5), 1-10.

- Henze, M., Harremoës, P., Cour Jansen, J., y Arvin, E. (1997). wastewater treatment. springer berlin heidelberg. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-22605-6>
- Hoffmann, H., Platzer, C., Winker, M., y Von Muench, E. (2011). Revisión técnica de humedales artificiales de flujo subsuperficial para el tratamiento de aguas grises y aguas domésticas. agencia de cooperación internaciona de alemania, giz.
- ITRC. (2003). Technical and regulatory guidance document for constructed treatment wetlands.
- Jimenez, B. (2007). Helminth ova removal from wastewater for agriculture and aquaculture reuse. Water science and technology. <https://doi.org/10.2166/wst.2007.046>
- Kadlec, R., Knight, R., Vymazal, J., Cooper, P., y Haberl, R. (2000). Constructed wetlands for pollution control: processes, performance, design and operation. (IWA Publishing in its scientific and technical report series).
- Kadlec, R., y Wallace, S. (2009). Treatment wetlands (2nd ed). CRC Press.
- Katsenovich, Y., Hummel-Batista, A., Ravinet, A., y Miller, J. (2009). Performance evaluation of constructed wetlands in a tropical region. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2009.07.003>
- Kivaisi, A. (2001). The potential for constructed wetlands for wastewater treatment and reuse in developing countries: A review. Ecological Engineering, 16, 545-560.
- Knight, R., Vymazal, J., Cooper, P., Haberl, R., y Kadlec, R. (2005). Constructed wetlands for pollution control: processes, performance, design and operation (IWA Publishing).
- Langergraber, G., Dotro, G., Nivala, J., Rizzo, A., y Stein, O. (2021). Tecnología de humedales para tratamiento: Información práctica para el diseño y aplicación de humedales para tratamiento (1.^a ed.). IWA Publishing. <https://doi.org/10.2166/9781789062342>
- Larrea-Murrell, J., Rojas-Badía, M., y Romeu-Álvarez, B. (2013). Bacterias indicadoras de contaminación fecal en la evaluación de la calidad de las aguas: Revisión de la literatura. 44(3), 24-34.
- León, V. (2020). Incremento de cargas y su efecto en la operación de un sistema frances para tratar aguas residuales domésticas.

- Lombard, R., y Molle, P. (2017a). Humedales artificiales para el tratamiento de aguas residuales domésticas en zona tropical: guía de dimensionamiento para zonas tropicales. <https://www.researchgate.net/publication/338429238>
- Lombard, R., y Molle, P. (2017b). Les filtres plantés de végétaux pour le traitement des eaux usées domestiques en milieu tropical. Agence Francaise Pour la Biodiversité.
- Malpica, J., y Rodriguez, E. (2009). Eficiencia de remoción de los parámetros de control para un biofiltro anaerobio utilizado en el tratamiento de agua residual doméstica.
- Mara, D. (2004). Domestic wastewater treatment in developing countries (Earthscan). Earthscan Publications.
- Martín, I., Betancort, J., Salas, J., Peñate, B., Pidre, J., y Sardón, N. (2006). Guía sobre tratamientos de aguas residuales urbanas para pequeños núcleos de población. ICREW.
- Mercoiret, L. (2010). Application aux agglomérations d'assainissement inférieures à 2 000 Equivalent Habitants. ONEMA and Cemagref.
- Metcalf y Eddy (Ed.). (1991). Wastewater engineering: Treatment, disposal, and reuse (3rd ed, Vol. 1). McGraw-Hill.
- MINAM. (2014). Tratamiento y reúso de aguas residuales.
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento [MVCS]. (2022). Plan nacional de saneamiento 2022-2026 (pp. 80-83).
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento [MVCS]. (2023). DATASS - Modelo para la toma de decisiones en saneamiento. <https://datass.vivienda.gob.pe/>
- Molle, P., Liénard, A., Boutin, C., Merlin, G., y Iwema, A. (2005). How to treat raw sewage with constructed wetlands: an overview of the French systems. Water Science and Technology. <https://doi.org/10.2166/wst.2005.0277>
- Molle, P., Lombard Latune, R., Riegel, C., Lacombe, G., Esser, D., y Mangeot, L. (2015). French vertical-flow constructed wetland design: Adaptations for tropical climates. Water Science and Technology. <https://doi.org/10.2166/wst.2015.133>
- Mujtaba, K., Kumar, A., Zalaznik, A., y Khalil, N. (2022). French type constructed wetlands for sewage treatment: experiences from the swings prototype in India. Current World Environment. <https://doi.org/10.12944/CWE.17.2.16>

- Muttamara, S. (1996). Wastewater characteristics. Asian Institute of Technology, 16, 145-159.
- MVCS. (2018). Plan Nacional de Saneamiento 2017-2021.
- Nasr, F., y Basem, M. (2013). Treatment of domestic wastewater using conventional and baffled septic tanks. Environmental Technology. <https://doi.org/10.1080/09593330.2013.767285>
- Platzer, Chr., Hoffmann, H., y Miglio, R. (2016). Long term experiences with dimensioning and operation of vertical flow constructed wetlands in warm climate regions of South America. IWA the international water association.
- Polo, R., Huamán, M., Flores, J., Poma, C., y Dávila, C. (2019). Eficiencia de la Unidad Básica de Saneamiento empleando humedales artificiales con especies nativas para la depuración de aguas residuales en el centro experimental Tuyu Ruri – Marcará, para su reúso como agua de riego. <https://doi.org/10.32911/as.2018.v11.n2.578>
- Rodriguez, E., y Rojas, R. (2006). El herbario: administración y manejo de colecciones botánicas. (Jardín Botánico de Missouri-Perú).
- Salgado, D. (2022). Operación de un sistema Francés para la depuración de aguas residuales domésticas en clima árido. Universidad Agraria la Molina.
- Sengupta, M., Thamsborg, S., Andersen, T., Olsen, A., y Dalsgaard, A. (2011). Sedimentation of helminth eggs in water. Water Research. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2011.06.017>
- Sharma, S., y Bhattacharya, A. (2017). Drinking water contamination and treatment techniques. <https://doi.org/10.1007/s13201-016-0455-7>
- Shrestha, R. (2020). Septic Tank Design Manual. Environment and Public Health Organization (ENPHO).
- Simon. (2022). Eficiencia en el tratamiento de aguas residuales domésticas en el distrito de Quilcas—Huancayo 2022. Universidad Nacional del Centro del Perú.
- Soto, K., Velásquez, R., Carrión, G., y Kanashiro, R. (2010). Sistemas de tratamiento de aguas residuales para albergues en zonas rurales.
- Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento [SUNASS]. (2022). Diagnóstico de las plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR) en el ámbito de las

empresas prestadoras. Superintendencia Nacional de Servicio de Saneamiento (SUNASS).

Teixeira, G., Sánchez, I., Gebara, D., Dall'Aglio, M., y Matsumoto, T. (2013). Remoción de fósforo de diferentes aguas residuales en reactores aerobios de lecho fluidizado trifásico con circulación interna. Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia.

Theobald, D. (2016). Math Solutions: Hydraulic Loading Calculations. Water Online. <https://www.wateronline.com/doc/math-solutions-hydraulic-loading-calculations-0001>

Torres, K., y Velásquez, R. (2010). Manual técnico de difusión sistema de tratamiento de aguas residuales para albergues en zonas rurales.

UNESCO. (2017). Educación para los Objetivos de Desarrollo Sostenible. UNESCO.

United States Environmental Protection Agency [US EPA]. (2014). Types of drinking water contaminants [Overviews and Factsheets]. <https://www.epa.gov/ccl/types-drinking-water-contaminants>

Von Sperling, M. (2007). Wastewater characteristics, treatment and disposal [Graphic].

Von Sperling, M., y Chernicharo, C. (2005). Biological wastewater treatment in warm climate regions (IWA Publishing, Vol. 1).

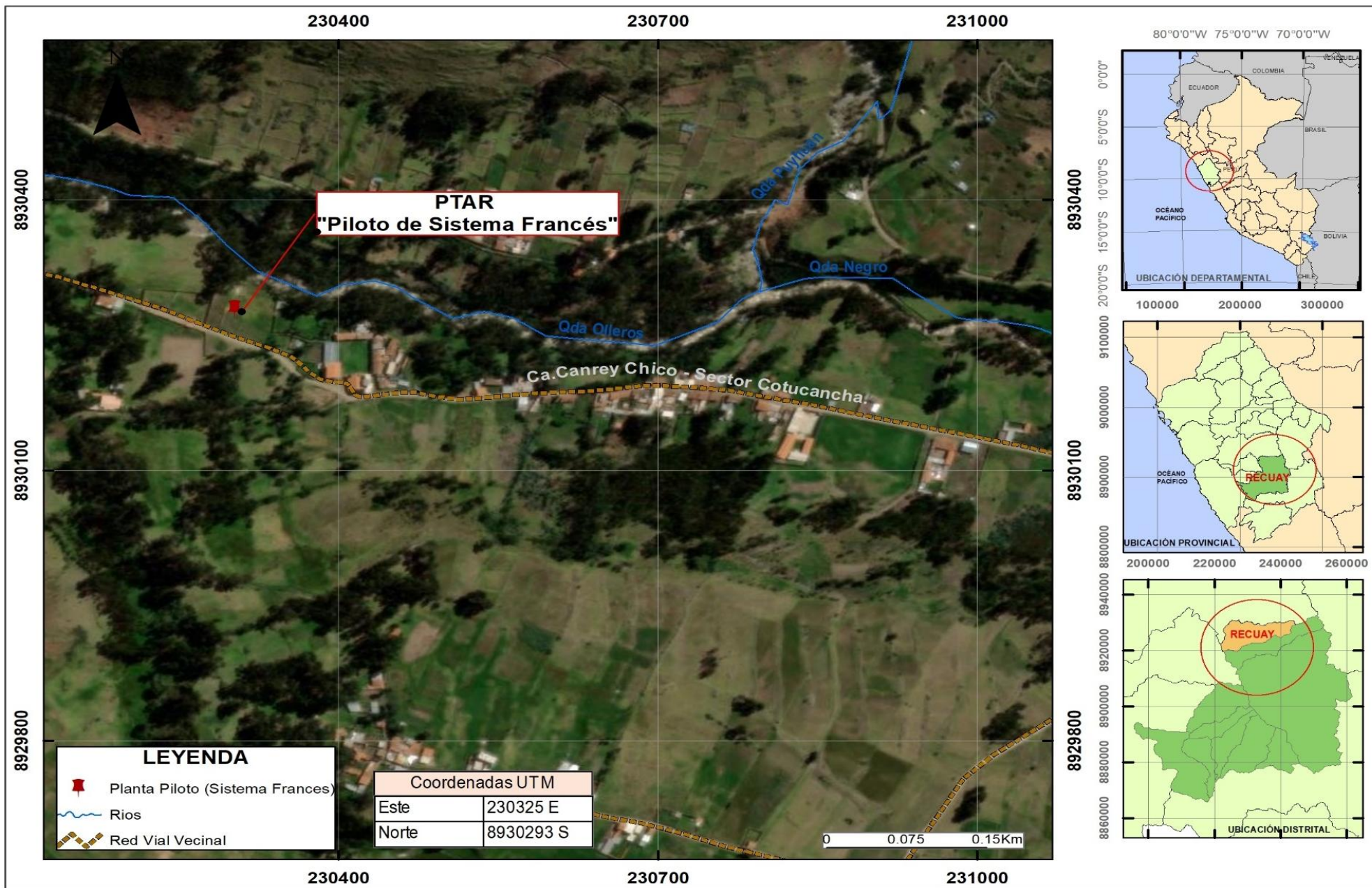
Vymazal, J., y Kröpfelová, L. (2008). Wastewater treatment in constructed wetlands with horizontal sub-surface flow. <https://doi.org/10.1007/978-1-4020-8580-2>

ANEXOS



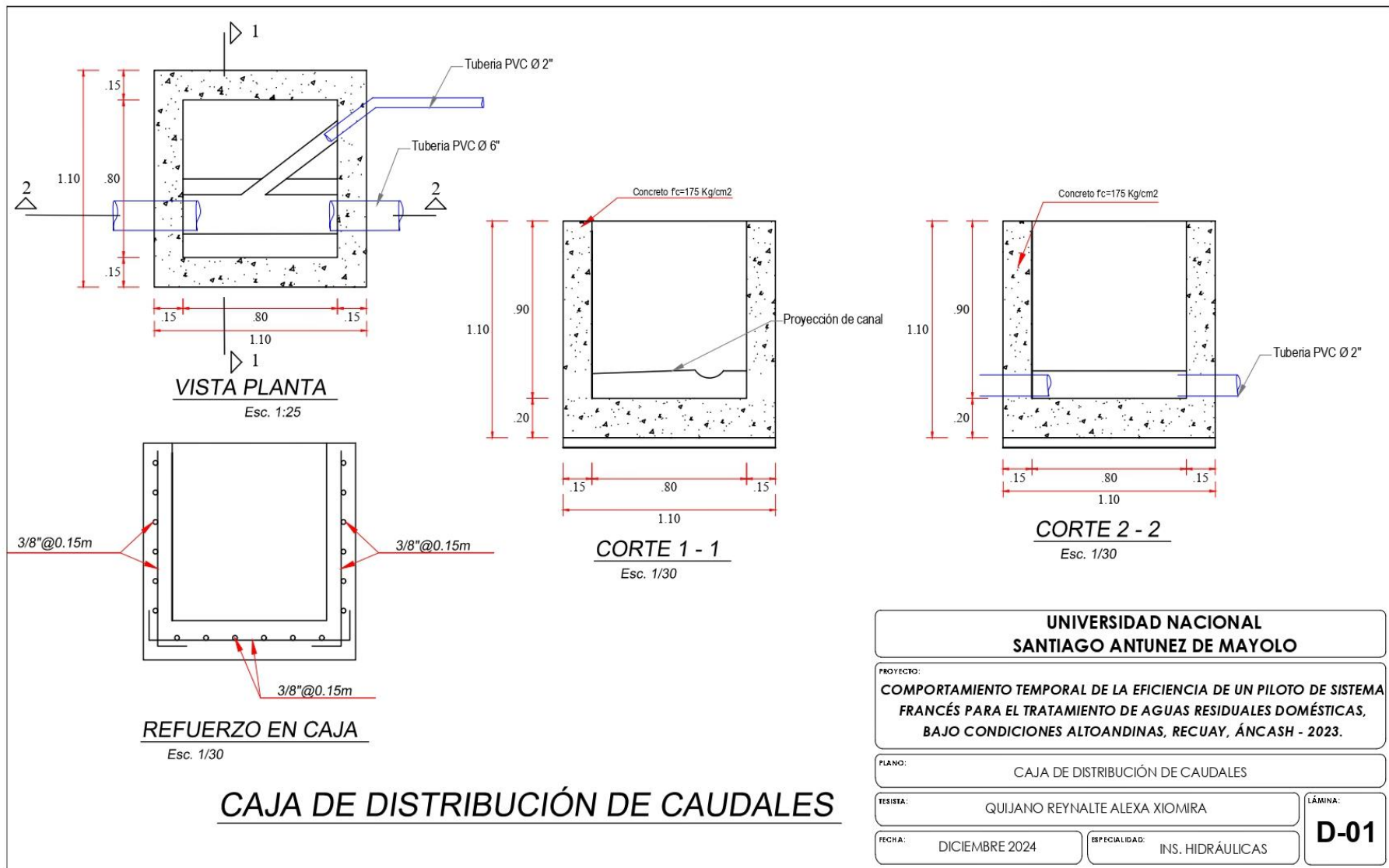
ANEXO 1

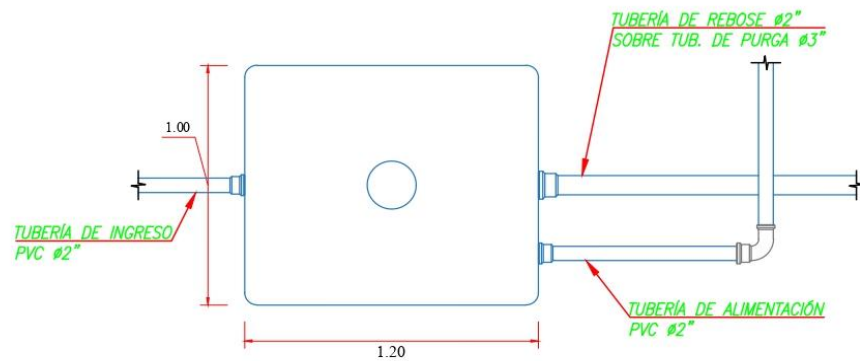
**UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO EN EL
CENTRO POBLADO DE CANREY CHICO**



ANEXO 2

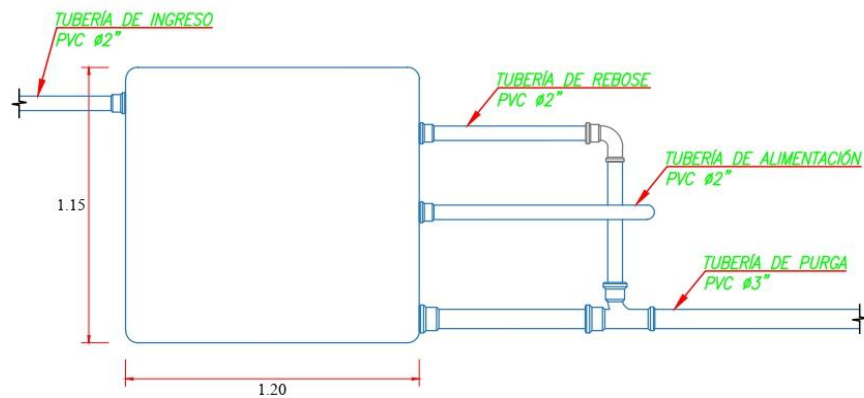
PLANOS DEL SISTEMA FRANCÉS





VISTA DE PLANTA

Esc. 1:25



VISTA DE PERFIL

Esc. 1:25

**UNIVERSIDAD NACIONAL
SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO**

PROYECTO:
**COMPORTAMIENTO TEMPORAL DE LA EFICIENCIA DE UN PILOTO DE SISTEMA
FRANCÉS PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS,
BAJO CONDICIONES ALTOANDINAS, RECUAY, ÁNCASH - 2023.**

PLANO:
TANQUE DE SEDIMENTACIÓN

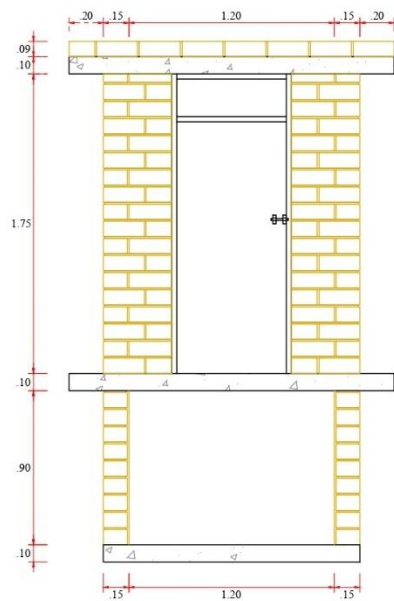
TESISTA:
QUIJANO REYNALTE ALEXA XIOMIRA

LÁMINA:

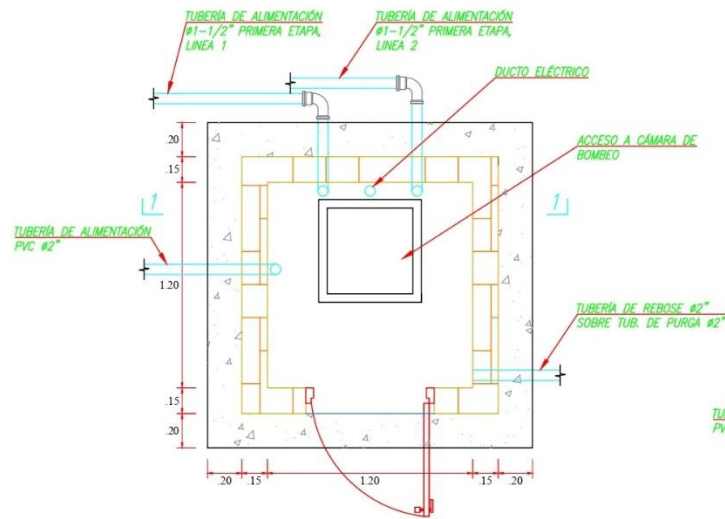
T-01

FECHA:
DICIEMBRE 2024

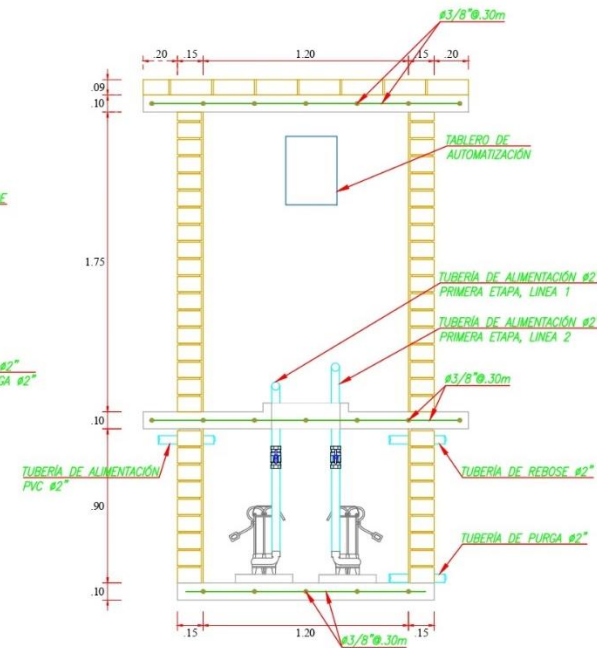
ESPECIALIDAD:
INS. HIDRÁULICAS



ELEVACIÓN FRONTAL
Esc. 1:25



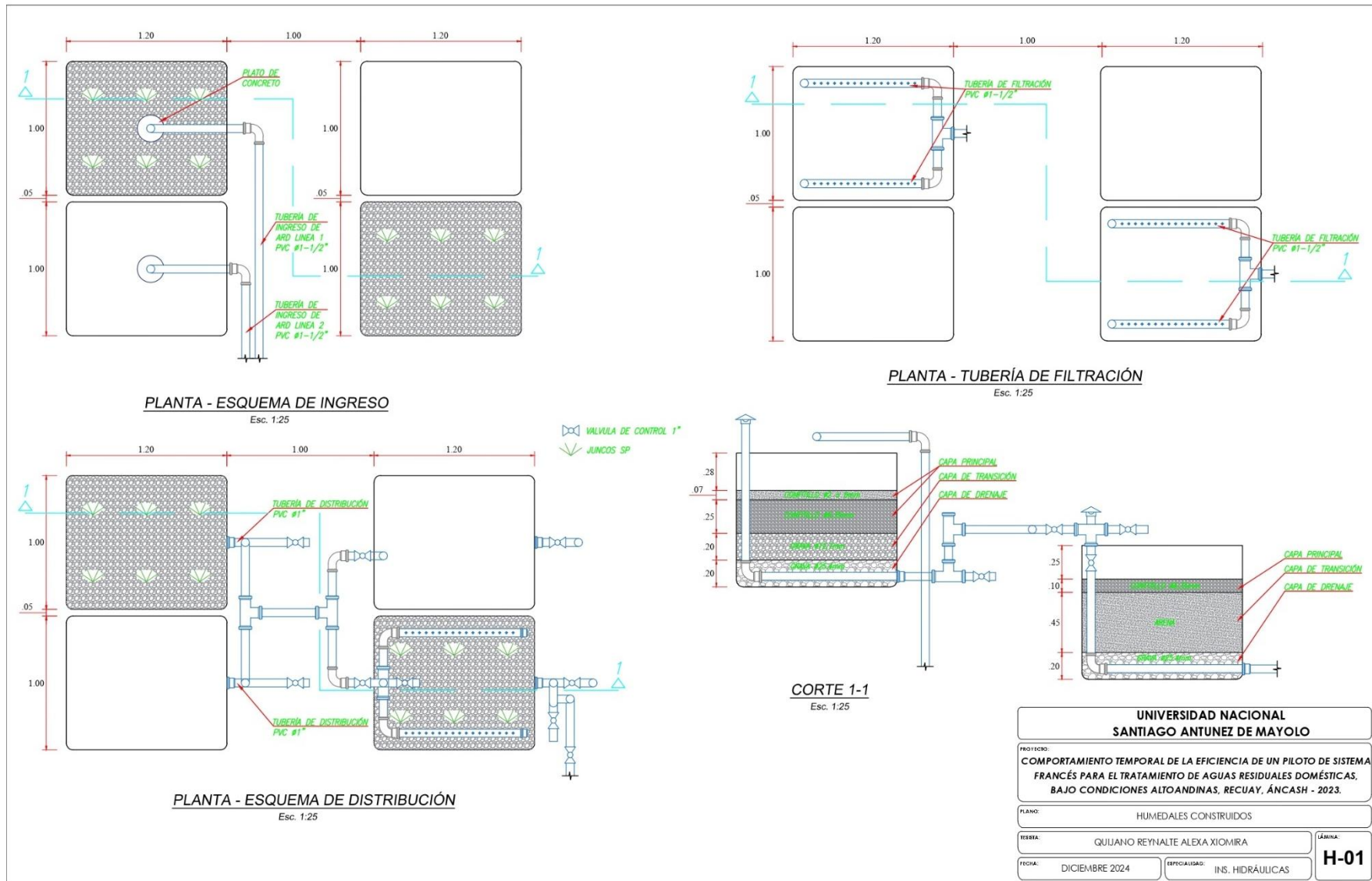
VISTA DE PLANTA
Esc. 1:25

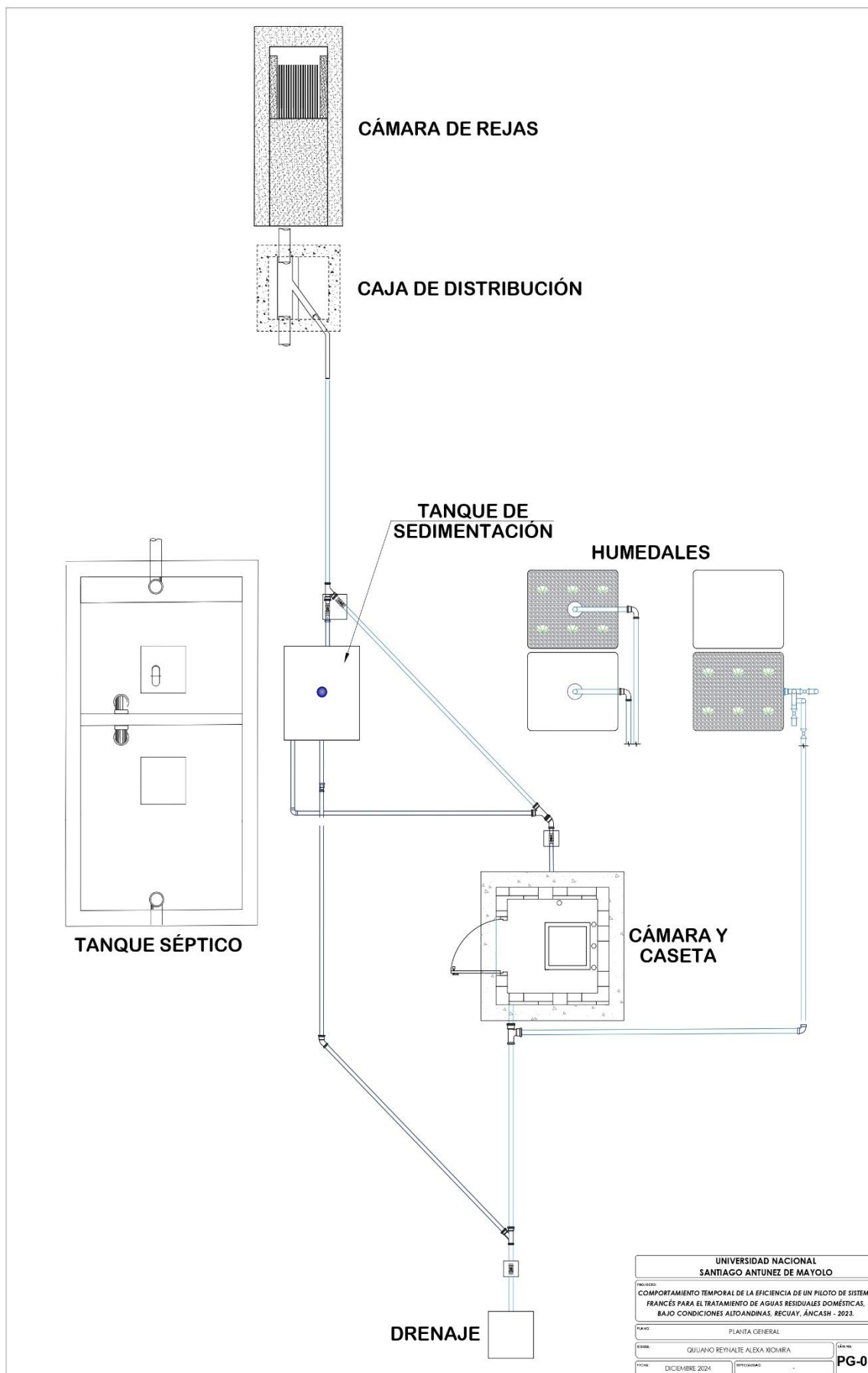


CORTE 1-1
Esc. 1:25

UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO		
PROYECTO: COMPORTAMIENTO TEMPORAL DE LA EFICIENCIA DE UN PILOTO DE SISTEMA FRANCÉS PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS, BAJO CONDICIONES ALTOANDINAS. RECWAY, ÁNCASH - 2023.		
PLANO: CASETA Y CÁMARA DE BOMBEO		
SEÑALA: QUIJANO REYNALTE ALEXA XIOMIRA	LÁMINA: C-01	
FECHA: DICIEMBRE 2024	ESPECIALIDAD: INS. HIDRÁULICAS	







ANEXO 3

COSTOS Y PRESUPUESTOS



RESUMEN DE PLANILLA DE METRADOS

PROYECTO: COMPORTAMIENTO TEMPORAL DE LA EFICIENCIA DE UN PILOTO DE SISTEMA FRANCÉS PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS, BAJO CONDICIONES ALTOANDINAS, RECUAY, ÁNCASH - 2023.

UBICACIÓN: CANREY CHICO -RECUAY - RECUAY - ANCASH

ITEM	DESCRIPCIÓN	UND	TOTAL
01	CAJA DE DISTRIBUCIÓN DE CAUDAL		
01.01	ESTRUCTURAS		
01.01.01	MOVIMIENTO DE TIERRAS		
01.01.01.01	EXCAVACIÓN MANUAL EN TERRENO NORMAL	m3	1.33
01.01.02	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE		
01.01.02.01	SOLADOS		
01.01.02.01.01	CONCRETO C:H 1:10 PARA SOLADO E= 2"	m2	0.61
01.01.03	OBRAS DE CONCRETO REFORZADO		
01.01.03.01	CAJA DE DISTRIBUCIÓN DE CAUDAL		
01.01.03.01.01	ACERO CORRUGADO CAJA DE DISTRIBUCIÓN DE CAUDAL	kg	48.72
01.01.03.01.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL EN CAJA DE DISTRIBUCIÓN DE CAUDAL	m2	7.72
01.01.03.01.03	CONCRETO $f_c=175\text{KG}/\text{CM}^2$ EN CAJA DE DISTRIBUCIÓN DE CAUDAL	m3	0.76
01.02	INSTALACIONES SANITARIAS		
01.02.01	MOVIMIENTO DE TIERRAS		
01.02.01.01	EXCAVACIÓN DE TERRENO MANUAL PARA INSTALACIÓN TUBERIA	m3	2.21
01.02.02	SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN		#jREF!
01.02.02.01	ACCESORIOS	glb	1.00
02	TANQUE DE SEDIMENTACIÓN		
02.01	ESTRUCTURAS		
02.01.01	MOVIMIENTO DE TIERRAS		
02.01.01.01	EXCAVACION MANUAL EN TERRENO NORMAL	m3	1.38
02.02	INSTALACIONES SANITARIAS		
02.02.01	SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN		
02.02.01.01	TANQUE DE SEDIMENTACIÓN	und	1.00
02.02.01.02	ACCESORIOS	glb	1.00
03	CÁMARA Y CASETA DE BOMBEO		
03.01	MOVIMIENTO DE TIERRAS		
03.01.01	MOVIMIENTO DE TIERRAS		

03.01.01.01	EXCAVACIÓN MANUAL EN TERRENO NORMAL	m3	2.25
03.01.02	OBRAS DE CONCRETO REFORZADO		
03.01.02.01	LOSA DE FONDO		
03.01.02.01.0 1	ACERO CORRUGADO EN LOSA DE FONDO	kg	15.12
03.01.02.01.0 2	CONCRETO $f_c=175\text{KG}/\text{CM}^2$ EN LOSA DE FONDO	m3	0.23
03.01.02.02	LOSA DE PISO		
03.01.02.02.0 1	ACERO CORRUGADO EN LOSA DE PISO	kg	21.50
03.01.02.01.0 2	CONCRETO $f_c=175\text{KG}/\text{CM}^2$ EN LOSA DE PISO	m3	0.34
03.01.02.01.0 3	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL EN LOSA DE PISO	m2	2.35
03.01.02.03	LOSA DE TECHO		
03.01.02.03.0 1	ACERO CORRUGADO EN LOSA DE TECHO	kg	21.50
03.01.02.03.0 2	CONCRETO $f_c=175\text{KG}/\text{CM}^2$ EN LOSA DE PISO	m3	0.36
03.01.02.03.0 3	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL EN LOSA DE PISO	m2	2.60
03.02	ARQUITECTURA		
03.02.01	MUROS Y TABIQUES		
03.02.01.01	MURO DE SOGA, LADRILLO KK18 HUECOS, J=1.5 cm C:A 1:5	m2	13.00
03.02.02	REVOQUES Y REVESTIMIENTO		
03.02.02.01	TARRAJEO DE MUROS INTERIORES, E=1.5 cm C:A 1:5	m2	7.09
03.02.03	CARPINTERÍA METÁLICA		
03.02.03.01	PUERTA METÁLICA 1.75X0.75m	Und	1.00
03.02.03.02	TAPA METÁLICA 0.6X0.6m	Und	1.00
03.03	INSTALACIONES SANITARIAS		
03.03.01.00	TUBERÍA PVC SAL \varnothing 2"	m	35.00
03.03.01.02	ACCESORIOS	glb	1.00
03.04	INSTALACIONES ELÉCTRICAS		
03.04.01	CONEXIÓN A LA RED EXTERNA		
03.04.01.01	ACOMETIDA	glb	1.00
03.04.02	SALIDAS PARA ALUMBRADO, TOMACORRIENTE, FUERZA		
03.04.02.01	TUBERÍA ELECTRICA PVC SEL \varnothing 3/4"	m	2.80
03.04.02.02	CABLE NH-80, #12	m	2.80
03.04.02.03	SALIDA DE TOMACORRIENTE	und	1.00
03.04.02.04	SALIDA DE INTERRUPTOR SIMPLE	und	1.00
03.04.02.05	SALIDA DE LUMINARIA	und	1.00
03.04.02.06	TABLERO DE AUTOMATIZACIÓN	und	1.00
03.04.03	EQUIPOS ELÉCTRICOS		
03.04.03.01	BOMBA PARA AGUA DE 1.5 HP	und	2.00
04	HUMEDALES CONSTRUIDOS		

04.01	ESTRUCTURAS		
04.01.01	MOVIMIENTO DE TIERRAS		
04.01.01.01	EXCAVACIÓN MANUAL EN TERRENO NORMAL	m3	8.00
04.02	INSTALACIONES SANITARIAS		
04.02.01	SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN		
04.02.01.01	HUMEDALES CONSTRUIDOS	Und	3.00
04.02.01.02	TUBERÍA PVC SAL \varnothing 1-1/2"	m	12.00
04.02.01.03	TUBERÍA PVC SAL \varnothing 1"	m	12.00
04.02.01.04	ACCESORIOS	glb	1.00
04.02.01.05	MATERIAL FILTRANTE	glb	1.00

	MUROS							
	Acero vertical, \varnothing 3/8" @ 0.15m	3/8"	1.15	24.00	15.46		15.46	15.46
	Acero horizontal, \varnothing 3/8" @ 0.15m	3/8"	1.35	28.00	21.17		21.17	21.17
01.01.03.01.02	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO NORMAL EN CAJA DE DISTRIBUCIÓN DE CAUDAL	m2						7.72
	Perímetro exterior	1.00		1.10	4.40		4.84	4.84
	Perímetro interior	1.00		0.90	3.20		2.88	2.88
01.01.03.01.03	CONCRETO $f_c=175\text{KG}/\text{CM}^2$ EN CAJA DE DISTRIBUCIÓN DE CAUDAL	m3						0.76
	Losa de fondo	1.00	1.10	1.10	0.20		0.24	0.24
	Muros	2.00	1.10	0.15	0.90		0.15	0.30
	Muros	2.00	0.80	0.15	0.90		0.11	0.22
01.02	INSTALACIONES SANITARIAS							
01.02.01	MOVIMIENTO DE TIERRAS							
01.02.01.01	EXCAVACION DE TERRENO MANUAL PARA INSTALACIÓN TUBERIA	m3						2.21
	Instalación de Tubería	1.00	7.00	0.45	0.70		2.21	2.21
01.02.02	SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN							
01.02.02.01	ACCESORIOS	glb						1.00
		1.00						1.00
	Válvula Universal 2x 2"	2.00						2.00
	YEE SAL 2x2"	1.00						1.00
	Codo SAL 45° 2x2"	2.00						2.00
	TUBERÍA PVC SAL \varnothing 2"	m 1.00	7.00					7.00

02	TANQUE DE SEDIMENTACIÓN							
02.01	ESTRUCTURAS							
02.01.01	MOVIMIENTO DE TIERRAS							
02.01.01.01	EXCAVACIÓN MANUAL EN TERRENO NORMAL	m3						1.38
	Tanque de sedimentación		1.00	1.15	1.00	1.20	1.38	1.38
02.02	INSTALACIONES SANITARIAS							
02.02.01	SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN							
02.02.01.01	TANQUE DE SEDIMENTACIÓN	und						1.00
	Contenedor de Polietileno de Alta densidad		1.00					1.00
02.02.01.02	ACCESORIOS	glb						1.00
			1.00					1.00
	TUBERÍA PVC SAL ø 2"		1.00	4.00				1.00
	TUBERÍA PVC SAL ø 3"		1.00	7.00				1.00
	YEE SAL 2x2"		1.00					1.00
	Codo SAL 45° 2x2"		2.00					2.00
	T EE SAL 3x3"		1.00					1.00
	Codo SAL 90° 2x2"		2.00					2.00
	Reducción SAL 3"x2"		1.00					1.00
	Unión SAL 2X2"		3.00					3.00
03	CÁMARA Y CASETA DE BOMBEO							
03.01	ESTRUCTURAS							
03.01.01	MOVIMIENTO DE TIERRAS							
03.01.01.01	EXCAVACION MANUAL EN TERRENO NORMAL	m3						2.25
	Cámara de Bombeo		1.00	1.50	1.50	1.00	2.25	2.25

03.01.02 OBRAS DE CONCRETO REFORZADO

03.01.02.01 LOSA DE FONDO

03.01.02.01.01 ACERO CORRUGADO EN LOSA DE FONDO

glb

1.00

kg

15.12

DIMENSIONES			3/8"	1/2"	1 3/8"	3/4"	1"
f	L	CANT.	0.560	0.994	7.907	2.235	3.97
3/8"	1.35	20.00	15.12				

Acero longitudinal, ø 3/8" @ 0.15m

15.12

15.12

03.01.02.01.02 CONCRETO f_c=175KG/CM2 EN LOSA DE FONDO

m3

0.23

losa de fondo

1.00 1.50 1.50 0.10

0.23

0.23

03.01.02.02 LOSA DE PISO

03.01.02.02.01 ACERO CORRUGADO EN LOSA DE PISO

glb

1.00

kg

21.50

DIMENSIONES			3/8"	1/2"	1 3/8"	3/4"	1"
f	L	CANT.	0.560	0.994	7.907	2.235	3.97
3/8"	1.60	24.00	21.50				

Acero longitudinal, ø 3/8" @ 0.15m

21.50

21.50

03.01.02.02.02 CONCRETO f_c=175KG/CM2 EN LOSA DE PISO

m3

0.34

Losa de piso

1.00 0.10 3.30

0.33

0.33

Borde de abertura

1.00 2.44 0.05 0.05

0.01

0.01

03.01.02.01.03 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL EN LOSA DE PISO

m2

2.35

Perímetro exterior

1.00 0.10 7.60

0.76

0.76



Perímetro interior de la abertura a la cámara de bombeo	1.00	0.15	2.24	0.34	0.34
Perímetro exterior de la abertura a la cámara de bombeo	1.00	0.05	2.64	0.13	0.13
Cara Inferior caseta de bombeo	1.00		1.13	1.13	1.13

03.01.02.03

LOSA DE TECHO

03.01.02.03.01	ACERO CORRUGADO EN LOSA DE TECHO	glb								1.00
----------------	----------------------------------	-----	--	--	--	--	--	--	--	-------------

kg

21.50

DIMENSIONES			3/8"	1/2"	1 3/8"	3/4"	1"
f	L	CANT.	0.560	0.994	7.907	2.235	3.97

Acero longitudinal, ø 3/8" @ 0.15m	3/8"	1.60	24.00	21.50				21.50	21.50
------------------------------------	------	------	-------	-------	--	--	--	-------	-------

03.01.02.03.02	CONCRETO f _c =175KG/CM2 EN LOSA DE PISO	m3								0.36
	Losa de techo	1.00		0.10	3.61			0.36	0.36	

03.01.02.03.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL EN LOSA DE PISO	m2								2.60
	Perímetro exterior	1.00		0.10	7.60			0.76	0.76	
	Cara Inferior caseta de bombeo	2.00	1.90	0.20				0.38	0.76	
		2.00	1.50	0.20				0.30	0.60	
		2.00	1.20	0.20				0.24	0.48	

03.02

ARQUITECTURA

03.02.01

MUROS Y TABIQUES

03.02.01.01	MURO DE SOGA, LADRILLO KK18 HUECOS, J=1.5 cm C:A 1:5	m2								13.00
	Cámara de bombeo	2.00	1.50	0.90				1.35	2.70	



			2.00	1.20	0.90		1.08	2.16
	Caseta de bombeo		2.00	1.50	1.75		2.63	5.25
			1.00	1.20	1.75		2.10	2.10
			2.00	0.23	1.75		0.39	0.79
03.02.02	REVOQUES Y REVESTIMIENTO							
03.02.02.01	TARRAJEO DE MUROS INTERIORES, E=1.5 cm C:A 1:5	m2						7.09
	Caseta de bombeo		3.00	1.20	1.75		2.10	6.30
			2.00	0.23	1.75		0.39	0.79
03.02.03	CARPINTERÍA METÁLICA							
03.02.03.01	PUERTA METÁLICA 1.75X0.75m	Und						1.00
	Puerta de la Caseta de Bombeo		1.00				1.00	1.00
03.02.03.02	TAPA METALICA 0.6X0.6m	Und						1.00
	Tapa metálica del ingreso a la cámara de Bombeo		1.00				1.00	1.00
03.03	INSTALACIONES SANITARIAS							
03.03.01	SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN							
03.03.01.01	TUBERÍA PVC SAL ø 2"	m						35.00
	Alimentación de Humedales Construidos		1.00	35.00			35.00	35.00
03.03.01.02	ACCESORIOS	glb						1.00
			1.00					1.00
	YEE SAL 2x2"		1.00					1.00
	Codo SAL 45° 2x2"		2.00					2.00
	T EE SAL 3x3"		2.00					2.00
	Codo SAL 90° 2x2"		6.00					6.00
	Válvula Universal 2x2"		3.00					3.00
03.04	INSTALACIONES ELECTRICAS							



03.04.01	CONECCIÓN A LA RED EXTERNA						
03.04.01.01	ACOMETIDA	glb					1.00
	Conexión al medidor		1.00				1.00
03.04.02	SALIDAS PARA ALUMBRADO, TOMACORRIENTE, FUERZA						
03.04.02.01	TUBERÍA ELECTRICA PVC SEL \varnothing 3/4"	m					2.80
	De la luminaria al Tomacorriente		1.00	1.30		1.30	1.30
	De la luminaria al Interruptor		1.00	1.50		1.50	1.50
03.04.02.02	CABLE NH-80, #12	m					2.80
	De la luminaria al Tomacorriente		1.00	1.30		1.30	1.30
	De la luminaria al Interruptor		1.00	1.50		1.50	1.50
03.04.02.03	SALIDA DE TOMACORRIENTE	und					1.00
	Tomacorriente		1.00				1.00
03.04.02.04	SALIDA DE INTERRUPTOR SIMPLE	und					1.00
	Interruptor		1.00				1.00
03.04.02.05	SALIDA DE LUMINARIA	und					1.00
	Soquet		1.00				1.00
03.04.02.06	TABLERO DE AUTOMATIZACIÓN	und					1.00
	Tablero de Automatización		1.00				1.00
03.04.03	EQUIPOS ELÉCTRICOS						
03.04.03.01	BOMBA PARA AGUA DE 1.5 HP	und					2.00
	Bombas de alimentación de caudal 1.5 HP		2.00				2.00
04	HUMEDALES CONSTRUIDOS						

04.01	ESTRUCTURAS							
04.01.01	MOVIMIENTO DE TIERRAS							
04.01.01.01	EXCAVACION MANUAL EN TERRENO NORMAL	m3						8.00
	Tanque de sedimentación		2.00	2.00	2.00	1.00	4.00	8.00
04.02	INSTALACIONES SANITARIAS							
04.02.01	SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN							
04.02.01.01	HUMEDALES CONSTRUIDOS	Und						3.00
	Contenedor de Polietileno de Alta densidad		3.00				3.00	3.00
04.02.01.02	TUBERÍA PVC SAL \varnothing 1-1/2"	m						12.00
	Primera Etapa		1.00	8.00			8.00	8.00
	Segunda Etapa		1.00	4.00			4.00	4.00
04.02.01.03	TUBERÍA PVC SAL \varnothing 1"	m						12.00
	Primera Etapa		1.00	2.50			2.50	2.50
	Segunda Etapa		1.00	9.50			9.50	9.50
04.02.01.04	ACCESORIOS	glb						1.00
			1.00					1.00
	Sombrero de Ventilación SAL 1-1/2"		6.00					6.00
	Codo SAP 90° 1-1/2x1-1/2"		14.00					14.00
	Codo SAP 90° 1X1"		8.00					8.00
	T EE SAP 1-1/2x1-1/2"		3.00					3.00
	T EE SAP 1x1"		14.00					14.00
	Unión SAP 1"x1"		14.00					14.00
	Unión SAP 1-1/2X1-1/2"		4.00					4.00
	Llave de paso 1"		9.00					9.00



	Tapón PVC SAP 1"		4.00			4.00
04.02.01.05	MATERIAL FILTRANTE	glb				1.00
			1.00		1.00	1.00
	Grava 1"	m3	1.00	0.72	0.72	0.72
	Grava 1/2"	m3	1.00	0.24	0.24	0.24
	Confitillo	m3	1.00	0.50	0.50	0.50
	Arena	m3	1.00	0.54	0.54	0.54



Presupuesto

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	CAJA DE DISTRIBUCION DE CAUDAL				1,437.04
01.01	ESTRUCTURAS				1,210.24
01.01.01	MOVIMIENTO DE TIERRAS				61.57
01.01.01.01	EXCAVACIÓN MANUAL EN TERRENO NORMAL	m3	1.33	46.29	61.57
01.01.02	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE				17.10
01.01.02.01	SOLADOS				17.10
01.01.02.01.01	CONCRETO C:H 1:10 PARA SOLADO E= 2"	m2	0.61	28.03	17.10
01.01.03	OBRAS DE CONCRETO REFORZADO				1,131.57
01.01.03.01	CAJA DE DISTRIBUCIÓN DE CAUDAL				1,131.57
01.01.03.01.01	ACERO CORRUGADO CAJA DE DISTRIBUCIÓN DE CAUDAL	kg	1.00	412.05	412.05
01.01.03.01.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL EN CAJA DE DISTRIBUCIÓN DE CAUDAL	m2	7.72	40.13	309.80
01.01.03.01.03	CONCRETO $f_c=175\text{KG}/\text{CM}^2$ EN CAJA DE DISTRIBUCIÓN DE CAUDAL	m3	0.76	539.11	409.72
01.02	INSTALACIONES SANITARIAS				226.80
01.02.01	MOVIMIENTO DE TIERRAS				102.30
01.02.01.01	EXCAVACIÓN DE TERRENO MANUAL PARA INSTALACIÓN TUBERIA	m3	2.21	46.29	102.30
01.02.02	SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN				124.50
01.02.02.01	ACCESORIO 1	glb	1.00	124.50	124.50
02	TANQUE DE SEDIMENTACIÓN				770.70
02.01	ESTRUCTURAS				63.88
02.01.01	MOVIMIENTO DE TIERRAS				
02.01.02	EXCAVACIÓN MANUAL EN TERRENO NORMAL	m3	1.38	46.29	63.88
02.02	INSTALACIONES SANITARIAS				706.82
02.02.01	SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN				706.82
02.02.01.01	TANQUE DE SEDIMENTACIÓN	u	1.00	500.00	500.00
02.02.01.02	ACCESORIOS	glb	1.00	206.82	206.82
03	CÁMARA Y CASETA DE BOMBEO				7,297.72
03.01	ESTRUCTURAS				1,540.74
03.01.01	MOVIMIENTO DE TIERRAS				104.15
03.01.01.01	EXCAVACIÓN MANUAL EN TERRENO NORMAL	m3	2.25	46.29	104.15
03.01.02	OBRAS DE CONCRETO REFORZADO				1,436.59
03.01.02.01	LOSA DE FONDO				267.25
03.01.02.01.01	ACERO CORRUGADO EN LOSA DE FONDO	kg	1.00	143.25	143.25
03.01.02.01.02	CONCRETO $f_c=175\text{KG}/\text{CM}^2$ EN LOSA DE FONDO	m3	0.23	539.11	124.00
03.01.02.02	LOSA DE PISO				658.79
03.01.02.02.01	ACERO CORRUGADO EN LOSA DE PISO	kg	1.00	381.18	381.18
03.01.02.02.02	CONCRETO $f_c=175\text{KG}/\text{CM}^2$ EN LOSA DE PISO	m3	0.34	539.11	183.30
03.01.02.02.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL EN LOSA DE PISO	m2	2.35	40.13	94.31
03.01.02.03	LOSA DE TECHO				510.55
03.01.02.03.01	ACERO CORRUGADO EN LOSA DE TECHO	kg	1.00	212.13	212.13

03.01.02.03.02	CONCRETO $f_c=175\text{KG}/\text{CM}^2$ EN LOSA DE PISO	m3	0.36	539.11	194.08
03.01.02.03.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL EN LOSA DE PISO	m2	2.60	40.13	104.34
03.02	ARQUITECTURA				1,884.51
03.02.01	MUROS Y TABIQUES				630.24
03.02.01.01	MURO DE SOGA, LADRILLO KK18 HUECOS, J=1.5 cm C:A 1:5	m2	13.00	48.48	630.24
03.02.02	REVOQUES Y REVESTIMIENTO				184.27
03.02.02.01	TARRAJEO DE MUROS INTERIORES, E=1.5 cm C:A 1:5	m2	7.09	25.99	184.27
03.02.03	CARPINTERIA METALICA				1,070.00
03.02.03.01	PUERTA METÁLICA 1.75X0.75m	u	1.00	720.00	720.00
03.02.03.02	TAPA METALICA 0.6X0.6m	u	1.00	350.00	350.00
03.03	INSTALACIONES SANITARIAS				225.50
03.03.01	SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN				225.50
03.03.01.01	ACCESORIOS	glb	1.00	225.50	225.50
03.04	INSTALACIONES ELÉCTRICAS				3,646.97
03.04.01	CONECCIÓN A LA RED EXTERNA				20.24
03.04.01.01	ACOMETIDA	glb	1.00	20.24	20.24
03.04.02	SALIDAS PARA ALUMBRADO, TOMACORRIENTE, FUERZA				1,226.73
03.04.02.01	SALIDA DE TOMACORRIENTE	u	1.00	108.41	108.41
03.04.02.02	SALIDA DE INTERRUPTOR SIMPLE	u	1.00	85.91	85.91
03.04.02.03	SALIDA DE LUMINARIA	u	1.00	112.41	112.41
03.04.02.04	TABLERO DE AUTOMATIZACIÓN	u	1.00	920.00	920.00
03.04.03	EQUIPOS ELÉCTRICOS				2,400.00
03.04.03.01	BOMBA PARA AGUA DE 1.5 HP	u	2.00	1,200.00	2,400.00
04	HUMEDALES CONSTRUIDOS				7,746.27
04.01	ESTRUCTURAS				7,746.27
04.01.01	MOVIMIENTO DE TIERRAS				
04.01.02	EXCAVACIÓN MANUAL EN TERRENO NORMAL	m3	8.00	46.29	370.32
04.01.03	INSTALACIONES SANITARIAS				7,375.95
04.01.03.01	SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN				7,375.95
04.01.03.01.01	HUMEDALES CONSTRUIDOS	u	3.00	2,000.00	6,000.00
04.01.03.01.02	ACCESORIOS	glb	1.00	774.75	774.75
04.01.03.01.03	MATERIAL FILTRANTE	glb	1.00	601.20	601.20
Costo Directo					17,251.73

Análisis por Tipo de Insumo

Lugar	021701	ANCASH - RECUAY - RECUAY			
Código	Recurso	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
MANO DE OBRA					
0147010001	CAPATAZ	hh	6.2335	22.32	139.13
0147010002	OPERARIO	hh	5.6640	28.30	160.29
0147010003	OFICIAL	hh	20.7076	22.32	462.19
0147010004	PEÓN	hh	77.9874	20.24	1,578.46
					2,340.07
MATERIALES					
0202000010	ALAMBRE NEGRO # 16	kg	0.1200	8.50	1.02
0202000015	ALAMBRE NEGRO # 8	kg	2.0525	5.50	11.29
0202010023	CLAVOS DE 3"	kg	0.7540	5.50	4.15
02030200030008	ACERO CORRUGADO fy=4200 kg/cm2	kg	106.8400	8.00	854.72
0204000000	ARENA FINA	m3	0.6534	120.00	78.41
0205000003	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	m3	0.9295	90.00	83.66
0205010004	ARENA GRUESA	m3	1.1206	90.00	100.85
0205010008	CONFITILLO	m3	0.5000	900.00	450.00
0205360012	GRAVA SELLECCIONADA DE 1"	m3	0.7200	90.00	64.80
0205360016	GRAVA PARA FILTRO DE 1/2"	m3	0.2400	90.00	21.60
0208500006	CABLE NH-80, #12	m	5.6000	9.00	50.40
0212000048	TABLERO AUTOMÁTICO	u	1.0000	920.00	920.00
0212020101	INTERRUPTOR	u	0.9000	3.00	2.70
0217050033	LADRILLO KK 18 HUECOS 9X12.5X23 CM	pza	325.0000	1.20	390.00
0221000001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bls	16.2419	27.50	446.65
0226510039	PUERTA METÁLICA 1.75X0.75m	u	1.0000	720.00	720.00
0226990004	TAPA METÁLICA 0.6X0.6	u	1.0000	350.00	350.00
0229040054	SOCKETS DE BAQUELITA SIMPLE	pza	1.0000	4.00	4.00
0229150003	HORMIGÓN	m3	0.0549	90.00	4.94
0230460021	PEGAMENTO PLÁSTICO PARA PVC CCP 1/4 gl	u	2.2000	10.00	22.00
0230460055	TEFLÓN	u	3.0000	2.00	6.00
0252040006	CLAVOS DE ALUMINIO DE 3 1/2"	u	1.6404	5.50	9.02
0272030042	UNIÓN PVC SAP 1"	u	14.0000	5.50	77.00
0272030051	UNIÓN PVC SAP 1 1/2"	u	4.0000	6.50	26.00
0272040059	TAPON PVC SAP (PERFORADO) DE Ø 1"	u	4.0000	5.50	22.00
0272060061	CAJA DE POLIETILENO	u	13.0000	500.00	6,500.00
0272320002	YEE PVC SAL 2"	u	3.0000	5.50	16.50
0273010028	TUBERÍA PVC SAL 3"	m	2.3300	29.00	67.57
0273010037	TUBERÍA PVC SAL 2"	m	5.9900	15.00	89.85
0273010038	TUBERÍA PVC SAL 1 -1/2"	m	4.0000	18.00	72.00
0273010039	TUBERÍA PVC SAL 1"	m	4.0000	22.00	88.00
0273110001	CODO PVC SAL 1 1/2" X 90°	pza	14.0000	7.90	110.60
0273110002	CODO PVC SAL 2" X 90°	u	8.0000	8.00	64.00
0273110052	CODO PVC SAL 2" X 45°	pza	6.0000	8.00	48.00
0273110059	CODO PVC SAP 1"*90°	u	8.0000	5.20	41.60
0273130005	TEE PVC SAL 3" X 3"	pza	3.0000	5.50	16.50
0273130022	TEE PVC SAP 1"	u	14.0000	8.00	112.00
0273130029	TEE PVC SAP 1 1/2"	u	3.0000	6.50	19.50
0273170005	UNIÓN PVC SAL 2"	pza	1.0000	5.50	5.50
0273180012	REDUCCIÓN PVC SAL 3" A 2"	pza	1.0000	6.80	6.80
0274010036	TUBERIA ELÉCTRICA PVC SEL 3/4"	m	8.4000	6.50	54.60
0277100016	LLAVE DE PASO PVC 1" (INC.TUER-NIPLE)	u	9.0000	22.00	198.00

0278030012	VÁLVULA UNIVERSAL 2X2"	u	7.0000	30.00	210.00
					12,442.23
EQUIPOS					
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO			69.43
0348000065	BOMBA DE AGUA 1.5 HP	u	2.0000	1,200.00	2,400.00
					2,469.21
				Total	S/. 17,251.73

Análisis de precios unitarios							
Partida	01.01.01. 01	EXCAVACIÓN MANUAL EN TERRENO NORMAL					

Rendimiento	m3/DIA	1.0000	EQ.	1.0000	Costo unitario directo por : m3	46.2 9	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuad rilla	Cantidad	Preci o S/.	Parci al S/.
	Mano de Obra						
0147010 001	CAPATA Z		hh	0.025 0	0.2000	22.3 2	4.46
0147010 004	PEÓN		hh	0.250 0	2.0000	20.2 4	40.48
							44.94
	Equipo s						
0337010 001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		3.0000	44.9 4	1.35
							1.35

Partida	01.01.02. 01.01	CONCRETO C:H 1:10 PARA SOLADO E= 2"					
Rendimiento	m2/DIA	1.0000	EQ.	1.0000	Costo unitario directo por : m2	28.0 3	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuad rilla	Cantidad	Preci o S/.	Parci al S/.
	Mano de Obra						
0147010 004	PEON		hh	0.075 0	0.6000	20.2 4	12.14
							12.14
	Material es						
0221000 001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)		bls		0.2700	27.5 0	7.43
0229150 003	HORMIG ÓN		m3		0.0900	90.0 0	8.10
							15.53
	Equipo s						
0337010 001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		3.0000	12.1 4	0.36
							0.36

Partida	01.01.03. 01.01	ACERO CORRUGADO CAJA DE DISTRIBUCIÓN DE CAUDAL					
---------	--------------------	---	--	--	--	--	--

Rendimiento	kg/DIA	1.0000	EQ.	1.0000	Costo unitario directo por : kg	412. 05	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuad rilla	Cantidad	Preci o S/.	Parci al S/.
	Mano de Obra						
0147010 002	OPERARI O		hh	0.004 0	0.0320	28.3 0	0.91

0147010 004	PEÓN	hh	0.125 0	1.0000	20.2 4	20.24
----------------	------	----	------------	--------	-----------	-------

21.15

**Material
es**

0202000 010	ALAMBRE NEGRO # 16	kg		0.0600	8.50	0.51
0203020 0030008	ACERO CORRUGADO fy=4200 kg/cm2	kg		48.7200	8.00	389.7 6

**390.2
7**

**Equipo
s**

0337010 001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	21.1 5	0.63
----------------	--------------------------	-----	--	--------	-----------	------

0.63

Partida	01.01.03. 01.02	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO NORMAL EN CAJA DE DISTRIBUCIÓN DE CAUDAL
---------	----------------------------	---

Rendimiento	m2/DIA	1.0000	EQ.	1.0000	Costo unitario directo por : m2	40.1 3
-------------	---------------	---------------	-----	---------------	------------------------------------	-------------------

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0147010 003	OFICIAL	hh	0.150 0	1.2000	22.3 2	26.78
0147010 004	PEÓN	hh	0.066 3	0.5300	20.2 4	10.73

37.51

**Material
es**

0202000 015	ALAMBRE NEGRO # 8	kg		0.1500	5.50	0.83
0252040 006	CLAVOS DE ALUMINIO DE 3 1/2"	u		0.1200	5.50	0.66

1.49

**Equipo
s**

0337010 001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	37.5 1	1.13
----------------	--------------------------	-----	--	--------	-----------	------

1.13

Partida	01.01.03. 01.03	CONCRETO f'c=175KG/CM2 EN CAJA DE DISTRIBUCIÓN DE CAUDAL
---------	----------------------------	---

Rendimiento	m3/DIA		EQ.		Costo unitario directo por : m3	539. 11
-------------	---------------	--	-----	--	------------------------------------	--------------------

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0147010 003	OFICIAL	hh		1.6000	22.3 2	35.71
0147010 004	PEON	hh		8.2700	20.2 4	167.3 8

**203.0
9**



		Material es				
0205000 003	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	m3		0.5500	90.0 0	49.50
0205010 004	ARENA GRUESA	m3		0.5400	90.0 0	48.60
0221000 001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bls		8.4300	27.5 0	231.8 3
					329.9	3

		Equipo s				
0337010 001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	203. 09	6.09
					6.09	

Partida	01.02.01. 01	EXCAVACION DE TERRENO MANUAL PARA INSTALACIÓN TUBERIA
---------	-------------------------	--

Rendimiento	m3/DIA	EQ.	Costo unitario directo por : m3	46.2 9
-------------	---------------	-----	------------------------------------	-------------------

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010 001	CAPATA Z	hh		0.2000	22.3 2	4.46
0147010 004	PEÓN	hh		2.0000	20.2 4	40.48
					44.94	
Equipo s						
0337010 001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	44.9 4	1.35
					1.35	

Partida	01.02.02. 01	ACCESORIO 1
---------	-------------------------	--------------------

Rendimiento	glb/DÍA	EQ.	Costo unitario directo por : glb	124. 50
-------------	----------------	-----	-------------------------------------	--------------------

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010 004	PEÓN	hh		0.2000	20.2 4	4.05
					4.05	
Material es						
0230460 021	PEGAMENTO PLÁSTICO PARA PVC CCP 1/4 gl	u		0.4000	10.0 0	4.00
0272320 002	YEE PVC SAL 2"	u		1.0000	5.50	5.50
0273010 037	TUBERIA PVC SAL 2"	m		2.3300	15.0 0	34.95
0273110 052	CODO PVC SAL 2" X 45°	pza		2.0000	8.00	16.00

0278030 012	VALVULA UNIVERSAL 2X2"		u		2.0000	30.0 0	60.00	120.4 5
----------------	---------------------------	--	---	--	--------	-----------	-------	--------------------

Partida	02.01.02	EXCAVACIÓN MANUAL EN TERRENO NORMAL						
---------	-----------------	--	--	--	--	--	--	--

Rendimiento	m3/DIA	1.0000		EQ.	1.0000		Costo unitario directo por : m3	46.2 9
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
		Mano de Obra						
0147010 001	CAPATA Z			hh	0.025 0	0.2000	22.3 2	4.46
0147010 004	PEON			hh	0.250 0	2.0000	20.2 4	40.48
								44.94
		Equipos						
0337010 001	HERRAMIENTAS MANUALES			%MO		3.0000	44.9 4	1.35
								1.35

Partida	02.02.01. 01	TANQUE DE SEDIMENTACIÓN						
---------	-------------------------	--------------------------------	--	--	--	--	--	--

Rendimiento	u/DIA			EQ.			Costo unitario directo por : u	500. 00
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
		Material es						
0272060 061	CAJA DE POLIETILENO			u		1.0000	500. 00	500.0 0 500.0 0

Partida	02.02.01. 02	ACCESORIOS						
---------	-------------------------	-------------------	--	--	--	--	--	--

Rendimiento	glb/DIA			EQ.			Costo unitario directo por : glb	206. 82
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
		Material es						
0230460 021	PEGAMENTO PLASTICO PARA PVC CCP 1/4 gl			u		0.4000	10.0 0	4.00
0272320 002	YEE PVC SAL 2"			u		1.0000	5.50	5.50
0273010 028	TUBERIA PVC SAL 3"			m		2.3300	29.0 0	67.57
0273010 037	TUBERIA PVC SAL 2"			m		1.3300	15.0 0	19.95
0273110 002	CODO PVC SAL 2" X 90°			u		2.0000	8.00	16.00

0273110	CODO PVC SAL 2"	pza	2.0000	8.00	16.00
052	X 45°				
0273130	TEE PVC SAL 3" X	pza	1.0000	5.50	5.50
005	3"				
0273170	UNION PVC SAL 2"	pza	1.0000	5.50	5.50
005					
0273180	REDUCCION PVC	pza	1.0000	6.80	6.80
012	SAL 3" A 2"				
0278030	VALVULA	u	2.0000	30.0	60.00
012	UNIVERSAL 2X2"			0	
					206.8
					2

Partida	03.01.01.	EXCAVACIÓN MANUAL EN
	01	TERRENO NORMAL

Rendimiento	m3/DIA	1.0000	EQ.	1.0000	Costo unitario directo por : m3	46.2	9
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra						
0147010	CAPATA	hh	0.025	0.2000	22.3	4.46	
001	Z		0		2		
0147010	PEÓN	hh	0.250	2.0000	20.2	40.48	
004			0		4		
						44.94	
	Equipos						
0337010	HERRAMIENTAS	%MO		3.0000	44.9	1.35	
001	MANUALES				4		
						1.35	

Partida	03.01.02.	ACERO CORRUGADOEN
	01.01	LOSA DE FONDO

Rendimiento	kg/DÍA		EQ.		Costo unitario directo por : kg	143.	25
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra						
0147010	OPERARIO	hh		0.0320	28.3	0.91	
002					0		
0147010	PEON	hh		1.0000	20.2	20.24	
004					4		
						21.15	
	Material es						
0202000	ALAMBRE NEGRO	kg		0.0600	8.50	0.51	
010	# 16						
0203020	ACERO CORRUGADO fy=4200 kg/cm2	kg		15.1200	8.00	120.9	
0030008						6	
						121.4	
						7	
	Equipos						
0337010	HERRAMIENTAS	%MO		3.0000	21.1	0.63	
001	MANUALES				5		
						0.63	

Partida	03.01.02. 01.02	CONCRETO f'c=175KG/CM2 EN LOSA DE FONDO						
Rendimiento	m3/DIA		EQ.		Costo unitario directo por : m3	539. 11		
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
		Mano de Obra						
0147010 003	OFICIAL		hh		1.6000	22.3 2	35.71	
0147010 004	PEÓN		hh		8.2700	20.2 4	167.3 8	203.0 9
		Material es						
0205000 003	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"		m3		0.5500	90.0 0	49.50	
0205010 004	ARENA GRUESA		m3		0.5400	90.0 0	48.60	
0221000 001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)		bls		8.4300	27.5 0	231.8 3	329.9 3
		Equipos						
0337010 001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		3.0000	203. 09	6.09	6.09
Partida	03.01.02. 02.01	ACERO CORRUGADO EN LOSA DE PISO						
Rendimiento	kg/DIA		EQ.		Costo unitario directo por : kg	381. 18		
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
		Mano de Obra						
0147010 003	OFICIAL		hh		1.6000	22.3 2	35.71	
0147010 004	PEÓN		hh		8.2700	20.2 4	167.3 8	203.0 9
		Material es						
0203020 0030008	ACERO CORRUGADO fy=4200 kg/cm2		kg		21.5000	8.00	172.0 0	172.0 0
		Equipos						
0337010 001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		3.0000	203. 09	6.09	6.09

Partida	03.01.02. 02.02		CONCRETO f'c=175KG/CM2 EN LOSA DE PISO				
Rendimiento	m3/DÍA		EQ.		Costo unitario directo por : m3	539. 11	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
		Mano de Obra					
0147010 003	OFICIAL		hh		1.6000	22.3 2	35.71
0147010 004	PEON		hh		8.2700	20.2 4	167.3 8
							203.0 9
		Material es					
0205000 003	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"		m3		0.5500	90.0 0	49.50
0205010 004	ARENA GRUESA		m3		0.5400	90.0 0	48.60
0221000 001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)		bls		8.4300	27.5 0	231.8 3
							329.9 3
		Equipo s					
0337010 001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		3.0000	203. 09	6.09
							6.09

Partida	03.01.02. 02.03		ENCOFRADO Y DEENCOFRADO NORMAL EN LOSA DE PISO				
Rendimiento	m2/DIA		EQ.		Costo unitario directo por : m2	40.1 3	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
		Mano de Obra					
0147010 003	OFICIAL		hh		1.2000	22.3 2	26.78
0147010 004	PEON		hh		0.5300	20.2 4	10.73
							37.51
		Material es					
0202000 015	ALAMBRE NEGRO # 8		kg		0.1500	5.50	0.83
0252040 006	CLAVOS DE ALUMINIO DE 3 1/2"		u		0.1200	5.50	0.66
							1.49
		Equipo s					
0337010 001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		3.0000	37.5 1	1.13
							1.13

Partida	03.01.02. 03.01	ACERO CORRUGADO EN LOSA DE TECHO						
Rendimiento	kg/DIA		EQ.			Costo unitario directo por : kg	212. 13	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
		Mano de Obra						
0147010 003	OFICIAL		hh		1.2000	22.3 2	26.78	
0147010 004	PEÓN		hh		0.5300	20.2 4	10.73	
							37.51	
		Material es						
0202000 015	ALAMBRE NEGRO # 8		kg		0.1500	5.50	0.83	
0203020 0030008	ACERO CORRUGADO fy=4200 kg/cm2		kg		21.5000	8.00	172.0 0	
0252040 006	CLAVOS DE ALUMINIO DE 3 1/2"		u		0.1200	5.50	0.66	
							173.4 9	
		Equipo s						
0337010 001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		3.0000	37.5 1	1.13	
							1.13	

Partida	03.01.02. 03.02	CONCRETO f'c=175KG/CM2 EN LOSA DE PISO						
Rendimiento	m3/DIA		EQ.			Costo unitario directo por : m3	539. 11	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
		Mano de Obra						
0147010 003	OFICIAL		hh		1.6000	22.3 2	35.71	
0147010 004	PEON		hh		8.2700	20.2 4	167.3 8	
							203.0 9	
		Material es						
0205000 003	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"		m3		0.5500	90.0 0	49.50	
0205010 004	ARENA GRUESA		m3		0.5400	90.0 0	48.60	
0221000 001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)		bls		8.4300	27.5 0	231.8 3	
							329.9 3	
		Equipo s						
0337010 001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		3.0000	203. 09	6.09	

Partida	03.01.02. 03.03		ENCOFRADO Y DEENCOFRADO NORMAL EN LOSA DE PISO				
Rendimiento	m2/DIA		EQ.		Costo unitario directo por : m2	40.1 3	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra							
0147010 003	OFICIAL		hh		1.2000	22.3 2	26.78
0147010 004	PEON		hh		0.5300	20.2 4	10.73
							37.51
Materiales							
0202000 015	ALAMBRE NEGRO # 8		kg		0.1500	5.50	0.83
0252040 006	CLAVOS DE ALUMINIO DE 3 1/2"		u		0.1200	5.50	0.66
							1.49
Equipos							
0337010 001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		3.0000	37.5 1	1.13
							1.13

Partida	03.02.01. 01		MURO DE SOGA, LADRILLO KK18 HUECOS, J=1.5 cm C:A 1:5				
Rendimiento	m2/DIA	1.0000	EQ.	1.0000	Costo unitario directo por : m2	48.4 8	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra							
0147010 001	CAPATA Z		hh	0.025 0	0.2000	22.3 2	4.46
0147010 002	OPERARIO		hh	0.025 0	0.2000	28.3 0	5.66
0147010 004	PEON		hh	0.025 0	0.2000	20.2 4	4.05
							14.17
Materiales							
0202010 023	CLAVOS DE 3"		kg		0.0580	5.50	0.32
0205010 004	ARENA GRUESA		m3		0.0160	90.0 0	1.44
0217050 033	LADRILLO KK 18 HUECOS 9X12.5X23 CM		pza		25.0000	1.20	30.00
0221000 001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)		bls		0.0770	27.5 0	2.12
							33.88
Equipos							

0337010 001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO	3.0000	14.1 7	0.43	0.43
----------------	--------------------------	-----	--------	-----------	------	-------------

Partida	03.02.02. 01	TARRAJEO DE MUROS INTERIORES, E=1.5 cm C:A 1:5
---------	-------------------------	---

Rendimiento	m2/DÍA	1.0000	EQ.	1.0000	Costo unitario directo por : m2	25.9 9	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
		Mano de Obra					
0147010 004	PEÓN		hh	0.125 0	1.0000	20.2 4	20.24
		Material es					20.24
0204000 000	ARENA FINA		m3		0.0160	120. 00	1.92
0221000 001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)		bls		0.1170	27.5 0	3.22
		Equipo s					5.14
0337010 001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		3.0000	20.2 4	0.61
							0.61

Partida	03.02.03. 01	PUERTA METÁLICA 1.75X0.75m
---------	-------------------------	---------------------------------------

Rendimiento	u/DÍA		EQ.		Costo unitario directo por : u	720. 00	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
		Material es					
0226510 039	PUERTA METALICA 1.75X0.75m		u		1.0000	720. 00	720.0 0
							720.0 0

Partida	03.02.03. 02	TAPA METÁLICA 0.6X0.6m
---------	-------------------------	-------------------------------

Rendimiento	u/DÍA		EQ.		Costo unitario directo por : u	350. 00	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
		Material es					
0226990 004	TAPA METÁLICA 0.6X0.6		u		1.0000	350. 00	350.0 0
							350.0 0

Partida	03.03.01. 01		ACCESORIOS				
Rendimiento	glb/DIA		EQ.		Costo unitario directo por : glb	225. 50	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
		Mano de Obra					
0147010 004	PEÓN		hh		0.2000	20.2 4	4.05
		Material es					4.05
0230460 021	PEGAMENTO PLÁSTICO PARA PVC CCP 1/4 gl		u		1.0000	10.0 0	10.00
0230460 055	TEFLÓN		u		3.0000	2.00	6.00
0272320 002	YEE PVC SAL 2"		u		1.0000	5.50	5.50
0273010 037	TUBERIA PVC SAL 2"		m		2.3300	15.0 0	34.95
0273110 002	CODO PVC SAL 2" X 90°		u		6.0000	8.00	48.00
0273110 052	CODO PVC SAL 2" X 45°		pza		2.0000	8.00	16.00
0273130 005	TEE PVC SAL 3" X 3"		pza		2.0000	5.50	11.00
0278030 012	VÁLVULA UNIVERSAL 2X2"		u		3.0000	30.0 0	90.00
							221.4 5

Partida	03.04.01. 01		ACOMETIDA				
Rendimiento	glb/DÍA		EQ.		Costo unitario directo por : glb	20.2 4	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
		Mano de Obra					
0147010 004	PEON		hh		1.0000	20.2 4	20.24
							20.24

Partida	03.04.02. 01		SALIDA DE TOMACORRIENTE				
Rendimiento	u/DÍA	2.0000	EQ.	2.0000		Costo unitario directo por : u	108. 41
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
		Mano de Obra					
0147010 001	CAPATA Z		hh	0.050 0	0.2000	22.3 2	4.46
0147010 002	OPERARI O		hh	0.250 0	1.0000	28.3 0	28.30

0147010 004	PEON	hh	0.375 0	1.5000	20.2 4	30.36
63.12						

**Material
es**

0208500 006	CABLE NH-80, #12	m		2.8000	9.00	25.20
0274010 036	TUBERIA ELECTRICA PVC SEL 3/4"	m		2.8000	6.50	18.20
43.40						

**Equipo
s**

0337010 001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	63.1 2	1.89
1.89						

Partida	03.04.02. 02	SALIDA DE INTERRUPTOR SIMPLE
---------	-------------------------	---

Rendimiento	u/DÍA	EQ.	Costo unitario directo por : u	85.9 1
-------------	--------------	-----	-----------------------------------	-------------------

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010 001	CAPATA Z	hh		0.2000	22.3 2	4.46
0147010 002	OPERARIO	hh		1.0000	28.3 0	28.30
0147010 004	PEON	hh		1.5000	20.2 4	30.36
63.12						

**Material
es**

0212020 101	INTERRUPTOR	u		0.9000	3.00	2.70
0274010 036	TUBERIA ELECTRICA PVC SEL 3/4"	m		2.8000	6.50	18.20
20.90						

**Equipo
s**

0337010 001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	63.1 2	1.89
1.89						

Partida	03.04.02. 03	SALIDA DE LUMINARIA
---------	-------------------------	----------------------------

Rendimiento	u/DÍA	EQ.	Costo unitario directo por : u	112. 41
-------------	--------------	-----	-----------------------------------	--------------------

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010 001	CAPATA Z	hh		0.2000	22.3 2	4.46
0147010 002	OPERARIO	hh		1.0000	28.3 0	28.30
0147010 004	PEÓN	hh		1.5000	20.2 4	30.36

63.12

**Material
es**

0208500 006	CABLE NH-80, #12	m		2.8000	9.00	25.20
0229040 054	SOCKETS DE BAQUELITA SIMPLE	pza		1.0000	4.00	4.00
0274010 036	TUBERIA ELÉCTRICA PVC SEL 3/4"	m		2.8000	6.50	18.20

47.40

**Equipo
s**

0337010 001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	63.1 2	1.89
----------------	--------------------------	-----	--	--------	-----------	------

1.89

Partida	03.04.02. 04	TABLERO DE AUTOMATIZACIÓN
---------	-------------------------	--------------------------------------

Rendimiento	u/DÍA	EQ.		Costo unitario directo por : u	920. 00
-------------	--------------	-----	--	-----------------------------------	--------------------

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuad rilla	Cantidad	Preci o S/.	Parci al S/.
	Material es					
0212000 048	TABLERO AUTOMÁTICO	u		1.0000	920. 00	920.0 0 920.0 0

Partida	03.04.03. 01	BOMBA PARA AGUA DE 1.5 HP
---------	-------------------------	--------------------------------------

Rendimiento	u/DÍA	EQ.		Costo unitario directo por : u	1,20 0.00
-------------	--------------	-----	--	-----------------------------------	----------------------

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuad rilla	Cantidad	Preci o S/.	Parci al S/.
	Equipo s					
0348000 065	BOMBA DE AGUA 1.5 HP	u		1.0000	1,20 0.00	1,200 .00 1,200 .00

Partida	04.01.02	EXCAVACION MANUAL EN TERRENO NORMAL
---------	-----------------	--

Rendimiento	m3/DIA	1.0000	EQ.	1.0000	Costo unitario directo por : m3	46.2 9
-------------	---------------	---------------	-----	---------------	------------------------------------	-------------------

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuad rilla	Cantidad	Preci o S/.	Parci al S/.
	Mano de Obra					
0147010 001	CAPATA Z	hh	0.025 0	0.2000	22.3 2	4.46
0147010 004	PEÓN	hh	0.250 0	2.0000	20.2 4	40.48

								44.94
		Equipo						
		S						
0337010	HERRAMIENTAS		%MO		3.0000	44.9	1.35	
001	MANUALES					4		
								1.35

Partida	04.01.03.01.01	HUMEDALES CONSTRUIDOS
---------	-----------------------	------------------------------

Rendimiento	u/DÍA	1.0000	EQ.	1.0000	Costo unitario directo por : u	2,00	0,00
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Material es						
0272060	CAJA DE POLIETILENO		u		4.0000	500.00	2,000.00
061							2,000.00

Partida	04.01.03.01.02	ACCESORIOS
---------	-----------------------	-------------------

Rendimiento	glb/DÍA	2.0000	EQ.	2.0000	Costo unitario directo por : glb	774.75	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra						
0147010	PEÓN		hh	0.0500	0.2000	20.24	4.05
004							4.05
	Material es						
0230460	PEGAMENTO PLÁSTICO PARA PVC CCP 1/4 gl		u		0.4000	10.00	4.00
021							
0272030	UNIÓN PVC SAP 1"		u		14.0000	5.50	77.00
042							
0272030	UNIÓN PVC SAP 1 1/2"		u		4.0000	6.50	26.00
051							
0272040	TAPÓN PVC SAP (PERFORADO) DE Ø 1"		u		4.0000	5.50	22.00
059							
0273010	TUBERÍA PVC SAL 1 -1/2"		m		4.0000	18.00	72.00
038							
0273010	TUBERÍA PVC SAL 1"		m		4.0000	22.00	88.00
039							
0273110	CODO PVC SAL 1 1/2" X 90°		pza		14.0000	7.90	110.60
001							
0273110	CODO PVC SAP 1" X 90°		u		8.0000	5.20	41.60
059							
0273130	TEE PVC SAP 1"		u		14.0000	8.00	112.00
022							
0273130	TEE PVC SAP 1 1/2"		u		3.0000	6.50	19.50
029							
0277100	LLAVE DE PASO PVC 1" (INC.TUER-NIPLE)		u		9.0000	22.00	198.00
016							
							770.70

Partida	04.01.03. 01.03		MATERIAL FILTRANTE				
Rendimiento	glb/DÍA	EQ.		Costo unitario directo por : glb	601. 20		
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Material es						
0204000 000	ARENA FINA	m3		0.5400	120. 00	64.80	
0205010 008	CONFITIL LO	m3		0.5000	900. 00	450.0 0	
0205360 012	GRAVA SELLECCIONADA DE 1"	m3		0.7200	90.0 0	64.80	
0205360 016	GRAVA PARA FILTRO DE 1/2"	m3		0.2400	90.0 0	21.60	
						601.2 0	

ANEXO 4

TEST DE NORMALIDAD

Pruebas de normalidad pH					
Época	Etapa	Estadístico	gl	P-Value	Tipo de distribución
Avenida	IL	0.897	11	0.171	Normal
	SL	0.81	11	0.013	No normal
	HSSV	0.885	11	0.121	Normal
Estiaje	IL	0.912	11	0.256	Normal
	SL	0.84	11	0.032	No normal
	HSSV	0.847	11	0.039	No Normal
Pruebas de normalidad Temperatura					
Avenida	IL	0.973	11	0.913	Normal
	SL	0.967	11	0.854	Normal
	HSSV	0.949	11	0.637	Normal
Estiaje	IL	0.91	11	0.245	Normal
	SL	0.914	11	0.275	Normal
	HSSV	0.989	11	0.997	Normal
Pruebas de normalidad SST					
Avenida	IL	0.935	8	0.56	Normal
	SL	0.887	8	0.219	Normal
	HSSV	0.861	8	0.123	Normal
Estiaje	IL	0.979	8	0.957	Normal
	SL	0.945	8	0.665	Normal
	HSSV	0.818	8	0.045	No Normal
Pruebas de normalidad DBO ₅					
Avenida	IL	0.823	11	0.019	No normal
	SL	0.844	11	0.036	No normal
	HSSV	.	11	.	—
Estiaje	IL	0.683	11	<.001	No normal
	SL	0.787	11	0.006	No normal
	HSSV	.	11	.	—
Pruebas de normalidad DQO					
Avenida	IL	0.851	11	0.044	No normal
	SL	0.969	11	0.881	Normal
	HSSV	0.755	11	0.002	No normal
Estiaje	IL	0.612	11	<.001	No normal
	SL	0.963	11	0.808	Normal
	HSSV	0.68	11	<.001	No normal
Pruebas de normalidad N _{Total}					
Avenida	IL	0.668	11	<.001	No normal
	SL	0.858	11	0.055	Normal
	HSSV	0.877	11	0.097	Normal
Estiaje	IL	0.855	11	0.049	No normal
	SL	0.972	11	0.909	Normal

	HSSV	0.987	11	0.993	Normal
Pruebas de normalidad P_{Total}					
Avenida	IL	0.757	11	0.003	No Normal
	SL	0.702	11	<.001	No Normal
	HSSV	0.987	11	0.993	Normal
Estiaje	IL	0.915	11	0.275	Normal
	SL	0.735	11	0.001	No Normal
	HSSV	0.936	11	0.476	Normal
Pruebas de normalidad CTT					
Avenida	IL	0.538	11	<.001	No normal
	SL	0.739	11	0.002	No normal
	HSSV	0.882	11	0.112	Normal
Estiaje	IL	0.536	11	<.001	No normal
	SL	0.532	11	<.001	No normal
	HSSV	0.704	11	<.001	No normal

ANEXO 5

INFORMES DE LABORATORIO DE

CARACTERIZACIÓN DEL ARD

**INFORME DE ENSAYO
MA2433274 Rev. 0**

UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTUNEZ DE

AV. CENTENARIO NRO. 200 CENTENARIO (LOCAL CENTRAL DE LA UNASAM)

ENV / LB-353470-021

PROCEDENCIA : Canrey Chico, Recuay

Fecha de Recepción SGS : 12-10-2024

Fecha de Ejecución : Del 12-10-2024 al 19-10-2024

Muestreo Realizado Por : CLIENTE

Estación de Muestreo
CD01

"Este informe de ensayo, al estar en el marco de la acreditación del INACAL-DA, se encuentra dentro del ámbito de reconocimiento multilateral/mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC"

Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA.

Página 1 de 5

**INFORME DE ENSAYO
MA2433274 Rev. 0**

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA					CD01
FECHA DE MUESTREO					11/10/2024
HORA DE MUESTREO					08:41:00
CATEGORIA					AGUA RESIDUAL
SUB CATEGORIA					DOMESTICA
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado ± Incertidumbre
Análisis Generales					
Nitrógeno Total	EW_APHA4500PJ	mg N/L	0.04	0.10	11.27 (**) ± 0.90
Fósforo Total	EW_APHA4500PJF	mg P/L	0.005	0.010	2.015 (**) ± 0.16
Demanda Bioquímica de Oxígeno	EW_APHA5210B	mg/L	1.0	2.6	36.8 (**) ± 7.70
Demanda Química de Oxígeno	EW_APHA5220D	mgO ₂ /L	1.8	4.5	48.9 (**) ± 4.90
Análisis Microbiológicos					
Numeración de Coliformes fecales o termotolerantes	EW_APHA9221E_NMP	NMP/100 mL	--	--	13000000 (**)

Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA.

Página 2 de 5



**INFORME DE ENSAYO
MA2433274 Rev. 0**

CONTROL DE CALIDAD

LC: Limite de cuantificación
MB: Blanco del proceso.
LCS %Recovery: Porcentaje de recuperación del patrón de proceso.
MS %Recovery: Porcentaje de recuperación de la muestra adicionada.
MSD %RPD: Diferencia Porcentual Relativa entre los duplicados de la muestra adicionada.
Dup %RPD: Diferencia Porcentual Relativa entre los duplicados del proceso.

Parámetro	Unidad	LC	MB	LCS %Recovery	MS %Recovery	MSD %RPD
Fósforo Total	mg P/L	0.010	<0.010	94 - 99%	110%	2%
Nitrógeno Total	mg N/L	0.10	<0.10	99%	101%	5%
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	2.6	<2.6	97%		
Demanda Química de Oxígeno	mgO2/L	4.5	<4.5	94 - 102%	93%	3%

Este documento al ser emitido sin el simbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA.

Página 3 de 5



**INFORME DE ENSAYO
MA2433274 Rev. 0**

REFERENCIAS DE MÉTODOS DE ENSAYO

Referencia	Sede	Parámetro	Método de Ensayo
EW_APHA4500PJ	Callao	Nitrógeno Total	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-P J; 23rd Ed: 2017. Phosphorus. Persulfate Method for Simultaneous Determination of Total Nitrogen and Total Phosphorus (VALIDADO - Aplicado fuera del alcance) 2017
EW_APHA4500PJF	Callao	Fósforo Total	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-P. F.J; 24th.:2023 Phosphorus. Automated Ascorbic Acid Reduction Method. Persulfate Method for Simultaneous Determination of Total Nitrogen and Total Phosphorus
EW_APHA5210B	Callao	Demanda Bioquímica de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B ;24th Ed: 2023. Biochemical Oxygen Demand (BOD): 5-Day BOD test
EW_APHA5220D	Callao	Demanda Química de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D; 23rd Ed: 2017. Chemical Oxygen Demand, Closed Reflux, Colorimetric Method. (VALIDADO - Aplicado fuera del alcance) 2017
EW_APHA9221E_NMP	Callao	Numeración de Coliformes fecales o termotolerantes	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E.1, 24th Ed. (Incluye Muestreo).2023.Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure. Thermotolerant Coliform Test (EC Medium)

Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA.

Página 4 de 5



INFORME DE ENSAYO MA2433274 Rev. 0

NOTAS

Notas:

El reporte de tiempo se realiza en el sistema horario de 24 horas.

Las muestras recibidas cumplen con las condiciones necesarias para la realización de los análisis solicitados.

(**) Los resultados del ensayo no se encuentran dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL - DA debido a que la muestra no es idónea para el ensayo solicitado. Los resultados se emiten a solicitud del cliente.

"Este informe de ensayo, al estar en el marco de la acreditación del INACAL-DA, se encuentra dentro del ámbito de reconocimiento multilateral/mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC"

Este documento es emitido bajo las Condiciones Generales de Servicio de SGS del Perú S.A.C. las cuales se encuentran descritas en la página <http://www.sgs.pe/es-ES/Terms-and-Conditions.aspx>. Son especialmente importantes las disposiciones sobre limitación de responsabilidad, pago de indemnizaciones y jurisdicción definidas en dichas Condiciones Generales de Servicio, su alteración o su uso indebido constituye un delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia; queda prohibida la reproducción total o parcial, salvo autorización escrita de SGS del Perú S.A.C.

Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para la(s) muestra(s) ensayadas; no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. La compañía no es responsable del origen o fuente de la cual las muestras han sido tomadas y de la información proporcionada por el cliente.

Última Revisión Enero 2022

Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA.

Página 5 de 5



ANEXO 6

INFORMES DE LABORATORIO

ÉPOCA DE AVENIDA





**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002**



**INFORME DE ENSAYO
MA2400678 Rev. 0**

UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTUNEZ DE
AV. CENTENARIO NRO. 200 CENTENARIO (LOCAL CENTRAL DE LA UNASAM)
ENV / LB-353327-008

Fecha de Recepción SGS : 08-01-2024
Fecha de Ejecución : Del 08-01-2024 al 17-01-2024
Muestreo Realizado Por : CLIENTE

Estación de Muestreo
IL02
SL02
HSSH01
HSSV01

Emitido por SGS del Perú S.A.C.

Impreso el 17/01/2024

Frank M. Julcamoro Quispe
C.Q.P. 1033
Supervisor de Laboratorio

Elizabeth V. Capuñay España
C.B.P 8508
Coordinador de Laboratorio Microbiología

"Este informe de ensayo, al estar en el marco de la acreditación del INACAL-DA, se encuentra dentro del ámbito de reconocimiento multilateral/mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC"

Página 1 de 5



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002**



**INFORME DE ENSAYO
MA2400678 Rev. 0**

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA					IL02	SL02
FECHA DE MUESTREO					07/01/2024	07/01/2024
HORA DE MUESTREO					15:07:00	15:26:00
CATEGORIA					AGUA NATURAL	AGUA NATURAL
SUB CATEGORIA					AGUA SUPERFICIAL	AGUA SUPERFICIAL
					AGUA DE RIO	AGUA DE RIO
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado ± Incertidumbre	Resultado ± Incertidumbre
Análisis Generales						
Nitrógeno Total	EW_APHA4500PJ	µg/L	4.00	10.00	14,767.39 * ± 369.18	12,473.20 * ± 311.83
Fósforo Total	EW_APHA4500PJF	mg P/L	0.005	0.010	1.412 ± 0.11	1.602 ± 0.13
Demanda Bioquímica de Oxígeno	EW_APHA5210B	mg/L	1.0	2.6	91.2 ± 19.20	<2.6
Demanda Química de Oxígeno	EW_APHA5220D	mgO2/L	1.8	4.5	127.8 ± 12.80	19.8
Análisis Microbiológicos						
Numeración de Coliformes fecales o termotolerantes	EW_APHA9221E_NMP	NMP/100 mL	--	--	13000	7000

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA					HSSH01	HSSV01
FECHA DE MUESTREO					07/01/2024	07/01/2024
HORA DE MUESTREO					15:36:00	15:47:00
CATEGORIA					AGUA NATURAL	AGUA NATURAL
SUB CATEGORIA					AGUA SUPERFICIAL	AGUA SUPERFICIAL
					AGUA DE RIO	AGUA DE RIO
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado ± Incertidumbre	Resultado ± Incertidumbre
Análisis Generales						
Nitrógeno Total	EW_APHA4500PJ	µg/L	4.00	10.00	6,027.56 * ± 150.69	7,856.95 * ± 196.42
Fósforo Total	EW_APHA4500PJF	mg P/L	0.005	0.010	0.860 ± 0.069	0.874 ± 0.070
Demanda Bioquímica de Oxígeno	EW_APHA5210B	mg/L	1.0	2.6	<2.6	<2.6
Demanda Química de Oxígeno	EW_APHA5220D	mgO2/L	1.8	4.5	17.5 ± 1.80	10.6 ± 1.10
Análisis Microbiológicos						
Numeración de Coliformes fecales o termotolerantes	EW_APHA9221E_NMP	NMP/100 mL	--	--	14000	7000





LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002



INFORME DE ENSAYO
MA2400678 Rev. 0

CONTROL DE CALIDAD

LC: Límite de cuantificación
MB: Blanco del proceso.
LCS %Recovery: Porcentaje de recuperación del patrón de proceso.
MS %Recovery: Porcentaje de recuperación de la muestra adicionada.
MSD %RPD: Diferencia Porcentual Relativa entre los duplicados de la muestra adicionada.
Dup %RPD: Diferencia Porcentual Relativa entre los duplicados del proceso.

Parámetro	Unidad	LC	MB	DUP %RPD	LCS %Recovery	MS %Recovery	MSD %RPD
Detección y Cuantificación de Huevos de Helminto	huevos/litro	0	0				
Fósforo Total	mg P/L	0.010	<0.010		94%	100%	11%
Nitrógeno Total	µg/L	10.00	<10.00		99%	98%	6%
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	2.6	<2.6	3%	96 - 110%		
Demanda Química de Oxígeno	mgO ₂ /L	4.5	<4.5		98 - 100%	92 - 111%	1%





**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002**



**INFORME DE ENSAYO
MA2400678 Rev. 0**

REFERENCIAS DE MÉTODOS DE ENSAYO

Referencia	Sede	Parámetro	Método de Ensayo
EW_APHA4500PJ	Callao	Nitrógeno Total	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-P J; 23rd Ed: 2017. Phosphorus. Persulfate Method for Simultaneous Determination of Total Nitrogen and Total Phosphorus (VALIDADO - Aplicado fuera del alcance) 2017
EW_APHA4500PJF	Callao	Fósforo Total	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-P. F.J; 24th.:2023 Phosphorus. Automated Ascorbic Acid Reduction Method. Persulfate Method for Simultaneous Determination of Total Nitrogen and Total Phosphorus
EW_APHA5210B	Callao	Demanda Bioquímica de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B ;24th Ed: 2023. Biochemical Oxygen Demand (BOD): 5-Day BOD test
EW_APHA5220D	Callao	Demanda Química de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D: 23rd Ed: 2017. Chemical Oxygen Demand, Closed Reflux, Colorimetric Method. (VALIDADO - Aplicado fuera del alcance) 2017
EW_APHA9221E_NMP	Callao	Numeración de Coliformes fecales o termotolerantes	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E.1, 24th Ed. (Incluye Muestreo).2023. Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure. Thermotolerant Coliform Test (EC Medium)
EW_SGS_MAC04_AQ	Callao	Detección y/o Cuantificación De Huevos De Helmintos	SGS-MAC-ME-04 Rev. 01 (Validado). (Incluye MUESTREO). 2014. Detección y Cuantificación de Huevos de Helmintos.





**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002**



**INFORME DE ENSAYO
MA2400678 Rev. 0**

NOTAS

Notas:

El reporte de tiempo se realiza en el sistema horario de 24 horas.

Las muestras recibidas cumplen con las condiciones necesarias para la realización de los análisis solicitados.

(*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL-DA.

"Este informe de ensayo, al estar en el marco de la acreditación del INACAL-DA, se encuentra dentro del ámbito de reconocimiento multilateral/mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC"

Este documento es emitido bajo las Condiciones Generales de Servicio de SGS del Perú S.A.C. las cuales se encuentran descritas en la página <http://www.sgs.pe/es-ES/Terms-and-Conditions.aspx>. Son especialmente importantes las disposiciones sobre limitación de responsabilidad, pago de indemnizaciones y jurisdicción definidas en dichas Condiciones Generales de Servicio, su alteración o su uso indebido constituye un delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia; queda prohibida la reproducción total o parcial, salvo autorización escrita de SGS del Perú S.A.C.

Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para la(s) muestra(s) ensayadas; no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. La compañía no es responsable del origen o fuente de la cual las muestras han sido tomadas y de la información proporcionada por el cliente.

Última Revisión Enero 2022

Página 5 de 5





**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002**



**INFORME DE ENSAYO
MA2401417 Rev. 0**

UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTUNEZ DE
AV. CENTENARIO NRO. 200 CENTENARIO (LOCAL CENTRAL DE LA UNASAM)

ENV / LB-353327-009

PROCEDENCIA : CANREY CHICO - RECUAY

Fecha de Recepción SGS : 12-01-2024

Fecha de Ejecución : Del 12-01-2024 al 22-01-2024

Muestreo Realizado Por : CLIENTE

Estación de Muestreo
IL01
SL01
HSSH01
HSSV01

Emitido por SGS del Perú S.A.C.

Impreso el 22/01/2024

Frank M. Julcamoro Quispe
C.Q.P. 1033
Supervisor de Laboratorio

Elizabeth V. Capuñay España
C.B.P 8508
Coordinador de Laboratorio Microbiología

"Este informe de ensayo, al estar en el marco de la acreditación del INACAL-DA, se encuentra dentro del ámbito de reconocimiento multilateral/mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC"

Página 1 de 5



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002**



**INFORME DE ENSAYO
MA2401417 Rev. 0**

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA					IL01	SL01
FECHA DE MUESTREO					11/01/2024	11/01/2024
HORA DE MUESTREO					15:00:00	15:17:00
CATEGORIA					AGUA RESIDUAL	AGUA RESIDUAL
SUB CATEGORIA					AGUA RESIDUAL DOMESTICA	AGUA RESIDUAL DOMESTICA
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado ± Incertidumbre	Resultado ± Incertidumbre
Análisis Generales						
Nitrógeno Total	EW_APHA4500PJ	µg/L	4.00	10.00	23.698.38 * ± 592.46	6.675.40 * ± 166.89
Fósforo Total	EW_APHA4500PJF	mg P/L	0.005	0.010	0.896 ± 0.072	0.390 ± 0.031
Demanda Bioquímica de Oxígeno	EW_APHA5210B	mg/L	1.0	2.6	18.5 ± 3.90	<2.6
Demanda Química de Oxígeno	EW_APHA5220D	mgO2/L	1.8	4.5	49.2 ± 4.90	22.6 ± 2.30
Análisis Microbiológicos						
Numeración de Coliformes fecales o termotolerantes	EW_APHA9221E_NMP	NMP/100 mL	--	--	2300000	94000
Detección y Cuantificación de Huevos de Helminto	EW_SGS_MAC04_AQ	huevos/litro	--	--	0	0
Enterobius vermicularis.	EW_SGS_MAC04_AQ	huevos/litro	--	1	<1	<1
Uncinaria sp.	EW_SGS_MAC04_AQ	huevos/litro	--	1	<1	<1

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA					HSSH01	HSSV01
FECHA DE MUESTREO					11/01/2024	11/01/2024
HORA DE MUESTREO					15:27:00	15:45:00
CATEGORIA					AGUA RESIDUAL	AGUA RESIDUAL
SUB CATEGORIA					AGUA RESIDUAL DOMESTICA	AGUA RESIDUAL DOMESTICA
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado ± Incertidumbre	Resultado ± Incertidumbre
Análisis Generales						
Nitrógeno Total	EW_APHA4500PJ	µg/L	4.00	10.00	4.228.07 * ± 105.70	5.500.87 * ± 137.52
Fósforo Total	EW_APHA4500PJF	mg P/L	0.005	0.010	0.668 ± 0.053	0.721 ± 0.058
Demanda Bioquímica de Oxígeno	EW_APHA5210B	mg/L	1.0	2.6	<2.6	<2.6
Demanda Química de Oxígeno	EW_APHA5220D	mgO2/L	1.8	4.5	39.3 ± 3.90	<4.5
Análisis Microbiológicos						
Numeración de Coliformes fecales o termotolerantes	EW_APHA9221E_NMP	NMP/100 mL	--	--	23000	4900
Detección y Cuantificación de Huevos de Helminto	EW_SGS_MAC04_AQ	huevos/litro	--	--	0	0
Enterobius vermicularis.	EW_SGS_MAC04_AQ	huevos/litro	--	1	<1	<1
Uncinaria sp.	EW_SGS_MAC04_AQ	huevos/litro	--	1	<1	<1





LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002



INFORME DE ENSAYO
MA2401417 Rev. 0

CONTROL DE CALIDAD

LC: Límite de cuantificación
MB: Blanco del proceso.
LCS %Recovery: Porcentaje de recuperación del patrón de proceso.
MS %Recovery: Porcentaje de recuperación de la muestra adicionada.
MSD %RPD: Diferencia Porcentual Relativa entre los duplicados de la muestra adicionada.
Dup %RPD: Diferencia Porcentual Relativa entre los duplicados del proceso.

Parámetro	Unidad	LC	MB	DUP %RPD	LCS %Recovery	MS %Recovery	MSD %RPD
Detección y Cuantificación de Huevos de Helminto	huevos/litro	0	0				
Enterobius vermicularis.	huevos/litro	1	<1				
Uncinaria sp.	huevos/litro	1	<1				
Fósforo Total	mg P/L	0.010	<0.010		99 - 102%	104 - 107%	1 - 8%
Nitrógeno Total	µg/L	10.00	<10.00		96%	102%	8%
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	2.6	<2.6	2%	99 - 105%		
Demanda Química de Oxígeno	mgO ₂ /L	4.5	<4.5		101 - 110%	89 - 103%	0 - 5%





**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002**



**INFORME DE ENSAYO
MA2401417 Rev. 0**

REFERENCIAS DE MÉTODOS DE ENSAYO

Referencia	Sede	Parámetro	Método de Ensayo
EW_APHA4500PJ	Callao	Nitrógeno Total	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-P J; 23rd Ed: 2017. Phosphorus. Persulfate Method for Simultaneous Determination of Total Nitrogen and Total Phosphorus (VALIDADO - Aplicado fuera del alcance) 2017
EW_APHA4500PJF	Callao	Fósforo Total	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-P. F.J; 24th.:2023 Phosphorus. Automated Ascorbic Acid Reduction Method. Persulfate Method for Simultaneous Determination of Total Nitrogen and Total Phosphorus
EW_APHA5210B	Callao	Demanda Bioquímica de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B ;24th Ed: 2023. Biochemical Oxygen Demand (BOD): 5-Day BOD test
EW_APHA5220D	Callao	Demanda Química de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D: 23rd Ed: 2017. Chemical Oxygen Demand, Closed Reflux, Colorimetric Method. (VALIDADO - Aplicado fuera del alcance) 2017
EW_APHA9221E_NMP	Callao	Numeración de Coliformes fecales o termotolerantes	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E.1, 24th Ed. (Incluye Muestreo).2023. Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure. Thermotolerant Coliform Test (EC Medium)
EW_SGS_MAC04_AQ	Callao	Detección y/o Cuantificación De Huevos De Helmintos	SGS-MAC-ME-04 Rev. 01 (Validado). (Incluye MUESTREO). 2014. Detección y Cuantificación de Huevos de Helmintos.





**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002**



**INFORME DE ENSAYO
MA2401417 Rev. 0**

NOTAS

Notas:

El reporte de tiempo se realiza en el sistema horario de 24 horas.

Las muestras recibidas cumplen con las condiciones necesarias para la realización de los análisis solicitados.

(*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL-DA.

"Este informe de ensayo, al estar en el marco de la acreditación del INACAL-DA, se encuentra dentro del ámbito de reconocimiento multilateral/mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC"

Este documento es emitido bajo las Condiciones Generales de Servicio de SGS del Perú S.A.C. las cuales se encuentran descritas en la página <http://www.sgs.pe/es-ES/Terms-and-Conditions.aspx>. Son especialmente importantes las disposiciones sobre limitación de responsabilidad, pago de indemnizaciones y jurisdicción definidas en dichas Condiciones Generales de Servicio, su alteración o su uso indebido constituye un delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia; queda prohibida la reproducción total o parcial, salvo autorización escrita de SGS del Perú S.A.C.

Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para la(s) muestra(s) ensayadas; no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. La compañía no es responsable del origen o fuente de la cual las muestras han sido tomadas y de la información proporcionada por el cliente.

Última Revisión Enero 2022

Página 5 de 5





**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002**



**INFORME DE ENSAYO
MA2402271 Rev. 0**

UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTUNEZ DE
AV. CENTENARIO NRO. 200 CENTENARIO (LOCAL CENTRAL DE LA UNASAM)
ENV / LB-353327-010
PROCEDENCIA : CANREY CHICO, RECUAY

Fecha de Recepción SGS : 22-01-2024
Fecha de Ejecución : Del 22-01-2024 al 01-02-2024
Muestreo Realizado Por : CLIENTE

Estación de Muestreo
ILO2
SLO2
HSSVO1
HSSH01

Emitido por SGS del Perú S.A.C.

Impreso el 01/02/2024

Frank M. Julcamoro Quispe
C.Q.P. 1033
Supervisor de Laboratorio

Elizabeth V. Capuñay España
C.B.P 8508
Coordinador de Laboratorio Microbiología

"Este informe de ensayo, al estar en el marco de la acreditación del INACAL-DA, se encuentra dentro del ámbito de reconocimiento multilateral/mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC"

Página 1 de 5





**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002**



**INFORME DE ENSAYO
MA2402271 Rev. 0**

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA					ILO2	SLO2
FECHA DE MUESTREO					21/01/2024	21/01/2024
HORA DE MUESTREO					16:57:00	16:08:00
CATEGORIA					AGUA RESIDUAL	AGUA RESIDUAL
SUB CATEGORIA					DOMESTICA	DOMESTICA
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado ± Incertidumbre	Resultado ± Incertidumbre
Análisis Generales						
Nitrógeno Total	EW_APHA4500PJ	µg/L	4.00	10.00	7.679.62 * ± 191.99	6.257.49 * ± 156.44
Fósforo Total	EW_APHA4500PJF	mg P/L	0.005	0.010	0.764 ± 0.061	0.295 ± 0.024
Demanda Bioquímica de Oxígeno	EW_APHA5210B	mg/L	1.0	2.6	11.0 ± 2.30	11.4 ± 2.40
Demanda Química de Oxígeno	EW_APHA5220D	mgO2/L	1.8	4.5	36.1 ± 3.60	39.1 ± 3.90
Análisis Microbiológicos						
Numeración de Coliformes fecales o termotolerantes	EW_APHA9221E_NMP	NMP/100 mL	--	--	1300000	22000

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA					HSSVO1	HSSHO1
FECHA DE MUESTREO					21/01/2024	21/01/2024
HORA DE MUESTREO					16:25:00	16:16:00
CATEGORIA					AGUA RESIDUAL	AGUA RESIDUAL
SUB CATEGORIA					DOMESTICA	DOMESTICA
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado ± Incertidumbre	Resultado ± Incertidumbre
Análisis Generales						
Nitrógeno Total	EW_APHA4500PJ	µg/L	4.00	10.00	6.069.78 * ± 151.74	5.589.55 * ± 139.74
Fósforo Total	EW_APHA4500PJF	mg P/L	0.005	0.010	1.003 ± 0.080	1.088 ± 0.067
Demanda Bioquímica de Oxígeno	EW_APHA5210B	mg/L	1.0	2.6	<-2.6	<-2.6
Demanda Química de Oxígeno	EW_APHA5220D	mgO2/L	1.8	4.5	5.4 ± 0.50	17.0 ± 1.70
Análisis Microbiológicos						
Numeración de Coliformes fecales o termotolerantes	EW_APHA9221E_NMP	NMP/100 mL	--	--	2300	70000





LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002



INFORME DE ENSAYO
MA2402271 Rev. 0

CONTROL DE CALIDAD

LC: Límite de cuantificación
MB: Blanco del proceso.
LCS %Recovery: Porcentaje de recuperación del patrón de proceso.
MS %Recovery: Porcentaje de recuperación de la muestra adicionada.
MSD %RPD: Diferencia Porcentual Relativa entre los duplicados de la muestra adicionada.
Dup %RPD: Diferencia Porcentual Relativa entre los duplicados del proceso.

Parámetro	Unidad	LC	MB	DUP %RPD	LCS %Recovery	MS %Recovery	MSD %RPD
Fósforo Total	mg P/L	0.010	<0.010		94 - 111%	98 - 104%	6 - 8%
Nitrógeno Total	µg/L	10.00	<10.00		97%	100%	7%
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	2.6	<2.6	8%	103 - 107%		
Demanda Química de Oxígeno	mgO ₂ /L	4.5	<4.5		95 - 102%	91 - 92%	2 - 3%





**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002**



**INFORME DE ENSAYO
MA2402271 Rev. 0**

REFERENCIAS DE MÉTODOS DE ENSAYO

Referencia	Sede	Parámetro	Método de Ensayo
EW_APHA4500PJ	Callao	Nitrógeno Total	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-P J; 23rd Ed: 2017. Phosphorus. Persulfate Method for Simultaneous Determination of Total Nitrogen and Total Phosphorus (VALIDADO - Aplicado fuera del alcance) 2017
EW_APHA4500PJF	Callao	Fósforo Total	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-P. F.J; 24th.:2023 Phosphorus. Automated Ascorbic Acid Reduction Method. Persulfate Method for Simultaneous Determination of Total Nitrogen and Total Phosphorus
EW_APHA5210B	Callao	Demanda Bioquímica de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B ;24th Ed: 2023. Biochemical Oxygen Demand (BOD): 5-Day BOD test
EW_APHA5220D	Callao	Demanda Química de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D: 23rd Ed: 2017. Chemical Oxygen Demand, Closed Reflux, Colorimetric Method. (VALIDADO - Aplicado fuera del alcance) 2017
EW_APHA9221E_NMP	Callao	Numeración de Coliformes fecales o termotolerantes	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E.1, 24th Ed. (Incluye Muestreo).2023. Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure. Thermotolerant Coliform Test (EC Medium)





**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002**



**INFORME DE ENSAYO
MA2402271 Rev. 0**

NOTAS

Notas:
El reporte de tiempo se realiza en el sistema horario de 24 horas.
Las muestras recibidas cumplen con las condiciones necesarias para la realización de los análisis solicitados.
(*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL-DA.

"Este informe de ensayo, al estar en el marco de la acreditación del INACAL-DA, se encuentra dentro del ámbito de reconocimiento multilateral/mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC"

Este documento es emitido bajo las Condiciones Generales de Servicio de SGS del Perú S.A.C. las cuales se encuentran descritas en la página <http://www.sgs.pe/es-ES/Terms-and-Conditions.aspx>. Son especialmente importantes las disposiciones sobre limitación de responsabilidad, pago de indemnizaciones y jurisdicción definidas en dichas Condiciones Generales de Servicio, su alteración o su uso indebido constituye un delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia; queda prohibida la reproducción total o parcial, salvo autorización escrita de SGS del Perú S.A.C.

Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para la(s) muestra(s) ensayadas; no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. La compañía no es responsable del origen o fuente de la cual las muestras han sido tomadas y de la información proporcionada por el cliente.

Última Revisión Enero 2022

Página 5 de 5





**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002**



**INFORME DE ENSAYO
MA2402728 Rev. 0**

**UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTUNEZ DE
AV. CENTENARIO NRO. 200 CENTENARIO (LOCAL CENTRAL DE LA UNASAM)**

ENV / LB-353327-011

PROCEDENCIA : CANREY CHICO - RECUAY

Fecha de Recepción SGS : 26-01-2024
Fecha de Ejecución : Del 26-01-2024 al 02-02-2024
Muestreo Realizado Por : CLIENTE

Estación de Muestreo
IL01
SL01
HSSV01
HSSH01

Emitido por SGS del Perú S.A.C.

Impreso el 02/02/2024

Frank M. Julcamoro Quispe
C.Q.P. 1033
Supervisor de Laboratorio

Elizabeth V. Capuñay España
C.B.P 8508
Coordinador de Laboratorio Microbiología

"Este informe de ensayo, al estar en el marco de la acreditación del INACAL-DA, se encuentra dentro del ámbito de reconocimiento multilateral/mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC"

Página 1 de 5





**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002**



**INFORME DE ENSAYO
MA2402728 Rev. 0**

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA					IL01	SL01
FECHA DE MUESTREO					25/01/2024	25/01/2024
HORA DE MUESTREO					15:11:00	15:22:00
CATEGORIA					AGUA RESIDUAL	AGUA RESIDUAL
SUB CATEGORIA					DOMESTICA	DOMESTICA
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado ± Incertidumbre	Resultado ± Incertidumbre
Análisis Generales						
Nitrógeno Total	EW_APHA4500PJ	µg/L	4.00	10.00	7.587.94 * ± 189.70	6.875.73 * ± 171.89
Fósforo Total	EW_APHA4500PJF	mg P/L	0.005	0.010	0.716 ± 0.057	0.362 ± 0.029
Demanda Bioquímica de Oxígeno	EW_APHA5210B	mg/L	1.0	2.6	4.3 ± 0.90	<2.6
Demanda Química de Oxígeno	EW_APHA5220D	mgO2/L	1.8	4.5	46.8 ± 4.70	24.0 ± 2.40
Análisis Microbiológicos						
Numeración de Coliformes fecales o termotolerantes	EW_APHA9221E_NMP	NMP/100 mL	--	--	13000000	230000

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA					HSSV01	HSSH01
FECHA DE MUESTREO					25/01/2024	25/01/2024
HORA DE MUESTREO					15:32:00	15:58:00
CATEGORIA					AGUA RESIDUAL	AGUA RESIDUAL
SUB CATEGORIA					DOMESTICA	DOMESTICA
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado ± Incertidumbre	Resultado ± Incertidumbre
Análisis Generales						
Nitrógeno Total	EW_APHA4500PJ	µg/L	4.00	10.00	8.301.58 * ± 207.54	
Fósforo Total	EW_APHA4500PJF	mg P/L	0.005	0.010	0.658 ± 0.053	0.355 ± 0.028
Demanda Bioquímica de Oxígeno	EW_APHA5210B	mg/L	1.0	2.6	<2.6	<2.6
Demanda Química de Oxígeno	EW_APHA5220D	mgO2/L	1.8	4.5	4.8 ± 0.50	<4.5
Análisis Microbiológicos						
Numeración de Coliformes fecales o termotolerantes	EW_APHA9221E_NMP	NMP/100 mL	--	--	1300	3300





LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002



INFORME DE ENSAYO
MA2402728 Rev. 0

CONTROL DE CALIDAD

LC: Límite de cuantificación
MB: Blanco del proceso.
LCS %Recovery: Porcentaje de recuperación del patrón de proceso.
MS %Recovery: Porcentaje de recuperación de la muestra adicionada.
MSD %RPD: Diferencia Porcentual Relativa entre los duplicados de la muestra adicionada.
Dup %RPD: Diferencia Porcentual Relativa entre los duplicados del proceso.

Parámetro	Unidad	LC	MB	DUP %RPD	LCS %Recovery	MS %Recovery	MSD %RPD
Fósforo Total	mg P/L	0.010	<0.010		98 - 103%	96%	16%
Nitrógeno Total	µg/L	10.00	<10.00		97%	96%	4%
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	2.6	<2.6	4%	99 - 100%		
Demanda Química de Oxígeno	mgO ₂ /L	4.5	<4.5		102 - 103%	89%	2%





**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002**



**INFORME DE ENSAYO
MA2402728 Rev. 0**

REFERENCIAS DE MÉTODOS DE ENSAYO

Referencia	Sede	Parámetro	Método de Ensayo
EW_APHA4500PJ	Callao	Nitrógeno Total	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-P J; 23rd Ed: 2017. Phosphorus. Persulfate Method for Simultaneous Determination of Total Nitrogen and Total Phosphorus (VALIDADO - Aplicado fuera del alcance) 2017
EW_APHA4500PJF	Callao	Fósforo Total	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-P. F.J; 24th.:2023 Phosphorus. Automated Ascorbic Acid Reduction Method. Persulfate Method for Simultaneous Determination of Total Nitrogen and Total Phosphorus
EW_APHA5210B	Callao	Demanda Bioquímica de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B ;24th Ed: 2023. Biochemical Oxygen Demand (BOD): 5-Day BOD test
EW_APHA5220D	Callao	Demanda Química de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D: 23rd Ed: 2017. Chemical Oxygen Demand, Closed Reflux, Colorimetric Method. (VALIDADO - Aplicado fuera del alcance) 2017
EW_APHA9221E_NMP	Callao	Numeración de Coliformes fecales o termotolerantes	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E.1, 24th Ed. (Incluye Muestreo).2023. Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure. Thermotolerant Coliform Test (EC Medium)





**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002**



**INFORME DE ENSAYO
MA2402728 Rev. 0**

NOTAS

Notas:

El reporte de tiempo se realiza en el sistema horario de 24 horas.

Las muestras recibidas cumplen con las condiciones necesarias para la realización de los análisis solicitados.

(*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL-DA.

"Este informe de ensayo, al estar en el marco de la acreditación del INACAL-DA, se encuentra dentro del ámbito de reconocimiento multilateral/mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC"

Este documento es emitido bajo las Condiciones Generales de Servicio de SGS del Perú S.A.C. las cuales se encuentran descritas en la página <http://www.sgs.pe/es-ES/Terms-and-Conditions.aspx>. Son especialmente importantes las disposiciones sobre limitación de responsabilidad, pago de indemnizaciones y jurisdicción definidas en dichas Condiciones Generales de Servicio, su alteración o su uso indebido constituye un delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia; queda prohibida la reproducción total o parcial, salvo autorización escrita de SGS del Perú S.A.C.

Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para la(s) muestra(s) ensayadas; no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. La compañía no es responsable del origen o fuente de la cual las muestras han sido tomadas y de la información proporcionada por el cliente.

Última Revisión Enero 2022

Página 5 de 5





**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002**



**INFORME DE ENSAYO
MA2403974 Rev. 3**

UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTUNEZ DE
AV. CENTENARIO NRO. 200 CENTENARIO (LOCAL CENTRAL DE LA UNASAM)

ENV / LB-353327-012

PROCEDENCIA : CANREY CHICO - RECUAY

Fecha de Recepción SGS : 05-02-2024

Fecha de Ejecución : Del 05-02-2024 al 17-06-2024

Muestreo Realizado Por : CLIENTE

Observación : Rev. 1: Se actualiza las unidades del analito nitrogeno total.
Rev. 2: Se corrigen los resultados del Nitrógeno total.
Rev. 3: Se actualizan los datos del parámetro Nitrógeno total en las unidades mgN/L.

"Este informe cancela y reemplaza al Informe No. MA2403974 con fecha 18-06-24 emitida por SGS del Perú"

Estación de Muestreo
ILO2
SLO2
HSSHO1
HSSVO1

Emitido por SGS del Perú S.A.C.

Impreso el 31/07/2024

Frank M. Julcamoro Quispe
C.Q.P. 1033
Supervisor de Laboratorio

Manuel A. Pineda Bazan
C.B.P 11148
Coordinador de Calidad Lab. Microbiología

"Este informe de ensayo, al estar en el marco de la acreditación del INACAL-DA, se encuentra dentro del ámbito de reconocimiento multilateral/mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC"

Página 1 de 5





**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002**



Registro N° LE - 002

**INFORME DE ENSAYO
MA2403974 Rev. 3**

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA					ILO2	SLO2
FECHA DE MUESTREO					04/02/2024	04/02/2024
HORA DE MUESTREO					15:18:00	15:40:00
CATEGORIA					AGUA RESIDUAL	AGUA RESIDUAL
SUB CATEGORIA					AGUA RESIDUAL DOMESTICA	AGUA RESIDUAL DOMESTICA
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado ± Incertidumbre	Resultado ± Incertidumbre
Análisis Generales						
Nitrógeno Total	EW_APHA4500PJ	mg N/L	0.04	0.10	4.20 ± 0.34	4.44 ± 0.36
Fósforo Total	EW_APHA4500PJF	mg P/L	0.005	0.010	0.906 ± 0.072	0.373 ± 0.030
Demanda Bioquímica de Oxígeno	EW_APHA5210B	mg/L	1.0	2.6	6.5 ± 1.40	6.3 ± 1.30
Demanda Química de Oxígeno	EW_APHA5220D	mgO2/L	1.8	4.5	7.5 ± 0.80	7.0 ± 0.70
Análisis Microbiológicos						
Numeración de Coliformes fecales o termotolerantes	EW_APHA9221E_NMP	NMP/100 mL	--	--	490000	33000
Detección Y/O Cuantificación de Huevos de Helmintos	EW_SGS_MB_21	huevos/litro	--	--	0	0

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA					HSSHO1	HSSVO1
FECHA DE MUESTREO					04/02/2024	04/02/2024
HORA DE MUESTREO					15:52:00	16:05:00
CATEGORIA					AGUA RESIDUAL	AGUA RESIDUAL
SUB CATEGORIA					AGUA RESIDUAL DOMESTICA	AGUA RESIDUAL DOMESTICA
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado ± Incertidumbre	Resultado ± Incertidumbre
Análisis Generales						
Nitrógeno Total	EW_APHA4500PJ	mg N/L	0.04	0.10	4.62 ± 0.37	4.63 ± 0.37
Fósforo Total	EW_APHA4500PJF	mg P/L	0.005	0.010	0.671 ± 0.054	0.611 ± 0.049
Demanda Bioquímica de Oxígeno	EW_APHA5210B	mg/L	1.0	2.6	<2.6	<2.6
Demanda Química de Oxígeno	EW_APHA5220D	mgO2/L	1.8	4.5	6.9 ± 0.70	6.7 ± 0.70
Análisis Microbiológicos						
Numeración de Coliformes fecales o termotolerantes	EW_APHA9221E_NMP	NMP/100 mL	--	--	17000	3300
Detección Y/O Cuantificación de Huevos de Helmintos	EW_SGS_MB_21	huevos/litro	--	--	0	0





LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002



INFORME DE ENSAYO
MA2403974 Rev. 3

CONTROL DE CALIDAD

LC: Límite de cuantificación
MB: Blanco del proceso.
LCS %Recovery: Porcentaje de recuperación del patrón de proceso.
MS %Recovery: Porcentaje de recuperación de la muestra adicionada.
MSD %RPD: Diferencia Porcentual Relativa entre los duplicados de la muestra adicionada.
Dup %RPD: Diferencia Porcentual Relativa entre los duplicados del proceso.

Parámetro	Unidad	LC	MB	DUP %RPD	LCS %Recovery	MS %Recovery	MSD %RPD
Fósforo Total	mg P/L	0.010	<0.010		104 - 113%	100 - 109%	6 - 10%
Nitrógeno Total	mg N/L	0.10	<0.10		106%	95 - 111%	6 - 15%
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	2.6	<2.6	5%	98 - 104%		
Demanda Química de Oxígeno	mgO ₂ /L	4.5	<4.5		94 - 96%	103 - 105%	0 - 1%





**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002**



**INFORME DE ENSAYO
MA2403974 Rev. 3**

REFERENCIAS DE MÉTODOS DE ENSAYO

Referencia	Sede	Parámetro	Método de Ensayo
EW_APHA4500PJ	Callao	Nitrógeno Total	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-P J; 23rd Ed: 2017. Phosphorus. Persulfate Method for Simultaneous Determination of Total Nitrogen and Total Phosphorus (VALIDADO - Aplicado fuera del alcance) 2017
EW_APHA4500PJF	Callao	Fósforo Total	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-P. F.J; 24th.:2023 Phosphorus. Automated Ascorbic Acid Reduction Method. Persulfate Method for Simultaneous Determination of Total Nitrogen and Total Phosphorus
EW_APHA5210B	Callao	Demanda Bioquímica de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B ;24th Ed: 2023. Biochemical Oxygen Demand (BOD): 5-Day BOD test
EW_APHA5220D	Callao	Demanda Química de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D: 23rd Ed: 2017. Chemical Oxygen Demand, Closed Reflux, Colorimetric Method. (VALIDADO - Aplicado fuera del alcance) 2017
EW_APHA9221E_NMP	Callao	Numeración de Coliformes fecales o termotolerantes	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E.1, 24th Ed. (Incluye Muestreo).2023. Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure. Thermotolerant Coliform Test (EC Medium)
EW_SGS_MB_21	Callao	Detección y/o Cuantificación de Huevos de Helmintos	Análisis de aguas residuales para su uso en agricultura. Manual de técnicas parasitológicas y bacteriológicas de laboratorio. Item 2.1 O.M.S. 1997. (VALIDADO - Modificado) (VALIDADO - Aplicado fuera del alcance).2016.Método Balenger modificado. Detección y Cuantificación de Huevos de Helmintos





**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002**



**INFORME DE ENSAYO
MA2403974 Rev. 3**

NOTAS

Notas:

- El reporte de tiempo se realiza en el sistema horario de 24 horas.
- Las muestras recibidas cumplen con las condiciones necesarias para la realización de los análisis solicitados.

"Este informe de ensayo, al estar en el marco de la acreditación del INACAL-DA, se encuentra dentro del ámbito de reconocimiento multilateral/mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC"

Este documento es emitido bajo las Condiciones Generales de Servicio de SGS del Perú S.A.C. las cuales se encuentran descritas en la página <http://www.sgs.pe/es-ES/Terms-and-Conditions.aspx>. Son especialmente importantes las disposiciones sobre limitación de responsabilidad, pago de indemnizaciones y jurisdicción definidas en dichas Condiciones Generales de Servicio, su alteración o su uso indebido constituye un delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia; queda prohibida la reproducción total o parcial, salvo autorización escrita de SGS del Perú S.A.C.

Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para la(s) muestra(s) ensayadas; no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. La compañía no es responsable del origen o fuente de la cual las muestras han sido tomadas y de la información proporcionada por el cliente.

Última Revisión Enero 2022

Página 5 de 5





**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002**



**INFORME DE ENSAYO
MA2404240 Rev. 3**

UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTUNEZ DE
AV. CENTENARIO NRO. 200 CENTENARIO (LOCAL CENTRAL DE LA UNASAM)

ENV / LB-353327-013

PROCEDENCIA : CANPEY CHICO -RECHAY

Fecha de Recepción SGS : 09-02-2024

Fecha de Ejecución : Del 09-02-2024 al 17-06-2024

Muestreo Realizado Por : CLIENTE

Observación : Rev. 1: Se actualiza las unidades del analito nitrogeno total.

Rev. 2: Se corrigen los resultados del Nitrógeno total.

Rev. 3: Se actualizan los datos del parámetro Nitrógeno total en las unidades mgN/L.

"Este informe cancela y reemplaza al Informe No. MA2404240 con fecha 18-06-24 emitida por SGS del Perú"

Estación de Muestreo
IL01
SL01
HSSH01
HSSV01

Emitido por SGS del Perú S.A.C.

Impreso el 31/07/2024

Katteryn J. Huaman Ticona

C.I.P 219472

Analista de Laboratorio

Manuel A. Pineda Bazan

C.B.P 11148

Coordinador de Calidad Lab. Microbiología

"Este informe de ensayo, al estar en el marco de la acreditación del INACAL-DA, se encuentra dentro del ámbito de reconocimiento multilateral/mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC"

Página 1 de 5





**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002**



Registro N° LE - 002

**INFORME DE ENSAYO
MA2404240 Rev. 3**

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA					IL01	SL01
FECHA DE MUESTREO					08/02/2024	08/02/2024
HORA DE MUESTREO					15:15:00	15:28:00
CATEGORIA					AGUA RESIDUAL	AGUA RESIDUAL
SUB CATEGORIA					AGUA RESIDUAL	AGUA RESIDUAL
					DOMESTICA	DOMESTICA
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado ± Incertidumbre	Resultado ± Incertidumbre
Análisis Generales						
Nitrógeno Total	EW_APHA4500PJ	mg N/L	0.04	0.10	4.34 ± 0.35	4.32 ± 0.35
Fósforo Total	EW_APHA4500PJF	mg P/L	0.005	0.010	1.422 ± 0.11	0.365 ± 0.029
Demanda Bioquímica de Oxígeno	EW_APHA5210B	mg/L	1.0	2.6	15.0 ± 3.20	<2.6
Demanda Química de Oxígeno	EW_APHA5220D	mgO2/L	1.8	4.5	40.3 ± 4.0	18.5 ± 1.90
Análisis Microbiológicos						
Numeración de Coliformes fecales o termotolerantes	EW_APHA9221E_NMP	NMP/100 mL	--	--	1100000	460000
Detección Y/O Cuantificación de Huevos de Helmintos	EW_SGS_MB_21	huevos/litro	--	--	0	0

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA					HSSH01	HSSV01
FECHA DE MUESTREO					08/02/2024	08/02/2024
HORA DE MUESTREO					15:39:00	15:55:00
CATEGORIA					AGUA RESIDUAL	AGUA RESIDUAL
SUB CATEGORIA					AGUA RESIDUAL	AGUA RESIDUAL
					DOMESTICA	DOMESTICA
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado ± Incertidumbre	Resultado ± Incertidumbre
Análisis Generales						
Nitrógeno Total	EW_APHA4500PJ	mg N/L	0.04	0.10	4.61 ± 0.37	4.51 ± 0.36
Fósforo Total	EW_APHA4500PJF	mg P/L	0.005	0.010	0.798 ± 0.064	0.486 ± 0.039
Demanda Bioquímica de Oxígeno	EW_APHA5210B	mg/L	1.0	2.6	<2.6	<2.6
Demanda Química de Oxígeno	EW_APHA5220D	mgO2/L	1.8	4.5	5.4 ± 0.50	4.9 ± 0.50
Análisis Microbiológicos						
Numeración de Coliformes fecales o termotolerantes	EW_APHA9221E_NMP	NMP/100 mL	--	--	7900	7000
Detección Y/O Cuantificación de Huevos de Helmintos	EW_SGS_MB_21	huevos/litro	--	--	0	0





LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002



**INFORME DE ENSAYO
MA2404240 Rev. 3**

CONTROL DE CALIDAD

LC: Límite de cuantificación
MB: Blanco del proceso.
LCS %Recovery: Porcentaje de recuperación del patrón de proceso.
MS %Recovery: Porcentaje de recuperación de la muestra adicionada.
MSD %RPD: Diferencia Porcentual Relativa entre los duplicados de la muestra adicionada.
Dup %RPD: Diferencia Porcentual Relativa entre los duplicados del proceso.

Parámetro	Unidad	LC	MB	DUP %RPD	LCS %Recovery	MS %Recovery	MSD %RPD
Fósforo Total	mg P/L	0.010	<0.010		104 - 113%	100 - 109%	6 - 10%
Nitrógeno Total	mg N/L	0.10	<0.10		106%	95 - 111%	6 - 15%
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	2.6	<2.6	3%	98 - 100%		
Demanda Química de Oxígeno	mgO ₂ /L	4.5	<4.5		98 - 103%	90 - 98%	1 - 2%





**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002**



**INFORME DE ENSAYO
MA2404240 Rev. 3**

REFERENCIAS DE MÉTODOS DE ENSAYO

Referencia	Sede	Parámetro	Método de Ensayo
EW_APHA4500PJ	Callao	Nitrógeno Total	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-P J; 23rd Ed: 2017. Phosphorus. Persulfate Method for Simultaneous Determination of Total Nitrogen and Total Phosphorus (VALIDADO - Aplicado fuera del alcance) 2017
EW_APHA4500PJF	Callao	Fósforo Total	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-P. F.J; 24th.:2023 Phosphorus. Automated Ascorbic Acid Reduction Method. Persulfate Method for Simultaneous Determination of Total Nitrogen and Total Phosphorus
EW_APHA5210B	Callao	Demanda Bioquímica de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B ;24th Ed: 2023. Biochemical Oxygen Demand (BOD): 5-Day BOD test
EW_APHA5220D	Callao	Demanda Química de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D: 23rd Ed: 2017. Chemical Oxygen Demand, Closed Reflux, Colorimetric Method. (VALIDADO - Aplicado fuera del alcance) 2017
EW_APHA9221E_NMP	Callao	Numeración de Coliformes fecales o termotolerantes	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E.1, 24th Ed. (Incluye Muestreo).2023. Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure. Thermotolerant Coliform Test (EC Medium)
EW_SGS_MB_21	Callao	Detección y/o Cuantificación de Huevos de Helmintos	Análisis de aguas residuales para su uso en agricultura. Manual de técnicas parasitológicas y bacteriológicas de laboratorio. Item 2.1 O.M.S. 1997. (VALIDADO - Modificado) (VALIDADO - Aplicado fuera del alcance).2016.Método Balenger modificado. Detección y Cuantificación de Huevos de Helmintos





**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002**



**INFORME DE ENSAYO
MA2404240 Rev. 3**

NOTAS

Notas:

- El reporte de tiempo se realiza en el sistema horario de 24 horas.
- Las muestras recibidas cumplen con las condiciones necesarias para la realización de los análisis solicitados.

"Este informe de ensayo, al estar en el marco de la acreditación del INACAL-DA, se encuentra dentro del ámbito de reconocimiento multilateral/mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC"

Este documento es emitido bajo las Condiciones Generales de Servicio de SGS del Perú S.A.C. las cuales se encuentran descritas en la página <http://www.sgs.pe/es-ES/Terms-and-Conditions.aspx>. Son especialmente importantes las disposiciones sobre limitación de responsabilidad, pago de indemnizaciones y jurisdicción definidas en dichas Condiciones Generales de Servicio, su alteración o su uso indebido constituye un delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia; queda prohibida la reproducción total o parcial, salvo autorización escrita de SGS del Perú S.A.C.

Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para la(s) muestra(s) ensayadas; no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. La compañía no es responsable del origen o fuente de la cual las muestras han sido tomadas y de la información proporcionada por el cliente.

Última Revisión Enero 2022

Página 5 de 5





**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002**



**INFORME DE ENSAYO
MA2405443 Rev. 3**

UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTUNEZ DE
AV. CENTENARIO NRO. 200 CENTENARIO (LOCAL CENTRAL DE LA UNASAM)

ENV / LB-353327-015

PROCEDENCIA : CANREY CHICO - RECUAY

Fecha de Recepción SGS : 19-02-2024

Fecha de Ejecución : Del 19-02-2024 al 17-06-2024

Muestreo Realizado Por : CLIENTE

Observación : Rev. 1: Se actualiza las unidades del analito nitrógeno total.
Rev. 2: Se corrigen los resultados del Nitrógeno total.
Rev. 3: Se actualizan los datos del parámetro Nitrógeno total en las unidades mgN/L.

"Este informe cancela y reemplaza al Informe No. MA2405443 con fecha 18-06-24 emitida por SGS del Perú"

Estación de Muestreo
ILO2
SLO2
HSSVO1
HSSH01
HSSH01R

Emitido por SGS del Perú S.A.C.

Impreso el 31/07/2024

Katteryn J. Huaman Ticona
C.I.P 219472
Analista de Laboratorio

Manuel A. Pineda Bazan
C.B.P 11148
Coordinador de Calidad Lab. Microbiología

"Este informe de ensayo, al estar en el marco de la acreditación del INACAL-DA, se encuentra dentro del ámbito de reconocimiento multilateral/mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC"

Página 1 de 5





**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002**



Registro N°LE - 002

**INFORME DE ENSAYO
MA2405443 Rev. 3**

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA					ILO2	SLO2
FECHA DE MUESTREO					18/02/2024	18/02/2024
HORA DE MUESTREO					15:14:00	15:29:00
CATEGORIA					AGUA RESIDUAL	AGUA RESIDUAL
SUB CATEGORIA					DOMESTICA	DOMESTICA
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado ± Incertidumbre	Resultado ± Incertidumbre
Análisis Generales						
Nitrógeno Total	EW_APHA4500PJ	mg N/L	0.04	0.10	4.80 ± 0.38	4.82 ± 0.39
Fósforo Total	EW_APHA4500PJF	mg P/L	0.005	0.010	2.440 ± 0.19	0.560 ± 0.045
Demanda Bioquímica de Oxígeno	EW_APHA5210B	mg/L	1.0	2.6	60.3 ± 10.80	5.7 ± 1.20
Demanda Química de Oxígeno	EW_APHA5220D	mgO2/L	1.8	4.5	70.1 ± 7.0	31.8 ± 3.20
Análisis Microbiológicos						
Numeración de Coliformes fecales o termotolerantes	EW_APHA9221E_NMP	NMP/100 mL	--	--	330000	33000

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA					HSSVO1	HSSHO1
FECHA DE MUESTREO					18/02/2024	18/02/2024
HORA DE MUESTREO					15:51:00	16:05:00
CATEGORIA					AGUA RESIDUAL	AGUA RESIDUAL
SUB CATEGORIA					DOMESTICA	DOMESTICA
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado ± Incertidumbre	Resultado ± Incertidumbre
Análisis Generales						
Nitrógeno Total	EW_APHA4500PJ	mg N/L	0.04	0.10	4.81 ± 0.38	4.50 ± 0.36
Fósforo Total	EW_APHA4500PJF	mg P/L	0.005	0.010	0.788 ± 0.063	1.706 ± 0.14
Demanda Bioquímica de Oxígeno	EW_APHA5210B	mg/L	1.0	2.6	<2.6	<2.6
Demanda Química de Oxígeno	EW_APHA5220D	mgO2/L	1.8	4.5	11.1 ± 1.10	7.6 ± 0.80
Análisis Microbiológicos						
Numeración de Coliformes fecales o termotolerantes	EW_APHA9221E_NMP	NMP/100 mL	--	--	2300	79000

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA					HSSH01R
FECHA DE MUESTREO					8930294N / 230297E
HORA DE MUESTREO					15:02/2024
CATEGORIA					15:00:00
SUB CATEGORIA					AGUA RESIDUAL
					AGUA RESIDUAL
					DOMESTICA
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado ± Incertidumbre
Análisis Generales					
Nitrógeno Total	EW_APHA4500PJ	mg N/L	0.04	0.10	5.58 ± 0.45





LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002



INFORME DE ENSAYO
MA2405443 Rev. 3

CONTROL DE CALIDAD

LC: Límite de cuantificación
MB: Blanco del proceso.
LCS %Recovery: Porcentaje de recuperación del patrón de proceso.
MS %Recovery: Porcentaje de recuperación de la muestra adicionada.
MSD %RPD: Diferencia Porcentual Relativa entre los duplicados de la muestra adicionada.
Dup %RPD: Diferencia Porcentual Relativa entre los duplicados del proceso.

Parámetro	Unidad	LC	MB	DUP %RPD	LCS %Recovery	MS %Recovery	MSD %RPD
Fósforo Total	mg P/L	0.010	<0.010		98 - 103%	89 - 100%	3%
Nitrógeno Total	mg N/L	0.10	<0.10		106%	95 - 111%	6 - 15%
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	2.6	<2.6	1 - 4%	102 - 110%		
Demanda Química de Oxígeno	mgO ₂ /L	4.5	<4.5		99 - 101%	91 - 96%	1%





**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002**



**INFORME DE ENSAYO
MA2405443 Rev. 3**

REFERENCIAS DE MÉTODOS DE ENSAYO

Referencia	Sede	Parámetro	Método de Ensayo
EW_APHA4500PJ	Callao	Nitrógeno Total	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-P J; 23rd Ed: 2017. Phosphorus. Persulfate Method for Simultaneous Determination of Total Nitrogen and Total Phosphorus (VALIDADO - Aplicado fuera del alcance) 2017
EW_APHA4500PJF	Callao	Fósforo Total	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-P. F.J; 24th.:2023 Phosphorus. Automated Ascorbic Acid Reduction Method. Persulfate Method for Simultaneous Determination of Total Nitrogen and Total Phosphorus
EW_APHA5210B	Callao	Demanda Bioquímica de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B ;24th Ed: 2023. Biochemical Oxygen Demand (BOD): 5-Day BOD test
EW_APHA5220D	Callao	Demanda Química de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D: 23rd Ed: 2017. Chemical Oxygen Demand, Closed Reflux, Colorimetric Method. (VALIDADO - Aplicado fuera del alcance) 2017
EW_APHA9221E_NMP	Callao	Numeración de Coliformes fecales o termotolerantes	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E.1, 24th Ed. (Incluye Muestreo).2023. Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure. Thermotolerant Coliform Test (EC Medium)





**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002**



**INFORME DE ENSAYO
MA2405443 Rev. 3**

NOTAS

Notas:

- El reporte de tiempo se realiza en el sistema horario de 24 horas.
- Las muestras recibidas cumplen con las condiciones necesarias para la realización de los análisis solicitados.

"Este informe de ensayo, al estar en el marco de la acreditación del INACAL-DA, se encuentra dentro del ámbito de reconocimiento multilateral/mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC"

Este documento es emitido bajo las Condiciones Generales de Servicio de SGS del Perú S.A.C. las cuales se encuentran descritas en la página <http://www.sgs.pe/es-ES/Terms-and-Conditions.aspx>. Son especialmente importantes las disposiciones sobre limitación de responsabilidad, pago de indemnizaciones y jurisdicción definidas en dichas Condiciones Generales de Servicio, su alteración o su uso indebido constituye un delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia; queda prohibida la reproducción total o parcial, salvo autorización escrita de SGS del Perú S.A.C.

Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para la(s) muestra(s) ensayadas; no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. La compañía no es responsable del origen o fuente de la cual las muestras han sido tomadas y de la información proporcionada por el cliente.

Última Revisión Enero 2022

Página 5 de 5





**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002**



**INFORME DE ENSAYO
MA2405792 Rev. 3**

UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTUNEZ DE
AV. CENTENARIO NRO. 200 CENTENARIO (LOCAL CENTRAL DE LA UNASAM)

ENV / LB-353327-016

PROCEDENCIA : canay chico -recuay

Fecha de Recepción SGS : 23-02-2024

Fecha de Ejecución : Del 23-02-2024 al 17-06-2024

Muestreo Realizado Por : CLIENTE

Observación : Rev. 1: Se actualiza las unidades del analito nitrógeno total.
Rev. 2: Se corrigen los resultados del Nitrógeno total.
Rev. 3: Se actualizan los datos del parámetro Nitrógeno total en las unidades mgN/L.

"Este informe cancela y reemplaza al Informe No. MA2405792 con fecha 18-06-24 emitida por SGS del Perú"

Estación de Muestreo
IL01
SL01
HSSVO1
HSSHO1

Emitido por SGS del Perú S.A.C.

Impreso el 31/07/2024

Katteryn J. Huaman Ticona
C.I.P 219472
Analista de Laboratorio

Manuel A. Pineda Bazan
C.B.P 11148
Coordinador de Calidad Lab. Microbiología

"Este informe de ensayo, al estar en el marco de la acreditación del INACAL-DA, se encuentra dentro del ámbito de reconocimiento multilateral/mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC"

Página 1 de 5





**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002**



Registro N°LE - 002

**INFORME DE ENSAYO
MA2405792 Rev. 3**

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA					IL01	SL01
FECHA DE MUESTREO					22/02/2024	22/02/2024
HORA DE MUESTREO					15:05:00	15:28:00
CATEGORIA					AGUA RESIDUAL	AGUA RESIDUAL
SUB CATEGORIA					AGUA RESIDUAL DOMESTICA	AGUA RESIDUAL DOMESTICA
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado ± Incertidumbre	Resultado ± Incertidumbre
Análisis Generales						
Nitrógeno Total	EW_APHA4500PJ	mg N/L	0.04	0.10	3.86 ± 0.31	4.58 ± 0.37
Fósforo Total	EW_APHA4500PJF	mg P/L	0.005	0.010	0.674 ± 0.054	0.371 ± 0.030
Demanda Bioquímica de Oxígeno	EW_APHA5210B	mg/L	1.0	2.6	18.1 ± 3.80	5.8 ± 1.20
Demanda Química de Oxígeno	EW_APHA5220D	mgO ₂ /L	1.8	4.5	30.9 ± 3.10	32.5 ± 3.30
Análisis Microbiológicos						
Numeración de Coliformes fecales o termotolerantes	EW_APHA9221E_NMP	NMP/100 mL	--	--	2300000	230000

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA					HSSVO1	HSSHO1
FECHA DE MUESTREO					22/02/2024	22/02/2024
HORA DE MUESTREO					15:58:00	15:44:00
CATEGORIA					AGUA RESIDUAL	AGUA RESIDUAL
SUB CATEGORIA					AGUA RESIDUAL DOMESTICA	AGUA RESIDUAL DOMESTICA
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado ± Incertidumbre	Resultado ± Incertidumbre
Análisis Generales						
Nitrógeno Total	EW_APHA4500PJ	mg N/L	0.04	0.10	4.27 ± 0.34	3.32 ± 0.27
Fósforo Total	EW_APHA4500PJF	mg P/L	0.005	0.010	0.559 ± 0.045	1.016 ± 0.061
Demanda Bioquímica de Oxígeno	EW_APHA5210B	mg/L	1.0	2.6	<2.6	<2.6
Demanda Química de Oxígeno	EW_APHA5220D	mgO ₂ /L	1.8	4.5	<4.5	16.2 ± 1.60
Análisis Microbiológicos						
Numeración de Coliformes fecales o termotolerantes	EW_APHA9221E_NMP	NMP/100 mL	--	--	2300	23000





LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002



INFORME DE ENSAYO
MA2405792 Rev. 3

CONTROL DE CALIDAD

LC: Límite de cuantificación
MB: Blanco del proceso.
LCS %Recovery: Porcentaje de recuperación del patrón de proceso.
MS %Recovery: Porcentaje de recuperación de la muestra adicionada.
MSD %RPD: Diferencia Porcentual Relativa entre los duplicados de la muestra adicionada.
Dup %RPD: Diferencia Porcentual Relativa entre los duplicados del proceso.

Parámetro	Unidad	LC	MB	DUP %RPD	LCS %Recovery	MS %Recovery	MSD %RPD
Fósforo Total	mg P/L	0.010	<0.010		107 - 110%	99 - 100%	2 - 4%
Nitrógeno Total	mg N/L	0.10	<0.10		106%	95 - 111%	6 - 15%
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	2.6	<2.6	4%	97 - 100%		
Demanda Química de Oxígeno	mgO ₂ /L	4.5	<4.5		97 - 99%	90 - 91%	1%





**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002**



**INFORME DE ENSAYO
MA2405792 Rev. 3**

REFERENCIAS DE MÉTODOS DE ENSAYO

Referencia	Sede	Parámetro	Método de Ensayo
EW_APHA4500PJ	Callao	Nitrógeno Total	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-P J; 23rd Ed: 2017. Phosphorus. Persulfate Method for Simultaneous Determination of Total Nitrogen and Total Phosphorus (VALIDADO - Aplicado fuera del alcance) 2017
EW_APHA4500PJF	Callao	Fósforo Total	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-P. F.J; 24th.:2023 Phosphorus. Automated Ascorbic Acid Reduction Method. Persulfate Method for Simultaneous Determination of Total Nitrogen and Total Phosphorus
EW_APHA5210B	Callao	Demanda Bioquímica de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B ;24th Ed: 2023. Biochemical Oxygen Demand (BOD): 5-Day BOD test
EW_APHA5220D	Callao	Demanda Química de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D: 23rd Ed: 2017. Chemical Oxygen Demand, Closed Reflux, Colorimetric Method. (VALIDADO - Aplicado fuera del alcance) 2017
EW_APHA9221E_NMP	Callao	Numeración de Coliformes fecales o termotolerantes	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E.1, 24th Ed. (Incluye Muestreo).2023. Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure. Thermotolerant Coliform Test (EC Medium)





**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002**



**INFORME DE ENSAYO
MA2405792 Rev. 3**

NOTAS

Notas:

- El reporte de tiempo se realiza en el sistema horario de 24 horas.
- Las muestras recibidas cumplen con las condiciones necesarias para la realización de los análisis solicitados.

"Este informe de ensayo, al estar en el marco de la acreditación del INACAL-DA, se encuentra dentro del ámbito de reconocimiento multilateral/mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC"

Este documento es emitido bajo las Condiciones Generales de Servicio de SGS del Perú S.A.C. las cuales se encuentran descritas en la página <http://www.sgs.pe/es-ES/Terms-and-Conditions.aspx>. Son especialmente importantes las disposiciones sobre limitación de responsabilidad, pago de indemnizaciones y jurisdicción definidas en dichas Condiciones Generales de Servicio, su alteración o su uso indebido constituye un delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia; queda prohibida la reproducción total o parcial, salvo autorización escrita de SGS del Perú S.A.C.

Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para la(s) muestra(s) ensayadas; no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. La compañía no es responsable del origen o fuente de la cual las muestras han sido tomadas y de la información proporcionada por el cliente.

Última Revisión Enero 2022

Página 5 de 5





**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002**



Registro N° LE - 002

**INFORME DE ENSAYO
MA2406797 Rev. 3**

UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTUNEZ DE
AV. CENTENARIO NRO. 200 CENTENARIO (LOCAL CENTRAL DE LA UNASAM)

ENV / LB-353327-017

PROCEDENCIA : CANREY CHICO - RECUAY

Fecha de Recepción SGS : 04-03-2024

Fecha de Ejecución : Del 04-03-2024 al 17-06-2024

Muestreo Realizado Por : CLIENTE

Observación : Rev. 1: Se actualiza las unidades del analito nitrógeno total.

Rev. 2: Se corrigen los resultados del Nitrógeno total.

Rev. 3: Se actualizan los datos del parámetro Nitrógeno total en las unidades mgN/L.

"Este informe cancela y reemplaza al Informe No. MA2406797 con fecha 18-06-24 emitida por SGS del Perú"

Estación de Muestreo
ILO2
SLO2
HSSVO1
HSSH01

Emitido por SGS del Perú S.A.C.

Impreso el 31/07/2024

Katteryn J. Huaman Ticona

C.I.P 219472

Analista de Laboratorio

Manuel A. Pineda Bazan

C.B.P 11148

Coordinador de Calidad Lab. Microbiología

"Este informe de ensayo, al estar en el marco de la acreditación del INACAL-DA, se encuentra dentro del ámbito de reconocimiento multilateral/mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC"

Página 1 de 5





**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002**



Registro N° LE - 002

**INFORME DE ENSAYO
MA2406797 Rev. 3**

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA					ILO2	SLO2
FECHA DE MUESTREO					03/03/2024	03/03/2024
HORA DE MUESTREO					15:14:00	15:31:00
CATEGORIA					AGUA RESIDUAL	AGUA RESIDUAL
SUB CATEGORIA					AGUA RESIDUAL DOMESTICA	AGUA RESIDUAL DOMESTICA
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado ± Incertidumbre	Resultado ± Incertidumbre
Análisis Generales						
Nitrógeno Total	EW_APHA4500PJ	mg N/L	0.04	0.10	3.64 ± 0.29	3.14 ± 0.25
Fósforo Total	EW_APHA4500PJF	mg P/L	0.005	0.010	1.199 ± 0.096	0.893 ± 0.071
Demanda Bioquímica de Oxígeno	EW_APHA5210B	mg/L	1.0	2.6	49.0 ± 10.30	8.0 ± 1.70
Demanda Química de Oxígeno	EW_APHA5220D	mgO2/L	1.8	4.5	52.3 ± 5.20	18.0 ± 1.80
Análisis Microbiológicos						
Numeración de Coliformes fecales o termotolerantes	EW_APHA9221E_NMP	NMP/100 mL	--	--	490000	33000
Detección Y/O Cuantificación De Huevos De Helmintos	EW_SGS_MAC04_CX	Huevos/L	--	--	0 ± 0	0 ± 0

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA					HSSVO1	HSSHO1
FECHA DE MUESTREO					03/03/2024	03/03/2024
HORA DE MUESTREO					15:49:00	16:19:00
CATEGORIA					AGUA RESIDUAL	AGUA RESIDUAL
SUB CATEGORIA					AGUA RESIDUAL DOMESTICA	AGUA RESIDUAL DOMESTICA
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado ± Incertidumbre	Resultado ± Incertidumbre
Análisis Generales						
Nitrógeno Total	EW_APHA4500PJ	mg N/L	0.04	0.10	3.32 ± 0.27	4.37 ± 0.35
Fósforo Total	EW_APHA4500PJF	mg P/L	0.005	0.010	0.821 ± 0.066	0.744 ± 0.060
Demanda Bioquímica de Oxígeno	EW_APHA5210B	mg/L	1.0	2.6	<2.6	<2.6
Demanda Química de Oxígeno	EW_APHA5220D	mgO2/L	1.8	4.5	<4.5	9.2 ± 0.90
Análisis Microbiológicos						
Numeración de Coliformes fecales o termotolerantes	EW_APHA9221E_NMP	NMP/100 mL	--	--	790	7900
Detección Y/O Cuantificación De Huevos De Helmintos	EW_SGS_MAC04_CX	Huevos/L	--	--	0 ± 0	0 ± 0





**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002**



**INFORME DE ENSAYO
MA2406797 Rev. 3**

CONTROL DE CALIDAD

LC: Límite de cuantificación
MB: Blanco del proceso.
LCS %Recovery: Porcentaje de recuperación del patrón de proceso.
MS %Recovery: Porcentaje de recuperación de la muestra adicionada.
MSD %RPD: Diferencia Porcentual Relativa entre los duplicados de la muestra adicionada.
Dup %RPD: Diferencia Porcentual Relativa entre los duplicados del proceso.

Parámetro	Unidad	LC	MB	DUP %RPD	LCS %Recovery	MS %Recovery	MSD %RPD
Fósforo Total	mg P/L	0.010	<0.010		99 - 104%	99 - 111%	4 - 6%
Nitrógeno Total	mg N/L	0.10	<0.10		106%	95 - 111%	6 - 15%
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	2.6	<2.6	0%	93 - 95%		
Demanda Química de Oxígeno	mgO ₂ /L	4.5	<4.5		99 - 103%	92 - 100%	1 - 2%





**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002**



**INFORME DE ENSAYO
MA2406797 Rev. 3**

REFERENCIAS DE MÉTODOS DE ENSAYO

Referencia	Sede	Parámetro	Método de Ensayo
EW_APHA4500PJ	Callao	Nitrógeno Total	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-P J; 23rd Ed: 2017. Phosphorus. Persulfate Method for Simultaneous Determination of Total Nitrogen and Total Phosphorus (VALIDADO - Aplicado fuera del alcance) 2017
EW_APHA4500PJF	Callao	Fósforo Total	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-P. F.J; 24th.:2023 Phosphorus. Automated Ascorbic Acid Reduction Method. Persulfate Method for Simultaneous Determination of Total Nitrogen and Total Phosphorus
EW_APHA5210B	Callao	Demanda Bioquímica de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B ;24th Ed: 2023. Biochemical Oxygen Demand (BOD): 5-Day BOD test
EW_APHA5220D	Callao	Demanda Química de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D: 23rd Ed: 2017. Chemical Oxygen Demand, Closed Reflux, Colorimetric Method. (VALIDADO - Aplicado fuera del alcance) 2017
EW_APHA9221E_NMP	Callao	Numeración de Coliformes fecales o termotolerantes	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E.1, 24th Ed. (Incluye Muestreo).2023. Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure. Thermotolerant Coliform Test (EC Medium)
EW_SGS_MAC04_CX	Cajamarca	Detección y/o Cuantificación de Huevos de Helmintos	Análisis de aguas residuales para su uso en agricultura. Manual de técnicas parasitológicas y bacteriológicas de laboratorio. Item 2.1. O.M.S. 1997. (VALIDADO - Modificado) (VALIDADO - Aplicado fuera del alcance). 2014. Método Bailenger modificado-Detección y Cuantificación de Huevos de helmintos





**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002**



**INFORME DE ENSAYO
MA2406797 Rev. 3**

NOTAS

Notas:

- El reporte de tiempo se realiza en el sistema horario de 24 horas.
- Las muestras recibidas cumplen con las condiciones necesarias para la realización de los análisis solicitados.

"Este informe de ensayo, al estar en el marco de la acreditación del INACAL-DA, se encuentra dentro del ámbito de reconocimiento multilateral/mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC"

Este documento es emitido bajo las Condiciones Generales de Servicio de SGS del Perú S.A.C. las cuales se encuentran descritas en la página <http://www.sgs.pe/es-ES/Terms-and-Conditions.aspx>. Son especialmente importantes las disposiciones sobre limitación de responsabilidad, pago de indemnizaciones y jurisdicción definidas en dichas Condiciones Generales de Servicio, su alteración o su uso indebido constituye un delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia; queda prohibida la reproducción total o parcial, salvo autorización escrita de SGS del Perú S.A.C.

Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para la(s) muestra(s) ensayadas; no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. La compañía no es responsable del origen o fuente de la cual las muestras han sido tomadas y de la información proporcionada por el cliente.

Última Revisión Enero 2022

Página 5 de 5





**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002**



**INFORME DE ENSAYO
MA2411268 Rev. 1**

UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTUNEZ DE
AV. CENTENARIO NRO. 200 CENTENARIO (LOCAL CENTRAL DE LA UNASAM)

ENV / LB-353470-009

PROCEDENCIA : CANREY CHICO - RECUAY

Fecha de Recepción SGS : 08-04-2024

Fecha de Ejecución : Del 08-04-2024 al 18-04-2024

Muestreo Realizado Por : CLIENTE

Observación : Rev. 1: Se actualiza las unidades del analito nitrógeno total.

"Este informe cancela y reemplaza al Informe No. MA2411268 con fecha 18-04-24 emitida por SGS del Perú"

Estación de Muestreo
IL01
SL01
HSSH01
HSSV01

Emitido por SGS del Perú S.A.C.

Impreso el 24/05/2024

Frank M. Julcamoro Quispe
C.Q.P. 1033
Supervisor de Laboratorio

Elizabeth V. Capuñay España
C.B.P 8508
Coordinador de Laboratorio Microbiología

"Este informe de ensayo, al estar en el marco de la acreditación del INACAL-DA, se encuentra dentro del ámbito de reconocimiento multilateral/mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC"

Página 1 de 5



**INFORME DE ENSAYO
MA2411268 Rev. 1**

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA					IL01	SL01
FECHA DE MUESTREO					07/03/2024	07/03/2024
HORA DE MUESTREO					15:04:00	15:24:00
CATEGORIA					AGUA RESIDUAL	AGUA RESIDUAL
SUB CATEGORIA					AGUA RESIDUAL DOMESTICA	AGUA RESIDUAL DOMESTICA
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado ± Incertidumbre	Resultado ± Incertidumbre
Análisis Generales						
Nitrógeno Total	EW_APHA4500PJ	mg N/L	0.04	0.10	4.51 ± 0.36	1.60 ± 0.13
Fósforo Total	EW_APHA4500PJF	mg P/L	0.005	0.010	0.732 ± 0.059	0.538 ± 0.043
Demanda Bioquímica de Oxígeno	EW_APHA5210B	mg/L	1.0	2.6	6.7 ± 1.40	<2.6
Demanda Química de Oxígeno	EW_APHA5220D	mgO2/L	1.8	4.5	9.7 ± 1.0	13.4 ± 1.30
Análisis Microbiológicos						
Numeración de Coliformes fecales o termotolerantes	EW_APHA9221E_NMP	NMP/100 mL	--	--	230	4.5
Detección Y/O Cuantificación de Huevos de Helminths	EW_SGS_MB_21	huevos/litro	--	--	0	0

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA					HSSH01	HSSV01
FECHA DE MUESTREO					07/03/2024	07/03/2024
HORA DE MUESTREO					15:53:00	15:37:00
CATEGORIA					AGUA RESIDUAL	AGUA RESIDUAL
SUB CATEGORIA					AGUA RESIDUAL DOMESTICA	AGUA RESIDUAL DOMESTICA
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado ± Incertidumbre	Resultado ± Incertidumbre
Análisis Generales						
Nitrógeno Total	EW_APHA4500PJ	mg N/L	0.04	0.10	2.06 ± 0.16	3.71 ± 0.30
Fósforo Total	EW_APHA4500PJF	mg P/L	0.005	0.010	0.935 ± 0.075	0.740 ± 0.059
Demanda Bioquímica de Oxígeno	EW_APHA5210B	mg/L	1.0	2.6	<2.6	<2.6
Demanda Química de Oxígeno	EW_APHA5220D	mgO2/L	1.8	4.5	9.0 ± 0.90	4.9 ± 0.50
Análisis Microbiológicos						
Numeración de Coliformes fecales o termotolerantes	EW_APHA9221E_NMP	NMP/100 mL	--	--	13	<1.8
Detección Y/O Cuantificación de Huevos de Helminths	EW_SGS_MB_21	huevos/litro	--	--	0	0



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002



INFORME DE ENSAYO
MA2411268 Rev. 1

CONTROL DE CALIDAD

LC: Límite de cuantificación
MB: Blanco del proceso.
LCS %Recovery: Porcentaje de recuperación del patrón de proceso.
MS %Recovery: Porcentaje de recuperación de la muestra adicionada.
MSD %RPD: Diferencia Porcentual Relativa entre los duplicados de la muestra adicionada.
Dup %RPD: Diferencia Porcentual Relativa entre los duplicados del proceso.

Parámetro	Unidad	LC	MB	DUP %RPD	LCS %Recovery	MS %Recovery	MSD %RPD
Fósforo Total	mg P/L	0.010	<0.010		94 - 101%	99 - 109%	1 - 6%
Nitrógeno Total	mg N/L	0.10	<0.10		98%	87%	4%
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	2.6	<2.6	0%	97 - 104%		
Demanda Química de Oxígeno	mgO ₂ /L	4.5	<4.5		101 - 106%	104%	1%





**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002**



**INFORME DE ENSAYO
MA2411268 Rev. 1**

REFERENCIAS DE MÉTODOS DE ENSAYO

Referencia	Sede	Parámetro	Método de Ensayo
EW_APHA4500PJ	Callao	Nitrógeno Total	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-P J; 23rd Ed: 2017. Phosphorus. Persulfate Method for Simultaneous Determination of Total Nitrogen and Total Phosphorus (VALIDADO - Aplicado fuera del alcance) 2017
EW_APHA4500PJF	Callao	Fósforo Total	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-P. F.J; 24th.:2023 Phosphorus. Automated Ascorbic Acid Reduction Method. Persulfate Method for Simultaneous Determination of Total Nitrogen and Total Phosphorus
EW_APHA5210B	Callao	Demanda Bioquímica de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B ;24th Ed: 2023. Biochemical Oxygen Demand (BOD): 5-Day BOD test
EW_APHA5220D	Callao	Demanda Química de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D: 23rd Ed: 2017. Chemical Oxygen Demand, Closed Reflux, Colorimetric Method. (VALIDADO - Aplicado fuera del alcance) 2017
EW_APHA9221E_NMP	Callao	Numeración de Coliformes fecales o termotolerantes	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E.1, 24th Ed. (Incluye Muestreo).2023. Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure. Thermotolerant Coliform Test (EC Medium)
EW_SGS_MB_21	Callao	Detección y/o Cuantificación de Huevos de Helmintos	Análisis de aguas residuales para su uso en agricultura. Manual de técnicas parasitológicas y bacteriológicas de laboratorio. Item 2.1 O.M.S. 1997. (VALIDADO - Modificado) (VALIDADO - Aplicado fuera del alcance).2016.Método Balenger modificado. Detección y Cuantificación de Huevos de Helmintos





**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002**



**INFORME DE ENSAYO
MA2411268 Rev. 1**

NOTAS

Notas:

- El reporte de tiempo se realiza en el sistema horario de 24 horas.
- Las muestras recibidas cumplen con las condiciones necesarias para la realización de los análisis solicitados.

"Este informe de ensayo, al estar en el marco de la acreditación del INACAL-DA, se encuentra dentro del ámbito de reconocimiento multilateral/mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC"

Este documento es emitido bajo las Condiciones Generales de Servicio de SGS del Perú S.A.C, las cuales se encuentran descritas en la página <http://www.sgs.pe/es-ES/Terms-and-Conditions.aspx>. Son especialmente importantes las disposiciones sobre limitación de responsabilidad, pago de indemnizaciones y jurisdicción definidas en dichas Condiciones Generales de Servicio, su alteración o su uso indebido constituye un delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia; queda prohibida la reproducción total o parcial, salvo autorización escrita de SGS del Perú S.A.C.

Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para la(s) muestra(s) ensayadas; no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. La compañía no es responsable del origen o fuente de la cual las muestras han sido tomadas y de la información proporcionada por el cliente.

Última Revisión Enero 2022

Página 5 de 5





**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002**



**INFORME DE ENSAYO
MA2409285 Rev. 1**

UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTUNEZ DE
AV. CENTENARIO NRO. 200 CENTENARIO (LOCAL CENTRAL DE LA UNASAM)

ENV / LB-353470-004

PROCEDENCIA : CANREY CHICO, RECUAY

Fecha de Recepción SGS : 25-03-2024

Fecha de Ejecución : Del 25-03-2024 al 17-06-2024

Muestreo Realizado Por : CLIENTE

Observación : Rev. 1: Se corrigen los resultados del Nitrógeno total.

"Este informe cancela y reemplaza al Informe No. MA2409285 con fecha 01-04-24 emitida por SGS del Perú"

Estación de Muestreo
ILO2
SLO2
HSSH01
HSSV01

Emitido por SGS del Perú S.A.C.

Impreso el 18/06/2024

Frank M. Julcamoro Quispe
C.Q.P. 1033
Supervisor de Laboratorio

Elizabeth V. Capuñay España
C.B.P 8508
Coordinador de Laboratorio Microbiología

"Este informe de ensayo, al estar en el marco de la acreditación del INACAL-DA, se encuentra dentro del ámbito de reconocimiento multilateral/mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC"

Página 1 de 5





**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002**



Registro N°LE - 002

**INFORME DE ENSAYO
MA2409285 Rev. 1**

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA					ILO2	SLO2
FECHA DE MUESTREO					24/03/2024	24/03/2024
HORA DE MUESTREO					16:20:00	15:58:00
CATEGORIA					AGUA RESIDUAL	AGUA RESIDUAL
SUB CATEGORIA					AGUA RESIDUAL DOMESTICA	AGUA RESIDUAL DOMESTICA
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado ± Incertidumbre	Resultado ± Incertidumbre
Análisis Generales						
Nitrógeno Total	EW_APHA4500PJ	mg N/L	0.04	0.10	4.20 ± 0.34	4.03 ± 0.32
Fósforo Total	EW_APHA4500PJF	mg P/L	0.005	0.010	0.734 ± 0.059	0.209 ± 0.017
Demanda Bioquímica de Oxígeno	EW_APHA5210B	mg/L	1.0	2.6	35.5 ± 7.50	7.8 ± 1.60
Demanda Química de Oxígeno	EW_APHA5220D	mgO ₂ /L	1.8	4.5	39.1 ± 3.90	21.2 ± 2.10
Análisis Microbiológicos						
Numeración de Coliformes fecales o termotolerantes	EW_APHA9221E_NMP	NMP/100 mL	--	--	940000	46000

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA					HSSHO1	HSSVO1
FECHA DE MUESTREO					24/03/2024	24/03/2024
HORA DE MUESTREO					16:10:00	16:28:00
CATEGORIA					AGUA RESIDUAL	AGUA RESIDUAL
SUB CATEGORIA					AGUA RESIDUAL DOMESTICA	AGUA RESIDUAL DOMESTICA
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado ± Incertidumbre	Resultado ± Incertidumbre
Análisis Generales						
Nitrógeno Total	EW_APHA4500PJ	mg N/L	0.04	0.10	4.39 ± 0.35	3.97 ± 0.32
Fósforo Total	EW_APHA4500PJF	mg P/L	0.005	0.010	0.544 ± 0.044	0.787 ± 0.063
Demanda Bioquímica de Oxígeno	EW_APHA5210B	mg/L	1.0	2.6	<2.6	<2.6
Demanda Química de Oxígeno	EW_APHA5220D	mgO ₂ /L	1.8	4.5	9.4 ± 0.90	9.2 ± 0.90
Análisis Microbiológicos						
Numeración de Coliformes fecales o termotolerantes	EW_APHA9221E_NMP	NMP/100 mL	--	--	33000	1100





LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002



INFORME DE ENSAYO
MA2409285 Rev. 1

CONTROL DE CALIDAD

LC: Límite de cuantificación
MB: Blanco del proceso.
LCS %Recovery: Porcentaje de recuperación del patrón de proceso.
MS %Recovery: Porcentaje de recuperación de la muestra adicionada.
MSD %RPD: Diferencia Porcentual Relativa entre los duplicados de la muestra adicionada.
Dup %RPD: Diferencia Porcentual Relativa entre los duplicados del proceso.

Parámetro	Unidad	LC	MB	DUP %RPD	LCS %Recovery	MS %Recovery	MSD %RPD
Fósforo Total	mg P/L	0.010	<0.010		100 - 108%	97 - 100%	1 - 3%
Nitrógeno Total	mg N/L	0.10	<0.10		97 - 99%	99 - 101%	0 - 6%
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	2.6	<2.6	3%	99 - 101%		
Demanda Química de Oxígeno	mgO ₂ /L	4.5	<4.5		96 - 101%	92 - 93%	1 - 3%





**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002**



**INFORME DE ENSAYO
MA2409285 Rev. 1**

REFERENCIAS DE MÉTODOS DE ENSAYO

Referencia	Sede	Parámetro	Método de Ensayo
EW_APHA4500PJ	Callao	Nitrógeno Total	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-P J; 23rd Ed: 2017. Phosphorus. Persulfate Method for Simultaneous Determination of Total Nitrogen and Total Phosphorus (VALIDADO - Aplicado fuera del alcance) 2017
EW_APHA4500PJF	Callao	Fósforo Total	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-P. F.J; 24th.:2023 Phosphorus. Automated Ascorbic Acid Reduction Method. Persulfate Method for Simultaneous Determination of Total Nitrogen and Total Phosphorus
EW_APHA5210B	Callao	Demanda Bioquímica de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B ;24th Ed: 2023. Biochemical Oxygen Demand (BOD): 5-Day BOD test
EW_APHA5220D	Callao	Demanda Química de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D: 23rd Ed: 2017. Chemical Oxygen Demand, Closed Reflux, Colorimetric Method. (VALIDADO - Aplicado fuera del alcance) 2017
EW_APHA9221E_NMP	Callao	Numeración de Coliformes fecales o termotolerantes	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E.1, 24th Ed. (Incluye Muestreo).2023. Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure. Thermotolerant Coliform Test (EC Medium)





**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002**



**INFORME DE ENSAYO
MA2409285 Rev. 1**

NOTAS

Notas:

- El reporte de tiempo se realiza en el sistema horario de 24 horas.
- Las muestras recibidas cumplen con las condiciones necesarias para la realización de los análisis solicitados.

"Este informe de ensayo, al estar en el marco de la acreditación del INACAL-DA, se encuentra dentro del ámbito de reconocimiento multilateral/mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC"

Este documento es emitido bajo las Condiciones Generales de Servicio de SGS del Perú S.A.C. las cuales se encuentran descritas en la página <http://www.sgs.pe/es-ES/Terms-and-Conditions.aspx>. Son especialmente importantes las disposiciones sobre limitación de responsabilidad, pago de indemnizaciones y jurisdicción definidas en dichas Condiciones Generales de Servicio, su alteración o su uso indebido constituye un delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia; queda prohibida la reproducción total o parcial, salvo autorización escrita de SGS del Perú S.A.C.

Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para la(s) muestra(s) ensayadas; no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. La compañía no es responsable del origen o fuente de la cual las muestras han sido tomadas y de la información proporcionada por el cliente.

Última Revisión Enero 2022

Página 5 de 5





**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002**



**INFORME DE ENSAYO
MA2410005 Rev. 1**

UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTUNEZ DE
AV. CENTENARIO NRO. 200 CENTENARIO (LOCAL CENTRAL DE LA UNASAM)

ENV / LB-353470-006

PROCEDENCIA : CANRAY CHICO - RECUAY

Fecha de Recepción SGS : 29-03-2024

Fecha de Ejecución : Del 29-03-2024 al 17-06-2024

Muestreo Realizado Por : CLIENTE

Observación : Rev. 1: Se corrigen los resultados del Nitrógeno total.

"Este informe cancela y reemplaza al Informe No. MA2410005 con fecha 08-04-24 emitida por SGS del Perú"

Estación de Muestreo
ILO1
SLO1
HSSH01
HSSV01

Emitido por SGS del Perú S.A.C.

Impreso el 18/06/2024

Frank M. Julcamoro Quispe
C.Q.P. 1033
Supervisor de Laboratorio

Elizabeth V. Capuñay España
C.B.P 8508
Coordinador de Laboratorio Microbiología

"Este informe de ensayo, al estar en el marco de la acreditación del INACAL-DA, se encuentra dentro del ámbito de reconocimiento multilateral/mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC"

Página 1 de 5





**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002**



Registro N°LE - 002

**INFORME DE ENSAYO
MA2410005 Rev. 1**

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA					ILO1 8930242N / 230301E 28/03/2024 16:10:00 AGUA RESIDUAL AGUA RESIDUAL DOMÉSTICA	SLO1 8930297N / 250298E 28/03/2024 16:09:00 AGUA RESIDUAL AGUA RESIDUAL DOMÉSTICA
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado ± Incertidumbre	Resultado ± Incertidumbre
Análisis Generales						
Nitrógeno Total	EW_APHA4500PJ	mg N/L	0.04	0.10	4.78 ± 0.38	4.91 ± 0.39
Fósforo Total	EW_APHA4500PJF	mg P/L	0.005	0.010	0.988 ± 0.079	0.505 ± 0.040
Demanda Bioquímica de Oxígeno	EW_APHA5210B	mg/L	1.0	2.6	<2.6	<2.6
Demanda Química de Oxígeno	EW_APHA5220D	mgO ₂ /L	1.8	4.5	51.9 ± 5.20	21.8 ± 2.20
Análisis Microbiológicos						
Numeración de Coliformes fecales o termotolerantes	EW_APHA9221E_NMP	NMP/100 mL	--	--	4	17

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA					HSSH01 28/03/2024 16:27:00 AGUA RESIDUAL AGUA RESIDUAL DOMÉSTICA	HSSV01 28/03/2024 16:37:00 AGUA RESIDUAL AGUA RESIDUAL DOMÉSTICA
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado ± Incertidumbre	Resultado ± Incertidumbre
Análisis Generales						
Nitrógeno Total	EW_APHA4500PJ	mg N/L	0.04	0.10	4.79 ± 0.38	4.43 ± 0.35
Fósforo Total	EW_APHA4500PJF	mg P/L	0.005	0.010	0.429 ± 0.034	0.488 ± 0.039
Demanda Bioquímica de Oxígeno	EW_APHA5210B	mg/L	1.0	2.6	<2.6	<2.6
Demanda Química de Oxígeno	EW_APHA5220D	mgO ₂ /L	1.8	4.5	9.3 ± 0.90	5.5 ± 0.60
Análisis Microbiológicos						
Numeración de Coliformes fecales o termotolerantes	EW_APHA9221E_NMP	NMP/100 mL	--	--	49	79





LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002



**INFORME DE ENSAYO
MA2410005 Rev. 1**

CONTROL DE CALIDAD

LC: Límite de cuantificación
MB: Blanco del proceso.
LCS %Recovery: Porcentaje de recuperación del patrón de proceso.
MS %Recovery: Porcentaje de recuperación de la muestra adicionada.
MSD %RPD: Diferencia Porcentual Relativa entre los duplicados de la muestra adicionada.
Dup %RPD: Diferencia Porcentual Relativa entre los duplicados del proceso.

Parámetro	Unidad	LC	MB	DUP %RPD	LCS %Recovery	MS %Recovery	MSD %RPD
Fósforo Total	mg P/L	0.010	<0.010		114%	103%	4%
Nitrógeno Total	mg N/L	0.10	<0.10		93%	101%	5%
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	2.6	<2.6	4%	96 - 101%		
Demanda Química de Oxígeno	mgO ₂ /L	4.5	<4.5		97 - 100%	91 - 98%	1 - 3%





**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002**



**INFORME DE ENSAYO
MA2410005 Rev. 1**

REFERENCIAS DE MÉTODOS DE ENSAYO

Referencia	Sede	Parámetro	Método de Ensayo
EW_APHA4500PJ	Callao	Nitrógeno Total	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-P J; 23rd Ed: 2017. Phosphorus. Persulfate Method for Simultaneous Determination of Total Nitrogen and Total Phosphorus (VALIDADO - Aplicado fuera del alcance) 2017
EW_APHA4500PJF	Callao	Fósforo Total	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-P. F.J; 24th.:2023 Phosphorus. Automated Ascorbic Acid Reduction Method. Persulfate Method for Simultaneous Determination of Total Nitrogen and Total Phosphorus
EW_APHA5210B	Callao	Demanda Bioquímica de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B ;24th Ed: 2023. Biochemical Oxygen Demand (BOD): 5-Day BOD test
EW_APHA5220D	Callao	Demanda Química de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D: 23rd Ed: 2017. Chemical Oxygen Demand, Closed Reflux, Colorimetric Method. (VALIDADO - Aplicado fuera del alcance) 2017
EW_APHA9221E_NMP	Callao	Numeración de Coliformes fecales o termotolerantes	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E.1, 24th Ed. (Incluye Muestreo).2023. Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure. Thermotolerant Coliform Test (EC Medium)





**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002**



**INFORME DE ENSAYO
MA2410005 Rev. 1**

NOTAS

Notas:

- El reporte de tiempo se realiza en el sistema horario de 24 horas.
- Las muestras recibidas cumplen con las condiciones necesarias para la realización de los análisis solicitados.

"Este informe de ensayo, al estar en el marco de la acreditación del INACAL-DA, se encuentra dentro del ámbito de reconocimiento multilateral/mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC"

Este documento es emitido bajo las Condiciones Generales de Servicio de SGS del Perú S.A.C. las cuales se encuentran descritas en la página <http://www.sgs.pe/es-ES/Terms-and-Conditions.aspx>. Son especialmente importantes las disposiciones sobre limitación de responsabilidad, pago de indemnizaciones y jurisdicción definidas en dichas Condiciones Generales de Servicio, su alteración o su uso indebido constituye un delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia; queda prohibida la reproducción total o parcial, salvo autorización escrita de SGS del Perú S.A.C.

Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para la(s) muestra(s) ensayadas; no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. La compañía no es responsable del origen o fuente de la cual las muestras han sido tomadas y de la información proporcionada por el cliente.

Última Revisión Enero 2022

Página 5 de 5



ANEXO 7

INFORMES DE LABORATORIO

ÉPOCA DE ESTIAJE



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002**



**INFORME DE ENSAYO
MA2421559 Rev. 0**

UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTUNEZ DE
AV. CENTENARIO NRO. 200 CENTENARIO (LOCAL CENTRAL DE LA UNASAM)

ENV / LB-353470-010

PROCEDENCIA : RECUAY - ANCASH

Fecha de Recepción SGS : 08-07-2024

Fecha de Ejecución : Del 08-07-2024 al 17-07-2024

Muestreo Realizado Por : CLIENTE

Estación de Muestreo
ILO2
SLO2
HSSHO1
HSSVO1

Emitido por SGS del Perú S.A.C.

Impreso el 17/07/2024

Frank M. Julcamoro Quispe
C.Q.P. 1033
Supervisor de Laboratorio

Elizabeth V. Capuñay España
C.B.P 8508
Coordinador de Laboratorio Microbiología

"Este informe de ensayo, al estar en el marco de la acreditación del INACAL-DA, se encuentra dentro del ámbito de reconocimiento multilateral/mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC"

Página 1 de 5



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002**



Registro N°LE - 002

**INFORME DE ENSAYO
MA2421559 Rev. 0**

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA					ILO2	SLO2
FECHA DE MUESTREO					07/07/2024	07/07/2024
HORA DE MUESTREO					15:22:00	15:30:00
CATEGORIA					AGUA RESIDUAL	AGUA RESIDUAL
SUB CATEGORIA					AGUA RESIDUAL DOMESTICA	AGUA RESIDUAL DOMESTICA
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado ± Incertidumbre	Resultado ± Incertidumbre
Análisis Generales						
Nitrógeno Total	EW_APHA4500PJ	mg N/L	0.04	0.10	47.57 ± 1.19	24.67 ± 1.97
Fósforo Total	EW_APHA4500PJF	mg P/L	0.005	0.010	3.840 ± 0.31	6.528 ± 0.52
Demanda Bioquímica de Oxígeno	EW_APHA5210B	mg/L	1.0	2.6	296.7 ± 62.30	18.2 ± 3.80
Demanda Química de Oxígeno	EW_APHA5220D	mgO2/L	1.8	4.5	481.0 ± 48.10	102.3 ± 10.20
Análisis Microbiológicos						
Numeración de Coliformes fecales o termotolerantes	EW_APHA9221E_NMP	NMP/100 mL	--	--	70000	49000

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA					HSSHO1	HSSVO1
FECHA DE MUESTREO					07/07/2024	07/07/2024
HORA DE MUESTREO					15:37:00	15:48:00
CATEGORIA					AGUA RESIDUAL	AGUA RESIDUAL
SUB CATEGORIA					AGUA RESIDUAL DOMESTICA	AGUA RESIDUAL DOMESTICA
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado ± Incertidumbre	Resultado ± Incertidumbre
Análisis Generales						
Nitrógeno Total	EW_APHA4500PJ	mg N/L	0.04	0.10	16.60 ± 1.33	18.01 ± 1.44
Fósforo Total	EW_APHA4500PJF	mg P/L	0.005	0.010	2.100 ± 0.17	2.060 ± 0.17
Demanda Bioquímica de Oxígeno	EW_APHA5210B	mg/L	1.0	2.6	<-2.6	<-2.6
Demanda Química de Oxígeno	EW_APHA5220D	mgO2/L	1.8	4.5	16.3 ± 1.60	<4.5
Análisis Microbiológicos						
Numeración de Coliformes fecales o termotolerantes	EW_APHA9221E_NMP	NMP/100 mL	--	--	23000	7900





LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002



INFORME DE ENSAYO
MA2421559 Rev. 0

CONTROL DE CALIDAD

LC: Límite de cuantificación
MB: Blanco del proceso.
LCS %Recovery: Porcentaje de recuperación del patrón de proceso.
MS %Recovery: Porcentaje de recuperación de la muestra adicionada.
MSD %RPD: Diferencia Porcentual Relativa entre los duplicados de la muestra adicionada.
Dup %RPD: Diferencia Porcentual Relativa entre los duplicados del proceso.

Parámetro	Unidad	LC	MB	DUP %RPD	LCS %Recovery	MS %Recovery	MSD %RPD
Fósforo Total	mg P/L	0.010	<0.010		96 - 106%	105 - 108%	3 - 5%
Nitrógeno Total	mg N/L	0.10	<0.10		97%	102%	5%
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	2.6	<2.6	5%	99 - 100%		
Demanda Química de Oxígeno	mgO ₂ /L	4.5	<4.5		99 - 101%	93 - 109%	1%





**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002**



**INFORME DE ENSAYO
MA2421559 Rev. 0**

REFERENCIAS DE MÉTODOS DE ENSAYO

Referencia	Sede	Parámetro	Método de Ensayo
EW_APHA4500PJ	Callao	Nitrógeno Total	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-P J; 23rd Ed: 2017. Phosphorus. Persulfate Method for Simultaneous Determination of Total Nitrogen and Total Phosphorus (VALIDADO - Aplicado fuera del alcance) 2017
EW_APHA4500PJF	Callao	Fósforo Total	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-P. F.J; 24th.:2023 Phosphorus. Automated Ascorbic Acid Reduction Method. Persulfate Method for Simultaneous Determination of Total Nitrogen and Total Phosphorus
EW_APHA5210B	Callao	Demanda Bioquímica de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B ;24th Ed: 2023. Biochemical Oxygen Demand (BOD): 5-Day BOD test
EW_APHA5220D	Callao	Demanda Química de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D: 23rd Ed: 2017. Chemical Oxygen Demand, Closed Reflux, Colorimetric Method. (VALIDADO - Aplicado fuera del alcance) 2017
EW_APHA9221E_NMP	Callao	Numeración de Coliformes fecales o termotolerantes	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E.1, 24th Ed. (Incluye Muestreo).2023. Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure. Thermotolerant Coliform Test (EC Medium)





**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002**



**INFORME DE ENSAYO
MA2421559 Rev. 0**

NOTAS

Notas:
El reporte de tiempo se realiza en el sistema horario de 24 horas.
Las muestras recibidas cumplen con las condiciones necesarias para la realización de los análisis solicitados.

"Este informe de ensayo, al estar en el marco de la acreditación del INACAL-DA, se encuentra dentro del ámbito de reconocimiento multilateral/mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC"

Este documento es emitido bajo las Condiciones Generales de Servicio de SGS del Perú S.A.C. las cuales se encuentran descritas en la página <http://www.sgs.pe/es-ES/Terms-and-Conditions.aspx>. Son especialmente importantes las disposiciones sobre limitación de responsabilidad, pago de indemnizaciones y jurisdicción definidas en dichas Condiciones Generales de Servicio, su alteración o su uso indebido constituye un delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia; queda prohibida la reproducción total o parcial, salvo autorización escrita de SGS del Perú S.A.C.

Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para la(s) muestra(s) ensayadas; no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. La compañía no es responsable del origen o fuente de la cual las muestras han sido tomadas y de la información proporcionada por el cliente.

Última Revisión Enero 2022

Página 5 de 5

**INFORME DE ENSAYO
MA2425507 Rev. 0**

UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTUNEZ DE

AV. CENTENARIO NRO. 200 CENTENARIO (LOCAL CENTRAL DE LA UNASAM)

ENV / LB-353470-012

PROCEDENCIA : CANREY CHICO, RECUAY

Fecha de Recepción SGS : 09-08-2024

Fecha de Ejecución : Del 09-08-2024 al 21-08-2024

Muestreo Realizado Por : CLIENTE

Estación de Muestreo
IL01
SL01
HSSV01
HSSH01

"Este informe de ensayo, al estar en el marco de la acreditación del INACAL-DA, se encuentra dentro del ámbito de reconocimiento multilateral/mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC"

Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA.

Página 1 de 5

**INFORME DE ENSAYO
MA2425507 Rev. 0**

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA					IL01	SL01
FECHA DE MUESTREO					08/08/2024	08/08/2024
HORA DE MUESTREO					15:06:00	15:14:00
CATEGORIA					AGUA RESIDUAL	AGUA RESIDUAL
SUB CATEGORIA					AGUA RESIDUAL DOMESTICA	AGUA RESIDUAL DOMESTICA
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado ± Incertidumbre	Resultado ± Incertidumbre
Análisis Generales						
Nitrógeno Total	EW_APHA4500PJ	mg N/L	0.04	0.10	12.79 ± 1.020	13.71 ± 1.10
Fósforo Total	EW_APHA4500PJF	mg P/L	0.005	0.010	1.540 ± 0.12	1.260 ± 0.10
Demanda Bioquímica de Oxígeno	EW_APHA5210B	mg/L	1.0	2.6	18.4 ± 3.90	3.2 ± 0.70
Demanda Química de Oxígeno	EW_APHA5220D	mgO2/L	1.8	4.5	49.3 ± 4.90	<4.5
Análisis Microbiológicos						
Numeración de Coliformes fecales o termotolerantes	EW_APHA9221E_NMP	NMP/100 mL	--	--	7900	17000
Detección Y/O Cuantificación de Huevos de Helmintos	EW_SGS_MB_21	huevos/litro	--	--	0	0

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA					HSSV01	HSSH01
FECHA DE MUESTREO					08/08/2024	08/08/2024
HORA DE MUESTREO					15:18:00	15:28:00
CATEGORIA					AGUA RESIDUAL	AGUA RESIDUAL
SUB CATEGORIA					AGUA RESIDUAL DOMESTICA	AGUA RESIDUAL DOMESTICA
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado ± Incertidumbre	Resultado ± Incertidumbre
Análisis Generales						
Nitrógeno Total	EW_APHA4500PJ	mg N/L	0.04	0.10	12.28 ± 0.98	10.50 ± 0.84
Fósforo Total	EW_APHA4500PJF	mg P/L	0.005	0.010	1.660 ± 0.13	1.620 ± 0.13
Demanda Bioquímica de Oxígeno	EW_APHA5210B	mg/L	1.0	2.6	<2.6	<2.6
Demanda Química de Oxígeno	EW_APHA5220D	mgO2/L	1.8	4.5	<4.5	<4.5
Análisis Microbiológicos						
Numeración de Coliformes fecales o termotolerantes	EW_APHA9221E_NMP	NMP/100 mL	--	--	330	4900
Detección Y/O Cuantificación de Huevos de Helmintos	EW_SGS_MB_21	huevos/litro	--	--	0	0

Este documento al ser emitido sin el simbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA.

Página 2 de 5

**INFORME DE ENSAYO
MA2425507 Rev. 0**

CONTROL DE CALIDAD

LC: Limite de cuantificación
MB: Blanco del proceso.
LCS %Recovery: Porcentaje de recuperación del patrón de proceso.
MS %Recovery: Porcentaje de recuperación de la muestra adicionada.
MSD %RPD: Diferencia Porcentual Relativa entre los duplicados de la muestra adicionada.
Dup %RPD: Diferencia Porcentual Relativa entre los duplicados del proceso.

Parámetro	Unidad	LC	MB	DUP %RPD	LCS %Recovery	MS %Recovery	MSD %RPD
Detección Y/O Cuantificación de Huevos de Helmintos	huevos/litro	0		NA			
Fósforo Total	mg P/L	0.010	<0.010		97 - 104%	102 - 114%	4 - 5%
Nitrógeno Total	mg N/L	0.10	<0.10		94%	92 - 110%	2 - 5%
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	2.6	<2.6	2%	95 - 101%		
Demanda Química de Oxígeno	mgO ₂ /L	4.5	<4.5		96 - 101%	97%	1%

Este documento al ser emitido sin el simbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA.

Página 3 de 5



**INFORME DE ENSAYO
MA2425507 Rev. 0**

REFERENCIAS DE MÉTODOS DE ENSAYO

Referencia	Sede	Parámetro	Método de Ensayo
EW_APHA4500PJ	Callao	Nitrógeno Total	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-P J; 23rd Ed: 2017. Phosphorus. Persulfate Method for Simultaneous Determination of Total Nitrogen and Total Phosphorus (VALIDADO - Aplicado fuera del alcance) 2017
EW_APHA4500PJF	Callao	Fósforo Total	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-P. F.J; 24th.:2023 Phosphorus. Automated Ascorbic Acid Reduction Method. Persulfate Method for Simultaneous Determination of Total Nitrogen and Total Phosphorus
EW_APHA5210B	Callao	Demanda Bioquímica de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B ;24th Ed: 2023. Biochemical Oxygen Demand (BOD): 5-Day BOD test
EW_APHA5220D	Callao	Demanda Química de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D; 23rd Ed: 2017. Chemical Oxygen Demand, Closed Reflux, Colorimetric Method. (VALIDADO - Aplicado fuera del alcance) 2017
EW_APHA9221E_NMP	Callao	Numeración de Coliformes fecales o termotolerantes	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E.1, 24th Ed. (Incluye Muestreo).2023.Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure. Thermotolerant Coliform Test (EC Medium)
EW_SGS_MB_21	Callao	Detección y/o Cuantificación de Huevos de Helmintos	Análisis de aguas residuales para su uso en agricultura. Manual de técnicas parasitológicas y bacteriológicas de laboratorio. Item 2.1 O.M.S. 1997. (VALIDADO - Modificado) (VALIDADO - Aplicado fuera del alcance).2016.Método Baillenger modificado. Detección y Cuantificación de Huevos de Helmintos

Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA.

Página 4 de 5



INFORME DE ENSAYO MA2425507 Rev. 0

NOTAS

Notas:

El reporte de tiempo se realiza en el sistema horario de 24 horas.

Las muestras recibidas cumplen con las condiciones necesarias para la realización de los análisis solicitados.

"Este informe de ensayo, al estar en el marco de la acreditación del INACAL-DA, se encuentra dentro del ámbito de reconocimiento multilateral/mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC"

Este documento es emitido bajo las Condiciones Generales de Servicio de SGS del Perú S.A.C. las cuales se encuentran descritas en la página <http://www.sgs.pe/es-ES/Terms-and-Conditions.aspx>. Son especialmente importantes las disposiciones sobre limitación de responsabilidad, pago de indemnizaciones y jurisdicción definidas en dichas Condiciones Generales de Servicio, su alteración o su uso indebido constituye un delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia; queda prohibida la reproducción total o parcial, salvo autorización escrita de SGS del Perú S.A.C.

Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para la(s) muestra(s) ensayadas; no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. La compañía no es responsable del origen o fuente de la cual las muestras han sido tomadas y de la información proporcionada por el cliente.

Última Revisión Enero 2022

Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA.

Página 5 de 5



**INFORME DE ENSAYO
MA2425508 Rev. 0**

UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTUNEZ DE
AV. CENTENARIO NRO. 200 CENTENARIO (LOCAL CENTRAL DE LA UNASAM)
ENV / LB-353470-013

Fecha de Recepción SGS : 12-08-2024
Fecha de Ejecución : Del 12-08-2024 al 19-08-2024
Muestreo Realizado Por : CLIENTE

Estación de Muestreo
IL02
SL02
HSSV01
HSSH01

"Este informe de ensayo, al estar en el marco de la acreditación del INACAL-DA, se encuentra dentro del ámbito de reconocimiento multilateral/mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC"
Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA.

Página 1 de 5

**INFORME DE ENSAYO
MA2425508 Rev. 0**

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA					IL02	SL02
FECHA DE MUESTREO HORA DE MUESTREO CATEGORIA SUB CATEGORIA					11/08/2024 15:15:00 AGUA RESIDUAL AGUA RESIDUAL DOMÉSTICA	11/08/2024 15:24:00 AGUA RESIDUAL AGUA RESIDUAL DOMÉSTICA
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado ± Incertidumbre	Resultado ± Incertidumbre
Análisis Generales						
Nitrógeno Total	EW_APHA4500PJ	mg N/L	0.04	0.10	13.05 ± 1.040	15.03 ± 1.20
Fósforo Total	EW_APHA4500PJF	mg P/L	0.005	0.010	1.680 ± 0.13	1.235 ± 0.099
Demanda Bioquímica de Oxígeno	EW_APHA5210B	mg/L	1.0	2.6	90.3 ± 19.0	10.2 ± 2.10
Demanda Química de Oxígeno	EW_APHA5220D	mgO2/L	1.8	4.5	126.0 ± 12.60	45.0 ± 4.50
Análisis Microbiológicos						
Numeración de Coliformes fecales o termotolerantes	EW_APHA9221E_NMP	NMP/100 mL	--	--	35000	4900
Detección Y/O Cuantificación de Huevos de Helmintos	EW_SGS_MB_21	huevos/litro	--	--	0	0

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA					HSSV01	HSSH01
FECHA DE MUESTREO HORA DE MUESTREO CATEGORIA SUB CATEGORIA					11/08/2024 15:31:00 AGUA RESIDUAL AGUA RESIDUAL DOMÉSTICA	11/08/2024 15:37:00 AGUA RESIDUAL AGUA RESIDUAL DOMÉSTICA
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado ± Incertidumbre	Resultado ± Incertidumbre
Análisis Generales						
Nitrógeno Total	EW_APHA4500PJ	mg N/L	0.04	0.10	14.32 ± 1.15	12.43 ± 0.99
Fósforo Total	EW_APHA4500PJF	mg P/L	0.005	0.010	1.385 ± 0.11	1.370 ± 0.11
Demanda Bioquímica de Oxígeno	EW_APHA5210B	mg/L	1.0	2.6	<2.6	<2.6
Demanda Química de Oxígeno	EW_APHA5220D	mgO2/L	1.8	4.5	<4.5	<4.5
Análisis Microbiológicos						
Numeración de Coliformes fecales o termotolerantes	EW_APHA9221E_NMP	NMP/100 mL	--	--	330	3300
Detección Y/O Cuantificación de Huevos de Helmintos	EW_SGS_MB_21	huevos/litro	--	--	0	0

Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA.

Página 2 de 5

**INFORME DE ENSAYO
MA2425508 Rev. 0**

CONTROL DE CALIDAD

LC: Limite de cuantificación
MB: Blanco del proceso.
LCS %Recovery: Porcentaje de recuperación del patrón de proceso.
MS %Recovery: Porcentaje de recuperación de la muestra adicionada.
MSD %RPD: Diferencia Porcentual Relativa entre los duplicados de la muestra adicionada.
Dup %RPD: Diferencia Porcentual Relativa entre los duplicados del proceso.

Parámetro	Unidad	LC	MB	DUP %RPD	LCS %Recovery	MS %Recovery	MSD %RPD
Detección Y/O Cuantificación de Huevos de Helmintos	huevos/litro	0		NA			
Fósforo Total	mg P/L	0.010	<0.010		97 - 108%	106%	6%
Nitrógeno Total	mg N/L	0.10	<0.10		94%	92 - 110%	2 - 5%
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	2.6	<2.6	2%	95 - 101%		
Demanda Química de Oxígeno	mgO ₂ /L	4.5	<4.5		96 - 101%	97%	1%

Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA.

Página 3 de 5

**INFORME DE ENSAYO
MA2425508 Rev. 0**

REFERENCIAS DE MÉTODOS DE ENSAYO

Referencia	Sede	Parámetro	Método de Ensayo
EW_APHA4500PJ	Callao	Nitrógeno Total	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-P J; 23rd Ed: 2017. Phosphorus. Persulfate Method for Simultaneous Determination of Total Nitrogen and Total Phosphorus (VALIDADO - Aplicado fuera del alcance) 2017
EW_APHA4500PJF	Callao	Fósforo Total	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-P. F.J; 24th.:2023 Phosphorus. Automated Ascorbic Acid Reduction Method. Persulfate Method for Simultaneous Determination of Total Nitrogen and Total Phosphorus
EW_APHA5210B	Callao	Demanda Bioquímica de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B ;24th Ed: 2023. Biochemical Oxygen Demand (BOD): 5-Day BOD test
EW_APHA5220D	Callao	Demanda Química de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D; 23rd Ed: 2017. Chemical Oxygen Demand, Closed Reflux, Colorimetric Method. (VALIDADO - Aplicado fuera del alcance) 2017
EW_APHA9221E_NMP	Callao	Numeración de Coliformes fecales o termotolerantes	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E.1, 24th Ed. (Incluye Muestreo).2023.Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure. Thermotolerant Coliform Test (EC Medium)
EW_SGS_MB_21	Callao	Detección y/o Cuantificación de Huevos de Helmintos	Análisis de aguas residuales para su uso en agricultura. Manual de técnicas parasitológicas y bacteriológicas de laboratorio. Item 2.1 O.M.S. 1997. (VALIDADO - Modificado) (VALIDADO - Aplicado fuera del alcance).2016.Método Baillenger modificado. Detección y Cuantificación de Huevos de Helmintos

Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA.

Página 4 de 5



INFORME DE ENSAYO MA2425508 Rev. 0

NOTAS

Notas:
El reporte de tiempo se realiza en el sistema horario de 24 horas.
Las muestras recibidas cumplen con las condiciones necesarias para la realización de los análisis solicitados.

"Este informe de ensayo, al estar en el marco de la acreditación del INACAL-DA, se encuentra dentro del ámbito de reconocimiento multilateral/mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC"

Este documento es emitido bajo las Condiciones Generales de Servicio de SGS del Perú S.A.C. las cuales se encuentran descritas en la página <http://www.sgs.pe/es-ES/Terms-and-Conditions.aspx>. Son especialmente importantes las disposiciones sobre limitación de responsabilidad, pago de indemnizaciones y jurisdicción definidas en dichas Condiciones Generales de Servicio, su alteración o su uso indebido constituye un delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia; queda prohibida la reproducción total o parcial, salvo autorización escrita de SGS del Perú S.A.C.

Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para la(s) muestra(s) ensayadas; no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. La compañía no es responsable del origen o fuente de la cual las muestras han sido tomadas y de la información proporcionada por el cliente.

Última Revisión Enero 2022

Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA.

Página 5 de 5



**INFORME DE ENSAYO
MA2430666 Rev. 0**

UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTUNEZ DE

AV. CENTENARIO NRO. 200 CENTENARIO (LOCAL CENTRAL DE LA UNASAM)

ENV / LB-353470-017

PROCEDENCIA : Canrey Chico - Recuay

Fecha de Recepción SGS : 20-09-2024

Fecha de Ejecución : Del 20-09-2024 al 27-09-2024

Muestreo Realizado Por : CLIENTE

Estación de Muestreo
IL01
SL01
HSSV01
HSSH01

"Este informe de ensayo, al estar en el marco de la acreditación del INACAL-DA, se encuentra dentro del ámbito de reconocimiento multilateral/mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC"

Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA.

Página 1 de 5

**INFORME DE ENSAYO
MA2430666 Rev. 0**

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA					IL01	SL01
FECHA DE MUESTREO					19/09/2024	19/09/2024
HORA DE MUESTREO					16:13:00	17:07:00
CATEGORIA					AGUA RESIDUAL	AGUA RESIDUAL
SUB CATEGORIA					AGUA RESIDUAL DOMESTICA	AGUA RESIDUAL DOMESTICA
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado ± Incertidumbre	Resultado ± Incertidumbre
Análisis Generales						
Nitrógeno Total	EW_APHA4500PJ	mg N/L	0.04	0.10	23.10 ± 1.85	18.27 ± 1.46
Fósforo Total	EW_APHA4500PJF	mg P/L	0.005	0.010	2.590 ± 0.21	1.480 ± 0.12
Demanda Bioquímica de Oxígeno	EW_APHA5210B	mg/L	1.0	2.6	48.9 ± 10.30	7.2 ± 1.50
Demanda Química de Oxígeno	EW_APHA5220D	mgO2/L	1.8	4.5	107.3 ± 10.70	69.9 ± 7.0
Análisis Microbiológicos						
Numeración de Coliformes fecales o termotolerantes	EW_APHA9221E_NMP	NMP/100 mL	--	--	24000000	490000
Detección Y/O Cuantificación de Huevos de Helmintos	EW_SGS_MB_21	huevos/litro	1	1	<1	<1

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA					HSSV01	HSSH01
FECHA DE MUESTREO					19/09/2024	19/09/2024
HORA DE MUESTREO					17:34:00	17:55:00
CATEGORIA					AGUA RESIDUAL	AGUA RESIDUAL
SUB CATEGORIA					AGUA RESIDUAL DOMESTICA	AGUA RESIDUAL DOMESTICA
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado ± Incertidumbre	Resultado ± Incertidumbre
Análisis Generales						
Nitrógeno Total	EW_APHA4500PJ	mg N/L	0.04	0.10	12.70 ± 1.020	12.03 ± 0.96
Fósforo Total	EW_APHA4500PJF	mg P/L	0.005	0.010	1.790 ± 0.14	2.420 ± 0.19
Demanda Bioquímica de Oxígeno	EW_APHA5210B	mg/L	1.0	2.6	<2.6	5.1 ± 1.10
Demanda Química de Oxígeno	EW_APHA5220D	mgO2/L	1.8	4.5	5.6 ± 0.60	38.8 ± 3.90
Análisis Microbiológicos						
Numeración de Coliformes fecales o termotolerantes	EW_APHA9221E_NMP	NMP/100 mL	--	--	79000	790
Detección Y/O Cuantificación de Huevos de Helmintos	EW_SGS_MB_21	huevos/litro	1	1	<1	<1

Este documento al ser emitido sin el simbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA.

Página 2 de 5

**INFORME DE ENSAYO
MA2430666 Rev. 0**

CONTROL DE CALIDAD

LC: Limite de cuantificación
MB: Blanco del proceso.
LCS %Recovery: Porcentaje de recuperación del patrón de proceso.
MS %Recovery: Porcentaje de recuperación de la muestra adicionada.
MSD %RPD: Diferencia Porcentual Relativa entre los duplicados de la muestra adicionada.
Dup %RPD: Diferencia Porcentual Relativa entre los duplicados del proceso.

Parámetro	Unidad	LC	MB	DUP %RPD	LCS %Recovery	MS %Recovery	MSD %RPD
Detección Y/O Cuantificación de Huevos de Helmintos	huevos/litro	1		0%			
Fósforo Total	mg P/L	0.010	<0.010		99 - 110%	105%	3%
Nitrógeno Total	mg N/L	0.10	<0.10		105%	92%	5%
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	2.6	<2.6		98 - 101%		
Demanda Química de Oxígeno	mgO ₂ /L	4.5	<4.5		99 - 102%	92%	3%

Este documento al ser emitido sin el simbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA.

Página 3 de 5



**INFORME DE ENSAYO
MA2430666 Rev. 0**

REFERENCIAS DE MÉTODOS DE ENSAYO

Referencia	Sede	Parámetro	Método de Ensayo
EW_APHA4500PJ	Callao	Nitrógeno Total	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-P J; 23rd Ed: 2017. Phosphorus. Persulfate Method for Simultaneous Determination of Total Nitrogen and Total Phosphorus (VALIDADO - Aplicado fuera del alcance) 2017
EW_APHA4500PJF	Callao	Fósforo Total	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-P. F.J; 24th.:2023 Phosphorus. Automated Ascorbic Acid Reduction Method. Persulfate Method for Simultaneous Determination of Total Nitrogen and Total Phosphorus
EW_APHA5210B	Callao	Demanda Bioquímica de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B ;24th Ed: 2023. Biochemical Oxygen Demand (BOD): 5-Day BOD test
EW_APHA5220D	Callao	Demanda Química de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D; 23rd Ed: 2017. Chemical Oxygen Demand, Closed Reflux, Colorimetric Method. (VALIDADO - Aplicado fuera del alcance) 2017
EW_APHA9221E_NMP	Callao	Numeración de Coliformes fecales o termotolerantes	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E.1, 24th Ed. (Incluye Muestreo).2023.Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure. Thermotolerant Coliform Test (EC Medium)
EW_SGS_MB_21	Callao	Detección y/o Cuantificación de Huevos de Helmintos	Análisis de aguas residuales para su uso en agricultura. Manual de técnicas parasitológicas y bacteriológicas de laboratorio. Item 2.1 O.M.S. 1997. (VALIDADO - Modificado) (VALIDADO - Aplicado fuera del alcance).2016.Método Baillenger modificado. Detección y Cuantificación de Huevos de Helmintos

Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA.

Página 4 de 5



INFORME DE ENSAYO MA2430666 Rev. 0

NOTAS

Notas:

El reporte de tiempo se realiza en el sistema horario de 24 horas.

Las muestras recibidas cumplen con las condiciones necesarias para la realización de los análisis solicitados.

"Este informe de ensayo, al estar en el marco de la acreditación del INACAL-DA, se encuentra dentro del ámbito de reconocimiento multilateral/mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC"

Este documento es emitido bajo las Condiciones Generales de Servicio de SGS del Perú S.A.C. las cuales se encuentran descritas en la página <http://www.sgs.pe/es-ES/Terms-and-Conditions.aspx>. Son especialmente importantes las disposiciones sobre limitación de responsabilidad, pago de indemnizaciones y jurisdicción definidas en dichas Condiciones Generales de Servicio, su alteración o su uso indebido constituye un delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia; queda prohibida la reproducción total o parcial, salvo autorización escrita de SGS del Perú S.A.C.

Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para la(s) muestra(s) ensayadas; no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. La compañía no es responsable del origen o fuente de la cual las muestras han sido tomadas y de la información proporcionada por el cliente.

Última Revisión Enero 2022

Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA.

Página 5 de 5





**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002**



**INFORME DE ENSAYO
MA2427198 Rev. 0**

UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTUNEZ DE
AV. CENTENARIO NRO. 200 CENTENARIO (LOCAL CENTRAL DE LA UNASAM)

ENV / LB-353470-014

PROCEDENCIA : CANREY CHICO

Fecha de Recepción SGS : 23-08-2024

Fecha de Ejecución : Del 23-08-2024 al 31-08-2024

Muestreo Realizado Por : CLIENTE

Estación de Muestreo
IL01
SL01
HSSV01
HSSH01

Emitido por SGS del Perú S.A.C.

Impreso el 31/08/2024

Frank M. Julcamoro Quispe
C.Q.P. 1033
Supervisor de Laboratorio

Elizabeth V. Capuñay España
C.B.P 8508
Coordinador de Laboratorio Microbiología

"Este informe de ensayo, al estar en el marco de la acreditación del INACAL-DA, se encuentra dentro del ámbito de reconocimiento multilateral/mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC"

Página 1 de 5



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002**



Registro N°LE - 002

**INFORME DE ENSAYO
MA2427198 Rev. 0**

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA					IL01	SL01
FECHA DE MUESTREO					22/08/2024	22/08/2024
HORA DE MUESTREO					15:05:00	15:11:00
CATEGORIA					AGUA RESIDUAL	AGUA RESIDUAL
SUB CATEGORIA					AGUA RESIDUAL DOMESTICA	AGUA RESIDUAL DOMESTICA
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado ± Incertidumbre	Resultado ± Incertidumbre
Análisis Generales						
Nitrógeno Total	EW_APHA4500PJ	mg N/L	0.04	0.10	42.26 ± 1.060	16.88 ± 1.35
Fósforo Total	EW_APHA4500PJF	mg P/L	0.005	0.010	3.555 ± 0.28	2.160 ± 0.17
Demanda Bioquímica de Oxígeno	EW_APHA5210B	mg/L	1.0	2.6	81.3 ± 17.10	6.8 ± 1.40
Demanda Química de Oxígeno	EW_APHA5220D	mgO ₂ /L	1.8	4.5	100.5 ± 10.10	38.2 ± 3.80
Análisis Microbiológicos						
Numeración de Coliformes fecales o termotolerantes	EW_APHA9221E_NMP	NMP/100 mL	--	--	130000	49000

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA					HSSV01	HSSH01
FECHA DE MUESTREO					22/08/2024	22/08/2024
HORA DE MUESTREO					15:21:00	15:16:00
CATEGORIA					AGUA RESIDUAL	AGUA RESIDUAL
SUB CATEGORIA					AGUA RESIDUAL DOMESTICA	AGUA RESIDUAL DOMESTICA
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado ± Incertidumbre	Resultado ± Incertidumbre
Análisis Generales						
Nitrógeno Total	EW_APHA4500PJ	mg N/L	0.04	0.10	10.18 ± 0.81	12.66 ± 1.010
Fósforo Total	EW_APHA4500PJF	mg P/L	0.005	0.010	1.690 ± 0.13	2.170 ± 0.17
Demanda Bioquímica de Oxígeno	EW_APHA5210B	mg/L	1.0	2.6	<2.6	<2.6
Demanda Química de Oxígeno	EW_APHA5220D	mgO ₂ /L	1.8	4.5	13.5 ± 1.40	24.1 ± 2.40
Análisis Microbiológicos						
Numeración de Coliformes fecales o termotolerantes	EW_APHA9221E_NMP	NMP/100 mL	--	--	2300	7900





LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002



**INFORME DE ENSAYO
MA2427198 Rev. 0**

CONTROL DE CALIDAD

LC: Límite de cuantificación
MB: Blanco del proceso.
LCS %Recovery: Porcentaje de recuperación del patrón de proceso.
MS %Recovery: Porcentaje de recuperación de la muestra adicionada.
MSD %RPD: Diferencia Porcentual Relativa entre los duplicados de la muestra adicionada.
Dup %RPD: Diferencia Porcentual Relativa entre los duplicados del proceso.

Parámetro	Unidad	LC	MB	LCS %Recovery	MS %Recovery	MSD %RPD
Fósforo Total	mg P/L	0.010	<0.010	104 - 111%	96 - 108%	3 - 5%
Nitrógeno Total	mg N/L	0.10	<0.10	102%	98%	3%
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	2.6	<2.6	95 - 100%		
Demanda Química de Oxígeno	mgO ₂ /L	4.5	<4.5	97 - 101%	97%	7%





**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002**



**INFORME DE ENSAYO
MA2427198 Rev. 0**

REFERENCIAS DE MÉTODOS DE ENSAYO

Referencia	Sede	Parámetro	Método de Ensayo
EW_APHA4500PJ	Callao	Nitrógeno Total	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-P J; 23rd Ed: 2017. Phosphorus. Persulfate Method for Simultaneous Determination of Total Nitrogen and Total Phosphorus (VALIDADO - Aplicado fuera del alcance) 2017
EW_APHA4500PJF	Callao	Fósforo Total	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-P. F.J; 24th.:2023 Phosphorus. Automated Ascorbic Acid Reduction Method. Persulfate Method for Simultaneous Determination of Total Nitrogen and Total Phosphorus
EW_APHA5210B	Callao	Demanda Bioquímica de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B ;24th Ed: 2023. Biochemical Oxygen Demand (BOD): 5-Day BOD test
EW_APHA5220D	Callao	Demanda Química de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D: 23rd Ed: 2017. Chemical Oxygen Demand, Closed Reflux, Colorimetric Method. (VALIDADO - Aplicado fuera del alcance) 2017
EW_APHA9221E_NMP	Callao	Numeración de Coliformes fecales o termotolerantes	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E.1, 24th Ed. (Incluye Muestreo).2023. Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure. Thermotolerant Coliform Test (EC Medium)





**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002**



**INFORME DE ENSAYO
MA2427198 Rev. 0**

NOTAS

Notas:
El reporte de tiempo se realiza en el sistema horario de 24 horas.
Las muestras recibidas cumplen con las condiciones necesarias para la realización de los análisis solicitados.

"Este informe de ensayo, al estar en el marco de la acreditación del INACAL-DA, se encuentra dentro del ámbito de reconocimiento multilateral/mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC"

Este documento es emitido bajo las Condiciones Generales de Servicio de SGS del Perú S.A.C. las cuales se encuentran descritas en la página <http://www.sgs.pe/es-ES/Terms-and-Conditions.aspx>. Son especialmente importantes las disposiciones sobre limitación de responsabilidad, pago de indemnizaciones y jurisdicción definidas en dichas Condiciones Generales de Servicio, su alteración o su uso indebido constituye un delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia; queda prohibida la reproducción total o parcial, salvo autorización escrita de SGS del Perú S.A.C.

Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para la(s) muestra(s) ensayadas; no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. La compañía no es responsable del origen o fuente de la cual las muestras han sido tomadas y de la información proporcionada por el cliente.

Última Revisión Enero 2022

Página 5 de 5

**INFORME DE ENSAYO
MA2430928 Rev. 0**

UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTUNEZ DE

AV. CENTENARIO NRO. 200 CENTENARIO (LOCAL CENTRAL DE LA UNASAM)

ENV / LB-353470-018

PROCEDENCIA : CAN REY CITICO

Fecha de Recepción SGS : 23-09-2024

Fecha de Ejecución : Del 23-09-2024 al 30-09-2024

Muestreo Realizado Por : CLIENTE

Estación de Muestreo
ILO2
SLO2
HSSH01
HSSV01

"Este informe de ensayo, al estar en el marco de la acreditación del INACAL-DA, se encuentra dentro del ámbito de reconocimiento multilateral/mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC"

Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA.

Página 1 de 5

**INFORME DE ENSAYO
MA2430928 Rev. 0**

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA					ILO2	SLO2
FECHA DE MUESTREO HORA DE MUESTREO CATEGORIA SUB CATEGORIA					22/09/2024 15:09:00 AGUA RESIDUAL AGUA RESIDUAL DOMÉSTICA	22/09/2024 15:17:00 AGUA RESIDUAL AGUA RESIDUAL DOMÉSTICA
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado ± Incertidumbre	Resultado ± Incertidumbre
Análisis Generales						
Nitrógeno Total	EW_APHA4500PJ	mg N/L	0.04	0.10	26.21 ± 2.10	19.81 ± 1.58
Fósforo Total	EW_APHA4500PJF	mg P/L	0.005	0.010	2.520 ± 0.20	2.270 ± 0.18
Demanda Bioquímica de Oxígeno	EW_APHA5210B	mg/L	1.0	2.6	18.7 ± 3.90	15.9 ± 3.30
Demanda Química de Oxígeno	EW_APHA5220D	mgO2/L	1.8	4.5	51.2 ± 5.10	49.3 ± 4.90
Análisis Microbiológicos						
Numeración de Coliformes fecales o termotolerantes	EW_APHA9221E_NMP	NMP/100 mL	--	--	1300000	33000
Detección Y/O Cuantificación de Huevos de Helmintos	EW_SGS_MB_21	huevos/litro	1	1	<1	<1

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA					HSSH01	HSSV01
FECHA DE MUESTREO HORA DE MUESTREO CATEGORIA SUB CATEGORIA					22/09/2024 15:29:00 AGUA RESIDUAL AGUA RESIDUAL DOMÉSTICA	22/09/2024 15:26:00 AGUA RESIDUAL AGUA RESIDUAL DOMÉSTICA
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado ± Incertidumbre	Resultado ± Incertidumbre
Análisis Generales						
Nitrógeno Total	EW_APHA4500PJ	mg N/L	0.04	0.10	12.86 ± 1.030	11.50 ± 0.92
Fósforo Total	EW_APHA4500PJF	mg P/L	0.005	0.010	1.590 ± 0.13	1.690 ± 0.13
Demanda Bioquímica de Oxígeno	EW_APHA5210B	mg/L	1.0	2.6	4.5 ± 0.90	<2.6
Demanda Química de Oxígeno	EW_APHA5220D	mgO2/L	1.8	4.5	33.4 ± 3.30	21.2 ± 2.10
Análisis Microbiológicos						
Numeración de Coliformes fecales o termotolerantes	EW_APHA9221E_NMP	NMP/100 mL	--	--	49000	23000
Detección Y/O Cuantificación de Huevos de Helmintos	EW_SGS_MB_21	huevos/litro	1	1	<1	<1

Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA.

Página 2 de 5

**INFORME DE ENSAYO
MA2430928 Rev. 0**

CONTROL DE CALIDAD

LC: Limite de cuantificación
MB: Blanco del proceso.
LCS %Recovery: Porcentaje de recuperación del patrón de proceso.
MS %Recovery: Porcentaje de recuperación de la muestra adicionada.
MSD %RPD: Diferencia Porcentual Relativa entre los duplicados de la muestra adicionada.
Dup %RPD: Diferencia Porcentual Relativa entre los duplicados del proceso.

Parámetro	Unidad	LC	MB	LCS %Recovery	MS %Recovery	MSD %RPD
Fósforo Total	mg P/L	0.010	<0.010	99 - 110%	105%	3%
Nitrógeno Total	mg N/L	0.10	<0.10	103%	104%	2%
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	2.6	<2.6	100 - 110%		
Demanda Química de Oxígeno	mgO2/L	4.5	<4.5	94 - 95%	90%	2%

Este documento al ser emitido sin el simbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA.

Página 3 de 5



**INFORME DE ENSAYO
MA2430928 Rev. 0**

REFERENCIAS DE MÉTODOS DE ENSAYO

Referencia	Sede	Parámetro	Método de Ensayo
EW_APHA4500PJ	Callao	Nitrógeno Total	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-P J; 23rd Ed: 2017. Phosphorus. Persulfate Method for Simultaneous Determination of Total Nitrogen and Total Phosphorus (VALIDADO - Aplicado fuera del alcance) 2017
EW_APHA4500PJF	Callao	Fósforo Total	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-P. F.J; 24th.:2023 Phosphorus. Automated Ascorbic Acid Reduction Method. Persulfate Method for Simultaneous Determination of Total Nitrogen and Total Phosphorus
EW_APHA5210B	Callao	Demanda Bioquímica de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B ;24th Ed: 2023. Biochemical Oxygen Demand (BOD): 5-Day BOD test
EW_APHA5220D	Callao	Demanda Química de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D; 23rd Ed: 2017. Chemical Oxygen Demand, Closed Reflux, Colorimetric Method. (VALIDADO - Aplicado fuera del alcance) 2017
EW_APHA9221E_NMP	Callao	Numeración de Coliformes fecales o termotolerantes	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E.1, 24th Ed. (Incluye Muestreo).2023.Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure. Thermotolerant Coliform Test (EC Medium)
EW_SGS_MB_21	Callao	Detección y/o Cuantificación de Huevos de Helmintos	Análisis de aguas residuales para su uso en agricultura. Manual de técnicas parasitológicas y bacteriológicas de laboratorio. Item 2.1 O.M.S. 1997. (VALIDADO - Modificado) (VALIDADO - Aplicado fuera del alcance).2016.Método Baillenger modificado. Detección y Cuantificación de Huevos de Helmintos

Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA.

Página 4 de 5



INFORME DE ENSAYO MA2430928 Rev. 0

NOTAS

Notas:
El reporte de tiempo se realiza en el sistema horario de 24 horas.
Las muestras recibidas cumplen con las condiciones necesarias para la realización de los análisis solicitados.

"Este informe de ensayo, al estar en el marco de la acreditación del INACAL-DA, se encuentra dentro del ámbito de reconocimiento multilateral/mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC"

Este documento es emitido bajo las Condiciones Generales de Servicio de SGS del Perú S.A.C. las cuales se encuentran descritas en la página <http://www.sgs.pe/es-ES/Terms-and-Conditions.aspx>. Son especialmente importantes las disposiciones sobre limitación de responsabilidad, pago de indemnizaciones y jurisdicción definidas en dichas Condiciones Generales de Servicio, su alteración o su uso indebido constituye un delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia; queda prohibida la reproducción total o parcial, salvo autorización escrita de SGS del Perú S.A.C.

Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para la(s) muestra(s) ensayadas; no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. La compañía no es responsable del origen o fuente de la cual las muestras han sido tomadas y de la información proporcionada por el cliente.

Última Revisión Enero 2022

Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA.

Página 5 de 5



**INFORME DE ENSAYO
MA2423670 Rev. 0**

UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTUNEZ DE

AV. CENTENARIO NRO. 200 CENTENARIO (LOCAL CENTRAL DE LA UNASAM)

ENV / LB-353470-011

PROCEDENCIA : Canrey Chico - Recuay

Fecha de Recepción SGS : 26-07-2024

Fecha de Ejecución : Del 26-07-2024 al 21-08-2024

Muestreo Realizado Por : CLIENTE

Estación de Muestreo
IL01
SL01
HSSVO1
HSSHO1

"Este informe de ensayo, al estar en el marco de la acreditación del INACAL-DA, se encuentra dentro del ámbito de reconocimiento multilateral/mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC"

Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA.

Página 1 de 5

**INFORME DE ENSAYO
MA2423670 Rev. 0**

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA					IL01	SL01
FECHA DE MUESTREO					25/07/2024	25/07/2024
HORA DE MUESTREO					15:10:00	15:19:00
CATEGORIA					AGUA RESIDUAL	AGUA RESIDUAL
SUB CATEGORIA					AGUA RESIDUAL DOMESTICA	AGUA RESIDUAL DOMESTICA
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado ± Incertidumbre	Resultado ± Incertidumbre
Análisis Generales						
Nitrógeno Total	EW_APHA4500PJ	mg N/L	0.04	0.10	4.71 ± 0.38	6.89 ± 0.55
Fósforo Total	EW_APHA4500PJF	mg P/L	0.005	0.010	0.380 ± 0.030	0.325 ± 0.026
Demanda Bioquímica de Oxígeno	EW_APHA5210B	mg/L	1.0	2.6	6.5 ± 1.40	6.6 ± 1.40
Demanda Química de Oxígeno	EW_APHA5220D	mgO2/L	1.8	4.5	16.9 ± 1.70	16.8 ± 1.70
Análisis Microbiológicos						
Numeración de Coliformes fecales o termotolerantes	EW_APHA9221E_NMP	NMP/100 mL	--	--	23000	79000
Detección Y/O Cuantificación de Huevos de Helmintos	EW_SGS_MB_21	huevos/litro	--	--	0	0

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA					HSSV01	HSSH01
FECHA DE MUESTREO					25/07/2024	25/07/2024
HORA DE MUESTREO					15:26:00	15:34:00
CATEGORIA					AGUA RESIDUAL	AGUA RESIDUAL
SUB CATEGORIA					AGUA RESIDUAL DOMESTICA	AGUA RESIDUAL DOMESTICA
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado ± Incertidumbre	Resultado ± Incertidumbre
Análisis Generales						
Nitrógeno Total	EW_APHA4500PJ	mg N/L	0.04	0.10	15.16 ± 1.21	9.96 ± 0.80
Fósforo Total	EW_APHA4500PJF	mg P/L	0.005	0.010	1.280 ± 0.10	1.125 ± 0.090
Demanda Bioquímica de Oxígeno	EW_APHA5210B	mg/L	1.0	2.6	<2.6	<2.6
Demanda Química de Oxígeno	EW_APHA5220D	mgO2/L	1.8	4.5	<4.5	<4.5
Análisis Microbiológicos						
Numeración de Coliformes fecales o termotolerantes	EW_APHA9221E_NMP	NMP/100 mL	--	--	11000	49000
Detección Y/O Cuantificación de Huevos de Helmintos	EW_SGS_MB_21	huevos/litro	--	--	0	0

Este documento al ser emitido sin el simbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA.

Página 2 de 5

**INFORME DE ENSAYO
MA2423670 Rev. 0**

CONTROL DE CALIDAD

LC: Limite de cuantificación
MB: Blanco del proceso.
LCS %Recovery: Porcentaje de recuperación del patrón de proceso.
MS %Recovery: Porcentaje de recuperación de la muestra adicionada.
MSD %RPD: Diferencia Porcentual Relativa entre los duplicados de la muestra adicionada.
Dup %RPD: Diferencia Porcentual Relativa entre los duplicados del proceso.

Parámetro	Unidad	LC	MB	DUP %RPD	LCS %Recovery	MS %Recovery	MSD %RPD
Detección Y/O Cuantificación de Huevos de Helminfos	huevos/litro	0		NA			
Fósforo Total	mg P/L	0.010	<0.010		103 - 110%	100 - 109%	0 - 6%
Nitrógeno Total	mg N/L	0.10	<0.10		102%	88 - 89%	4 - 13%
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	2.6	<2.6		99 - 100%		
Demanda Química de Oxígeno	mgO ₂ /L	4.5	<4.5		97 - 100%	95 - 96%	1 - 2%

Este documento al ser emitido sin el simbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA.

Página 3 de 5



**INFORME DE ENSAYO
MA2423670 Rev. 0**

REFERENCIAS DE MÉTODOS DE ENSAYO

Referencia	Sede	Parámetro	Método de Ensayo
EW_APHA4500PJ	Callao	Nitrógeno Total	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-P J; 23rd Ed: 2017. Phosphorus. Persulfate Method for Simultaneous Determination of Total Nitrogen and Total Phosphorus (VALIDADO - Aplicado fuera del alcance) 2017
EW_APHA4500PJF	Callao	Fósforo Total	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-P. F.J; 24th.:2023 Phosphorus. Automated Ascorbic Acid Reduction Method. Persulfate Method for Simultaneous Determination of Total Nitrogen and Total Phosphorus
EW_APHA5210B	Callao	Demanda Bioquímica de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B ;24th Ed: 2023. Biochemical Oxygen Demand (BOD): 5-Day BOD test
EW_APHA5220D	Callao	Demanda Química de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D; 23rd Ed: 2017. Chemical Oxygen Demand, Closed Reflux, Colorimetric Method. (VALIDADO - Aplicado fuera del alcance) 2017
EW_APHA9221E_NMP	Callao	Numeración de Coliformes fecales o termotolerantes	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E.1, 24th Ed. (Incluye Muestreo).2023.Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure. Thermotolerant Coliform Test (EC Medium)
EW_SGS_MB_21	Callao	Detección y/o Cuantificación de Huevos de Helmintos	Análisis de aguas residuales para su uso en agricultura. Manual de técnicas parasitológicas y bacteriológicas de laboratorio. Item 2.1 O.M.S. 1997. (VALIDADO - Modificado) (VALIDADO - Aplicado fuera del alcance).2016.Método Baillenger modificado. Detección y Cuantificación de Huevos de Helmintos

Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA.

Página 4 de 5



INFORME DE ENSAYO MA2423670 Rev. 0

NOTAS

Notas:
El reporte de tiempo se realiza en el sistema horario de 24 horas.
Las muestras recibidas cumplen con las condiciones necesarias para la realización de los análisis solicitados.

"Este informe de ensayo, al estar en el marco de la acreditación del INACAL-DA, se encuentra dentro del ámbito de reconocimiento multilateral/mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC"

Este documento es emitido bajo las Condiciones Generales de Servicio de SGS del Perú S.A.C. las cuales se encuentran descritas en la página <http://www.sgs.pe/es-ES/Terms-and-Conditions.aspx>. Son especialmente importantes las disposiciones sobre limitación de responsabilidad, pago de indemnizaciones y jurisdicción definidas en dichas Condiciones Generales de Servicio, su alteración o su uso indebido constituye un delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia; queda prohibida la reproducción total o parcial, salvo autorización escrita de SGS del Perú S.A.C.

Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para la(s) muestra(s) ensayadas; no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. La compañía no es responsable del origen o fuente de la cual las muestras han sido tomadas y de la información proporcionada por el cliente.

Última Revisión Enero 2022

Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA.

Página 5 de 5





**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002**



**INFORME DE ENSAYO
MA2427439 Rev. 0**

UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTUNEZ DE
AV. CENTENARIO NRO. 200 CENTENARIO (LOCAL CENTRAL DE LA UNASAM)

ENV / LB-353470-015

PROCEDENCIA : CANREY CHICO, RECUAY

Fecha de Recepción SGS : 26-08-2024

Fecha de Ejecución : Del 26-08-2024 al 04-09-2024

Muestreo Realizado Por : CLIENTE

Estación de Muestreo
IL02
SL02
HSSV01
HSSH01

Emitido por SGS del Perú S.A.C.

Impreso el 04/09/2024

Frank M. Julcamoro Quispe
C.Q.P. 1033
Supervisor de Laboratorio

Elizabeth V. Capuñay España
C.B.P 8508
Coordinador de Laboratorio Microbiología

"Este informe de ensayo, al estar en el marco de la acreditación del INACAL-DA, se encuentra dentro del ámbito de reconocimiento multilateral/mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC"

Página 1 de 5



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002**



Registro N°LE - 002

**INFORME DE ENSAYO
MA2427439 Rev. 0**

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA					IL02	SL02
FECHA DE MUESTREO					25/08/2024	25/08/2024
HORA DE MUESTREO					15:20:00	15:29:00
CATEGORIA					AGUA RESIDUAL	AGUA RESIDUAL
SUB CATEGORIA					DOMESTICA	DOMESTICA
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado ± Incertidumbre	Resultado ± Incertidumbre
Análisis Generales						
Nitrógeno Total	EW_APHA4500PJ	mg N/L	0.04	0.10	16.79 ± 1.34	12.30 ± 0.98
Fósforo Total	EW_APHA4500PJF	mg P/L	0.005	0.010	1.600 ± 0.13	0.220 ± 0.018
Demanda Bioquímica de Oxígeno	EW_APHA5210B	mg/L	1.0	2.6	25.1 ± 5.30	7.5 ± 1.60
Demanda Química de Oxígeno	EW_APHA5220D	mgO ₂ /L	1.8	4.5	45.7 ± 4.60	42.2 ± 4.20
Análisis Microbiológicos						
Numeración de Coliformes fecales o termotolerantes	EW_APHA9221E_NMP	NMP/100 mL	--	--	130000	7900

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA					HSSV01	HSSH01
FECHA DE MUESTREO					25/08/2024	25/08/2024
HORA DE MUESTREO					15:52:00	14:02:00
CATEGORIA					AGUA RESIDUAL	AGUA RESIDUAL
SUB CATEGORIA					DOMESTICA	DOMESTICA
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado ± Incertidumbre	Resultado ± Incertidumbre
Análisis Generales						
Nitrógeno Total	EW_APHA4500PJ	mg N/L	0.04	0.10	13.50 ± 1.080	11.56 ± 0.92
Fósforo Total	EW_APHA4500PJF	mg P/L	0.005	0.010	0.980 ± 0.078	1.200 ± 0.096
Demanda Bioquímica de Oxígeno	EW_APHA5210B	mg/L	1.0	2.6	<2.6	5.4 ± 1.10
Demanda Química de Oxígeno	EW_APHA5220D	mgO ₂ /L	1.8	4.5	9.0 ± 0.90	21.3 ± 2.10
Análisis Microbiológicos						
Numeración de Coliformes fecales o termotolerantes	EW_APHA9221E_NMP	NMP/100 mL	--	--	13000	23000





**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002**



**INFORME DE ENSAYO
MA2427439 Rev. 0**

CONTROL DE CALIDAD

LC: Límite de cuantificación
MB: Blanco del proceso.
LCS %Recovery: Porcentaje de recuperación del patrón de proceso.
MS %Recovery: Porcentaje de recuperación de la muestra adicionada.
MSD %RPD: Diferencia Porcentual Relativa entre los duplicados de la muestra adicionada.
Dup %RPD: Diferencia Porcentual Relativa entre los duplicados del proceso.

Parámetro	Unidad	LC	MB	LCS %Recovery	MS %Recovery	MSD %RPD
Fósforo Total	mg P/L	0.010	<0.010	106%	99%	3%
Nitrógeno Total	mg N/L	0.10	<0.10	102%	111%	0%
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	2.6	<2.6	98 - 101%		
Demanda Química de Oxígeno	mgO ₂ /L	4.5	<4.5	97 - 102%	97%	7%





**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002**



**INFORME DE ENSAYO
MA2427439 Rev. 0**

REFERENCIAS DE MÉTODOS DE ENSAYO

Referencia	Sede	Parámetro	Método de Ensayo
EW_APHA4500PJ	Callao	Nitrógeno Total	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-P J; 23rd Ed: 2017. Phosphorus. Persulfate Method for Simultaneous Determination of Total Nitrogen and Total Phosphorus (VALIDADO - Aplicado fuera del alcance) 2017
EW_APHA4500PJF	Callao	Fósforo Total	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-P. F.J; 24th.:2023 Phosphorus. Automated Ascorbic Acid Reduction Method. Persulfate Method for Simultaneous Determination of Total Nitrogen and Total Phosphorus
EW_APHA5210B	Callao	Demanda Bioquímica de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B ;24th Ed: 2023. Biochemical Oxygen Demand (BOD): 5-Day BOD test
EW_APHA5220D	Callao	Demanda Química de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D: 23rd Ed: 2017. Chemical Oxygen Demand, Closed Reflux, Colorimetric Method. (VALIDADO - Aplicado fuera del alcance) 2017
EW_APHA9221E_NMP	Callao	Numeración de Coliformes fecales o termotolerantes	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E.1, 24th Ed. (Incluye Muestreo).2023. Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure. Thermotolerant Coliform Test (EC Medium)





**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002**



**INFORME DE ENSAYO
MA2427439 Rev. 0**

NOTAS

Notas:

El reporte de tiempo se realiza en el sistema horario de 24 horas.

Las muestras recibidas cumplen con las condiciones necesarias para la realización de los análisis solicitados.

"Este informe de ensayo, al estar en el marco de la acreditación del INACAL-DA, se encuentra dentro del ámbito de reconocimiento multilateral/mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC"

Este documento es emitido bajo las Condiciones Generales de Servicio de SGS del Perú S.A.C. las cuales se encuentran descritas en la página <http://www.sgs.pe/es-ES/Terms-and-Conditions.aspx>. Son especialmente importantes las disposiciones sobre limitación de responsabilidad, pago de indemnizaciones y jurisdicción definidas en dichas Condiciones Generales de Servicio, su alteración o su uso indebido constituye un delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia; queda prohibida la reproducción total o parcial, salvo autorización escrita de SGS del Perú S.A.C.

Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para la(s) muestra(s) ensayadas; no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. La compañía no es responsable del origen o fuente de la cual las muestras han sido tomadas y de la información proporcionada por el cliente.

Última Revisión Enero 2022

Página 5 de 5



**INFORME DE ENSAYO
MA2416647 Rev. 0**

UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTUNEZ DE

AV. CENTENARIO NRO. 200 CENTENARIO (LOCAL CENTRAL DE LA UNASAM)

ENV / LB-353470-007

PROCEDENCIA : CANREY CHICO, RECUAY

Fecha de Recepción SGS : 27-05-2024

Fecha de Ejecución : Del 27-05-2024 al 03-06-2024

Muestreo Realizado Por : CLIENTE

Estación de Muestreo
ILO2
SLO2
HSSHO1
HSSVO1

"Este informe de ensayo, al estar en el marco de la acreditación del INACAL-DA, se encuentra dentro del ámbito de reconocimiento multilateral/mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC"

Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA.

Página 1 de 5

**INFORME DE ENSAYO
MA2416647 Rev. 0**

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA					ILO2	SLO2
FECHA DE MUESTREO HORA DE MUESTREO CATEGORIA SUB CATEGORIA					26/05/2024 15:19:00 AGUA RESIDUAL AGUA RESIDUAL DOMÉSTICA	26/05/2024 15:30:00 AGUA RESIDUAL AGUA RESIDUAL DOMÉSTICA
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado ± Incertidumbre	Resultado ± Incertidumbre
Análisis Generales						
Nitrógeno Total	EW_APHA4500PJ	mg N/L	0.04	0.10	10.79 ± 0.86	6.98 ± 0.56
Fósforo Total	EW_APHA4500PJF	mg P/L	0.005	0.010	1.810 ± 0.14	2.030 ± 0.16
Demanda Bioquímica de Oxígeno	EW_APHA5210B	mg/L	1.0	2.6	44.2 ± 9.30	34.5 ± 7.20
Demanda Química de Oxígeno	EW_APHA5220D	mgO2/L	1.8	4.5	80.7 ± 8.10	64.1 ± 6.40
Análisis Microbiológicos						
Numeración de Coliformes fecales o termotolerantes	EW_APHA9221E_NMP	NMP/100 mL	--	--	3300000	79000
Detección Y/O Cuantificación de Huevos de Helmintos	EW_SGS_MB_21	huevos/litro	--	--	0	0

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA					HSSHO1	HSSVO1
FECHA DE MUESTREO HORA DE MUESTREO CATEGORIA SUB CATEGORIA					26/05/2024 16:18:00 AGUA RESIDUAL AGUA RESIDUAL DOMÉSTICA	26/05/2024 16:29:00 AGUA RESIDUAL AGUA RESIDUAL DOMÉSTICA
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado ± Incertidumbre	Resultado ± Incertidumbre
Análisis Generales						
Nitrógeno Total	EW_APHA4500PJ	mg N/L	0.04	0.10	5.07 ± 0.41	9.97 ± 0.80
Fósforo Total	EW_APHA4500PJF	mg P/L	0.005	0.010	0.762 ± 0.061	1.050 ± 0.084
Demanda Bioquímica de Oxígeno	EW_APHA5210B	mg/L	1.0	2.6	<2.6	<2.6
Demanda Química de Oxígeno	EW_APHA5220D	mgO2/L	1.8	4.5	6.0 ± 0.60	7.2 ± 0.70
Análisis Microbiológicos						
Numeración de Coliformes fecales o termotolerantes	EW_APHA9221E_NMP	NMP/100 mL	--	--	49000	4900
Detección Y/O Cuantificación de Huevos de Helmintos	EW_SGS_MB_21	huevos/litro	--	--	0	0

Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA.

Página 2 de 5

**INFORME DE ENSAYO
MA2416647 Rev. 0**

CONTROL DE CALIDAD

LC: Limite de cuantificación
MB: Blanco del proceso.
LCS %Recovery: Porcentaje de recuperación del patrón de proceso.
MS %Recovery: Porcentaje de recuperación de la muestra adicionada.
MSD %RPD: Diferencia Porcentual Relativa entre los duplicados de la muestra adicionada.
Dup %RPD: Diferencia Porcentual Relativa entre los duplicados del proceso.

Parámetro	Unidad	LC	MB	DUP %RPD	LCS %Recovery	MS %Recovery	MSD %RPD
Fósforo Total	mg P/L	0.010	<0.010		100 - 113%	100 - 114%	5 - 6%
Nitrógeno Total	mg N/L	0.10	<0.10		97%	91%	2%
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	2.6	<2.6	1%	98 - 106%		
Demanda Química de Oxígeno	mgO ₂ /L	4.5	<4.5		100 - 108%	107%	5%

Este documento al ser emitido sin el simbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA.

Página 3 de 5



**INFORME DE ENSAYO
MA2416647 Rev. 0**

REFERENCIAS DE MÉTODOS DE ENSAYO

Referencia	Sede	Parámetro	Método de Ensayo
EW_APHA4500PJ	Callao	Nitrógeno Total	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-P J; 23rd Ed: 2017. Phosphorus. Persulfate Method for Simultaneous Determination of Total Nitrogen and Total Phosphorus (VALIDADO - Aplicado fuera del alcance) 2017
EW_APHA4500PJF	Callao	Fósforo Total	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-P. F.J; 24th.:2023 Phosphorus. Automated Ascorbic Acid Reduction Method. Persulfate Method for Simultaneous Determination of Total Nitrogen and Total Phosphorus
EW_APHA5210B	Callao	Demanda Bioquímica de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B ;24th Ed: 2023. Biochemical Oxygen Demand (BOD): 5-Day BOD test
EW_APHA5220D	Callao	Demanda Química de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D; 23rd Ed: 2017. Chemical Oxygen Demand, Closed Reflux, Colorimetric Method. (VALIDADO - Aplicado fuera del alcance) 2017
EW_APHA9221E_NMP	Callao	Numeración de Coliformes fecales o termotolerantes	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E.1, 24th Ed. (Incluye Muestreo).2023.Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure. Thermotolerant Coliform Test (EC Medium)
EW_SGS_MB_21	Callao	Detección y/o Cuantificación de Huevos de Helmintos	Análisis de aguas residuales para su uso en agricultura. Manual de técnicas parasitológicas y bacteriológicas de laboratorio. Item 2.1 O.M.S. 1997. (VALIDADO - Modificado) (VALIDADO - Aplicado fuera del alcance).2016.Método Baillenger modificado. Detección y Cuantificación de Huevos de Helmintos

Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA.

Página 4 de 5



INFORME DE ENSAYO MA2416647 Rev. 0

NOTAS

Notas:

El reporte de tiempo se realiza en el sistema horario de 24 horas.

Las muestras recibidas cumplen con las condiciones necesarias para la realización de los análisis solicitados.

"Este informe de ensayo, al estar en el marco de la acreditación del INACAL-DA, se encuentra dentro del ámbito de reconocimiento multilateral/mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC"

Este documento es emitido bajo las Condiciones Generales de Servicio de SGS del Perú S.A.C. las cuales se encuentran descritas en la página <http://www.sgs.pe/es-ES/Terms-and-Conditions.aspx>. Son especialmente importantes las disposiciones sobre limitación de responsabilidad, pago de indemnizaciones y jurisdicción definidas en dichas Condiciones Generales de Servicio, su alteración o su uso indebido constituye un delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia; queda prohibida la reproducción total o parcial, salvo autorización escrita de SGS del Perú S.A.C.

Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para la(s) muestra(s) ensayadas; no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. La compañía no es responsable del origen o fuente de la cual las muestras han sido tomadas y de la información proporcionada por el cliente.

Última Revisión Enero 2022

Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA.

Página 5 de 5



**INFORME DE ENSAYO
MA2431424 Rev. 0**

UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTUNEZ DE

AV. CENTENARIO NRO. 200 CENTENARIO (LOCAL CENTRAL DE LA UNASAM)

ENV / LB-353470-019

PROCEDENCIA : CANREY CHICO, RECUAY

Fecha de Recepción SGS : 27-09-2024

Fecha de Ejecución : Del 27-09-2024 al 05-10-2024

Muestreo Realizado Por : CLIENTE

Estación de Muestreo
IL01
SL01
HSSH01
HSSV01

"Este informe de ensayo, al estar en el marco de la acreditación del INACAL-DA, se encuentra dentro del ámbito de reconocimiento multilateral/mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC"

Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA.

Página 1 de 5

**INFORME DE ENSAYO
MA2431424 Rev. 0**

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA					IL01	SL01
FECHA DE MUESTREO					26/09/2024	26/09/2024
HORA DE MUESTREO					15:21:00	15:32:00
CATEGORIA					AGUA RESIDUAL	AGUA RESIDUAL
SUB CATEGORIA					AGUA RESIDUAL DOMESTICA	AGUA RESIDUAL DOMESTICA
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado ± Incertidumbre	Resultado ± Incertidumbre
Análisis Generales						
Nitrógeno Total	EW_APHA4500PJ	mg N/L	0.04	0.10	15.20 ± 1.22	15.94 ± 1.28
Fósforo Total	EW_APHA4500PJF	mg P/L	0.005	0.010	1.500 ± 0.12	0.840 ± 0.067
Demanda Bioquímica de Oxígeno	EW_APHA5210B	mg/L	1.0	2.6	76.4 ± 16.0	8.8 ± 1.80
Demanda Química de Oxígeno	EW_APHA5220D	mgO ₂ /L	1.8	4.5	122.7 ± 12.30	62.6 ± 6.30
Análisis Microbiológicos						
Numeración de Coliformes fecales o termotolerantes	EW_APHA9221E_NMP	NMP/100 mL	--	--	700000	220000

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA					HSSH01	HSSV01
FECHA DE MUESTREO					26/09/2024	26/09/2024
HORA DE MUESTREO					15:39:00	15:51:00
CATEGORIA					AGUA RESIDUAL	AGUA RESIDUAL
SUB CATEGORIA					AGUA RESIDUAL DOMESTICA	AGUA RESIDUAL DOMESTICA
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado ± Incertidumbre	Resultado ± Incertidumbre
Análisis Generales						
Nitrógeno Total	EW_APHA4500PJ	mg N/L	0.04	0.10	13.97 ± 1.12	10.80 ± 0.86
Fósforo Total	EW_APHA4500PJF	mg P/L	0.005	0.010	0.740 ± 0.059	0.700 ± 0.056
Demanda Bioquímica de Oxígeno	EW_APHA5210B	mg/L	1.0	2.6	<2.6	<2.6
Demanda Química de Oxígeno	EW_APHA5220D	mgO ₂ /L	1.8	4.5	8.0 ± 0.80	5.0 ± 0.50
Análisis Microbiológicos						
Numeración de Coliformes fecales o termotolerantes	EW_APHA9221E_NMP	NMP/100 mL	--	--	92000	790

Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA.

Página 2 de 5



**INFORME DE ENSAYO
MA2431424 Rev. 0**

CONTROL DE CALIDAD

LC: Limite de cuantificación
MB: Blanco del proceso.
LCS %Recovery: Porcentaje de recuperación del patrón de proceso.
MS %Recovery: Porcentaje de recuperación de la muestra adicionada.
MSD %RPD: Diferencia Porcentual Relativa entre los duplicados de la muestra adicionada.
Dup %RPD: Diferencia Porcentual Relativa entre los duplicados del proceso.

Parámetro	Unidad	LC	MB	LCS %Recovery	MS %Recovery	MSD %RPD
Fósforo Total	mg P/L	0.010	<0.010	97 - 105%	99 - 113%	7%
Nitrógeno Total	mg N/L	0.10	<0.10	98 - 100%	96 - 109%	4 - 14%
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	2.6	<2.6	98 - 105%		
Demanda Química de Oxígeno	mgO2/L	4.5	<4.5	101 - 106%	94%	6%

Este documento al ser emitido sin el simbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA.

Página 3 de 5



**INFORME DE ENSAYO
MA2431424 Rev. 0**

REFERENCIAS DE MÉTODOS DE ENSAYO

Referencia	Sede	Parámetro	Método de Ensayo
EW_APHA4500PJ	Callao	Nitrógeno Total	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-P J; 23rd Ed: 2017. Phosphorus. Persulfate Method for Simultaneous Determination of Total Nitrogen and Total Phosphorus (VALIDADO - Aplicado fuera del alcance) 2017
EW_APHA4500PJF	Callao	Fósforo Total	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-P. F.J; 24th.:2023 Phosphorus. Automated Ascorbic Acid Reduction Method. Persulfate Method for Simultaneous Determination of Total Nitrogen and Total Phosphorus
EW_APHA5210B	Callao	Demanda Bioquímica de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B ;24th Ed: 2023. Biochemical Oxygen Demand (BOD): 5-Day BOD test
EW_APHA5220D	Callao	Demanda Química de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D; 23rd Ed: 2017. Chemical Oxygen Demand, Closed Reflux, Colorimetric Method. (VALIDADO - Aplicado fuera del alcance) 2017
EW_APHA9221E_NMP	Callao	Numeración de Coliformes fecales o termotolerantes	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E.1, 24th Ed. (Incluye Muestreo).2023.Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure. Thermotolerant Coliform Test (EC Medium)

Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA.

Página 4 de 5

INFORME DE ENSAYO MA2431424 Rev. 0

NOTAS

Notas:
El reporte de tiempo se realiza en el sistema horario de 24 horas.
Las muestras recibidas cumplen con las condiciones necesarias para la realización de los análisis solicitados.

"Este informe de ensayo, al estar en el marco de la acreditación del INACAL-DA, se encuentra dentro del ámbito de reconocimiento multilateral/mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC"

Este documento es emitido bajo las Condiciones Generales de Servicio de SGS del Perú S.A.C. las cuales se encuentran descritas en la página <http://www.sgs.pe/es-ES/Terms-and-Conditions.aspx>. Son especialmente importantes las disposiciones sobre limitación de responsabilidad, pago de indemnizaciones y jurisdicción definidas en dichas Condiciones Generales de Servicio, su alteración o su uso indebido constituye un delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia; queda prohibida la reproducción total o parcial, salvo autorización escrita de SGS del Perú S.A.C.

Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para la(s) muestra(s) ensayadas; no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. La compañía no es responsable del origen o fuente de la cual las muestras han sido tomadas y de la información proporcionada por el cliente.

Última Revisión Enero 2022

Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA.

Página 5 de 5



**INFORME DE ENSAYO
MA2431557 Rev. 0**

UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTUNEZ DE

AV. CENTENARIO NRO. 200 CENTENARIO (LOCAL CENTRAL DE LA UNASAM)

ENV / LB-353470-020

PROCEDENCIA : CANREY CHICO, RECUAY

Fecha de Recepción SGS : 30-09-2024

Fecha de Ejecución : Del 30-09-2024 al 05-10-2024

Muestreo Realizado Por : CLIENTE

Estación de Muestreo
ILO1
SLO1
HSSVO1
HSSH01

"Este informe de ensayo, al estar en el marco de la acreditación del INACAL-DA, se encuentra dentro del ámbito de reconocimiento multilateral/mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC"

Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA.

Página 1 de 5

**INFORME DE ENSAYO
MA2431557 Rev. 0**

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA					ILO1 8930242N / 230301E 29/09/2024 15:26:00 AGUA RESIDUAL AGUA RESIDUAL DOMÉSTICA	SLO1 8930297N / 250298E 29/09/2024 15:34:00 AGUA RESIDUAL AGUA RESIDUAL DOMÉSTICA
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado ± Incertidumbre	Resultado ± Incertidumbre
Análisis Generales						
Nitrógeno Total	EW_APHA4500PJ	mg N/L	0.04	0.10	11.05 ± 0.88	10.65 ± 0.85
Fósforo Total	EW_APHA4500PJF	mg P/L	0.005	0.010	1.810 ± 0.14	1.090 ± 0.087
Demanda Bioquímica de Oxígeno	EW_APHA5210B	mg/L	1.0	2.6	2.8 ± 0.60	<2.6
Demanda Química de Oxígeno	EW_APHA5220D	mgO2/L	1.8	4.5	69.8 ± 7.0	47.2 ± 4.70
Análisis Microbiológicos						
Numeración de Coliformes fecales o termotolerantes	EW_APHA9221E_NMP	NMP/100 mL	--	--	230000	460000

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA					HSSVO1 29/09/2024 15:41:00 AGUA RESIDUAL AGUA RESIDUAL DOMÉSTICA	HSSHO1 29/09/2024 15:47:00 AGUA RESIDUAL AGUA RESIDUAL DOMÉSTICA
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado ± Incertidumbre	Resultado ± Incertidumbre
Análisis Generales						
Nitrógeno Total	EW_APHA4500PJ	mg N/L	0.04	0.10	7.51 ± 0.60	9.01 ± 0.72
Fósforo Total	EW_APHA4500PJF	mg P/L	0.005	0.010	0.735 ± 0.059	1.040 ± 0.083
Demanda Bioquímica de Oxígeno	EW_APHA5210B	mg/L	1.0	2.6	<2.6	<2.6
Demanda Química de Oxígeno	EW_APHA5220D	mgO2/L	1.8	4.5	<4.5	30.4 ± 3.0
Análisis Microbiológicos						
Numeración de Coliformes fecales o termotolerantes	EW_APHA9221E_NMP	NMP/100 mL	--	--	33000	2400

Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA.

Página 2 de 5

**INFORME DE ENSAYO
MA2431557 Rev. 0**

CONTROL DE CALIDAD

LC: Limite de cuantificación
MB: Blanco del proceso.
LCS %Recovery: Porcentaje de recuperación del patrón de proceso.
MS %Recovery: Porcentaje de recuperación de la muestra adicionada.
MSD %RPD: Diferencia Porcentual Relativa entre los duplicados de la muestra adicionada.
Dup %RPD: Diferencia Porcentual Relativa entre los duplicados del proceso.

Parámetro	Unidad	LC	MB	LCS %Recovery	MS %Recovery	MSD %RPD
Fósforo Total	mg P/L	0.010	<0.010	99 - 112%	105 - 111%	1 - 8%
Nitrógeno Total	mg N/L	0.10	<0.10	98%	109%	2%
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	2.6	<2.6	106%		
Demanda Química de Oxígeno	mgO2/L	4.5	<4.5	100 - 107%	95 - 109%	2%

Este documento al ser emitido sin el simbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA.

Página 3 de 5



**INFORME DE ENSAYO
MA2431557 Rev. 0**

REFERENCIAS DE MÉTODOS DE ENSAYO

Referencia	Sede	Parámetro	Método de Ensayo
EW_APHA4500PJ	Callao	Nitrógeno Total	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-P J; 23rd Ed: 2017. Phosphorus. Persulfate Method for Simultaneous Determination of Total Nitrogen and Total Phosphorus (VALIDADO - Aplicado fuera del alcance) 2017
EW_APHA4500PJF	Callao	Fósforo Total	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-P. F.J; 24th.:2023 Phosphorus. Automated Ascorbic Acid Reduction Method. Persulfate Method for Simultaneous Determination of Total Nitrogen and Total Phosphorus
EW_APHA5210B	Callao	Demanda Bioquímica de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B ;24th Ed: 2023. Biochemical Oxygen Demand (BOD): 5-Day BOD test
EW_APHA5220D	Callao	Demanda Química de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D; 23rd Ed: 2017. Chemical Oxygen Demand, Closed Reflux, Colorimetric Method. (VALIDADO - Aplicado fuera del alcance) 2017
EW_APHA9221E_NMP	Callao	Numeración de Coliformes fecales o termotolerantes	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E.1, 24th Ed. (Incluye Muestreo).2023. Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure. Thermotolerant Coliform Test (EC Medium)

Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA.

Página 4 de 5

INFORME DE ENSAYO MA2431557 Rev. 0

NOTAS

Notas:
El reporte de tiempo se realiza en el sistema horario de 24 horas.
Las muestras recibidas cumplen con las condiciones necesarias para la realización de los análisis solicitados.

"Este informe de ensayo, al estar en el marco de la acreditación del INACAL-DA, se encuentra dentro del ámbito de reconocimiento multilateral/mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC"

Este documento es emitido bajo las Condiciones Generales de Servicio de SGS del Perú S.A.C. las cuales se encuentran descritas en la página <http://www.sgs.pe/es-ES/Terms-and-Conditions.aspx>. Son especialmente importantes las disposiciones sobre limitación de responsabilidad, pago de indemnizaciones y jurisdicción definidas en dichas Condiciones Generales de Servicio, su alteración o su uso indebido constituye un delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia; queda prohibida la reproducción total o parcial, salvo autorización escrita de SGS del Perú S.A.C.

Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para la(s) muestra(s) ensayadas; no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. La compañía no es responsable del origen o fuente de la cual las muestras han sido tomadas y de la información proporcionada por el cliente.

Última Revisión Enero 2022

Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA.

Página 5 de 5

