UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTÍN DE AREQUIPA

ESCUELA DE POSGRADO

UNIDAD DE POSGRADO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS BIOLOGICAS

CONTAMINACIÓN AMBIENTAL POR DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS SÓLIDOS Y AGUAS RESIDUALES EN LA LOCALIDAD DE LUCRE-HUACARPAY PROVINCIA DE QUISPICANCHI - REGIÓN CUSCO - 2018

Tesis presentada por la Maestra:

Rodriguez Sanchez, Isabel

Para optar el Grado Académico de:

Doctora en Biología Ambiental

Asesor:

Dr. Davila Flores, Benjamin Jose

AREQUIPA - PERÚ

2022

DEDICATORIA

A mis padres Valentín y Adriana, por todo el amor que me han prodigado, por sus sabios consejos, ellos me inculcaron el camino del bien y guiaron mi formación.

A mis hermanos y hermanas, por todo el afecto que me han dado, por el apoyo moral y aliento constante, para la culminación de la tesis, mis logros profesionales son logros de mi familia.

A mi esposo Alejandro mi compañero que siempre ha estado a mi lado en las buenas y en las malas. A mis hijas Ingrith Alina y Annette Adriana, que son la razón de mi vida. Por todo el cariño y amor que me han brindado, por su comprensión y constante apoyo moral.

Isabel

AGRADECIMIENTOS

- Mi agradecimiento a las autoridades y docentes de la Universidad San Agustín de Arequipa, por implementar el estudio de doctorado en la ciudad del Cusco y posibilitar que los Biólogos obtengamos el grado académico de doctor en Biología Ambiental.

- A los Doctores Docentes que nos enseñaron los diversos cursos durante el transcurso del doctorado, por sus magníficas enseñanzas con toda la experiencia profesional.

- Al Blgo. Luis Blas, director de la unidad de medio ambiente de la Municipalidad Distrital de Lucre, quien brindo todas las facilidades del caso para permitirnos el ingreso a la PTAR Lucre y botadero controlado, puesto que son zonas restringidas.

- A la Blga. Yanet Calvo, Blgo. Alex Ayte Turpo y a los Bachilleres en Ciencias Biológicas, Mijaíl Valencia, Julio Cesar Arenas Pedraza, por el apoyo en el trabajo de campo y muestreo.

- AL Dr. Billy Joel Ttito Jordán y a la Blga. Norma Quispe, por todo el apoyo en el levantamiento de información campo.

- Al Dr. Benjamín José Dávila Flores por el asesoramiento de la tesis, por sus sabios consejos y constante ánimo para la culminación del estudio.

- A todos y cada uno, de las personas, parientes, colegas, amigos que directa o indirectamente me han brindado su colaboración durante la ejecución y culminación de la presente tesis.

INDICE

RESUMEN i
ABSTRACT ii
INTRODUCCIÓN iii
CAPITULO I. GENERALIDADES
1.1. PROBLEMÁTICA SITUACIONAL 1
1.2. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN 1
1.3. OBJETIVOS 2
1.4. HIPÓTESIS 3
CAPITULO II. MARCO TEORICO
2.1. ANTECEDENTES 4
2.2. MARCO CONCEPTUAL 8
2.2.1. Contaminación ambiental 8
2.2.2. Contaminación del Suelo 9
2.2.3. Residuos Solidos 11
2.2.4. Características de los Residuos Sólidos 12
2.2.6. Relleno Sanitario 17
2.2.7. Botadero controlado 18
2.2.8. Gestión y manejo integral de residuos sólidos municipales 18
2.2.9. Lixiviados 20
2.2.10. Recurso agua 21
2.2.11. Aguas residuales 24
2.2.14. Planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) 27
2.2.15. Tratamiento de aguas residuales 27
2.3. MARCO LEGAL 31
CAPITULO III. METODOLOGÍA
3.1. CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA DE ESTUDIO 32
3.1.1. Ubicación: 32
3.1.2. Accesibilidad 32

3.1.3. Localización la ciudad de Lucre-Huacarpay: 35
3.1.4. Descripción del área de estudio 35
a. Hidrografía 35
b. Topografía y tipo de suelo 36
c. Clima 36
d. Zona de Vida 38
e. Población 38
f. Aspecto Socioeconómico 39
g. Saneamiento básico 40
3.2. MATERIALES 40
3.3. MÉTODOLOGIA 41
3.3.1. ANÁLISIS DE LAS CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS, BACTERIOLÓGICAS Y METALES PESADOS DEL SUELO DEL BOTADERO CONTROLADO 41
3.3.1.1. Puntos de muestreo 41
3.3.1.2. Toma de muestra de suelo mediante el método de cuarteo 41
3.3.1.3. Análisis fisicoquímico de Suelo del botadero 42
3.3.1.4. Análisis Bacteriológico de suelo 43
3.3.1.5. Análisis de metales pesados en muestras de suelo 43
3.3.2. ANÁLISIS DE LAS CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS, BACTERIOLÓGICAS Y METALES PESADOS DE LIXIVIADOS PROVENIENTES DEL BOTADERO CONTROLADO 43
3.3.2.1. Punto de muestreo 43
3.3.2.2. Toma de muestra 43
3.3.2.3. Análisis fisicoquímico de los lixiviados 44
3.3.2.4. Análisis bacteriológico de los lixiviados 44
3.3.2.5. Análisis de metales pesados en lixiviados 44
3.3.3. ANÁLISIS DE LAS AGUAS RESIDUALES DE LA PTAR DE LUCRE 45
3.3.3.1. Puntos de muestreo 45
3.3.3.2. Estimación de caudales mediante el método volumétrico 45
3.3.3.3. Toma de muestra de aguas residuales de la PTAR Lucre 47

3.3.3.4. Análisis fisicoquímico de aguas residuales 47
3.3.3.5. Análisis Bacteriológico de aguas residuales 48
3.3.4. CALIDAD DEL AGUA DE LA LAGUNA DE HUACARPAY 48
3.3.4.1. Puntos de muestreo 48
3.3.4.2. Toma de muestra del agua de la laguna de Huacarpay 48
3.3.4.3. Análisis fisicoquímico del agua de la Laguna de Huacarpay 50
3.3.4.4. Análisis Bacteriológico del agua de la Laguna de Huacarpay 50
CAPITULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES
4.1. CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS, BACTERIOLÓGICAS Y METALES PESADOS DEL SUELO DEL BOTADERO CONTROLADO. 52
4.2. CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS, BACTERIOLÓGICAS Y METALES PESADOS DEL LIXIVIADO DEL BOTADERO CONTROLADO 56
4.3. CARACTERÍSTICAS DE LAS AGUAS RESIDUALES DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO - PTAR LUCRE. 59
4.4. CALIDAD DEL AGUA DE LA LAGUNA DE HUACARPAY 61
DISCUSIONES 64
CONCLUSIONES 68
RECOMENDACIONES 70
BIBLIOGRAFÍA 71
ANEXOS 73

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Sistema de coordenadas de la cuenca de Lucre 32
Tabla 2 Datos de temperatura y precipitacion de la estacion metereologica K'ayra 36
Tabla 3 Poblacion de lucre 38
Tabla 4 Actividades economicas en el distrito de Lucre 39
Tabla 5 Parametros y métodos para analisis de muestras de suelo 42
Tabla 6 Parametros y métodos para el analisis d metales pesados en muestra de suelo 43
Tabla 7 Parametros y métodos para el analisis fisicoquimico y Lixiviados..... 44
Tabla 8 Parametros y métodos para el analisis de metales pesados en Lixiviados 44
Tabla 9 Puntos de muestreo para aguas residuales..... 45
Tabla 10 Caudal de afluente a la PTAR de Lucre 46
Tabla 11 Caudal de efluente de la PTAR de Lucre. 46
Tabla 12. Caudal de vertiminto 01 (ingreso al pantano Huacarpay)..... 46
Tabla 13.Parametros y métodos para el analisis fisicoquimico de aguas residuales..... 47
Tabla 14. Parametros y métodos para el analisis fisicoquimico y metales pesados..... 50
Tabla 15 Parametros y métodos para el analisis bactereologico de Huacarpay 51
Tabla 16 Analisis fisicoquimico del suelo del botaderocontrolado de Lucre..... 52
Tabla 17 Analisis Bactereologico del suelo del botadero controlado de Lucre 53
Tabla 18 Concentracion de metales pesados em suelo del botadero controlado..... 54
Tabla 19 Analisis fisicoquimico de lixiviados del botadero controlado 56
Tabla 20 Analisis Bactereologico de lixiviados de botadero controlado 57
Tabla 21 Analisis de metales pesados en muestras de lixiviados del botadero de Lucre..... 58
Tabla 22 Analisis fisicoquimico de las aguas residuales de la PTAR Lucre 59
Tabla 23 Analisis Bactereologico de las aguas residuales de la PTAR Lucre 60
Tabla 24 Analisis fisicoquimico del agua natural de la laguna de Huacarpay 61
Tabla 25 Analisis bacteriologico del agua natural de la laguna de Huacarpay 62

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Botadero informal a campo abierto Poroy – Cusco (2018) 10
Figura 2. Enfoque de la gestión de residuos solidos..... 13
Figura 3. Lixiviados de botadero informal 20
Figura 4. Lagunas de oxidación - PTAR Huaro - Quispicanchis - Cusco..... 24
Figura 5. Ciclo de manejo de las aguas residuales municipales..... 27
Figura 6. Mapa de la Provincia de Quispicanchi..... 33
Figura 7. Mapa del distrito lucre 33
Figura 8. Mapa de ubicación del botadero controlado y PTAR de la Localidad de Lucre 34
Figura 9. Laguna de huarcarpay 35
Figura 10**.** Climatodiagrama de la Estación Meteorológica de K'ayra (2009- 2018) 37
Figura 11. Método del cuarteo para muestra de suelo..... 42
Figura 12. Análisis fisicoquímico del suelo del botadero controlado de Lucre 53
Figura 13. Análisis Bacteriológico del Suelo del botadero controlado de Lucre..... 54
Figura 14. Concentración de metales pesados en Suelo del botadero controlado..... 55
Figura 15. Análisis fisicoquímico de lixiviados del botadero controlado 56
Figura 16. Análisis Bacteriológico de lixiviados del botadero controlado..... 57
Figura 17**.** Análisis de metales pesados en muestras de lixiviados 58
Figura 18. Análisis bacteriológico del agua natural de la laguna de Huacarpay..... 63

GLOSARIO DE ABREVIATURAS

APHA	American Public Health Association
CEPIS	Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente
CONAM	Consejo Nacional del Ambiente
DBO	Demanda bioquímica de oxígeno
DQO	Demanda Química de Oxígeno
DIGESA	Dirección General de Salud Ambiental
ECA	Estándares de Calidad Ambiental
EO-RS	Empresas Operadoras de Residuos Sólidos
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
INIA	Instituto Nacional de Innovación Agraria
ISO	Internacional Organization for Standardization
LMP	Límite Máximo Permisible
MINAM	Ministerio del Ambiente
NMP/100 ml	Número más probable en 100 ml
OEFA	Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental
ONERN	Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales
OPS	Organización Panamericana de la salud
PTAR	Planta de Tratamiento de Aguas Residuales
ppm	Partes por millón
RRSS	Residuos Sólidos

RESUMEN

El estudio sobre contaminación ambiental por disposición final de residuos sólidos y aguas residuales en la localidad de Lucre-Huacarpay, del distrito de Lucre, provincia Quispicanchi, región Cusco, fue desarrollado en el año 2018, con la finalidad de conocer las características fisicoquímicas, bacteriológicas y metales pesados en suelos, lixiviados, aguas residuales y calidad del agua de la laguna de Huacarpay, las muestras se procesaron en laboratorios acreditados, aplicando metodologías estandarizadas para los análisis, considerando los parámetros exigidos, límites máximos permisibles (LMP) y estándares de calidad ambiental (ECA) según normas nacionales del MINAM y MINAGRI, concluyendo que el suelo del botadero controlado presenta indicios de contaminación por Cromo, los lixiviados reportan metales pesados en concentraciones menores a los LMP, sin embargo los valores de pH, DBO, DQO, STS y Coliformes termotolerantes (92 x 10^4 NMP/100mL) superan los LMP de acuerdo a la normativa, considerándose como un agente contaminante potencial.

Las aguas residuales según los análisis el pH, temperatura, aceites y grasas, DBO, DQO y TSS desde el afluente, efluente, punto de vertimiento 01 y 02 los valores disminuyen, encontrándose por debajo de los LMP para ser vertidos a cuerpos de agua; los Coliformes termotolerantes en el afluente y efluente de la PTAR es de 9.2 x10^6 NMP/100 mL, en el vestimento 01se reporta 3.5 x 10^4 NMP/100mL valores que superan el LMP (10 000 NMP/100mL), en el vertimiento 02 zona aledaña a la laguna de Huacarpay disminuye a 79 NMP/100mL valor inferior al LMP, por lo tanto, las aguas residuales causan contaminación bacteriológica de la extensa zona del pantano Huacarpay, la calidad del agua de la laguna de Huacarpay es **apta** para riego de vegetales, bebida de animales y conservación al medio acuático Categoría 3 y 4.

En términos generales las aguas residuales provenientes de la PTAR de Lucre causa contaminación bacteriológica afectando principalmente la zona del pantano Huacarpay, lugar donde se ubican los totorales que son hábitat y refugio de la diversidad de avifauna, áreas de cultivo de maíz y zona de pastoreo de ganado.

ABSTRACT

The study on environmental contamination due to final disposal of solid waste and wastewater in the town of Lucre-Huacarpay, in the district of Lucre, Quispicanchi province, Cusco region, was developed in 2018, with the purpose of knowing the physicochemical, bacteriological characteristics and heavy metals in soil, leachate, wastewater and water quality of the Huacarpay lagoon, the samples were processed in accredited laboratories, applying standardized methodologies for analysis, considering the required parameters, maximum permissible limits (LMP) and quality standards environment (ECA) according to national regulations of MINAM and MINAGRI, concluding that the soil of the controlled dump shows signs of contamination by Chromium, the leachates report heavy metals in concentrations lower than the LMP, however the values of pH, DBO, DQO, STS y Thermotolerant coliforms (92 x 10^4 NMP/100mL) exceed the LMP according to the regulations, considering itself as a potential contaminant. Wastewater according to the analysis of pH, temperature, oils and fats, DBO, DQO, TSS from the influent, effluent, discharge point 01 and 02, the values decrease, being below the LMP to be discharged into bodies of water; The thermotolerant coliforms in the influent and effluent of the PTAR is 9.2 x10^6 NMP/100 mL, in the 01 dressing 3.5 x 10^4 NMP/100mL values that exceed the LMP (10 000 NMP/100mL) are reported, in the dumping 02 surrounding area to the Huacarpay lagoon decreases to 79 NMP/100mL, a value lower than the LMP, therefore, the wastewater causes bacteriological contamination of the extensive area of the Huacarpay swamp, the quality of the water in the Huacarpay lagoon is suitable for irrigation of vegetables, animal drinking and conservation of the aquatic environment category 3 and 4.

In general terms, the wastewater from the Lucre PTAR causes bacteriological contamination, mainly affecting the Huacarpay swamp area, where the cattails are located, which are habitat and refuge for the diversity of birdlife, corn-growing areas and grazing area of won.

INTRODUCCIÓN

La contaminación ambiental es uno de los problemas más importantes que afecta al planeta surge cuando por presencia de materia o energía, se produce un desequilibrio ambiental, por adición de cualquier sustancia al medio ambiente en cantidades tales, que cauce efectos adversos en los seres humanos, animales, vegetales y/o materiales que se encuentren expuestos a dosis que sobrepasan los niveles de los que se encuentran normalmente en la naturaleza, en los últimos 20 años el hombre ha liberado al ambiente una gran cantidad de productos químicos, agentes físicos y biológicos, como consecuencia de las diversas actividades antrópicas.

Los humedales constituyen uno de los ecosistemas más valiosos del planeta, en virtud de los servicios que proveen a la sociedad, se estima que aproximadamente un 6% de la superficie terrestre es catalogado como humedal según la definición de la convención Ramsar (1971). Sin embargo, estos ecosistemas se han visto afectados por la actividad antrópica y han ido disminuyendo con el paso de los años, uno de los problemas son las aguas residuales, que son vertidas sin previo tratamiento, alterando las características físicas, químicas y biológicas de los humedales (Hernández, 2015).

Así mismo la inadecuada disposición final de los residuos sólidos puede generar contaminación del suelo y del agua por la generación de lixiviados que contienen microrganismos patógenos, minerales y metales pesados ampliamente reconocidos por sus efectos adversos sobre el ambiente y la salud de la población

En base a estas consideraciones se realizó el presente trabajo de investigación sobre Contaminación ambiental por disposición final de residuos sólidos y aguas residuales en la localidad de Lucre-Huacarpay, provincia de Quispicanchi en la región Cusco, con la finalidad de contribuir a la conservación del Humedad Lucre-Huacarpay considerado sitio Ramsar.

CAPITULO I. GENERALIDADES

1.1. PROBLEMÁTICA SITUACIONAL

La localidad de Lucre - Huacarpay pertenece al distrito de Lucre, provincia de Quispicanchi de la región Cusco, en esta localidad se encuentra el Humedad Lucre - Huacarpay considerado sitio Ramsar, este lugar está expuesto a diferentes tipos de amenazas ya sean naturales o antrópicas, como contaminación de los cuerpos de agua natural caso de la laguna de Huacarpay, una amenaza son las aguas residuales provenientes de las lagunas de oxidación debido al inadecuado tratamiento las cuales especialmente en época de lluvias se desbordan desembocando el vertimiento en el pantano aledaño al espejo de agua de la laguna de Huacarpay en su recorrido las aguas el efluente discurre por un canal superficial estancándose el agua residual en la zona de pantano y terrenos de cultivo aledaño al humedal . Como lo ocurrido en los años 2010 y 2017 esta zona fue afectada por el fenómeno hidrometeorológico por la intensa precipitación pluvial el cual ocasionó inundaciones, deslizamientos y derrumbes.

De igual manera se considera una amenaza el botadero controlado de Lucre debido a la inadecuada disposición de final de los residuos sólidos, los cuales generan lixiviados que no reciben ningún tratamiento, acrecentándose en época de lluvias los cuales discurren por la quebrada, considerándose un riego ambiental para los cuerpos de agua, suelo, flora y fauna del lugar.

En las últimas décadas las actividades humanas se han incrementado considerablemente, generando mayor cantidad de residuos sólidos y agua residual por la actividad doméstica, agrícola, comercio especialmente las piscigranjas de trucha.

1.2. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

En la localidad de Lucre-Huacarpay se encuentra asentada la laguna y humedal Huacarpay, este ecosistema está considerado como sitio RAMSAR por la importancia ecológica, ya que el área de estudio tiene una importante

diversidad biológica especialmente aves que habitan en los alrededores de la laguna asociado al humedal.

La finalidad del estudio es determinar la contaminación ambiental por disposición final de residuos sólidos y aguas residuales en la localidad de Lucre-Huacarpay, ubicado en la provincia de Quispicanchi, región Cusco, analizar las características físico-químicas, bacteriológicas y metales pesados en muestras de suelo, lixiviados del botadero controlado, y las aguas residuales provenientes de la planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) de la localidad en estudio y conocer la calidad del agua de la laguna de Huacarpay.

Los datos obtenidos del presente estudio servirán para plantear alternativas de solución con el fin de contribuir para aplicar acciones de conservación en el humedal Lucre – Huacarpay ecosistema tan importante por la gran diversidad de avifauna que alberga y las áreas de cultivo y pastoreo que año tras años van ganado espacio.

1.3. OBJETIVOS

Objetivo general

Determinar la contaminación ambiental por disposición final de residuos sólidos y aguas residuales en la localidad de Lucre-Huacarpay de la provincia de Quispicanchi, región Cusco.

Objetivos específicos.

- Analizar las características fisicoquímicas, bacteriológicas y metales pesados del suelo del botadero controlado de la localidad de Lucre-Huacarpay.
- Determinar las características fisicoquímicas, bacteriológicas y metales pesados de los lixiviados provenientes del botadero controlado.
- Evaluar las características de las aguas residuales provenientes de la PTAR de Lucre.
- Determinar la calidad del agua de la laguna de Huacarpay.

1.4. HIPÓTESIS

Hipótesis general

La localidad de Lucre-Huacarpay se encuentra expuesta a la contaminación por inadecuada disposición final de residuos sólidos y deficiencias en el proceso de tratamiento de las aguas residuales siendo un riesgo potencial para la conservación del humedal Lucre-Huacarpay.

Hipótesis específicas

- Las características fisicoquímicas, bacteriológicas y metales pesados del suelo del botadero controlado de la localidad de Lucre-Huacarpay, se encuentra alterado
- Las características fisicoquímicas, bacteriológicas y metales pesados de los lixiviados provenientes del botadero evidencian contaminación
- Las características de las aguas residuales provenientes de la PTAR de Lucre evidencian que el tratamiento es deficiente y puede causar contaminación
- La calidad del agua de la laguna de Huacarpay está en peligro de contaminarse

CAPITULO II. MARCO TEORICO

2.1. ANTECEDENTES

- **Arellano, M & Valenzuela, M.E. (2004).** En el estudio de evaluación de impacto ambiental de los pozos de oxidación de aguas residuales en Acopia, Pomacanchi y Pampamarca, en la región Cusco, concluyen que la falta de monitoreo, control y mantenimiento de la infraestructura conllevara a que se pierda la utilidad para el cual fueron construidos los pozos de oxidación y continue la contaminación paulatina de los cuerpos receptores caso de las lagunas de Pampamarca y Pomacanchi, además de perderse la belleza escénica paisajística, hábitat de especies y punto de paso de especies migratorias (aves).Las características fisicoquímicas de las aguas residuales en el afluente y efluente, según los análisis la concentración de DBO es > 100 mg/L, supera los LMP, los STS y SS, la concentración es mayor en ambas temporadas (lluvias y secas) 625 mg/L y 416 mg/L, los Coliformes termotolerantes alcanzan a $92x10^5$ NMP/100ml, sobrepasando los LMP (1000 y 5000), solo en Acopia está dentro del LMP. No siendo adecuado su vertido en cuerpos receptores caso lagunas naturales.

- **Quiroz J.V. (2006),** en el estudio de evaluación de la contaminación en el suelo y agua, del sector La Muyuna causada por los residuos sólidos producidos por la ciudad de Tingo María y el C.P. de Castillo Grande y Leoncio Prado en Huánuco, considera que las concentraciones de metales pesados superan los ECA para suelo: Zn (720-4280ppm); Cu (8-216ppm), Fe (12-68ppm); Mn (8-36ppm) y para agua en rangos de Mn(3-7ppm), Zn (2-3ppm), Fe (0,06-0,41ppm); Cu (0,03ppm). La textura del suelo es franco arenoso con pH alcalino de 7.3 con altos contenidos de materia orgánica (3,0-7,6 %), carbonatos (12-25%), CIC (5-8 cmolc/kg) con predominancia del ion Ca^{+2}. Para aguas el pH (>6-8<), turbidez (10-118 UNT), sólidos totales en suspensión (117-241mg/L) y color (34-110UC) con valores sobre los LMP, valores bajos de conductividad eléctrica (274-503 us /cm) y salinidad (0,1-0,2 $^0/00$), con altos contenidos de Coliformes Totales (2/100ml-1100/100ml). Se genera 12,3 Tn/día de residuos sólidos, se demostró que hay contaminación severa con efectos sobre el suelo y agua en el área de estudio.

- **Aguilar, M y Ezquerra, M. (2013).** En el estudio de evaluación de riesgos ambientales en la cuenca de Lucre, en la provincia de Quispicanchi, región Cusco, concluyen que presenta peligro medio en cuanto a flujos de detritus y deslizamientos con 48.83 % y 35.03% respectivamente, peligro bajo de cárcavas con 14.35 % y peligro alto de inundaciones de 94.57 %, los cuales fueron calculados de acuerdo a las áreas obtenidas en el mapa de peligros, vulnerabilidad total de 49.58 % , alcanzando un riesgo ambiental medio para los peligros de flujo de detritus y deslizamiento, riesgo ambiental alto para el peligro por inundación, lo cual conduce a tomar medidas preventivas y de mitigación ante ocurrencia de futuros eventos.
- **Champi V. Villalba M. (2014),** en el estudio "Evaluación de la Contaminación por Disposición Final de Residuos Sólidos en los Centros Poblados de Pisac, Coya, Lamay y Calca, Región Cusco", concluyen que los botaderos evaluados y su área de influencia se categorizaron de moderado riesgo.

  Las aguas del río Vilcanota colindante a cada botadero, de acuerdo con el análisis fisicoquímico los valores de los parámetros evaluados incluido los metales pesados como plomo, cadmio y cromo están dentro de los ECA para la categoría 3, según el análisis bacteriológico reporta presencia de Coliformes termotolerantes, en época de secas supera el ECA indicando contaminación bacteriológica, por lo tanto, estas aguas no son aptas para riego de vegetales ni bebida de animales. Respecto a los lixiviados del botadero de Pisac (Matara) y Calca (Kaytupampa), los valores de STS, DBO y DQO superan los LMP, los metales pesados se encuentran en valores traza por debajo de los LMP, según el análisis bacteriológico la presencia elevada de Coliformes termotolerantes en los botaderos de Pisac, Coya y Calca superan los LMP, siendo un potencial contaminante para los suelos y agua. De acuerdo con los análisis de suelo, la mayoría de los parámetros fisicoquímico las concentraciones son altas en los suelos donde discurren el lixiviado, los metales pesados como plomo y cromo están en valores traza, por debajo de los estándares.

- **Falcón, M. (2016),** en la investigación, “Afectación del Suelo Como Consecuencia de la Disposición de Residuos Sólidos Municipales en el Botadero Roma- Casa Grande”, provincia Ascope, región La Libertad, realiza la evaluación a través del análisis estadístico con diseño experimental unifactorial con medidas repetidas, de cuatro puntos de muestreo ubicados dentro del botadero y el monitoreo en 03 periodos, concluye que existe afectación del suelo como consecuencia de la disposición de residuos sólidos municipales a cielo abierto, por la presencia de metales pesados con caso del Plomo cuyo valor en el MP2 alcanza a 88.09 mg/Kg excediendo el ECA que es de 70 mg/Kg , el Cadmio alcanza valores altos MP1, MP2, MP3 en promedio 2.54 mg/Kg superando el ECA de 1.4mg/Kg, en Cromo alcanza valores altos en los 04 puntos de muestreo con un promedio de 0.951mg/Kg superando el ECA de 0.4 mg/Kg. Provocando impactos ambientales negativos en el suelo del botadero.

- **Amanca F. (2016),** en la investigación “Impacto Ambiental y Plan de Cierre del Ex Botadero de Canchauran del Distrito de Urcos - Quispicanchi”, región Cusco. botadero a cielo abierto que venía funcionando por más de 30 años, generando impactos sobre los factores ambientales presentes dentro del área de influencia directa, para el cual se realizó una línea de base ambiental y se elaboró un plan de cierre para mitigar los impactos negativos generados en el área de estudio, la cantidad de residuos acumulados en el ex botadero es de 34,766.25 tn métricas y la GPC es de 0,483 Kg. /Hab. /día. En el estudio concluye que las acciones ambientales que interrelacionadas con la presencia del ex botadero causan mayor impacto negativo son: "pastoreo", "presencia de lixiviados", "cambio en el uso de suelos" y "desbroce de vegetación". Los factores ambientales que reciben mayor impacto negativo son el agua, suelo y vegetación terrestre. Son 16 impactos positivos distribuidos en los componentes clima, geología, suelos, vegetación y fauna, los impactos negativos son 115, identificados en todos los componentes ambientales a excepción de clima y geología; lo que indica que la presencia del ex botadero genera mayor cantidad de impactos negativos. El análisis de los impactos ha permitido determinar que presupuestalmente se requiere una inversión de 60,067. 07 nuevos soles para el cierre del ex botadero.

- **Ayte, A. (2017).** En la investigación determinó el grado de contaminación del rio Huaro por vertimiento de aguas residuales, en Quispicanchi, región Cusco, comprobando que de acuerdo a los análisis fisicoquímicos de las aguas residuales en ambos vertimiento (parte y parte baja) los valores de DQO y DBO, superan los LMP para efluentes de PTAR de acuerdo al D.S. 003-2010-MINAM, para vertidos a cuerpos de aguas natural, de acuerdo al análisis bacteriológico los Coliformes termotolerantes alcanzan a 23 x 10^3 NMP/ml, superando los LMP en ambos casos indicando que no hay un tratamiento adecuado de estas aguas residuales. Sobre la calidad del agua del rio Huaro fisicoquímicamente es aceptable, sin embargo, el análisis bacteriológico del agua después del punto de vertimiento reporta un valor de Coliformes termotolerantes 21 x 10^3 NMP/ml superando el ECA para agua categoría 3, por lo tanto estas aguas del rio Huaro no son aptas para riego de vegetales ni bebida de animales de acuerdo al D.S. 004-2017-MINAM.

- **Torres, N. (2018),** Realiza el estudio sobre "Evaluación de la concentración de metales pesados como As, Cu, Cd, Hg y Pb en el botadero de Cancharani de la ciudad de Puno", en el que desarrolla muestreos de suelo en áreas de influencia directa e indirecta, contrastando los resultados con los ECA para suelos del MINAM, desarrollando la gráfica de la distribución de metales pesados, con el modelo de Kriging, las concentraciones de Pb, Cd, Cu en los suelos del botadero exceden los LMP de los ECA del MINAM, sin embargo el As y Hg que se encuentran dentro de los ECA para suelo agrícola, así mismo las gráficas de distribución de metales pesados refiere que la concentración de Cadmio, Plomo, Mercurio y Cobre a medida que se aleja del centro del botadero disminuye, según el estudio el suelo del botadero está contaminado.

- **Chávez, I & Grovas, I. (2019).** En el trabajo de investigación sobre "Eficiencia de la planta de tratamiento de aguas residuales de la localidad de Andahuaylillas, Quispicanchi-Cusco. Concluye que según los análisis fisicoquímicos y bacteriológicos las aguas residuales del efluente de la PTAR-Andahuaylillas, los valores de DBO_5 (141.1

mg/L), DQO (221.6 mg/L) y Coliformes termotolerantes ($8x10^6$ NMP/100ml), superan los LMP para ser vertido a un cuerpo receptor caso del rio Vilcanota.

Respecto a la calidad del agua del rio Vilcanota, antes del punto de vertimiento los valores de los parámetros en cuanto a Nitratos (399.5mg/L), DQO (47mg/L), Cloruros (1163), pH (8.3) y Coliformes termotolerantes (5.05×10^3 NMP/100 ml) está por encima del ECA para agua categoría 3. Después del punto de vertimiento, los valores de DQO, nitratos, aceites y grasas, pH y Coliformes termotolerantes (4.1×10^4 NMP/100ml) superan el ECA, determinándose que las aguas del rio Vilcanota antes y después del vertimiento no son aptas para riego de vegetales ni bebida de animales. La eficiencia en el tratamiento de las aguas residuales de la PTAR de Andahuaylillas solo alcanza al 68.9% (aceites y grasas), 59.02% (DBO5), 71.22% (DQO), 88.63% (STS) y 69.8% (Coliformes Termotolerantes).

- **Díaz, B.W. (2019),** desarrolla el estudio "Evaluación de la Contaminación del Suelo por Lixiviados del Botadero Municipal del Distrito de San Pablo", provincia Bellavista, región San Martin, se analiza Cadmio, Plomo y Cromo (Cr+6 y Cr total) en muestras de suelo. En tres puntos de muestreo PM1: Zona con actividad antrópica y/o afectada. (Parte baja del botadero); PM2: Zona con actividad antrópica y/o afectada. (Parte central del botadero). PM3: Zona aledaña a un sembrío agrícola. (Punto de control). Obteniendo para los tres puntos correspondientemente las siguientes concentraciones: Cd. (18.752ppm, 15.126ppm, y 6.321ppm), Pb. (16.255ppm, 12.037ppm, y 11.123ppm) y Cr. Total (0.0363ppm, 0.0231ppm, y 0.0123ppm), el Cd supera los valores del ECA para suelo agrícola, el Pb se mantiene por debajo de los ECA; se concluye que el suelo presenta contaminación por Cadmio debido a los lixiviados del botadero.

2.2. MARCO CONCEPTUAL

2.2.1. Contaminación ambiental

Consiste en la presencia de sustancias extrañas de origen humano en el medio ambiente, ocasionando alteraciones en la estructura y el funcionamiento de los ecosistemas (Brack y Mendiola. 2000)

La contaminación resulta de muy variados actos, desde derrames inadvertidos y accidentales hasta descargas tóxicas intencionales, cualquiera que sea la causa, la contaminación es un subproducto de las actividades económicas y sociales, tales como: cultivos, construcción de hogares, suministro de energía y transporte, manufactura de artículos, aprovechamiento de la energía atómica y nuestras funciones biológicas básicas (excretas). Los problemas de la contaminación se han vuelto notorios con los años por el crecimiento demográfico, expansión per cápita del consumo de materiales y energía aumentan las cantidades de desechos que van al ambiente. Asimismo, muchos materiales muy usados, como las latas de aluminio, envases de plástico e innumerables productos químicos orgánicos sintéticos, no son biodegradables. (Barba, 2002)

2.2.2. Contaminación del Suelo

El suelo es la capa superficial de la tierra y constituye el medio en el cual crecen las plantas, es capaz de aportar los nutrientes fundamentales para el crecimiento de los vegetales y almacenar agua de lluvias cediéndola a las plantas a medida que la necesitan (INIA, 2005). Los suelos se originan por la acción de los factores del clima (humedad, temperatura, calor, viento, etc.) y de los organismos vinientes sobre los distintos tipos de roca, la base es la roca madre, la composición es muy variable de un lugar a otro, los componentes básicos son los materiales **inorgánicos** (agua, aire, fragmentos minerales de diferentes tamaños (piedra, grava, arena, limo y arcilla), materiales **orgánicos** (restos de plantas y animales) y **seres vivos** microorganismos (protozoos, bacterias, hongos y algas) y mesofauna (lombriz de tierra, nematodos, insectos y caracoles); los suelos no son uniformes en el sentido vertical esta , presentan variación conformado por capas u horizontes, se denomina perfil del suelo. ((Brack y Mendiola. 2000)

El término “contaminación del suelo” se refiere a la presencia en el suelo de un químico o una sustancia fuera de sitio y/o presente en una concentración más alta de lo normal que tiene efectos adversos sobre cualquier organismo al que no está destinado. Aunque la mayoría de los contaminantes tiene origen antropogénico, algunos contaminantes pueden ocurrir naturalmente en los suelos como componentes de minerales y pueden ser tóxicos en concentraciones altas. Con frecuencia, la contaminación del suelo no puede ser evaluada directamente o percibida visualmente, convirtiéndola en un peligro oculto. (Rodríguez-Eugenio, N., McLaughlin, M. y Pennock, D, 2019)

2.2.2.1. Tipos de contaminación del suelo

- **Contaminación puntual:** La contaminación del suelo puede ser causada por un evento específico o una serie de eventos dentro de un área determinada en la que los contaminantes son liberados al suelo y la fuente e identidad de la contaminación son fácilmente identificadas. Este tipo de contaminación se conoce como contaminación puntual. Las actividades antropogénicas representan las principales fuentes de contaminación de tipo puntual. Entre los ejemplos destacan los emplazamientos de antiguas fábricas, la eliminación inadecuada de desechos y aguas residuales, vertederos no controlados, aplicación excesiva de agroquímicos, derrames de muchos tipos entre otros (FAO&ITPS, 2015)

Figura 1. *Botadero informal a campo abierto Poroy – Cusco (2018)*
Fuente: Rodriguez 2018

- **Contaminación difusa:** La contaminación difusa es una contaminación que se propaga por áreas muy extensas, se acumula en el suelo y no tiene una fuente única o fácilmente identificable. La contaminación difusa se presenta donde la emisión, transformación y dilución de contaminantes en otros medios ha ocurrido previamente a su transferencia al suelo (FAO&ITPS, 2015)

2.2.3. Residuos Solidos

Es cualquier objeto, material, sustancia o elemento resultante del consumo o uso de un bien o servicio, del cual su poseedor se desprende, para ser manejados priorizando la valorización de los residuos y en último caso, su disposición final, incluye todo residuo o desecho en fase sólida o semisólida también se considera residuos aquellos que siendo líquido o gas se encuentran contenidos en recipientes o depósitos que van a ser desechados, así como los líquidos o gases, que por sus características fisicoquímicas no puedan ser ingresados en los sistemas de tratamiento de emisiones y efluentes y por ello no pueden ser vertidos al ambiente. En estos casos los gases o líquidos deben ser acondicionados de forma segura para su adecuada disposición final.

(D.L. 1278. Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos, 2016)

2.2.3.1. Clasificación de Residuos Sólidos:

Según su origen

- Residuo domiciliario
- Residuo comercial
- Residuo de limpieza
- Residuo hospitalario
- Residuo industrial
- Residuo de construcción
- Residuo agropecuario
- Residuo de actividades especiales

Según su gestión

- Residuo de ámbito municipal
- Residuo de ámbito no municipal

Según su peligrosidad

- Residuos peligrosos
- Residuos no peligrosos

(D.L. 1278, 2016)

2.2.4. Características de los Residuos Sólidos

2.2.4.1. Características físicas

- Composición gravimétrica, es el peso porcentual de cada componente en relación con el peso total de los residuos manejados, se expresa en porcentaje (%).
- Peso específico (densidad), es la relación del peso de los residuos en función del volumen que ocupan, se expresan en Kg/m^3. Su determinación es fundamental para el dimensionamiento de equipos e instalaciones.
- Compresibilidad, también se conoce como grado de compactación, indica la reducción en volumen que puede sufrir una determinada masa de residuos cuando es sometida a una presión determinada y se expresa en porcentaje (%).
- Producción per Cápita, Relación a la cantidad de residuos generado diariamente por un habitante de una región determinada. Se expresa en Kg/hab/día. (Glynn, H. & Heinke, G. 1999.

2.2.4.2. Características químicas

- Poder calorífico: Indica la capacidad potencial de calor que puede desprender un material cuando es quemado.
- Potencial de hidrógeno (pH): Indica el grado de acidez o alcalinidad de los residuos.
- Composición Química: Es importante conocer los porcentajes de cenizas, materia orgánica, carbono, nitrógeno, humedad, potasio, relación carbono/nitrógeno, calcio y fósforo entre otros para definir los tipos de tratamientos aplicables a los residuos. (Glynn, H. & Heinke, G. 1999)

2.2.4.3. Características biológicas

En condiciones de calor y humedad los residuos orgánicos se convierten en lugares ideales para la multiplicación de organismos causantes de enfermedades. Los organismos patógenos, aun si están ausentes al principio, tienen fácil acceso a estos por intermedio de vectores. En el caso de los residuos sólidos los vectores usuales para la transmisión de enfermedades (agua, aire y alimentos) no son importantes; las moscas, los roedores y los mosquitos son los vectores primarios. Las principales

enfermedades que son motivo de preocupación y que se asocian con las moscas y mosquitos son gastroenteritis, disentería y hepatitis. (Glynn, H. & Heinke, G. 1999.

2.2.5. Manejo de Residuos Sólidos: D.L. 1278. Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos (2016), el manejo de los residuos comprende las siguientes operaciones o procesos:

a) Barrido y limpieza de espacios públicos

b) Segregación

c) Almacenamiento

d) Recolección

e) Valorización

f) Transporte

g) Transferencia

h) Tratamiento

i) Disposición final

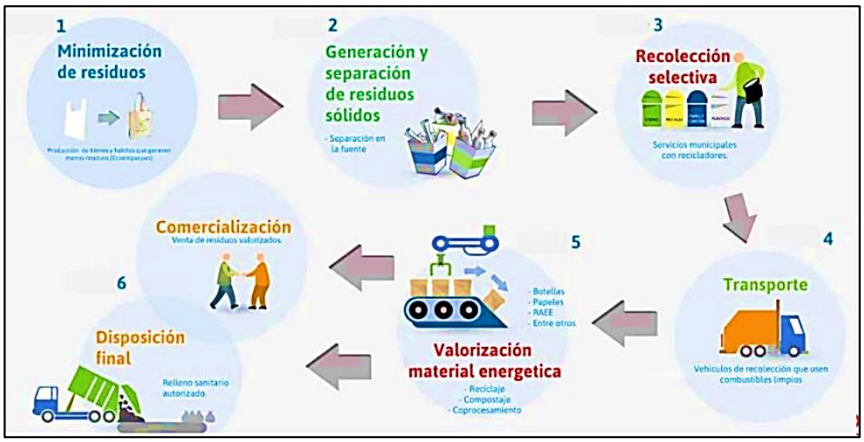

Figura 2. *Enfoque de la gestión de residuos solidos*
Fuente: MINAM 2019

- **Segregación:** La segregación de residuos debe realizarse en la fuente o en infraestructura de valorización de residuos debidamente autorizada. Queda prohibida la segregación en las áreas donde se realiza de disposición final de los residuos.

Respecto a la segregación en la fuente, los generadores de **residuos no municipales** se encuentran obligados a entregar los residuos debidamente segregados a los operadores de residuos sólidos debidamente autorizados.

Los generadores de **residuos municipales** se encuentran obligados a entregar los residuos debidamente segregados a los operadores de residuos sólidos debidamente autorizados o a las municipalidades que presten el servicio. (D.L. 1278, 2016)

- **Recolección de residuos municipales:**

  La recolección de los residuos debe ser selectiva y efectuada de acuerdo con las disposiciones emitidas por la autoridad municipal correspondiente, los recicladores y/o asociaciones de recicladores debidamente formalizados se integran al sistema de recolección selectiva implementado por la municipalidad correspondiente. La recolección selectiva se realiza de acuerdo con los requerimientos de valoración posterior u otros criterios que defina la autoridad local. (D.L. 1278, 2016)

- **Almacenamiento:**

  El almacenamiento en los domicilios, urbanizaciones y otras viviendas multifamiliares, debe ser realizado siguiendo los criterios de segregación de residuos y la normatividad municipal aplicable. El almacenamiento es de exclusiva responsabilidad de su generador hasta su entrega al servicio municipal correspondiente, sea éste prestado en forma directa o a través de terceros, en el tiempo y forma que determine la autoridad.

  El almacenamiento de residuos municipales y no municipales se realiza en forma segregada, en espacios exclusivos para este fin, considerando su naturaleza física química y biológica, así como las características de peligrosidad, incompatibilidad con otros residuos y las reacciones que puedan ocurrir con el material de recipiente que lo contenga, con la finalidad de evitar riesgos a la salud y al ambiente.

  Los residuos generados en espacios públicos son almacenados en contenedores debidamente acondicionados de acuerdo a criterios sanitarios y ornamentales, y su implementación y manejo son de responsabilidad de la municipalidad donde se encuentre. El almacenamiento de residuos municipales y no municipales deben cumplir con la Norma Técnica Peruana 900.058:2005 “GESTIÓN AMBIENTAL”.

Gestión de residuos. Código de colores para los dispositivos de almacenamiento de residuos. (D.L. 1278, 2016)

- **Valorización**

  La valorización constituye la alternativa de gestión y manejo que debe priorizarse frente a la disposición final de los residuos. Esta incluye las actividades de reutilización, reciclaje, compostaje, valorización energética entre otras alternativas, y se realiza en infraestructura adecuada y autorizada para tal fin. (D.L. 1278, 2016)

- **Transporte**

  El transporte constituye el proceso de manejo de los residuos sólidos ejecutada por las municipalidades o Empresas Operadoras de Residuos Sólidos autorizadas, consiste en el traslado apropiado de los residuos recolectados hasta las infraestructuras de valorización o disposición final, según corresponda, empleando vehículos apropiados cuyas características se especificarán en el instrumento de normalización que corresponda, y las vías autorizadas para tal fin. En el caso de los residuos peligrosos, el transporte se realiza de acuerdo con la normativa para el transporte de los materiales y residuos peligrosos, así como de acuerdo con lo establecido en la versión vigente del Libro Naranja de las Naciones Unidas y/o del Sistema Globalmente Armonizado de Clasificación y Etiquetado de productos químicos. (D.L. 1278, 2016)

- **Transferencia**

  Es el proceso que consiste en transferir los residuos sólidos de un vehículo de menor capacidad otro de mayor capacidad, para luego continuar con el proceso de transporte. La transferencia se realiza en infraestructura autorizada para tal fin. No se permitirá el almacenamiento temporal de los residuos en estas instalaciones, por más de doce horas. (D.L. 1278, 2016)

- **Tratamiento**

  Son los procesos, métodos o técnicas que permiten modificar las características físicas, químicas o biológicas del residuo sólido, para reducir o eliminar su potencial peligro

de causar daños a la salud o al ambiente y orientados a valorizar o facilitar la disposición final. Deben ser desarrollados por las municipalidades o las Empresa Operadoras de Residuos Sólidos en las instalaciones autorizadas. (D.L. 1278, 2016)

- **Disposición final**

  Los residuos que no puedan ser valorizados por la tecnología u otras condiciones debidamente sustentadas, deben ser aislados y/o confinados en infraestructuras debidamente autorizadas, de acuerdo con las características físicas, químicas y biológicas del residuo con la finalidad de eliminar el potencial peligro de causar daños a la salud o al ambiente. (D.L. 1278, 2016)

  Disposición final en sitios de generación: Los proyectos de infraestructura de disposición final que se ubiquen dentro de las instalaciones extractivas, productivas o de servicios, áreas de la concesión o lote del titular del proyecto deben ser considerados en el instrumento de gestión ambiental correspondiente, sin perjuicio de las competencias municipales en materia de zonificación.

  Prohibición de disposición final de residuos en lugares no autorizados: Está prohibido el abandono, vertido o disposición de residuos en lugares no autorizados por la autoridad competente o aquellos establecidos por Ley. Los lugares de disposición final inapropiada de residuos sólidos identificados como botaderos deben ser clausurados por la municipalidad provincial en coordinación con la municipalidad distrital respectiva.

  Recuperación y reconversión de áreas degradadas por residuos: Las áreas degradadas por residuos sólidos deben ser recuperadas y clausuradas o reconvertidas en infraestructuras de disposición final de residuos. El Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental elabora y administra el Inventario Nacional de Áreas Degradadas por Residuos Sólidos y categoriza los sitios contaminados de acuerdo con los criterios que establezca el MINAM en función a los impactos ambientales y sociales existentes, con la finalidad de identificar los sitios que serán recuperados para su clausura definitiva o que serán materia de reconversión en infraestructura de residuos sólidos. El titular del proyecto de recuperación o reconversión debe contar

con el instrumento de gestión ambiental aprobado por la autoridad competente, antes del inicio de las operaciones de recuperación o reconversión, según corresponda. (D.L. 1278, 2016)

2.2.6. Relleno Sanitario

Es una infraestructura instalada destinada a la disposición sanitaria y ambientalmente segura de los residuos en los residuos municipales a superficie o bajo tierra, basados en los principios y métodos de la ingeniería sanitaria y ambiental. (MINAM, 2011).

El relleno sanitario es una técnica de disposición final de residuos sólidos en el suelo, mediante el uso de principios de ingeniería para confinar la basura en un área previamente implementada con los dispositivos para el control y manejo de las emisiones (líquidos y gases) que se generan producto de la descomposición de la materia orgánica contenida en los residuos sólidos, con la finalidad de prevenir los riesgos a la salud pública y deterioro de la calidad ambiental.

Los rellenos sanitarios de acuerdo con el tipo de operación se clasifican en tres: Relleno sanitario manual: El esparcido, compactación y cobertura de los residuos se realiza mediante el uso de herramientas simples como rastrillos, pisones manuales, entre otros y la capacidad de operación diaria no excede las 20 toneladas de residuos. Se restringe su operación en horario nocturno. Relleno sanitario semi mecanizado: La capacidad máxima de operación diaria no excede las 50 toneladas de residuos y los trabajos de esparcido, compactación y cobertura de los residuos se realizan con el apoyo de equipo mecánico, siendo posible el empleo de herramientas manuales para complementar los trabajos del confinamiento de residuos. Relleno sanitario mecanizado: La operación se realiza íntegramente con equipos mecánicos como el tractor de oruga, cargador frontal y su capacidad de operación diaria es mayor a las 50 toneladas. Es materia de la presente guía técnica exclusivamente la orientación respecto a los procedimientos previos, el diseño, la construcción y la operación del relleno sanitario manual (MINAM, 2011).

2.2.7. Botadero controlado

Lugar de disposición final de residuos sólidos que no cuenta con la infraestructura necesaria ni suficiente para ser considerado como un relleno sanitario. Puede ser usado de manera temporal debido a una situación de emergencia. En el botadero controlado se darán las condiciones mínimas de operación para que los residuos no se encuentren a cielo abierto; estos residuos deberán ser compactados en capas para reducir su volumen y serán confinados periódicamente con material de cobertura (CONAM/CEPIS/OPS, 2004)

2.2.8. Gestión y manejo integral de residuos sólidos municipales

La gestión de los residuos sólidos de responsabilidad municipal en el país debe ser coordinada y concertada, especialmente en las zonas donde se presente perturbación, en armonía con las acciones de las autoridades nacionales, sectoriales y las políticas de desarrollo nacional y regional. Las municipalidades provinciales están obligadas a realizar las acciones que correspondan para la debida implementación de esta disposición, adoptando medidas de gestión mancomunada, convenios de cooperación interinstitucional, la suscripción de contratos de concesión y cualquier otra modalidad legalmente permitida para la prestación eficiente de los servicios de residuos sólidos, promoviendo la mejora continua de los servicios. Bajo responsabilidad funcional, los concejos municipales de los municipios provinciales y distritales deben aprobar la tasa de arbitrios por los servicios de limpieza pública. Asimismo, los concejos municipales deben aprobar estrategias para avanzar hacia la sostenibilidad financiera del servicio de limpieza pública, aumentar la recaudación y reducir la morosidad. En caso de déficit, deben destinar los montos necesarios para financiar la sostenibilidad de los servicios de residuos sólidos, con afectación a las fuentes presupuestales disponibles.

Las municipalidades deben incluir en sus Planes Operativos Institucionales, los objetivos y metas en materia de gestión y manejo de residuos, así como las correspondientes partidas presupuestarias, en concordancia con las metas nacionales establecidas por el MINAM y los Planes Integrales de Gestión Ambiental de Residuos, respectivamente. Los planes de residuos que diseñen e implementen las municipalidades, deben considerar el proceso de caracterización de sus residuos,

contener objetivos concretos de segregación y valorización y tener un enfoque de género e inclusión social y promover el empleo local. Asimismo, deben involucrar la acción vecinal responsable.

Las municipalidades, en concordancia con las políticas nacionales deben proporcionar información y evaluar permanentemente los resultados de su gestión, los cuales deben medirse atendiendo a los siguientes aspectos:

a) Cobertura de los servicios de limpieza pública y recolección selectiva.
b) Gradual disminución de la cantidad de residuos que tiene como primer destino la disposición final.
c) Gradual incremento de los residuos que tienen como primer destino los procesos de valorización, tales como: reciclaje, compostaje, procesamiento, entre otros.
d) Grado de formalización de las asociaciones de recicladores.
e) Recaudación de los arbitrios.
f) Eficiencia y calidad en la prestación de los servicios.
g) Otros que defina la autoridad rectora nacional y/o municipal.

Los indicadores para la medición de los resultados son definidos por el MINAM y los municipios. Sin perjuicio de la autoevaluación de las municipalidades, los indicadores son utilizados para las acciones de veeduría y evaluación de desempeño a cargo de las Comisiones Ambientales Municipales (CAM), así como para las acciones de supervisión del OEFA.

La contratación de terceros para el manejo de los residuos no exime a la municipalidad de la responsabilidad de verificar permanentemente la vigencia y alcance de la autorización otorgada a la empresa contratada y contar con documentación que acredite las autorizaciones legales correspondientes de las instalaciones de tratamiento o disposición final de los mismos.

Respecto al manejo de los residuos peligrosos municipales deben ser manejados de manera selectiva y separada como parte del servicio de limpieza pública.

(D.L. 1278, 2016)

2.2.9. Lixiviados

Los lixiviados son líquidos que se generan por la liberación del exceso de agua de los residuos sólidos y por la percolación de agua pluvial a través de los estratos de residuos sólidos que se encuentran en las fases de descomposición. El lixiviado es considerado como el principal y gran contaminante generado en un relleno. (Corena, 2008).

Figura 3. *Lixiviados de botadero informal*
Fuente: Rodriguez 2018

2.2.9.1. Composición de Lixiviados

Los lixiviados en el relleno arrastran a su paso material disuelto, en suspensión, fijo o volátil, lo que provoca que tengan elevadas cargas orgánicas y un color que varía desde café-pardo-grisáceo cuando están frescos hasta un color negro viscoso cuando envejecen. Se reportan concentraciones tan elevadas como 60,000 mg/l de DQO. Los lixiviados también poseen elevadas concentraciones de sales inorgánicas (cloruro de sodio y carbonatos) y de metales pesados. Varios estudios indican que el carbono orgánico en forma coloidal tiene el potencial de adsorber altas concentraciones de metales en su superficie, por lo que actúan como transporte de metales traza en los lixiviados (Méndez et. al., 2002)

2.2.9.2. Generación de Lixiviados:

Al depositarse los residuos en los rellenos, éstos comienzan a descomponerse mediante una serie de procesos químicos complejos. Los productos principales de la descomposición son los líquidos lixiviados. Los líquidos pueden afectar la salud de las poblaciones de los alrededores. Los líquidos lixiviados se forman mediante el percolado

de líquidos (como, por ejemplo, agua de lluvia) a través de sustancias en proceso de descomposición. El líquido, al fluir, disuelve algunas sustancias y arrastra partículas con otros compuestos químicos. Los ácidos orgánicos formados en ciertas etapas de la descomposición contenidos en el lixiviado (como ácido acético, láctico o fórmico) disuelven los metales contenidos en los residuos, transportándolos con el lixiviado (Corena, 2008).

2.2.9.3. Problemas asociados en la generación de lixiviados

Uno de los principales problemas en los rellenos sanitarios es la descarga de lixiviados. El movimiento que realiza el lixiviado en los límites del terreno en el nivel freático o en las fuentes de aguas superficiales, causa considerables problemas de contaminación (Corena, 2008).

2.2.10. Recurso agua

El agua es uno de los elementos más importantes de la naturaleza, es indispensable en los procesos de la vida, conforma el hábitat de diversos microorganismos y grandes comunidades acuáticas, el ser humano está constituido por un 70 a 85% de agua (en la medida que se envejece se va perdiendo el agua de nuestro cuerpo), el hombre utiliza el agua para la generación de energía mediante plantas hidroeléctricas, usos múltiples en la industria, actividades agro-silvícolas y para uso doméstico. (Enkerlin y Cano, 1997).

El agua es del todo fundamental para la vida como lo conocemos, sin agua es difícil imaginar alguna forma de vida, la tierra cuenta con un volumen total de alrededor de 1400 millones de kilómetros cúbicos cubre el 71 % de la superficie terrestre, aun así en algunas partes no es fácil obtener las cantidades necesarias de agua lo bastante pura, los principales ecosistemas y biotas terrestres , así como los seres humanos dependen al agua dulce , aquella cuyo contenido de sales es menor al 0.01 % (100 ppm), el 97 % del agua en la tierra es salada y se encuentran en mares y océanos, del restante 3% es agua dulce 87% está concentrada en los casquetes polares y glaciares, es agua profunda inaccesible o se halla en la atmosfera, por lo que solo es asequible el 0.4 % del total, la evaporación de los océanos y las lluvias proveen sin interrupción este pequeño porcentaje, por lo que el agua dulce es un recursos renovable, sin embargo no podemos sacar agua más de la que fluye, el suministro de agua dulce está limitado por las

cantidades que se mueven por el sistema natural. Los habitantes humanos para cubrir sus necesidades deben acudir al mismo suministro de agua para beber, para regar sus cultivos, y proveer a las industrias, por eso hay una inevitable división del agua entre la biota natural y las necesidades de las poblaciones humana. (Nebel y Wright, 1999)

Fuentes y usos del agua

De acuerdo con el uso del agua que le da el hombre, se clasifica en dos categorías, cuantitativas y cualitativas, las **cuantitativas** atañen a las cuestiones si hay suficiente para satisfacer nuestras necesidades o cuales son las consecuencias de desviarla de un punto del ciclo al otro, las **cualitativas** se refiere a temas como si el agua es bastante pura para que no dañe la salud humana o el ambiente, conviene recordar que la calidad es una preocupación permanente relacionado a la contaminación.

Sobre los principales usos del agua dulce, se destina al empleo domestico e industrial, , generación de energía eléctrica, estos usos se consideran **no desperdiciados** porque el agua aunque contaminada por desechos puede ser asequible para los mismos usos u otros previo tratamiento; por el contrario **el riego es un uso desperdiciado** el agua se pierde para el aprovechamiento humano, se filtra en el suelo y vuelve a la atmosfera por evaporación , desde luego en cualquier caso entra de nuevo en el ciclo general, pero queda fuera del control humano. En todo el mundo el mayor uso del agua es en el riego de cultivos (69 %), en segundo lugar, está la industria (23 %) y en tercero el consumo humano, los seres humanos toman el agua dulce de cualquier fuente a su alcance, en algunos casos esto significa acopiar agua de lluvia en casos de escasez.

Si embargo las principales fuentes de agua dulce son las masas superficiales tales como ríos, lagos, lagunas y subterráneas; las masas superficiales y pozos poco profundos a menudo se contaminan con diversos residuos, incluyendo excrementos animales y aguas residuales, que contengan agentes patógenos (organismos que causan enfermedades); de acuerdo a datos de las Naciones Unidas , el agua contaminada es causante del 80% de las enfermedades en paises en desarrollo y de la muerte de cuatro a cinco millones de niños cada año , de los cuales un millón fallece de simple diarrea. (Nebel y Wright, 1999).

Usos del agua de acuerdo con la normativa peruana

El agua es un recurso natural renovable indispensable para la vida vulnerable y estratégico para el desarrollo sostenible, mantenimiento de los sistemas ecológicos y la seguridad de la nación. (D.L. 29338. Ley de Recursos Hídricos, 2009).

- **Uso Primario del agua:**

  Consiste en la utilización directa y efectiva de la misma, en las fuentes naturales y cauces públicos de agua con el fin de satisfacer necesidades humanas primarias, comprende el uso de agua para la preparación de alimentos, el consumo directo y el aseo personal, así como su uso en ceremonia culturales, religiosas y rituales (Art. 36º. D.L. 29338, 2009)

  El acceso a las fuentes naturales y artificiales de agua para el uso primario es libre y gratuito, se ejerce sin afectar la propiedad de terceros ni a los bienes asociados al agua. (Art. 57°. D.S. N° 001-2010-AG. Reglamento del D.L. 29338)

- **Uso Poblacional del agua**

  La licencia del uso del agua con fines poblacionales se otorga a las entidades encargadas del suministro del agua poblacional, las que son responsables de implementar, operar y mantener los sistemas de abastecimiento de agua potable en condiciones que garanticen la calidad adecuada del agua para el uso poblacional y la eficiente prestación del servicio, estas entidades están sujetas a la regulación, supervisión y fiscalización de la autoridad competente según corresponda.
  (Art. 59°. D.S. N° 001-2010-AG. Reglamento del D.L. 29338)

- **Uso Productivo del agua**

  Consiste en la utilización con carácter exclusivo de los recursos hídricos, como insumo para el desarrollo de una actividad económica, para ejercer de este uso se requiere de licencia, permiso o autorización de uso de agua otorgado por la Autoridad Nacional del Agua. (Art. 61°. D.S. N° 001-2010-AG. Reglamento del D.L. 29338)

El uso productivo del agua consiste en la utilización de la misma en procesos de producción o previos a los mismos, se ejerce mediante derecho de uso de agua, otorgados por la Autoridad Nacional (Art. 42º).

Son tipos de uso productivo los siguientes: Agrícola, pecuario, acuícola y pesquero; energético, industrial, medicinal, minero, recreativo, turístico y transportes. (Art. 43º). (Art. 42º. Art. 43º. D.L. 29338, 2009).

2.2.11. Aguas residuales

Son aquellas aguas cuyas características originales han sido modificadas por actividades humanas y que por sus características requieren un tratamiento previo, antes de ser reusadas, vertidas a un cuerpo natural de agua o descargadas al sistema de alcantarillado. (OEFA, 2014).

Figura 4. *Lagunas de oxidación - PTAR Huaro - Quispicanchis - Cusco*
Fuente: Rodriguez 2018

La clasificación se hace con respecto a su origen en:

- **Aguas residuales industriales:** son aquellas que proceden de cualquier actividad o negocio en cuyo proceso de producción, transformación o manipulación se utilice el agua, son enormemente variables en cuanto a caudal y composición, difiriendo las características de los vertidos. (Hernández, 2014)

  Resultan del desarrollo de un proceso productivo, incluyéndose a las provenientes de la actividad minera, agrícola, energética, agroindustrial entre otras. (OEFA, 2014)
- **Aguas residuales domésticas:** son las aguas residuales producidas por las actividades humanas relacionadas con el consumo de agua potable: lavado de platos, duchas,

lavatorios, servicios sanitarios y similares. Su calidad es muy uniforme y conocida variando un poco con respecto al nivel socioeconómico y cultural de las poblaciones. (Hernández, 2014)

Son aquellas de origen residencial y comercial que contienen desechos fisiológicos, entre otros, provenientes de la actividad humana, y deben ser dispuestas adecuadamente. (OEFA,2014)

- **Aguas residuales urbanas:** son los vertidos que se generan en los núcleos de población urbana como consecuencia de las actividades propias de éstos. Presentan una cierta homogeneidad en cuanto a su composición y carga contaminante, ya que sus aportes van a ser siempre los mismos; las características de cada vertido urbano van a depender del núcleo de población en el que se genere, influyendo parámetros tales como el número de habitantes, la existencia de industrias dentro del núcleo, tipo de industria, etc. Los aportes que genera esta agua son:
  - Aguas negras o fecales
  - Aguas de lavado doméstico
  - Aguas provenientes del sistema de drenaje de calles y avenidas
  - Aguas de lluvia y lixiviados

  (Hernández, 2014)

2.2.12. Problemas asociados a las aguas residuales

Se manifiesta déficit de cobertura por Entidades Prestadoras de Servicios de Saneamiento (EPS Saneamiento) a nivel nacional, de las 50 EPS Saneamiento que brindan el servicio de alcantarillado, sólo se brinda cobertura al 69,65% de la población urbana, la población no cubierta vierte directamente sus aguas residuales sin tratamiento al mar, ríos, lagos, lagunas, quebradas o las emplean para el riego de cultivos. Las Entidades Prestadoras de Servicios de Saneamiento (EPS Saneamiento) no brindan un servicio adecuado de tratamiento de aguas residuales, hay sobrecarga de aguas residuales en las plantas de tratamiento cuya infraestructura es insuficiente, lo cual origina que los efluentes tratados excedan los límites máximos permisibles (LMP),

y no se cumplan con los estándares de calidad ambiental (ECA). Esto genera problemas ambientales como la contaminación de los cuerpos de agua y la generación de malos olores que causan conflictos con la población. La disposición de aguas residuales sin tratamiento alguno y las aguas residuales tratadas inadecuadamente contaminan los cuerpos de agua natural, a su vez, por infiltración en el subsuelo contaminan las aguas subterráneas, por lo que se convierten en focos infecciosos para la salud de las poblaciones, así como para la flora y fauna del lugar. (OEFA, 2014)

2.2.13. Manejo de las aguas residuales municipales

- Las EPS de saneamiento u otras entidades similares, captan el agua de cuerpos receptores como los ríos, lagos, lagunas, manantiales, pozos subterráneos, les brindan un tratamiento con la finalidad de hacerlas aptas para consumo humano.
- El agua de consumo humano es empleada para el desarrollo de actividades domésticas, comerciales e industriales, que terminan generando aguas residuales municipales. Estas últimas son vertidas a la red de alcantarillado de las EPS Saneamiento u otras similares, las aguas residuales que no son descargadas a una red de alcantarillado se vierten sin tratamiento a los cuerpos de agua naturales, terrenos baldíos o son utilizados para el riego de cultivos.
- Parte de las aguas descargadas a red de alcantarillado es derivada a las plantas de tratamiento, empleando diversas tecnologías como: Lagunas facultativas, lagunas aireadas, lodos activados o filtros percoladores entre otros, posteriormente estas aguas tratadas son empleadas para riego de cultivos, áreas verdes, piscicultura o vertidas a cuerpos de agua natural.
- Las aguas residuales descargadas a la red de alcantarillado que no son derivadas a la PTAR son vertidas sin ningún tratamiento a los cuerpos de agua natural, terrenos baldíos, o son empleadas en prácticas inadecuadas como riego de cultivos, lo que representa un riesgo para la salud y el ambiente.

  (OEFA, 2014)

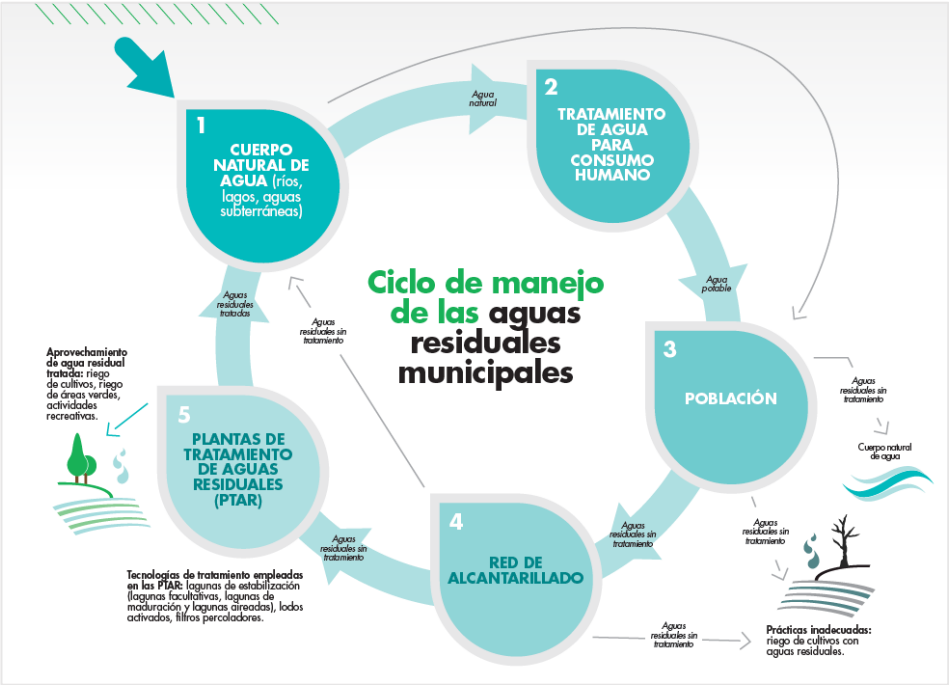

Figura 5. *Ciclo de manejo de las aguas residuales municipales*

Fuente: OEFA (2014)

2.2.14. Planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR)

Una planta de tratamiento de aguas residuales es una instalación donde el agua sucia, o residual, es sometida a un proceso mediante el cual, por una combinación de diversos tratamientos físicos, químicos y/o biológicos se consigue eliminar la materia en suspensión, así como las sustancias coloidales y finalmente las sustancias disueltas que contiene. Todo esto para alcanzar unos niveles acordes con la normativa vigente y proporcionar una correcta integración de esta agua residual con el entorno, y obtener los mejores rendimientos posibles. (Hillbeboe, 2005).

2.2.15. Tratamiento de aguas residuales

Toda agua residual debe ser tratada tanto para proteger la salud pública como para preservar el medio ambiente. Es importante hacer énfasis los proyectos de uso de aguas residuales, debido a que cuando se aplican y gestionan adecuadamente, los proyectos de aprovechamiento de aguas residuales ejercen efectos ambientales positivos e incrementan el rendimiento agrícola y acuícola. (Martínez, 2007)

Los procesos y métodos de tratamiento de aguas residuales son:

- **El pre tratamiento**: se define como el proceso de eliminación de los constituyentes de las aguas residuales cuya presencia pueda provocar problemas de mantenimiento y funcionamiento de los diferentes procesos, operaciones y sistemas auxiliares.
- **El tratamiento primario:** Se emplea para la eliminación de los sólidos en suspensión y los materiales flotantes, impuesta por los límites, tanto de descarga al medio receptor como para poder llevar los efluentes a un tratamiento secundario. Siendo los procesos utilizados para el pretratamiento y tratamiento primario de las aguas residuales:
  - **Desbaste:** Eliminación de sólidos gruesos en suspensión mediante el uso de rejillas.
  - **Dilaceración:** Trituración de sólidos gruesos hasta conseguir un tamaño menor.
  - **Flotación:** Separación de sólidos de baja densidad o partículas líquidas de una fase líquida, generalmente con ayuda de pequeñas burbujas de aire que asociándose a las mismas les obligan a elevarse hacia la superficie.
  - **Homogenización:** Proceso para conseguir una corriente mezclada y neutra.
  - **Desarenado:** Eliminación de las arenas contenidas en las aguas residuales.
  - **Desgrasado:** Eliminación de la mayor parte de las grasas, aceites y detergentes que puedan interferir en procesos posteriores.
  - **Filtración:** Eliminación de las partículas que no han sedimentado.
  - **Sedimentación:** La eliminación de las materias por sedimentación se basa en la diferencia de peso específico entre las partículas sólidas y el líquido donde se encuentran, que acaba con el depósito de las materias en suspensión.
  - **Floculación:** Adición de ciertos reactivos químicos que permiten que las partículas muy pequeñas aumenten de tamaño y sedimenten. Los principales floculantes son: Sulfato de aluminio, cloruro férrico y poli electrólitos.
  - **Coagulación:** Agitación muy suave que ayuda a que los floculas se unan entre ellos haciéndose más grandes. Puede hacerse también añadiendo coagulantes (poliamidas, poliacrilamidas).

    (Rolim, 2000)
- **Tratamiento secundario:** Está principalmente encaminado a la eliminación de los sólidos en suspensión y de los compuestos orgánicos biodegradables. Los principales tipos de tratamientos secundarios se muestran:

- **Lodos Activos:** Tratamiento en el que se somete un agua residual a una aireación durante un periodo de tiempo y se reduce su contenido de materia orgánica, formándose un lodo floculante.
- **Aireación Prolongada:** Es una modificación del proceso de lodos activos consiguiendo la oxidación total y disminuyendo la cantidad de lodo total.
- **Estabilización por contacto:** Es una modificación de los lodos activados en el que el agua residual se mezcla con un lodo estabilizado. El tiempo de contacto es mayor, pero se mantienen volúmenes menores.
- **Balsas de Estabilización:** Son balsas en las que no se utiliza la aireación. El oxígeno necesario se obtiene de la superficie natural de aireación y de las algas que producen oxígeno por fotosíntesis. El oxígeno liberado por las algas en la fotosíntesis se utiliza por las bacterias para la degradación aeróbica de la materia orgánica. Los productos de degradación son utilizados de nuevo por las algas, estableciéndose, así, una relación simbiótica.
- **Filtros Percoladores:** También llamados filtros biológicos. En este caso se utiliza un soporte para el crecimiento biológico que se mantiene fijo, se denominan reactores de crecimiento biológico asistido.
- **Biodiscos:** Son sistemas en los que la biomasa se presenta simultáneamente en la forma de crecimiento asistido como en los filtros percoladores y crecimiento en suspensión en lodos activos.

  (Romero, 2005)

- **Lagunas de maduración:** Tienen como objetivo fundamental la eliminación de bacterias patógenas. Además de su efecto desinfectante, las lagunas de maduración cumplen otros objetivos, como son la nitrificación del nitrógeno amoniacal, cierta eliminación de nutrientes, clarificación del efluente y consecución de un efluente bien oxigenado. Las lagunas de maduración se construyen generalmente con tiempo de retención de 3 a 10 días cada una, mínimo 5 días cuando se usa una sola y profundidades de 1 a 1.5 metros. Las lagunas de maduración suelen constituir la última etapa del tratamiento, por medio de una laguna facultativa primaria o secundaria o de una planta

de tratamiento convencional, debido a la eliminación de agentes patógenos, si se reutiliza el agua depurada. (Romero, 2005)

- **Tratamiento terciario:** El tratamiento terciario de las aguas residuales (al que se conoce también como tratamiento avanzado) se define como una serie de procesos destinados a conseguir una calidad del efluente superior a la del tratamiento secundario convencional, mediante la eliminación de los contaminantes que éstos últimos no han podido eliminar. Entre los tratamientos más utilizados tenemos:
  - Adsorción en carbón activo
  - **Adsorción:** Acumulación de soluto (contaminante) entre dos fases sólida y líquida.
  - **Adsorbato:** Soluto (contaminante) que se desea eliminar de la fase líquida.
  - **Adsorbente:** Fase sólida (Carbón activo) para eliminar los contaminantes.
  - **Intercambio iónico:** Proceso en el que los iones que se mantienen unidos a grupos funcionales, sobre la superficie de un sólido, mediante fuerzas electrostáticas, se intercambian por iones de una especie diferente de disolución.
  - **Osmosis Inversa:** El proceso de osmosis inversa utiliza una membrana semipermeable para separar los sólidos disueltos del agua. Se llama ósmosis inversa ya que se requiere una presión para forzar el paso del agua pura a través de la membrana saliendo las impurezas detrás.
  - **Electrodiálisis:** Proceso electroquímico que permite desalinizar una corriente acuosa mediante el uso de corriente eléctrica.
  - **Cloración:** Proceso de desinfección del agua residual, mediante el uso de cloro.
  - **Ozonización:** Proceso de desinfección del agua residual mediante ozono. Mota, 2011 señala que pocos municipios emplean el tratamiento terciario (o químico) como disposición ultima para las aguas residuales. Este tratamiento difiere según las localidades,

    (Rolim, 2000)

2.3. MARCO LEGAL

- D. L. N° 28611. Ley General del Ambiente, 2005
- D.L. N° 29338. Ley de Recursos Hídricos. 2009
- D.L. N° 30156, Ley de Organización y Funciones del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. 2014.
- D.L. N°1278. Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos. 2016.
- D. L. Nº 997. Ley de creación de la Autoridad Nacional del Agua (ANA) como un Organismo Técnico Especializado (DS Nº 034-2008-PCM) adscrito al Ministerio de Agricultura. 2008.
- D. L. N° 27867. Ley Orgánica de Gobiernos Regionales. 2002
- D. L. N° 27972. Ley Orgánica de Municipalidades. 2003
- D. L. N°1280. Decreto Legislativo que aprueba la Ley Marco de la Gestión y Prestación de los Servicios de Saneamiento.
- D.S N°003-2010-MINAM. Límites Máximos Permisibles (LMP) para los Efluentes de Plantas de Tratamiento de Aguas residuales Domésticas o Municipales.
- D.S N° 004-2017-MINAM. Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua
- D.S. N° 011-2017-MINAM. Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Suelo
- D.S. N° 001-2010-AG. Reglamento. Ley N°29338. Ley de Recursos Hídricos.
- D.S. N° 014-2017-MINAM. Reglamento. D.L. N°1278. Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos.
- D. S. N° 007-2017-VIVIENDA, Decreto Supremo que aprueba la Política Nacional de Saneamiento.
- Resolución Jefatural N°010-2016-ANA Protocolo Nacional para el Monitoreo de la calidad de los Recursos Hídricos Superficiales.
- Resolución Ministerial N° 273-2013-VIVIENDA Protocolo de monitoreo de la calidad de los efluentes de las plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas o municipales.

CAPITULO III. METODOLOGÍA

3.1. CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA DE ESTUDIO

3.1.1. Ubicación:

El estudio se localiza en:

Región: Cusco

Provincia: Quispicanchis

Distrito: Lucre

Localidad Lucre-Huacarpay

PTAR Lucre, botadero controlado, humedal Lucre-Huacarpay

Tabla 1. *Sistema de coordenadas de la Cuenca de Lucre*

Sistema de Coordenadas UTM	
Datum	WGS 84
Zona y Banda	19L
Latitud	192328.29 - 207737.41
Longitud	8482531.78 - 8494310.05
Altitud (m.s.n.m)	3072m - 4489m

3.1.2. Accesibilidad

El acceso desde la ciudad del Cusco es de 35 Km en dirección noroeste-sureste, vía asfaltada Cusco – Urcos – Puerto Maldonado (Corredor Interoceánica tramo I) hasta el cruce y desvío hacia Lucre. Para llegar a puntos referenciales donde se realizó el trabajo de campo se puede acceder por vía terrestre por carretera afirmada o caminando.

Figura 6. *Mapa de la Provincia de Quispicanchi*
Fuente: INEI (2020)

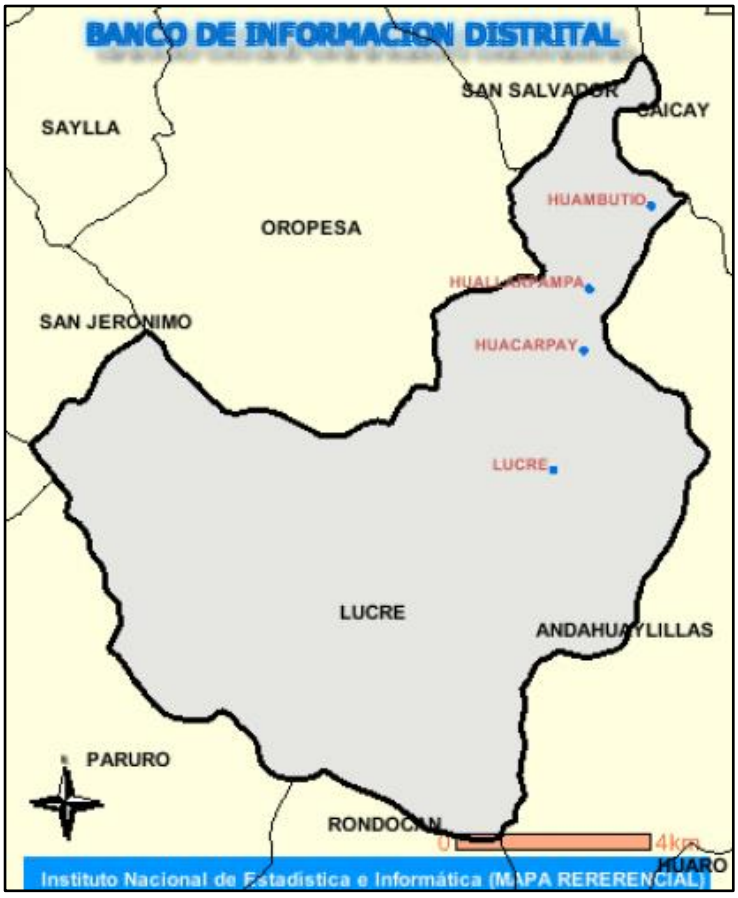

Figura 7. *Mapa del distrito lucre*
Fuente: INEI (2020)

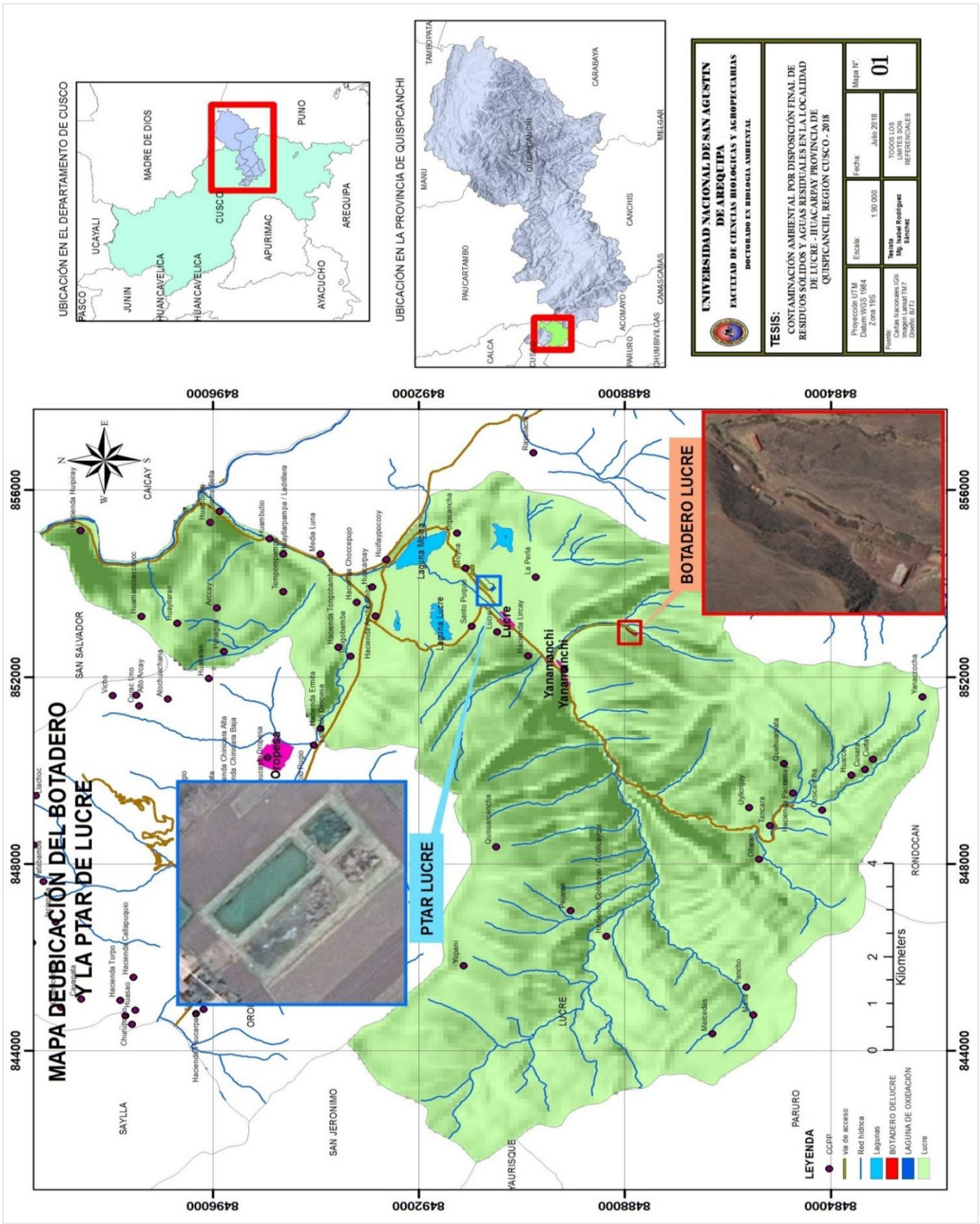

Figura 8. *Mapa de ubicación del botadero controlado y PTAR de la Localidad de Lucre*

3.1.3. Localización la ciudad de Lucre-Huacarpay:

Se encuentran ubicadas a 35 km. al sureste de cusco, en la provincia de Quispicanchi en las riberas del río Huatanay y lucre y las lagunas de Lucre Huacarpay; lucre en las coordenadas 13º38’ de latitud sur y 71º 44’ longitud oeste y Huacarpay en las coordenadas 13º36’ de latitud sur y 71º 43’ longitud oeste , tiene una extensión territorial de 118.78 km2 a nivel distrital, limitando por el norte con los distritos oropesa (provincia de Quispicanchi) y san salvador (provincia de calca), por el este con Caicay (provincia de Paucartambo) y Andahuaylillas (provincia de Quispicanchi), por el sur con el distrito de Rondocan (provincia de Rondocan), por el oeste con los distritos de Paccarectambo y Yaurisque (provincia de Paruro). Lucre-Huacarpay se encuentra a 3,111 m.s.n.m. (INDECI-PNUD, 2011)

3.1.4. Descripción del área de estudio

a. Hidrografía

El sistema hidrográfico dentro del cual se ubica la ciudad de Lucre-Huacarpay corresponde al sistema hidrográfico del río Huatanay hacia el noreste, la quebrada Lucre que corta la ciudad de Lucre y llega a las lagunas y humedales desde el suroeste hacia el noreste. El sistema hidrográfico de las lagunas de Lucre-Huacarpay y Quebrada Lucre corresponde al sistema hidrográfico principal del río Vilcanota. (INDECI-PNUD, 2011)

Figura 9. *Laguna de Huarcarpay*
Fuente: INDECI 2011

b. Topografía y tipo de suelo

Los suelos de la ciudad de Lucre-Huacarpay son lacustres de arcilla inorgánicas de baja plasticidad y gravas arcillosas, modelado en topografías de laderas inclinadas hacia el sistema hidrográfico principal del río Huatanay, con cotas topográficas que van de 3,000 a 3,400 msnm. Además, se presentan superficies topográficas colinosas y laderas dependientes medias y altas. (INDECI-PNUD, 2011)

c. Clima

Corresponde a la región andina, el clima es bimodal es decir con una época fría y seca, la época de secas comprendida entre los meses de abril a setiembre la temperatura media es de acuerdo al registro de la estación meteorológica de Kayra es de 10.98°C, con una precipitación de 87.50 mm, para la época de lluvias la temperatura media alcanza a 13.16 °C con una precipitación anual de 574 mm. (Molleapaza, 2005).

Tabla 2. *Datos de temperatura y precipitación de la estación meteorológica K'ayra (2009- 2018)*

Meses	Temperatura (°C)	Precipitación (mm)
Enero	13.40	129.25
Febrero	13.39	139.85
Marzo	13.43	91.08
Abril	12.74	42.80
Mayo	11.45	7.92
Junio	10.46	3.25
Julio	10.11	9.24
Agosto	11.34	5.71
Setiembre	12.73	26.36
Octubre	13.31	63.49
Noviembre	14.30	71.56
Diciembre	13.36	124.40
Promedio	12.50	
Total, anual		714.89

Fuente: Elaboración en base a datos de SENAMHI. Arenas, JC. 2019

De acuerdo con la tabla 2, los datos registrados por SENAMHI en la estación meteorológica de K'ayra de los años 2009 al 2018, se aprecia que la temperatura más baja es en los meses de junio 10.46 °C y julio 10.11 °C, la temperatura más alta en el mes de noviembre alcanza a 14.30°C, en promedio 12.50°C. Respecto a la precipitación, los meses con menor precipitación son junio 3.25 mm, agosto 5.71 mm y los meses de alta precipitación pluvial se registran en diciembre 124.40 mm, enero 129.25 mm y febrero 139.85 mm. En promedio la sumatoria anual para esos años fue de 714.89 mm.

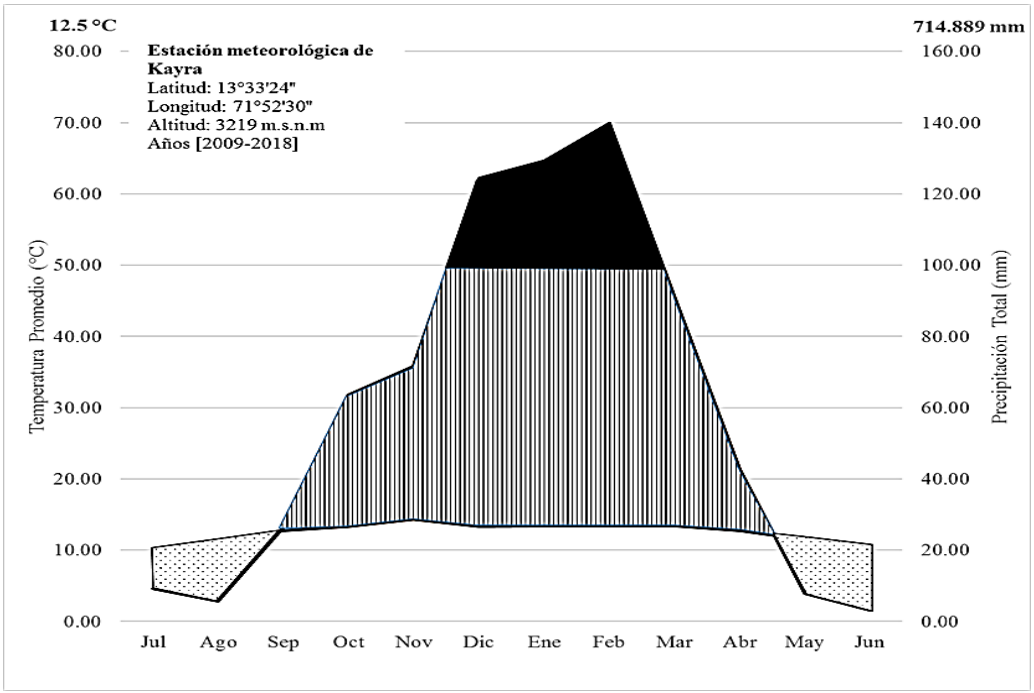

Figura 10**.** *Climatodiagrama de la Estación Meteorológica de K'ayra (2009- 2018)*
Fuente*:* Elaboración en base a datos de SENAMHI. Arenas, JC. 2019

De acuerdo a la figura 10, según el climatodiagrama los meses secos o de estío con escasa precipitación corresponden a mayo, junio, julio y agosto, los meses relativamente húmedos con mediana precipitación son de setiembre hasta abril y los meses lluviosos con alta precipitación son de diciembre a marzo.

d. Zona de Vida

De acuerdo a la clasificación de zonas de vida de Holdridge (1967), adaptada y oficializada a nivel nacional por la Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales (ONERN) en la que se interrelacionan las características de vegetación y clima y de acuerdo al Mapa Ecológico del Perú (INRENA), el área de estudio presenta una zona de vida denominada:

Bosque Seco Montano Bajo Subtropical (bs – MBS)

Ocupa los valles meso andinos entre los 2500 y 3200 msnm de altitud. La biotemperatura media anual máxima es de 18.1 °C y la media anual mínima de 11. 7°C. El promedio máximo de precipitación es de 1 124 mm. Se presenta entre Huacarpay, Lucre, Oropesa hasta Angostura. (Molleapaza, 2005)

De 3 111m a 3 300 m, donde se encuentra la desembocadura del río Lucre al humedal de Huacarpay hasta la población de Lucre. La topografía es planicie, la vegetación natural que se encuentra principalmente son: *Alnus acuminata* (lambrán), *Colletia spinosissima* (roque), *Cassia hookeriana* (mutuy), *Schinus molle* (molle), *Barnadesia horrida* (llaulli), *Baccharis latifolia* (chillca), *Mutisia acuminata* (chimchircoma), *Berberis boliviana* (checche), *Acalypha aranioides*m (pispita) y *Puya ferruginea* (achupalla). Los suelos de esta zona son aptos para cultivos en limpio, principalmente maíz, habas, quinua, papa, frutales y hortalizas.

e. Población

Tabla 3. *Población de la Localidad de Lucre*

CENTROS POBLADOS	POBLACIÓN CENSADA		
	Total	Varón	Mujer
Distrito Lucre	4146	2266	1880
Localidad Lucre	2385	1173	1212

Fuente: INEI, censo 2017

f. Aspecto Socioeconómico

Tabla 4. *Actividades económicas en el distrito de Lucre*

ACTIVIDAD ECONOMICA	CANTIDAD
Agricultura, ganadería y pesca	497
Explotación de minas y canteras	33
Industrias manufactureras	237
Construcción	204
Reparación de vehículos (autos y motos)	261
Transporte y almacenamiento	137
Actividades de alojamiento y de servicio de comidas	147
Información y comunicaciones	3
Actividades financieras y de seguros	3
Actividades inmobiliarias	2
Actividades profesionales, científicas y técnicas	25
Actividades de servicios administrativos y de apoyo	26
Administración pública y defensa; planes de seguridad social	103
Enseñanza	56
Actividades de atención de la salud humana y de asistencia social	32
Actividades artísticas, de entretenimiento y recreativas	9
Otras actividades de servicios	20
Act. de los hogares como empleadores; act. no diferenciadas de los hogares como productores de bienes y servicios para uso propio	9
TOTAL	**1912**

Fuente: (INEI, 2018)

Piscicultura: Esta actividad de tipo intensivo y/o subsistente en el distrito de Lucre en la actualidad funcionan alrededor de 25 criaderos de trucha, los cuales son materia prima para la gastronomía que ofrece la zona para los visitantes especialmente los fines de semana.

Agricultura: Es una de las actividades que se desarrolla en la población, con diferentes cultivos deproductos agrícola en sus chacras que actualmente proveen a los mercados o mercadillos cercanos, productos como maíz, papa, habas, cebada, en cuanto a hortalizas esta la producción de zanahoria, cebolla, lechuga, frutas cono duraznos, pera , manzana y capulí pero a menor escala, los cuales se expenden en ferias programadas por la muncipalidad de Lucre.

Ganadería: En la zona es una actividad menos predominante, siendo pequeños productores en crianza del ganado vacuno, ovino, porcino y otros; para obtener derivados como la leche, queso, cuero, etc., que ayude a la población tener un ingreso familiar.

g. Saneamiento básico

La población de la localidad de Lucre- Huacarpay, cuenta con servicios de agua potable y alcantarillado, la cobertura todavía es insuficiente, faltando muchas viviendas sin servicio de desagüe, la PTAR de Lucre cuya modalidad son dos lagunas de oxidación viene funcionando parcialmente, lo que no asegura el tratamiento adecuado de las aguas residuales esto por la falta de mantenimiento y mal estado de la infraestructura, por lo que motivo por el cual las aguas residuales que en época de lluvias se desbordan afectando a los cultivos, al pantano y a las aguas de la laguna de Huacarpay, siendo un riesgo para el ecosistema del humedad considerado sitio RAMSAR. Respecto a los residuos sólidos, la municipalidad de Lucre cuenta con un botadero controlado en el sector denominado Piquiñuhu cuya disposición final de los residuos sólidos es en la modalidad de soterramiento en trincheras.

3.2. MATERIALES

De campo:

- Wincha de 25 metros
- Bolsas de polietileno con cierre hermético de primer uso de 25 x 20 cm
- Pala metálica
- Pico
- EPP (mandil, barbijo, guantes)
- Libreta de apuntes.
- GPS
- Marcadores
- Cinta masking tape
- Tijeras
- Cámara fotográfica.
- Agua destilada

- Alcohol en gel
- Cooler
- Baldes de capacidad de 5 litros
- Frascos estériles de vidrio de 300 ml
- Frascos de plástico de primer uso de 1000 ml, 500 ml, 250 ml
- Equipo multiparámetro

De gabinete:

- Bibliografía
- Guías y Estándares de calidad MINAM
- Calculadora
- Computadora y software (Excel, Word, PowerPoint, ArcGis, y Past 3.14)
- Materiales de escritorio

3.3. MÉTODOLOGIA

3.3.1. ANÁLISIS DE LAS CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS, BACTERIOLÓGICAS Y METALES PESADOS DEL SUELO DEL BOTADERO CONTROLADO.

3.3.1.1. Puntos de muestreo

Se consideró 01 muestra proveniente del suelo presente en el botadero de Lucre (trinchera) y otra muestra de suelo a 300 metros alejado del botadero, donde no se observó residuos sólidos, un terreno limpio (muestra testigo), total de muestras 02.

3.3.1.2. Toma de muestra de suelo mediante el método de cuarteo

Se obtiene la muestra de suelo de cinco puntos diferentes se excava 30 cm de profundidad con ayuda de un pico, se extrae medio kg con ayuda de una cuchara estéril, se colocan la muestra sobre una superficie dura no absorbente, limpia y nivelada; se mezcla con la finalidad de homogenizar con ayuda de un palustre o cucharón, formando un montículo en forma de cono, se aplana el cono apretándolo con el palustre. Una vez se logre un espesor uniforme y una figura regular, se cuartea el material cortándolo por diámetros normales entre sí para tener cuatro porciones iguales, de las cuales se descartan dos diagonalmente opuestas. Se repite el proceso hasta obtener la muestra del tamaño deseado (300 gramos) (Norma INV E-104-07). La muestra deseada, se coloca en una bolsa de polietileno de cierre hermético de primer uso, se rotula y se acondiciona para su traslado

y envió al laboratorio AGQ PERU.S.A.C, laboratorio de ensayo acreditado por el INACAL con registro N°LE-072, con sede en Lima-Perú.

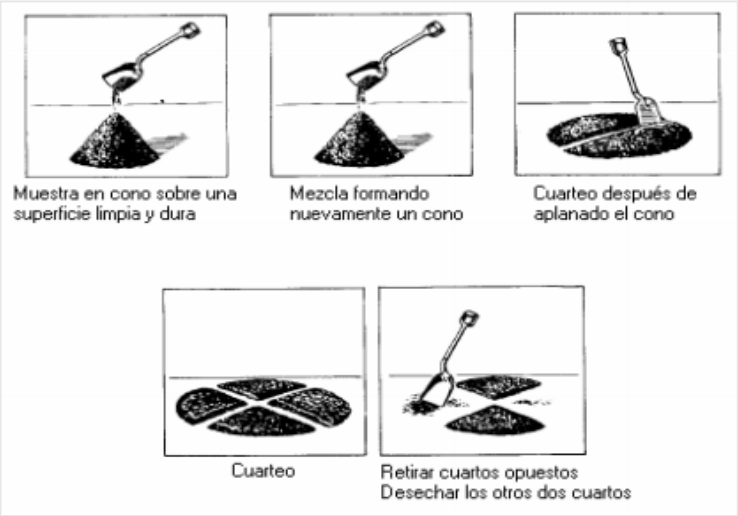

Figura 11. *Método del cuarteo para muestra de suelo*

Fuente. Vitorino, B. (1988).

3.3.1.3. Análisis fisicoquímico de Suelo del botadero

Tabla 5. *Parámetros y métodos para análisis de muestras de suelo*

Parámetros Fisicoquímicos	Unidad	Metodología
Nitratos	mg/L	Cromatografía
Arcilla	%	Densitometría
Arena	%	Densitometría
Clase textural		Densitometría
Limo	%	Densitometría
Humedad	%	Gravimetría
Cond. Eléctrica	uS/cm a 25ªC	Conductimetría
Fosforo disponible	mg/kg	Espectrometría UV-VIS
pH	Unidades de pH	Potenciómetro
Materia orgánica	%	Análisis elemental
Nitrógeno total	mg/kg	Análisis elemental
Aluminio de cambio	meq/100g	Espectrometría ICP-OES
Calcio cambio	meq/100g	Espectrometría ICP-OES
Magnesio de cambio	meq/100g	Espectrometría ICP-OES
Potasio cambio	meq/100g	Espectrometría ICP-OES
Sodio cambio	meq/100g	Espectrometría ICP-OES
Relación C/N		Calculo

Fuente: EPA METHOD 200.8 REV.5.4. (1994). INACAL. Perú. 2018

3.3.1.4. Análisis Bacteriológico de suelo

Se aplicó la metodología del recuento de bacterias Coliformes Termotolerantes o fecales, registrando en NMP/100g, con la técnica de tubos múltiples, APHA-AWA-WPCF. (2000). el Ministerio de Agricultura no lo considera coma estándar de calidad de suelos agrícolas. Pero se considera como referencia para determinar la contaminación biológica en suelos.

3.3.1.5. Análisis de metales pesados en muestras de suelo

Tabla 6**.** Parámetros y métodos para análisis de metales pesados en muestras de suelo

Parámetros	Unidad	Metodología
Arsénico	mg/kg PS	Espectrometría ICP-MS
Bario	mg/kg PS	Espectrometría ICP-MS
Cadmio	mg/kg PS	Espectrometría ICP-MS
Cromo	mg/kg PS	Espectrometría ICP-MS
Mercurio	mg/kg PS	Espectrometría ICP-MS
Plomo	mg/kg PS	Espectrometría ICP-MS

Fuente: EPA METHOD 200.8 REV.5.4. (1994)

3.3.2. ANÁLISIS DE LAS CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS, BACTERIOLÓGICAS Y METALES PESADOS DE LIXIVIADOS PROVENIENTES DEL BOTADERO CONTROLADO

3.3.2.1. Punto de muestreo

Se consideró 01 punto de muestreo obteniendo la muestra en el tanque de Lixiviados con el que cuenta el botadero controlado de la localidad de Lucre.

3.3.2.2. Toma de muestra

Para obtener la muestra de lixiviado y realizar los análisis fisicoquímicos respectivos, se obtiene la muestra aplicando todas las medidas de bioseguridad por ser un elemento altamente contamínate, se obtuvo la muestra del tanque de lixiviado del botadero, en el cual se encuentra almacenado por meses e incluso años el líquido de apariencia oscura, ligeramente densa y emite malos olores, este líquido percolado proviene de las trincheras en este caso son 03 trincheras ya selladas y uno abierto, se utiliza 02 frascos de plástico de primer uso de capacidad de 1000 ml para el análisis fisicoquímico, un

frasco de vidrio estéril de 300 ml para el análisis bacteriológico y 03 frascos de 250 ml para el análisis de metales pesados. Obtenidas las muestras, bien rotulados se acondiciona para ser transportado en un cooler y enviado al laboratorio AGQ PERU.S.A.C, laboratorio de ensayo acreditado por el INACAL con registro N°LE-072, con sede en Lima-Perú.

3.3.2.3. Análisis fisicoquímico de los lixiviados

Tabla 7. *Parámetros y métodos para el análisis fisicoquímico de Lixiviado*

Parámetros	Unidad	Metodología
Aceites y grasas	mg/L	Espectrometría FTIR
DBO	mg/L	Electrometría
DQO	mg/L	Espectrometría UV-VIS
pH	Unidad de pH	Potenciómetro
Temperatura	°C	Termómetro
TSS	mg/L	Gravimetría

Fuente: EPA METHOD ICP-MS 200.8. Rev.5.4. (1994)

3.3.2.4. Análisis bacteriológico de los lixiviados

Se aplicó la metodología del recuento de bacterias Coliformes Termo tolerantes o fecales, registrando en NMP/100g, con la técnica de tubos múltiples, se aplica el mismo método que para calidad de aguas, son análisis estandarizados de laboratorio microbiológico. APHA-AWA-WPCF. (2000).

3.3.2.5. Análisis de metales pesados en lixiviados

Tabla 8. *Parámetros y métodos para para el análisis de metales pesados en Lixiviado*

Parámetros	Unidad	Metodología
Arsénico	mg/L	Espectrometría ICP-MS
Cadmio	mg/L	Espectrometría ICP-MS
Cobre	mg/L	Espectrometría ICP-MS
Hierro	mg/L	Espectrometría ICP-MS
Mercurio	mg/L	Espectrometría ICP-MS
Plomo	mg/L	Espectrometría ICP-MS
Cromo	mg/L	Espectrometría ICP-MS
Zinc	mg/L	Espectrometría ICP-MS

Fuente: EPA METHOD ICP-MS 200.8. Rev.5.4. (1994)

3.3.3. ANÁLISIS DE LAS AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DE LA PTAR DE LUCRE

3.3.3.1. Puntos de muestreo

Se consideró 04 puntos de muestreo, de las cuales se estimó su caudal y la Georreferenciación.

Tabla 9. *Puntos de muestreo para aguas residuales*

Puntos de muestreo	Numero de muestras
Afluente al PTAR	01
Efluente del PTAR	01
Vertimiento 01 (ingreso al pantano Huacarpay)	01
Vertimiento 02 (zona del pantano aledaño a la laguna)	01
Total de muestras	**04**

3.3.3.2. Estimación de caudales mediante el método volumétrico

Consta en la recolección de agua de un cuerpo acuático en un balde o cubeta de una capacidad determinada y controlando el tiempo, realizando un mínimo de 5 repeticiones. Luego se verá el volumen captado en el cuerpo de agua por el tiempo transcurrido, y se calculará el porcentaje de agua captada.

Ecuación 1.

Formula caudal

$$Q = \frac{V}{T}\ \%C$$

Donde:
Q: Caudal
V: Volumen de balde o cubeta
T: Tiempo promedio.
% C: porcentaje promedio de agua captada

Tabla 10. *Caudal del Afluente a la PTAR de Lucre*

PUNTO 1: AFLUENTE	
	Caudal 01:
Cielo 11/8 de luz Hora: 11:24am %C: 90% Tiempos: 0.36 seg 0.22 seg 0.25 seg 0.35 seg 0.22 seg Tiempo promedio: 0.28 s	Q= 4L/0.28s (90%) **Q= 12.86L/s** Q= 0.01286 m^3/s Q=12860 cm^3/s

Tabla 11. *Caudal del Efluente de la PTAR de Lucre*

PUNTO 2: EFLUENTE	
	Caudal 02:
Cielo 1/8 de luz Hora: 11:36am %C: 90% Tiempos: 0.43 seg 0.32 seg 0.34 seg 0.34 seg 0.41 seg Tiempos promedio: 0.37 s	Q= 4L/0.37s (90%) **Q= 9.73L/s** Q= 0.00973m^3/s Q= 9730 cm^3/s

Tabla 12. *Caudal Vertimiento 01 (ingreso al pantano Huacarpay)*

PUNTO 3. VERTIMIENTO 01	
Cielo 2/8 de luz Hora: 12:07pm %C: 100% Tiempos: 2.45 seg 2.66 seg 2.51 seg 2.07 seg 2.43 seg Tiempos promedio: 2.42 s	Caudal 03: Q= 4L/2.42s (100%) **Q=1.65 L/s** Q= 0.00165 m^3/s Q= 1650 cm^3/s

3.3.3.3. Toma de muestra de aguas residuales de la PTAR Lucre

- Para obtener las muestras de aguas residuales se aplica estrictamente las medidas de bioseguridad, por ser un elemento altamente contaminante
- Las muestras se recogieron en frascos de polietileno de primer uso de 1000 ml para el DBO y DQO, estos frascos debidamente acondicionados y rotulados, no deben tener filtración de aire por lo cual la toma de muestra se realizó hasta el borde del frasco sin aparición de burbujas.
- Las muestras para el análisis fisicoquímico se toman en frascos de polietileno de primer uso de capacidad de 1000 ml.
- Las muestras para el análisis bacteriológico se toman en frascos de vidrio estériles de capacidad de 300 ml. Los cuales se acondicionan en un termo refrigerante para ser trasladados al laboratorio.
- Para metales pesados se obtuvo en frascos de vidrio ámbar de capacidad de 250 ml.
- Algunos análisis fueron realizados in situ, con la ayuda de un equipo multiparámetro, caso de temperatura, pH y conductividad.
- Las muestras fueron analizadas en AGQ Labs, laboratorio acreditado por el INACAL con registro N°LE-072, con sede en Lima-Perú.

3.3.3.4. Análisis fisicoquímico de aguas residuales

Tabla 13. *Parámetros y métodos para el análisis fisicoquímico de aguas residuales*

PARÁMETROS	Unidad	METODOLOGÍAS
Aceites y grasas	mg/L	Espectrometría FTIR
DBO	mg/L	Electrometría
DQO	Mg/L	Espectrometría UV-VIS
pH	Unidades de pH	Automático multiparámetro
TSS	mg/L	Gravimetría
Temperatura	°C	Termómetro

Fuente: D.S. 003 - 2010 – MINAM

3.3.3.5. Análisis Bacteriológico de aguas residuales

Es preciso hallar el número de bacterias procedentes del intestino humano o de animales de sangre caliente, como indicadores de contaminación fecal caso de las bacterias Coliformes pertenecientes a las enterobacterias que fermentan la lactosa con producción de gas, pertenecientes a los géneros Escherichia, Citrobacter, Enterobacter y Klebsiella. Para determinar bacterias Coliformes, se emplea el medio selectivo de ENDO (Agar fucsina - sulfito - latosa). Después de 24 a 48 horas de incubación a 37ºC, se halla el número total de Coliformes y a 44ºC de Coliformes fecales. (APHA – AWA – WPCF, 2000).

- **Parámetros y métodos para el análisis bacteriológico de aguas residuales**

El método es la estimación del Número Más Probable (NMP) de bacterias Coliformes Termotolerantes o fecales, es el valor del NMP/100 ml, que es una estimación estadística de la densidad de microorganismos viables en una muestra, aplicando la técnica de tubos múltiples. (APHA – AWA – WPCF, 2000).

3.3.4. CALIDAD DEL AGUA DE LA LAGUNA DE HUACARPAY

3.3.4.1. Puntos de muestreo

Se tomaron dos muestras en dos puntos de muestreo diferentes, la muestra 01 en el borde de la laguna, la muestra 02 en el espejo de agua en la misma laguna de Huacarpay a 30 m de la orilla

3.3.4.2. Toma de muestra del agua de la laguna de Huacarpay

Se consideró el protocolo nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales establecido por la Autoridad Nacional del Agua (ANA, 2016).

- Para el muestreo se aplica todas las medidas de bioseguridad, para garantizar el proceso de toma de muestra la cual sebe ser adecuada.
- Los frascos muestreadores se etiquetan y rotulan previamente, se anota los datos correctamente, procedencia, tipo de agua, código, las coordenadas UTM, de los

puntos de muestreo por medio del GPS, así mismo rotular el sector, distrito, provincia, departamento, fecha y hora de la obtención de la muestra, tipo de análisis.

- Antes de recolectar la muestra se enjuaga 2 a 3 veces con la misma muestra de agua, los frascos de polipropileno con capacidad de 250ml, 500ml y 1000 ml., con cierre hermético, son de varias capacidades porque es para los diversos análisis.
- Se abre el frasco con cuidado, se sumerge a una profundidad de 20 a 30 cm en dirección opuesta al del flujo de agua evitando áreas de turbulencia
- Para el muestreo de aceites y grasas se realizó a poca profundidad casi en la superficie del agua de la laguna, para el muestreo de agua para el parámetro DBO se llena lentamente el frasco en su totalidad para evitar la formación de burbujas.
- En los demás envases se dejó un espacio del 1 % aproximadamente de la capacidad total del para aquellos parámetros que requieran preservación.
- Después de recolectar la muestra de agua se examinó los recipientes que no contengan partículas grandes, hojas, detritus o algas, si estos son observados la muestra deberá ser recolectada nuevamente.
- Las muestras para el análisis bacteriológico se realizaron en frascos de vidrio estériles de 300 ml de capacidad
- Las muestras de agua recolectadas para los diferentes análisis, se asegura, se coloca adecuadamente el Cooler con geles refrigerantes para que llegue sin problemas al laboratorio, tan pronto como sea posible no debe exceder de las 12 Horas.
- Los análisis fueron procesados en AGQ PERU.S.A.C, laboratorio de ensayo acreditado por el INACAL con registro N°LE-072, con sede en Lima-Perú.

3.3.4.3. Análisis fisicoquímico del agua de la Laguna de Huacarpay

Tabla 14. *Parámetros y métodos para el análisis fisicoquímico y metales pesados del agua de la laguna de Huacarpay*

Parámetros	Unidad	Método
OD	mg/L	Automático multiparámetro
Bicarbonatos	CaCO3 mg/L	Volumetría
Cloruros	mg/L	Volumetría
Sulfatos	mg/L	Espectrofotometría UV-VIS
Conductividad eléctrica	uS/cm a 25ªC	Automático multiparámetro
pH	Unidad de pH	Potenciómetro
Temperatura	°C	Termómetro digital
Aceites y grasas	mg/L	Espectrofotometría FTIR
DBO	mg/L	Electrometría
DQO	mg/L	Espectrofotometría UV-VIS
TSS	Mg/L	Gravimetría
Arsénico	mg/L	Espectrofotometría ICP-MS
Cadmio	mg/L	Espectrofotometría ICP-MS
Cobalto	mg/L	Espectrofotometría ICP-MS
Cobre	mg/L	Espectrofotometría ICP-MS
Cromo	mg/L	Espectrofotometría ICP-MS
Hierro	mg/L	Espectrofotometría ICP-MS
Mercurio	mg/L	Espectrofotometría ICP-MS
Plomo	mg/L	Espectrofotometría ICP-MS

Fuente: Standard Methods for the Examination of Wastewater & Environmental Protection Agency (EPA).1994.

3.3.4.4. Análisis Bacteriológico del agua de la Laguna de Huacarpay

Se aplicó el recuento de bacterias Coliformes termotolerantes a través del método Numero Más Probable (NMP/100ml).

Tabla 15. *Parámetros y métodos para el análisis bacteriológico del agua de la laguna de Huacarpay*

Parámetros	Unidad	Método	Técnica
Coliformes Termotolerantes	NMP/100ml	Número más Probable	Fermentación en tubos múltiples

Fuente: American Público Health Association SMEWW – APHA – AWWA WEF. 9221. E.1.22nd. (APHA, 2012).

CAPITULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1. CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS, BACTERIOLÓGICAS Y METALES PESADOS DEL SUELO DEL BOTADERO CONTROLADO DE LA LOCALIDAD DE LUCRE-HUACAPAY.

Tabla 16. *Análisis fisicoquímico del suelo del botadero controlado de Lucre*

Parámetros	Unidad	Testigo	Botadero
Nitratos	mg/L	6,5	6,5
Arcilla	%	10	15
Arena	%	30	35
Clase textural		franco-limosa	franco-limosa
Humedad	%	34,4	28,2
Limo	%	50	50
Cond. Eléctrica	uS/cm a 25ªC	**184**	**418**
Fosforo disponible	mg/kg	20,7	**24,6**
Materia orgánica oxidable	%	1,86	0,807
pH	Unidades de pH	7,79	7,63
Materia orgánica	%	5,17	4,73
Nitrógeno total	mg/kg	717	698
Aluminio de cambio	meq/100g	0,01	0,01
Calcio cambio	meq/100g	19,9	**20,6**
Magnesio de cambio	meq/100g	0,34	**1,01**
Potasio cambio	meq/100g	0,17	**0,3**
Sodio cambio	meq/100g	0,05	0,05
CIC efectiva	meq/100g	20,5	**21,9**
Relación C/N		56,9	46,0

La clase textural del suelo del botadero y el suelo testigo es similar franco-limosa, en los parámetros nitratos, humedad, pH, materia orgánica, Al, Ca, Mg, P, K, Na, los valores de los parámetros analizados son similares, respecto al Nitrógeno total en suelo testigo el valor es ligeramente más alto 717 mg/kg y en suelo de botadero es 698 mg/kg, en cuanto a la relación C/N, el valor es más alto en el suelo testigo 56.9 y en suelo del botadero 46.

Por lo tanto, las características fisicoquímicas del suelo del botadero con el suelo testigo son casi miliares. Solo destaca la conductividad eléctrica en el suelo del botadero el valor es más alto (418 uS/cm) en comparación al suelo testigo que alcanza a 184 uS/cm.

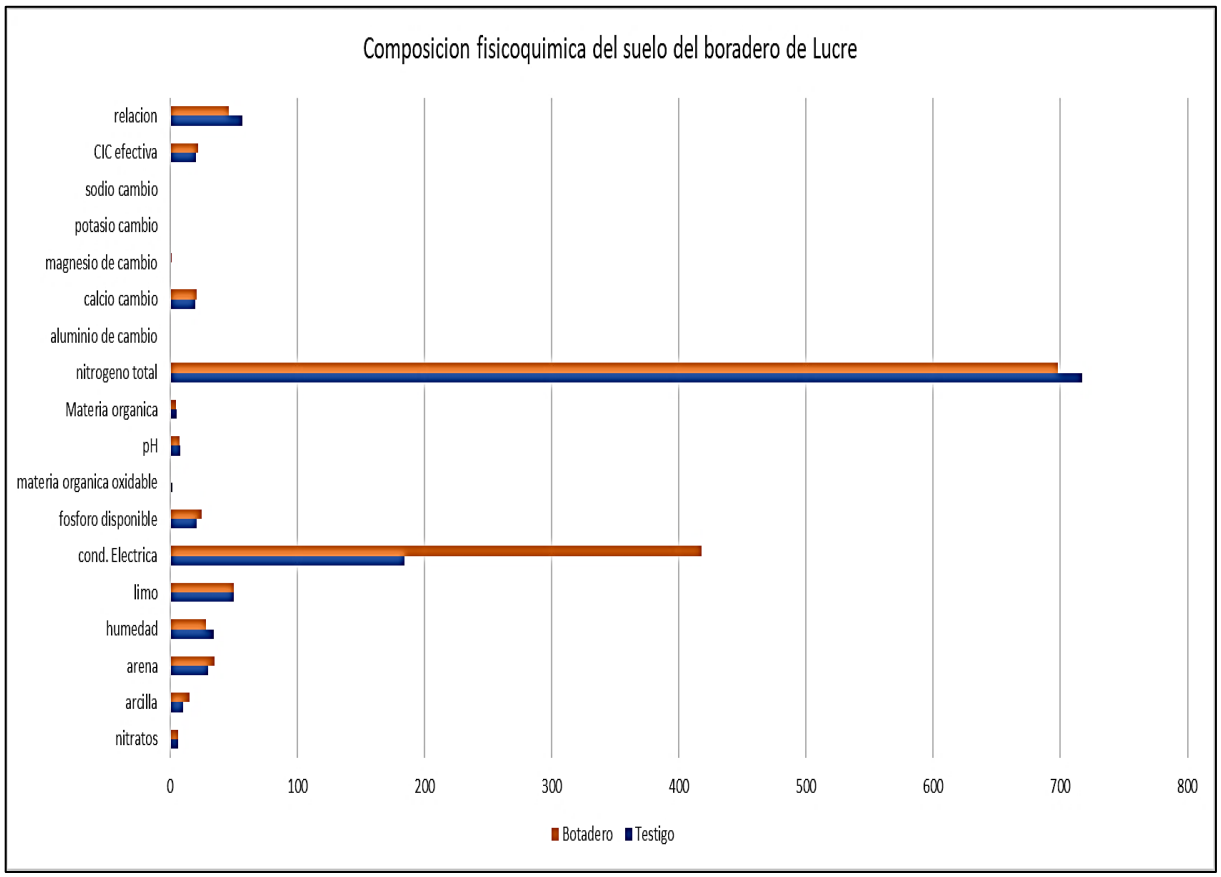

Figura 12. Análisis fisicoquímico del suelo del botadero controlado de Lucre

Tabla 17. *Análisis Bacteriológico del Suelo del botadero controlado de Lucre*

Parámetro	Unidad	Testigo	Botadero
Coliformes Termotolerantes o fecales	NMP/100g	<18	<18

De acuerdo los datos de la tabla 17, respecto a los resultados del análisis bacteriológico del suelo del botadero controlado de Lucre comparando con el suelo testigo, ambos arrojan un valor menor a 18 NMP/100 mg, lo que indica que si hay presencia de bacterias Coliformes fecales, pero en mínima cantidad, por lo que no presentan contaminación biológica relevante, esto se debe a que la muestra fue obtenida de una trinchera del botadero, en el cual los residuos permanentemente son soterrados, además cabe indicar que no hay un estándar de contaminación biológica en suelos para comparar, el Ministerio de Agricultura solo considera parámetros para determinar la fertilidad del suelo.

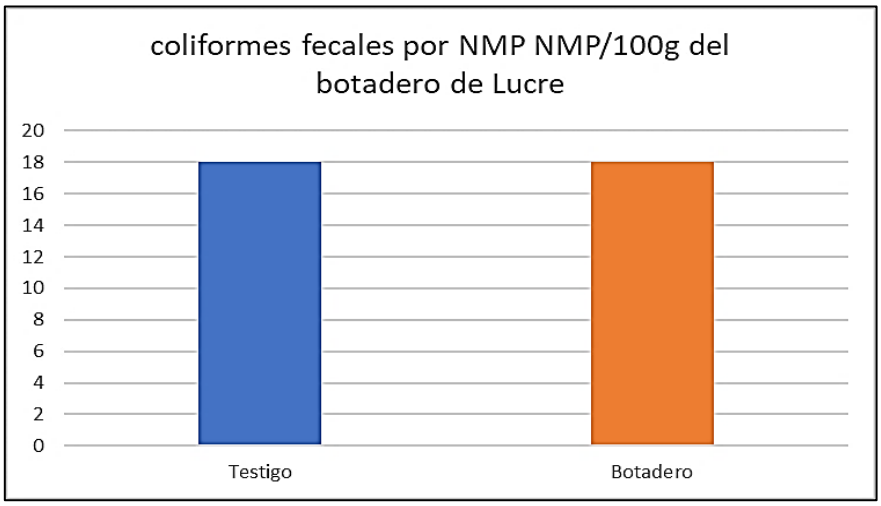

Figura 13. *Análisis Bacteriológico del Suelo del botadero controlado de Lucre*

Tabla 18. *Concentración de metales pesados en Suelo del botadero controlado*

Parámetros	**Unidad**	**ECA-suelo agrícola** (D.S.011-2017 MINAM)	**Testigo**	**Botadero**
Arsénico	mg/kg PS	50	2,5	2,5
Bario	mg/kg PS	750	141	152
Cadmio	mg/kg PS	1,4	0,0709	0,0821
Cromo	mg/kg PS	**64**	6,9	**67**
Mercurio	mg/kg PS	6,6	0,03	0,03
Plomo	mg/kg PS	70	9,67	24,5

Respecto al análisis de metales pesados en muestras de suelo del botadero, del suelo testigo, los valores obtenidos en comparación a los estándares para suelo agrícola, se aprecia que la concentración de Plomo, Mercurio, Cadmio, Bario y Arsénico los valores se encuentran por

debajo de los estándares tanto en suelo del botadero como en el suelo testigo, por lo tanto no presentan contaminación de suelo por metales pesados, el único metal pesado en el suelo del botadero es el Cromo 67 mg/kg PS, cuyo valor supera ligeramente al estándar para suelo agrícola que es de 64 mg/kg PS, lo que indica que el suelo del botadero presenta indicios de contaminación por cromo, esto se debe a que llega al botadero algunos residuos con cromo caso de materiales sanitarios cromados los cuales no se segregan adecuadamente.

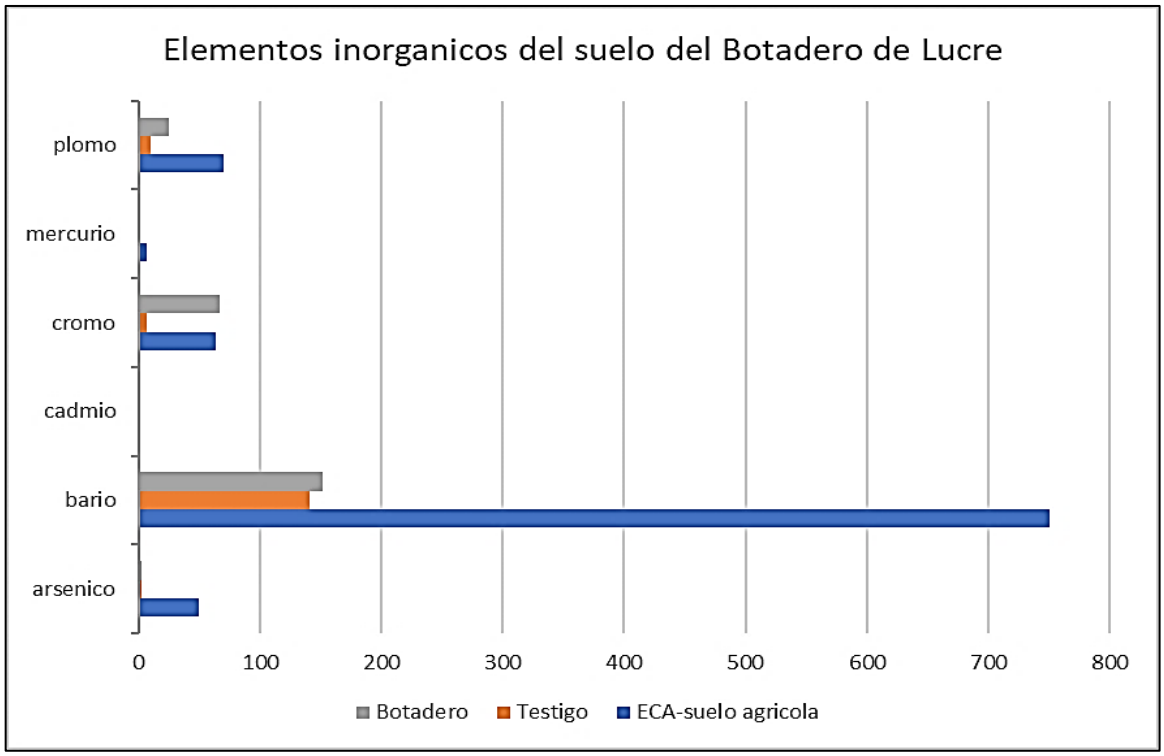

Figura 14. *Concentración de metales pesados en Suelo del botadero controlado*

4.2. CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS, BACTERIOLÓGICAS Y METALES PESADOS DEL LIXIVIADO PROVENIENTE DEL BOTADERO CONTROLADO DE LUCRE

Tabla 19. *Análisis fisicoquímico de lixiviados del botadero controlado*

Parámetros	Unidad	Lixiviado	LMP - Lixiviados (MINAM-2009)
pH	Unidades de pH	**8,99**	6,5-8,5
DBO	mg/L	**754**	20
DQO	mg/L	**1621**	120
Solidos totales en suspensión	mg/L	**58**	30

De acuerdo a los resultados del análisis fisicoquímico de los lixiviados provenientes del botadero controlado de lucre, todos los valores de los parámetros tanto de pH 8,99, DBO 754 mg/L, DQO 1621 mg/L y STS 58 mg/L, superan grandemente a los LMP para lixiviados según la normativa nacional, por lo tanto los lixiviados provenientes del botadero controlado de Lucre son altamente contaminantes pueden afectar a los suelos agrícolas, al agua de los riachuelos y puede afectar al mismo humedal Lucre – Huacarpay, el tanque de lixiviados para captar y almacenar en época de secas cumple con su función, sin embargo en la época de lluvias se llena y desborda discurriendo por el suelo y se filtra a una quebrada aledaña, no llega los suelos de cultivo tampoco al humedal por estar lejos del centro poblado y de las áreas de cultivo, sin embargo es una preocupación constante lo cual requiere de un manejo adecuado.

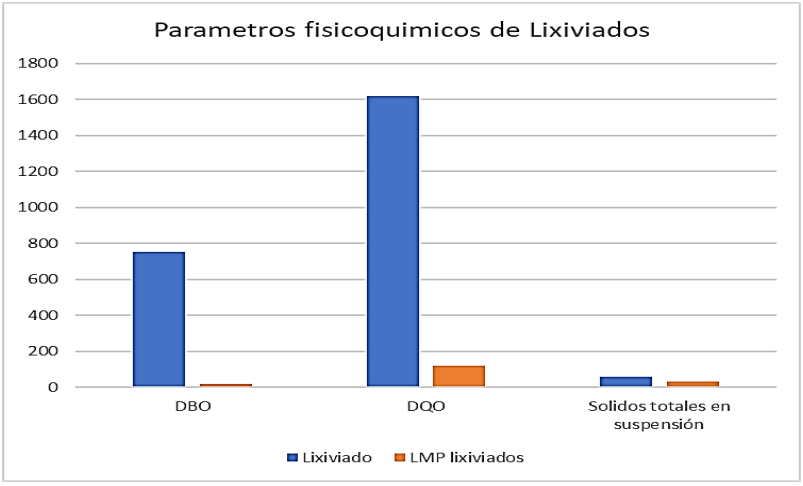

Figura 15. *Análisis fisicoquímico de lixiviados del botadero controlado*

Tabla 20. *Análisis Bacteriológico de lixiviados del botadero controlado*

Parámetros	Unidad	Lixiviado	LMP Lixiviados (MINAM. 2009)
Coliformes Termotolerantes o fecales	NMP/100mL	**$9{,}2 \times 10^4$**	1000

Respecto al análisis bacteriológico de la muestra de lixiviado del botadero de Lucre, el valor alcanza a 92×10^4 NMP/100mL (920 000 NMP/100mL), superando enormemente al LMP que es de 1000 NMP/100mL por lo que se considera un alto riesgo biológico, es altamente contaminante, puede afectar a la salud humana y al ambiente en general, requiere tratamiento y evitar que circula en el medio ambiente.

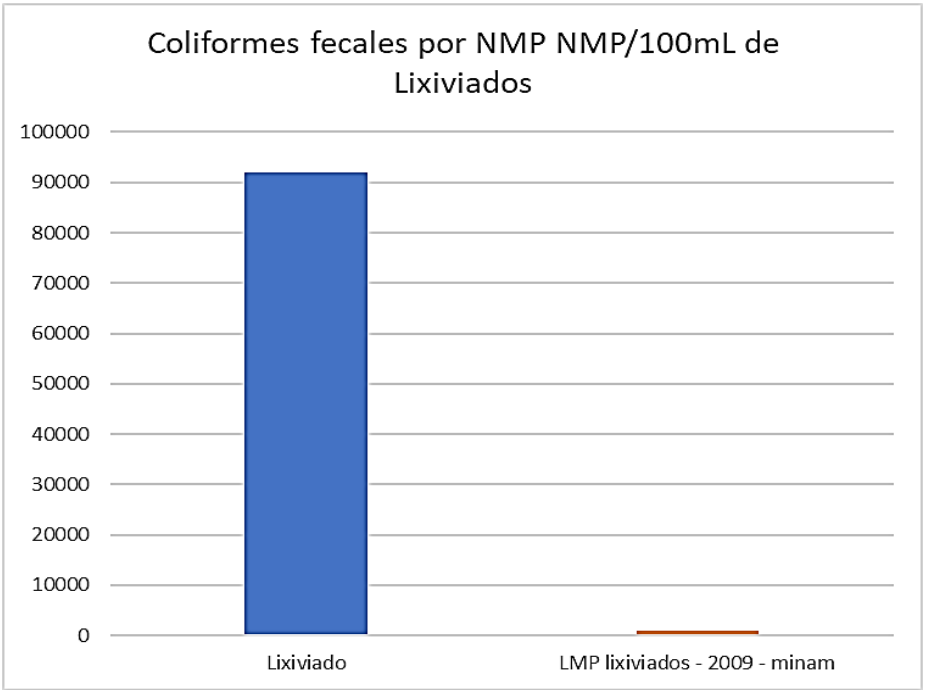

Figura 16. *Análisis Bacteriológico de lixiviados del botadero controlado*

Tabla 21. *Análisis de metales pesados en muestras de lixiviados del botadero controlado de Lucre*

Metales pesados	unidad	Lixiviado	LMP lixiviados (MINAM.2009)
Arsénico	mg/L	0,05677	0,1
Cadmio	mg/L	0,00001	0,1
Cobre	mg/L	0,0216	0,5
Hierro	mg/L	**2,7**	**2.0**
Mercurio	mg/L	0,00007	0,01
Plomo	mg/L	0,00563	0,5
Zinc	mg/L	0,181	0,5

La concentración de metales pesados en la muestra de lixiviado del botadero de Lucre, los resultados indican que el Arsénico, Cadmio, Cobre, Mercurio, Plomo y Zinc los valores están por debajo de los LMP por lo tanto no se consideran un peligro por metales pesados, sin embargo el Hierro en el lixiviado es ligeramente alto alcanza a 2,7 mg/L superando el LMP que es de 2.0 mg/L, esto se debe a que llega al botadero residuos ferrosos y chatarra los cuales no se segregan adecuadamente antes de su disposición final.

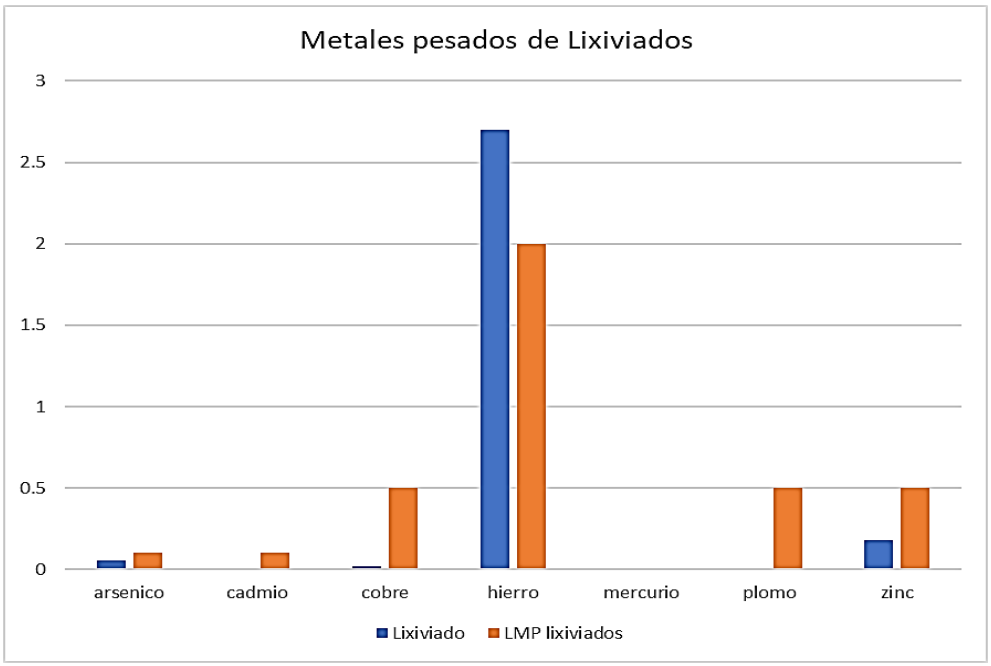

Figura 17**.** *Análisis de metales pesados en muestras de lixiviados del botadero controlado de Lucre*

4.3. CARACTERÍSTICAS DE LAS AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES- PTAR LUCRE.

Tabla 22. *Análisis fisicoquímico de las aguas residuales de la PTAR Lucre*

Parámetros	Unidad	Afluente	Efluente	Vertimiento 01	Vertimiento 02	LMP PTAR (D.S.003-2010-MINAM)
pH	Unidades de pH	7,92	7,98	7,33	8,06	**6,5-8,5**
Temperatura	°C	16,7	16,4	15	22,9	**<35**
Aceites y grasas	mg/L	10,7	7,44	0,25	3,77	**20**
DBO	mg/L	79	**105**	5,3	3,3	**100**
DQO	mg/L	**386**	**323**	22	26	**200**
TSS	mg/L	**181**	16,0	4,0	2,5	**150**

De acuerdo con los resultados del análisis fisicoquímico de las aguas residuales de la PTAR de Lucre, se observa que los valores de los parámetros de pH, temperatura, aceites y grasas tanto en el afluente, efluente, punto de vertimiento 01 y vertimiento 02 se encuentra por debajo de los LMP para efluentes de PTAR de acuerdo al D.S. 003-2010-MINAM. Sin embargo, el DBO el valor del efluente del PTAR alcanza a 105 mg/L superando ligeramente al LMP que es de 100 mg/L. Los valores de DQO en el afluente y efluente son altos 386 mg/L y 323 mg/L respectivamente los cuales se encuentran por encina del LMP que es de 200 mg/L. Los Solidos totales en suspensión en el afluente es más alto llega a 181 mg/L superando al LMP que es de 150mg/L.

En términos generales las aguas residuales al ingresar a la PTAR en el afluente el agua es turbia pasa por el proceso de depuración natural en las lagunas de oxidación, el líquido que sale de la planta o efluente continua con DBO y DQO alto pero disminuye notablemente la turbidez debido a la sedimentación de los lodos en las lagunas de oxidación y en el suelo del totoral en el cual se queda estancado, en los puntos de vertimiento 01 que es el ingreso al pantano Huacarpay y vertimiento 02 que es la zona

pantanosa aledaño a la laguna, los valores de los parámetros disminuye encontrándose por debajo de los LMP, por lo tanto no afecta a la calidad ambiental de la zona del pantano Huacarpay, esto en condiciones de clima normales, pero cuando se incrementan las lluvias caso del año 2010 y 2017 con el fenómeno hidrometereológico con presencia de lluvias intensas, la PTAR colapso, las aguas residuales se desbordaron inundando la zona del pantano Huacarpay, las zonas de pradera y terrenos de cultivo causando contaminación y pérdida de cosechas.

Por esta razón el Gobierno Regional del Cusco, implemento un proyecto para mejorar la infraestructura, manteniendo y renovación de la PTAR de Lucre, con la finalidad de conservar la zona RAMSAR del Humedad Lucre- Huacarpay, a la fecha falta concluir con el proyecto el cual está funcionando parcialmente.

Tabla 23. *Análisis bacteriológico de las aguas residuales de la PTAR Lucre*

Parámetros	**Unidad**	**Afluente**	**Efluente**	**Vertimiento 01**	**Vertimiento 02**	**LMP PTAR D.S.003-2010-MINAM**
Coliformes fecales	NMP/100mL	**$9,2 \times 10^6$**	**$9,2 \times 10^6$**	**$3,5 \times 10^4$**	**79,0**	**10 000**

De acuerdo a los resultaos del análisis bacteriológico de las aguas residuales del PTAR de Lucre, tanto del afluente como del efluente los valores alcanzan a **$9,2 \times 10^6$** NMP/100 mL de Coliformes Fecales, disminuye en el vertimiento 01 que es el punto de ingreso al pantano Huacarpay cuyo valor alcanza a **$3,5 \times 10^4$** NMP/100mL, superando en demasía los LMP de 10 000 NMP/100mL lo que indica que estas aguas son altamente contaminadas biológicamente contienen microorganismos patógeno, estas aguas se van quedando estancadas a lo largo del pantano, filtrándose en el suelo, contaminando el suelo. Donde se encuentran terrenos de cultivo de maíz y totora que es refugio de la diversidad de aves del humedal afectando a los suelos, plantas y animales, sin embargo en el punto de vertimiento 02 que es un lugar ya muy cerca al espejo de agua de la laguna de Huacarpay zona de totorales la presencia de Coliformes fecales en la muestra de agua disminuye a 79 NMP/100mL siendo este valor muy por debajo del LMP, lo que indica

que no estaría llegando estas aguas residuales al espejo de agua de la laguna de Huacarpay. La contaminación biológica del suelo se da en la zona del pantano donde pastan el ganado, hay cultivos de maíz y el totoral que es refugio de la diversidad de aves.

4.4. CALIDAD DEL AGUA DE LA LAGUNA DE HUACARPAY

Tabla 24. *Análisis fisicoquímico del agua natural de la laguna de Huacarpay*

Parámetros	Unidad	ECA riego de vegetales	ECA bebida animal	ECA conservación lagunas y lagos	Borde de la laguna	Laguna de Huacarpay
OD	mg/L	4	5	5	0,01	1,74
bicarbonatos	CaCO3mg/L	518	0	__	92	103
cloruros	mg/L	500	0	__	33	40
sulfatos	mg/L	1000	1000	__	117	135
Conductividad eléctrica	uS/cm a 25ªC	2500	5000	1000	534	578
pH	Unidad de pH	6,5-8,5	6,5-8,4	6,5-9,0	7,85	7,63
Temperatura	°C	3	3	3	18	17,3
Aceites y grasas	mg/L	5	10	5	0,25	0,25
DBO	mg/L	15	15	5	1,1	1,1
DQO	mg/L	40	40	__	8	8
TSS	Mg/L	--	--	<25	13	2.0
arsénico	mg/L	0,1	0,2	0,15	0,00303	0,00267
cadmio	mg/L	0,01	0,05	0,00025	0,00001	0,00001
cobalto	mg/L	0,05	1	__	0,00003	0,00003
cobre	mg/L	0,2	0,5	0,1	0,001	0,0009
cromo	mg/L	0,1	1	__	0,001	0,001
hierro	mg/L	5	0	__	0,19	0,1
mercurio	mg/L	0,001	0,01	0,0001	0,00007	0,00007
plomo	mg/L	0,05	0,05	0,0025	0,00033	0,00006

Respecto a los resultados del análisis fisicoquímico y metales pesados del agua natural de la laguna de Huacarpay, se ha utilizado con fines de comparación los valores de los ECA para agua D.S. 004-2017-MINAM. Categoría 03. Riego de vegetales y bebida de animales. Categoría 04. Conservación del ambiente acuático E-1. Lagunas y lagos.

Se puede apreciar que los valores obtenidos para los parámetros fisicoquímicos y metales pesados considerados en el estudio los valores se encuentran por debajo de los LMP, solo

un parámetro caso de la temperatura supera los LMP el agua en el borde de la laguna y en la misma laguna de Huacarpay el agua natural alcanza a 18 y 17.3°C siendo el LMP 3°C según los ECA.

Sin embargo, en general se puede interpretar que de acuerdo con las características fisicoquímicas la calidad del agua de la laguna de Huacarpay es **apta** para riego de vegetales, bebida de animales y conservación al medio acuático, los contaminantes no estarían llegando hasta el espejo de agua gracias a la barrera natural que viene a ser el totoral que rodea a la laguna.

Tabla 25. *Análisis bacteriológico del agua natural de la laguna de Huacarpay*

Parámetro	**Unidad**	**ECA riego de vegetales**	**ECA bebida animal**	**ECA conservación lagunas y lagos**	**Borde de la laguna**	**laguna Huacarpay**
Coliformes Termotolerantes o fecales	NMP/100 mL	1000	1000	1000	**23**	**33**

De los resultados del análisis bacteriológico del agua de la laguna natural de Huacarpay, se reporta que los valores obtenidos en la muestra al borde de la laguna alcanzan a 23 NMP/100mL y en el espejo de agua de la misma laguna es 33 NMP/100mL en ambos casos los valores se encuentran por debajo del ECA, bacteriológicamente es **apta** y puede ser utilizada para riego de vegetales, bebida de animales y conservación del ambiente acuático, (D.S. N° 004-2017-MINAM). por lo tanto, las aguas de la laguna natural de Huacarpay son de buena calidad, corresponde a la Categoría 3 y 4.

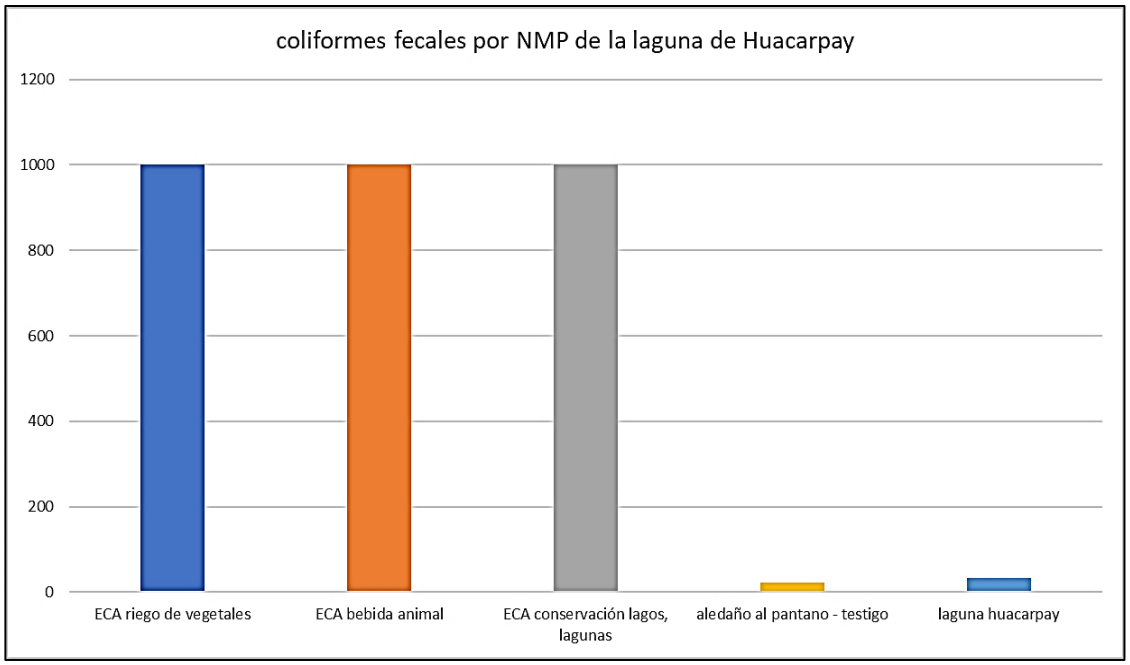

Figura 18. Análisis bacteriológico del agua natural de la laguna de Huacarpay

DISCUSIONES

- Sobre el análisis del suelo del botadero controlado de la localidad de Lucre-Huacarpay, los valores de los parámetros analizados de la muestra de suelo del botadero con la del suelo agrícola son casi similares a excepción de la conductividad eléctrica en suelo del botadero el valor es de 418 uS/cm) superando al suelo agrícola que reporta 184 uS/cm), en metales pesados el Cromo en suelo del botadero alcanza a 67 mg/kg PS cuyo valor supera ligeramente al ECA para suelo agrícola que es de 64 mg/kg PS, por lo tanto el suelo del botadero presenta indicios de contaminación por cromo.

  Comparando con lo determinado por **Champi y Villalba** en el 2014, en el estudio de evaluación de la contaminación por botaderos en los centros poblados de Pisac, Coya, Lamay y Calca, región Cusco, en los análisis de suelo de los botaderos los valores de los parámetros fisicoquímico son altos en los suelos con presencia de lixiviados, los metales pesados como Plomo y Cromo están en valores traza, por debajo de los estándares. Sin embargo, en el estudio de **Quiroz** en el 2006, sobre evaluación de la contaminación en el suelo, del sector La Muyuna causada por el botadero de la ciudad de Tingo María determina que las concentraciones de metales pesados como Zn, Cu, Fe, Mn superan los ECA concluyendo que hay contaminación en el suelo.

- Según resultados de los análisis de los lixiviados provenientes del botadero controlado de Lucre, la concentración de **metales pesados** como el Arsénico, Cadmio, Cobre, Mercurio, Plomo y Zinc los valores están por debajo de los LMP para efluentes de infraestructura de residuos sólidos D.S. N°- 2009-MINAM y R.M. N°121-2009-MINAM a excepción del **Hierro** que alcanza a 2,7 mg/L superando ligeramente al estándar que es 2,0 mg/L, pero de acuerdo a los análisis **fisicoquímicos y bacteriológicos** los valores de pH (8,99), DBO (754 mg/L), DQO (1621 mg/L) y STS (58 mg/L) y Coliformes termotolerantes (92×10^4 NMP/100mL) los valores superan los LMP, por lo tanto los **lixiviados** del botadero de Lucre es un **agente contaminante potencial** , en época de lluvias (diciembre, enero, febrero y marzo) el tanque de lixiviados colapsa, se llena y desborda discurriendo a una quebrada aledaña, el cual está muy alejado de los suelos de cultivo, humedal y laguna de Huacarpay, en los meses de secas (abril a noviembre) no presenta este

problema, por lo tanto a pesar de ser un potencial contaminante no afecta el suelo ni el agua de la zona de estudio; similares datos determinaron **Champi y Villalba en el 2014 en los análisis de lixiviados de los** botaderos de Pisac, Coya y Calca, los valores de metales pesados se encuentran en valores traza por debajo de los LMP, los STS, DBO y DQO y Coliformes termotolerantes superan los LMP, considerando a los lixiviados como un potencial contaminante para los suelos y agua. **Díaz, en el año 2019, en el estudio sobre de e**valuación de la Contaminación del Suelo por lixiviados del botadero municipal del distrito de San Pablo, provincia Bellavista, región San Martin, reporta que la concentración de Cadmio el ECA para suelo agrícola y concluye que el suelo presenta contaminación por Cadmio debido a los lixiviados del botadero.

- Las aguas residuales de la PTAR de Lucre (lagunas de oxidación) según los análisis fisicoquímicos los valores de pH, temperatura, aceites y grasas tanto en el afluente, efluente, punto de vertimiento 01(ingreso al pantano Huacarpay) y 02 (zona del pantano aledaño a la laguna de natural de Huacarpay) se encuentra por debajo de los LMP de acuerdo con el D.S. 003-2010-MINAM. Sin embargo, el valor del DBO del efluente a la salida de la PTAR alcanza a 105 mg/L, superando el LMP que es de 100 mg/L, estas agua discurren por un canal en el recorrido continua depurándose , razón por la cual en el vertimiento 01 al ingresar al pantano y vertimiento 02 cerca al espejo de agua de la laguna de Huacarpay disminuye radicalmente a 5.3 y 3.3 mg/L respectivamente siendo inferior al LMP, igual fenómeno sucede con los valores de DQO en el afluente es de 386mg/L, en el efluente 323mg/L, primer vertimiento disminuye a 22 mg/L y en el segundo vertimiento 26 mg/L, valores inferior al LMP de 200 mg/L; en TSS ingresa a la PTAR con 181mg/L, disminuye en el efluente a 16 mg/L, en el primer vertimiento a 4.0mg/L y segundo vertimiento 2.5 mg/L, inferior al LMP de 150mg/L; los Coliformes termotolerantes o fecales reporta valores altos en el afluente y efluente (9.2×10^6 NMP/100mL) y vertimiento 01(3.5×10^4 NMP/100 mL) superando los LMP de 10 000 NMP/mL; en el vertimiento 02 disminuye sustancialmente a 79.0 NMP/100mL considerándose dentro del LMP.

Por las deficiencias en la PTAR de Lucre, la zona afectada por contaminación biológica a causa de las aguas residuales que se acumulan como charcos es el extenso pantano Huacarpay donde se ubican los totorales que son refugio de diversidad de aves razón por ello es considerado sitio RAMSAR, cultivos de maíz y zona de pastoreo del ganado vacuno. Similares datos determinan **Arellano y Valenzuela**, en el estudio del 2004, que por falta de mantenimiento de los pozos de oxidación de aguas residuales se evidencia contaminación paulatina de los cuerpos receptores de los vertimientos caso de las lagunas naturales de Pampamarca y Pomacanchi en la region Cusco, de acuerdo a las características de estas aguas residuales en el afluente y efluente, los valores de DBO, STS, y Coliformes termotolerantes ($92x10^5$ NMP/100ml), sobrepasan los LMP, no siendo adecuado su vertido en estas lagunas naturales, generan contaminación biológica además de alterar la belleza escénica paisajística por ser hábitat de especies y punto de paso de especies migratorias (aves).

- Respecto a la calidad del agua de la laguna de Huacarpay, según los análisis realizados en los dos puntos de muestreo (borde de la lagua y en espejo de agua) los valores de los parámetros fisicoquímicos y metales pesados se encuentran por debajo de los ECA para agua, de igual manera en el análisis bacteriológico los valores de Coliformes termotolerantes o fecales alcanzan a 23NMP/100mL y 33 NMP/100mL respectivamente, siendo menor al ECA, por lo tanto, la calidad del agua de la laguna de Huacarpay corresponde a la categoría 3 y 4 de acuerdo al ECA para agua, es **apta** para riego de vegetales, bebida de animales y conservación del ambiente acuático (E-1, lagunas y lagos) según la normativa nacional D.S. N° 004-2017-MINAM).

  Champi y Villalba en el estudio del 2014, determinan que las aguas del río Vilcanota colindante a los botaderos de los centros poblados de Pisac, Coya, Lamay y Calca, en la región Cusco, de acuerdo con el análisis fisicoquímicos y metales pesados los valores de los parámetros como plomo, cadmio y cromo están dentro de los ECA para agua categoría 3, sin embargo en el análisis bacteriológico se reporta presencia de Coliformes termotolerantes cuyo valor supera el ECA, por lo tanto las aguas del rio Vilcanota en estos puntos bacteriológicamente **no son aptas** para riego de vegetales ni bebida de animales.

Ayte, en el estudio del 2017 sobre el grado de contaminación del rio Huaro por vertimiento de aguas residuales en Quispicanchi, región Cusco, comprueba que según los análisis fisicoquímicos y bacteriológicos de las aguas residuales en ambos vertimiento (parte y parte baja) los valores de los parámetros DQO, DBO, Coliformes termotolerantes (23×10^3 NMP/ml) superan los LMP para efluentes de PTAR de acuerdo al D.S. 003-2010-MINAM, afectando la calidad del agua del rio Huaro el cual fisicoquímicamente es aceptable, sin embargo bacteriológicamente **no es apta** para riego de vegetales ni bebida de animales categoría 3. **Chávez y Grovas,** en el 2019 en el estudio sobre eficiencia de la planta de tratamiento de aguas residuales de la localidad de Andahuaylillas en Quispicanchi, región Cusco, determinaron que los parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos del efluente de la PTAR-Andahuaylillas, los valores de DBO_5 (141.1 mg/L), DQO (221.6 mg/L) y Coliformes termotolerantes ($8x10^6$ NMP/100ml), superan los LMP para ser vertido a un cuerpo receptor caso del rio Vilcanota; por lo tanto las aguas del rio Vilcanota, antes y después del vertimiento de Andahuaylillas, **no son aptas** para riego de vegetales ni bebida de animales categoría 3.

CONCLUSIONES

1. Las aguas residuales provenientes de la planta de tratamiento de la localidad de Lucre por deficiencias en el manejo y mantenimiento, son la causa de la contaminación bacteriológica afectando principalmente la zona del pantano Huacarpay, lugar donde se ubican los totorales que son hábitat y refugio de la diversidad de avifauna, también se encuentran extensas áreas de cultivo de maíz y es zona de pastoreo de ganado vacuno. Los lixiviados del botadero controlado es un agente contaminante potencial para el ambiente.

2. El suelo del botadero controlado presenta indicios de contaminación por cromo, respecto a los lixiviados la concentración de metales pesados como Arsénico, Cadmio, Cobre, Mercurio, Plomo y Zinc es inferior a los LMP a excepción del Hierro que alcanza a 2,7 mg/L superando ligeramente al estándar que es 2,0 mg/L, según los análisis fisicoquímicos y bacteriológicos los valores de pH, DBO, DQO, STS y Coliformes Termotolerantes (92 x 10^4 NMP/100mL) superan los LMP de acuerdo a la normativa, considerándose como un agente contaminante potencial.

3. Las aguas residuales provenientes de la PTAR Lucre, según los análisis fisicoquímicos de pH, temperatura, aceites y grasas, DBO, DQO y TSS desde el afluente, efluente, punto de vertimiento 01 y 02 los valores disminuyen, encontrándose por debajo de los LMP de acuerdo con el D.S. 003-2010-MINAM, para ser vertidos a cuerpos de agua.
   Sin embargo, según el análisis bacteriológico las aguas residuales en el afluente, efluente y vertimiento 01 que es el punto de ingreso al pantano Huacarpay, los valores de Coliformes termotolerantes o fecales alcanzan a 9.2 x10^6 NMP/100 mL a 3.5 x 10^4 NMP/100mL cuyos valores superan los LMP para efluentes de PTAR (10 000 NMP/100mL), en el vertimiento 02 zona del pantano aledaño a la laguna de natural de Huacarpay, disminuye a 79 NMP/100mL valor por debajo del LMP.
   Por lo tanto, las aguas residuales causan contaminación bacteriológica de la extensa zona del pantano Huacarpay, lugar de totorales, cultivos de maíz y pastoreo de ganado.

4. Respecto al análisis del agua de la laguna de Huacarpay, los valores de los parámetros fisicoquímicos, bacteriológicos y metales pesados en los dos puntos de muestreo al borde de la laguna y espejo de agua se encuentran dentro de los ECA para agua, por lo tanto, la calidad del agua es **apta** para riego de vegetales, bebida de animales y conservación al medio acuático Categoría 3 y 4.

RECOMENDACIONES

- Es necesario mejorar la gestión y manejo de los residuos sólidos de la localidad de Lucre- Huacarpay, especialmente la segregación para una adecuada disposición final en un relleno sanitario, evitando que llegue residuos peligrosos, construir el tanque de lixiviados con mayor capacidad para evitar el desborde especialmente en la época de lluvias.

- Es muy importante que se continue con la obra de infraestructura en la mejora de la PTAR de Lucre, con el fin de tratar las aguas residuales adecuadamente y evitar los vertimientos al humedal o pantano Huacarpay.

- Realizar estudios para utilizar técnicas de fitorremediación en el tratamiento de las aguas residuales

- La municipalidad distrital de Lucre debe implementar acciones de conservación del humedal Lucre Huacarpay por estar considerado como sitio RAMSAR.

BIBLIOGRAFÍA

Aguilar, M y Ezquerra, M. (2013). Evaluación de riesgos ambientales en la cuenca de Lucre Cusco (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco. Cusco-Perú.

APHA-AWA-WPCF. (2000). Métodos normalizados para el análisis fisicoquímico y bacteriológico de aguas. Edit. Díaz de Santos S.A. Madrid-España.

Amanca, F. 2016. Impacto ambiental y plan de cierre del ex botadero de Canchauran del distrito de Urcos – Quispicanchis. Tesis para Optar al Título Profesional de Biólogo. Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco. Facultad de Ciencias Biológicas. Cusco-Perú.

ANA. 2018. Clasificación de los cuerpos de agua continentales superficiales. Ministerio de Agricultura y Riego. Autoridad Nacional del Agua. Perú.

Arellano, M & Valenzuela, M. (2004). Evaluación de Impacto Ambiental de los pozos de oxidación de aguas residuales en Acopia, Pomacanchi y Pampamarca. Tesis para Optar al Título Profesional de Biólogo. Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco. Facultad de Ciencias Biológicas. Cusco-Perú.

Arenas, JC. (2019). Calidad Ambiental del agua de los ríos Huancaro, T'ankarpata y Huillcarpay tributarios de la cuenca del Huatanay provincia Cusco. Tesis para optar al título profesional de Biólogo. Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco. Cusco-Perú.

Ayte, A (2017). Determinación del grado de contaminación del rio Huaro por vertimiento de aguas residuales, Quispicanchi-Cusco. Seminario de Investigación pregrado. Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco. Cusco-Perú.

Barba, L. (2002). Conceptos básicos de la contaminación del agua y parámetros de medición Tesis de Pregrado. Universidad del Valle, Santiago de Cali -Colombia.

Brack, A. Mendiola, C. 2000. Ecología del Perú. ISBN:9972-1-0210-6. Asociación Editorial Bruño. Lima. Perú.

Chávez, I & Grovas, I. (2019). Eficiencia de la planta de tratamiento de aguas residuales de la localidad de Andahuaylillas, Quispicanchi-Cusco. Seminario de Investigación de pregrado. Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco. Cusco-Perú.

CONAM/CEPIS/OPS. (2004). Guía técnica para la clausura y conversión de botaderos de residuos sólidos. Lima, Perú

Corena, M. (2008). Sistemas de tratamientos para lixiviados generados en rellenos sanitarios Tesis de pregrado. Universidad de Sucre-Bolivia.

Diaz, B. 2019. Evaluación de la contaminación del suelo por lixiviados del botadero municipal del distrito de San Pablo. Tesis para optar al título profesional de Ing. Ambiental. Escuela Académico profesional de Ingeniería Ambiental. Universidad Cesar Vallejo. San Martín-Perú.

D.L.1278. Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos. 23-12-2016. Reglamento. D.S. N° 014-2017-MINAM.

D.L. 29338. Ley de Recursos Hídricos. 2009. Reglamento. D.S. N° 001-2010-AG.

D.S. N° 004-2017-MINAM. Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua

D.S. N° 011-2017-MINAM. Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Suelo

D. S. Nº 003-2010-MINAM. Límites Máximos Permisibles (LMP) para efluentes de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas o Municipales.

D.S. N° -2009- MINAM. Estándares de calidad ambiental y LMP para el año fiscal 2009 R.M. N°121-2009-MINAM. LMP de Efluentes de Infraestructuras de Residuos Sólidos.

Enkerlin, E. & Cano, G. (1997). Ciencia Ambiental y Desarrollo Sostenible. International Thomson Editores. Clasificación 333.72 C569. D. F. México.

Falcón, M. 2016. Afectación del Suelo como Consecuencia de la disposición de Residuos Sólidos Municipales en el botadero Roma-Casa Grande. Tesis de Pregrado para optar al título profesional de Ingeniero Ambiental. Escuela Académico profesional de Ingeniería Ambiental. Universidad Cesar Vallejo. La Libertad-Perú.

FAO & ITPS. (2015). Status of the World's Soil Resources (SWSR) - Main Report. Rome, Italy, Food and Agriculture Organization of the United Nations and Intergovernmental Technical Panel on Soils. disponible en: http://www.fao.org/3/a-i5199e.pdf

Glynn, H. & Heinke, G. (1999). Ingeniería ambiental, 2da. Edición, Prentice Hall-México.

Hernández, J. (2014). Comparación de costos entre una planta de tratamiento de aguas residuales domésticas prefabricada y una construida en sitio. Tesis de pregrado. Universidad San Carlos de Guatemala, nueva Guatemala de la Asunción, Guatemala.

Hillbeboe, H. (2005). Manual de Tratamiento de Aguas Negras. México: Limusa.

INDECI-PNUD. 2011. Mapa de Peligros y medidas de Mitigación ante desastres ciudad de Lucre-Huacarpay. Programa ciudades sostenibles. Informe Final. Cusco-Perú.

INIA. (2005). Semana de la Ciencia y Tecnología Jornada de Puertas Abiertas. Tacuarembó, Uruguay.

Martínez, J. (2007). Evaluación ambiental de los sistemas de lagunas para el tratamiento de aguas residuales. Tesis de pregrado. Universidad de Sucre, Sincelejo, Colombia.

Méndez R. et. al. (2002) Influencia del material de cubierta en la composición de los lixiviados de un relleno sanitario. *Ingeniería* 6(2), 7-12

MINAM. (2011). Guía de diseño, construcción, operación, mantenimiento y cierre de relleno sanitario manual. Dirección General de Calidad Ambiental-DGCA. Lima-Perú.

Molleapaza, E. (2005). Ecología del Valle del Cusco. Historia Natural del Valle del Cusco.

Nebel, B.J. & Wright, R.T. 1999. Ciencias Ambientales Ecología y Desarrollo Sostenible. Prentice Hall Hispanoamericana S.A. Cámara Nacional de la Industria Nacional Mexicana. ISBN 970-17-0233-6. Impreso en México.

OEFA. (2014). Fiscalización ambiental en aguas residuales. Revista de OEFA. MINAM

ONERN. (1976). Mapa ecológico del Perú. Guía explicativa. Lima, Perú

Rodríguez-Eugenio, N., McLaughlin, M. y Pennock, D. (2019). La contaminación del suelo: una realidad oculta. ISBN: 978-92-5-131639-9. Roma, FAO.

Rolim, S. (2000). Sistemas de lagunas de estabilización La Operación y Mantenimiento de las Lagunas de Oxidación – Garantía de la Calidad del Tratamiento. Brasil: Mc. Graw Hill. México.

Romero, J. (2005). Tratamiento de aguas residuales: Teoría y principios de diseño. Colombia: Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería.

Torres, N. 2018. Evaluación de la concentración de metales pesados como As, Cu, Cd, y Pb, en el botadero de Cancharani de la ciudad de Puno. Tesis de pregrado para optar al título profesional de Ing. Agrónomo. Universidad nacional del Altiplano. Puno-Perú.

Valencia, T y Valencia, J. (2015). Evaluación de riesgos ambientales de los componentes del saneamiento ambiental básico de la localidad de Pillpinto, provincia de Paruro -Cusco. Tesis de pregrado. Universidad nacional de San Antonio Abad del Cusco. Cusco-Perú.

Vitorino, B. (1988). Manual de análisis de suelos. Guía Práctica de Edafología. 3ra. Edición Revisada y Ampliada. Texto Universitario- FAZ- UNSAAC. K'ayra- Cusco- Perú.

Yupanqui, C. 2019. La Autoridad nacional del Agua-ANA y la Conservación de Humedades. Humedades y cambio Climático. Resumen de la Conferencia. Ministerio de Agricultura y Riego-ANA. Perú.

ANEXOS

Nº de Referencia:	S-18/010598	Tipo Muestra:	SUELOS MA
Descripción:	BOTADERO	Fecha Fin:	27/04/2018

RESULTADOS ANALITICOS

	Parámetro	Resultado	Incert	Unidades	CMA
*	Nitratos	< 6,5	-	mg/L	
	Propiedades Físicas - Granulometría				
	Arcilla	15,0	-	%	
	Arena	35,0	-	%	
	Clase Textural	Franca-Limosa	-	%	
	Humedad	28,2	-	%	
	Limo	50,0	-	%	
	Fertilidad				
	Cond. Eléctrica (Ext 1/1)	418	-	µS/cm a 25°C	
*	Fósforo Disponible	24,6	-	mg/kg	
*	Materia Orgánica Oxidable	0,807	-	%	
	pH (Extracto 1/1)	7,63	-	Unidades de pH	
*	Materia Orgánica	4,73	-	%	
*	Nitrógeno Total	698	-	mg/kg	
	Complejo de Cambio				
*	Aluminio de Cambio	0,01	-	meq/100 g	
*	Calcio Cambio	20,6	-	meq/100 g	
*	Magnesio de Cambio	1,01	-	meq/100 g	
*	Potasio Cambio	0,30	-	meq/100 g	
*	Sodio Cambio	< 0,05	-	meq/100 g	
*	CIC Efectiva	21,9	-	meq/100 g	
	Relaciones de Interés				
*	Relación C/N	46,0	-		
	Metales Totales				
	Aluminio Total	16 703	±18%	mg/kg PS	
	Antimonio Total	< 0,0017	±13%	mg/kg PS	
	Arsénico Total	2,5	±8%	mg/kg PS	
	Bario Total	152	±20%	mg/kg PS	
	Berilio Total	0,002	±4%	mg/kg PS	
*	Bismuto Total	< 0,0008	-	mg/kg PS	
	Boro Total	6,55	±13%	mg/kg PS	
	Cadmio Total	0,0821	±4%	mg/kg PS	
	Calcio Total	17 019	±10%	mg/kg PS	
	Cerio Total	20,20	±7%	mg/kg PS	
	Cobalto Total	9,64	±8%	mg/kg PS	
	Cobre Total	40	±5%	mg/kg PS	
	Cromo Total	67	±7%	mg/kg PS	
	Estaño Total	< 0,01	±5%	mg/kg PS	
	Estroncio Total	172	±6%	mg/kg PS	

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

AGQ Labs

INFORME DE ENSAYO

TL-502

Nº de Referencia:	S-18/010598	Tipo Muestra:	SUELOS MA
Descripción:	BOTADERO	Fecha Fin:	27/04/2018

Parámetro	Resultado	Incert	Unidades	CMA
Metales Totales				
Fósforo Total	336	±6%	mg/kg PS	
Hierro Total	20 250	±13%	mg/kg PS	
Litio Total	23,8	±9%	mg/kg PS	
Magnesio Total	4 845	±6%	mg/kg PS	
Manganeso Total	562	±23%	mg/kg PS	
Mercurio Total	< 0,03	±2%	mg/kg PS	
Molibdeno Total	< 0,003	±14%	mg/kg PS	
Níquel Total	7,17	±9%	mg/kg PS	
Plata Total	< 0,006	±5%	mg/kg PS	
Plomo Total	24,5	±6%	mg/kg PS	
Potasio Total	2 384	±7%	mg/kg PS	
Selenio Total	< 0,004	±8%	mg/kg PS	
Sodio Total	256	±9%	mg/kg PS	
Talio Total	0,0003	±5%	mg/kg PS	
Titanio Total	1 306	±23%	mg/kg PS	
Torio Total	0,0003	±8%	mg/kg PS	
Uranio Total	0,1791	±8%	mg/kg PS	
Vanadio Total	49	±7%	mg/kg PS	
Wolframio Total	0,0018	±24%	mg/kg PS	
Zinc Total	73,7	±9%	mg/kg PS	

Nota: Los Resultados de este informe solo afectan a la muestra tal como es recibida en el laboratorio. Queda prohibida la reproducción parcial de este informe sin la aprobación por escrito del laboratorio. Las incertidumbres están recogidas en el anexo técnico adjunto. Si aparece marca de acreditación, los parámetros marcados con asterisco (*) no estan incluidos en el Alcance de Acreditación. El cliente proporciona todos los datos asociados a la Toma de Muestras, cuando esta ha sido realizada por él. A: Ensayo subcontratado y acreditado. N: Ensayo subcontratado y no acreditado. RE: Recuento en placa estimado. Para los parámetros de radiactividad el valor inferior del rango corresponde al AMD.

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

AGQ Labs

INFORME DE ENSAYO

TL-502

Nº de Referencia:	S-18/010598	Tipo Muestra:	SUELOS MA
Descripción:	BOTADERO	Fecha Fin:	27/04/2018

ANEXO TECNICO

	Parámetro	PNT	Técnica	Ref Norma	Rango
*	Nitratos	PE-2090	Cromatog Iónica		6,5 - 40 000 mg/L
	Propiedades Físicas - Granulometría				
	Arcilla	PEC-018	Densitometría		0,00 - 100 %
	Arena	PEC-018	Densitometría		0,00 - 1 000 %
	Clase Textural	PEC-018	Densitometría		0,00 - 100 %
	Humedad	PE-980	Gravimetría		0,10 - 85,0 %
	Limo	PEC-018	Densitometría		0,00 - 100 %
	Fertilidad				
	Cond. Eléctrica (Ext 1/1)	PEC-002	Conductimetría		70,0 - 300 000 µS/cm a 25°C
*	Fósforo Disponible	PEC-004	Espect UV-VIS		3,50 - 482 mg/kg
*	Materia Orgánica	PE-2129	Anal. Elemental		0,17 - 6,00 %
*	Materia Orgánica Oxidable	PEC-013	Volumetría		0,170 - 6,00 %
*	Nitrógeno Total	PEC-034	Anal. Elemental		155 - 12 000 mg/kg
	pH (Extracto 1/1)	PEC-001	Potenciometría pH		2,00 - 12,0 Unidades de pH
	Complejo de Cambio				
*	Aluminio de Cambio	PEC-009	Espect ICP-OES		0,00 - 1 000 meq/100 g
*	Calcio Cambio	PEC-009	Espect ICP-OES		0,13 - 49,9 meq/100 g
*	CIC Efectiva	PEC-019	Calculado		0,50 - 60,0 meq/100 g
*	Magnesio de Cambio	PEC-009	Espect ICP-OES		0,02 - 82,3 meq/100 g
*	Potasio Cambio	PEC-009	Espect ICP-OES		0,03 - 25,6 meq/100 g
*	Sodio Cambio	PEC-009	Espect ICP-OES		0,05 - 43,5 meq/100 g
	Relaciones de Interés				
*	Relación C/N	PEC-041	Calculado		0,01 - 1 000
	Metales Totales				
	Aluminio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,15 - 50 000 mg/kg PS
	Antimonio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,0017 - 1 000 mg/kg PS
	Arsénico Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,40 - 2 000 mg/kg PS
	Bario Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,030 - 5 000 mg/kg PS
	Berilio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,001 - 1 000 mg/kg PS
*	Bismuto Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,0008 - 2 000 mg/kg PS
	Boro Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL).	Espect ICP-MS		0,180 - 2 000 mg/kg PS
	Cadmio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,0007 - 1 000 mg/kg PS
	Calcio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL).	Espect ICP-MS		8,00 - 100 000 mg/kg PS
	Cerio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL).	Espect ICP-MS		0,0005 - 1 000 mg/kg PS
	Cobalto Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,003 - 1 000 mg/kg PS

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

Nº de Referencia: S-18/010598
Descripción: BOTADERO
Tipo Muestra: SUELOS MA
Fecha Fin: 27/04/2018

Parámetro	PNT	Técnica	Ref Norma	Rango
Metales Totales				
Cobre Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,03 - 10 000 mg/kg PS
Cromo Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,10 - 1 000 mg/kg PS
Estaño Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL).	Espect ICP-MS		0,01 - 2 000 mg/kg PS
Estroncio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL).	Espect ICP-MS		0,004 - 2 000 mg/kg PS
Fósforo Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL).	Espect ICP-MS		0,8 - 50 000 mg/kg PS
Hierro Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL).	Espect ICP-MS		0,006 - 100 000 mg/kg PS
Litio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL).	Espect ICP-MS		0,010 - 2 000 mg/kg PS
Magnesio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL).	Espect ICP-MS		0,1 - 50 000 mg/kg PS
Manganeso Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		3,00 - 10 000 mg/kg PS
Mercurio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,03 - 1 000 mg/kg PS
Molibdeno Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,003 - 1 000 mg/kg PS
Níquel Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,090 - 1 000 mg/kg PS
Plata Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,006 - 1 000 mg/kg PS
Plomo Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,006 - 5 000 mg/kg PS
Potasio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL).	Espect ICP-MS		8,00 - 50 000 mg/kg PS
Selenio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,004 - 2 000 mg/kg PS
Sodio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL).	Espect ICP-MS		1 - 50 000 mg/kg PS
Talio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,0002 - 1 000 mg/kg PS
Titanio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL).	Espect ICP-MS		0,060 - 2 000 mg/kg PS
Torio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,0001 - 1 000 mg/kg PS
Uranio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,0002 - 1 000 mg/kg PS
Vanadio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,60 - 1 000 mg/kg PS
Wolframio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL).	Espect ICP-MS		0,0017 - 2 000 mg/kg PS
Zinc Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,170 - 10 000 mg/kg PS

Los parámetros marcados con asterisco (*) no estan incluidos en el Alcance de Acreditación.

(1) El rango mínimo se corresponde con el límite de Determinación, a partir del cual cuantificamos. Para los parámetros de radiactividad el valor del rango corresponde al AMD.

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

INFORME DE ENSAYO

TL-502

Nº de Referencia:	**S-18/010599**	Registrada en:	AGQ Perú	Cliente:	OLIGO S.A.C.
Análisis:	S-3566-PE	Centro Análisis:	AGQ Perú	Domicilio:	AV. PACHACUTEC NRO. 608CERCADO DE WANCHAQ CUSCO CUSCO - WANCHAQ
Tipo Muestra:	SUELOS MA	Fecha Recepción:	19/03/2018	Contrato:	PE18-0057
Fecha Inicio:	26/03/2018	Fecha Fin:	27/04/2018	Cliente 3º:	ISABEL RODRIGUEZ S.
Descripción:	TESTIGO				

Fecha/Hora Muestreo:	18/03/2018 09:06	Muestreado por:	Cliente		
Lugar de Muestreo:	LUCRE - HUACARPAY			Coordenadas x,y:	203878 8488660
Punto de Muestreo:	TESTIGO				

A continuación se exponen el Informe de Ensayo y Anexo Técnico asociados a la muestra, en los cuales se pueden consultar toda la información relacionada con los ensayos realizados.

Los Resultados emitidos en este informe, no han sido corregidos con factores de recuperación. Siguiendo el protocolo recogido en nuestro manual de calidad, AGQ guardará bajo condiciones controladas la muestra durante un periodo determinado después de la finalización del análisis. Una vez transcurrido este periodo, la muestra será eliminada. Si desea información adicional o cualquier aclaración, no dude en ponerse en contacto con nosotros.

Yoel Iñigo CQP 826
Resp. Lab. Inorgánico

AGQ PERU S.A.C.
Yoel Iñigo Guizado
CQP 826
DIRECTOR DE LABORATORIO

FECHA EMISIÓN: 27/04/2018

OBSERVACIONES:

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

AGQ Labs

INFORME DE ENSAYO

ACCREDITED TL-502

Nº de Referencia:	S-18/010599	Tipo Muestra:	SUELOS MA
Descripción:	TESTIGO	Fecha Fin:	27/04/2018

RESULTADOS ANALITICOS

	Parámetro	Resultado	Incert	Unidades	CMA
*	Nitratos	< 6,5	-	mg/L	
	Propiedades Físicas - Granulometría				
	Arcilla	10,0	-	%	
	Arena	30,0	-	%	
	Clase Textural	Franca-Limosa	-	%	
	Humedad	34,4	-	%	
	Limo	50,0	-	%	
	Fertilidad				
	Cond. Eléctrica (Ext 1/1)	184	-	µS/cm a 25°C	
*	Fósforo Disponible	20,7	-	mg/kg	
*	Materia Orgánica Oxidable	1,86	-	%	
	pH (Extracto 1/1)	7,79	-	Unidades de pH	
*	Materia Orgánica	5,17	-	%	
*	Nitrógeno Total	717	-	mg/kg	
	Complejo de Cambio				
*	Aluminio de Cambio	0,01	-	meq/100 g	
*	Calcio Cambio	19,9	-	meq/100 g	
*	Magnesio de Cambio	0,34	-	meq/100 g	
*	Potasio Cambio	0,17	-	meq/100 g	
*	Sodio Cambio	< 0,05	-	meq/100 g	
*	CIC Efectiva	20,5	-	meq/100 g	
	Relaciones de Interés				
*	Relación C/N	56,9	-		
	Metales Totales				
	Aluminio Total	17 031	±18%	mg/kg PS	
	Antimonio Total	< 0,0017	±13%	mg/kg PS	
	Arsénico Total	2,5	±8%	mg/kg PS	
	Bario Total	141	±20%	mg/kg PS	
	Berilio Total	0,002	±4%	mg/kg PS	
*	Bismuto Total	< 0,0008	-	mg/kg PS	
	Boro Total	10,1	±13%	mg/kg PS	
	Cadmio Total	0,0709	±4%	mg/kg PS	
	Calcio Total	27 644	±10%	mg/kg PS	
	Cerio Total	20,53	±7%	mg/kg PS	
	Cobalto Total	9,08	±8%	mg/kg PS	
	Cobre Total	25	±5%	mg/kg PS	
	Cromo Total	6,9	±7%	mg/kg PS	
	Estaño Total	< 0,01	±5%	mg/kg PS	
	Estroncio Total	184	±6%	mg/kg PS	

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

AGQ Labs

INFORME DE ENSAYO

ilac-MRA IAS ACCREDITED Testing Laboratory TL-502

Nº de Referencia:	S-18/010599	Tipo Muestra:	SUELOS MA
Descripción:	TESTIGO	Fecha Fin:	27/04/2018

Parámetro	Resultado	Incert	Unidades	CMA
Metales Totales				
Fósforo Total	486	±6%	mg/kg PS	
Hierro Total	19 921	±13%	mg/kg PS	
Litio Total	24,6	±9%	mg/kg PS	
Magnesio Total	6 212	±6%	mg/kg PS	
Manganeso Total	493	±23%	mg/kg PS	
Mercurio Total	< 0,03	±2%	mg/kg PS	
Molibdeno Total	< 0,003	±14%	mg/kg PS	
Níquel Total	5,81	±9%	mg/kg PS	
Plata Total	< 0,006	±5%	mg/kg PS	
Plomo Total	9,67	±6%	mg/kg PS	
Potasio Total	2 998	±7%	mg/kg PS	
Selenio Total	< 0,004	±8%	mg/kg PS	
Sodio Total	330	±9%	mg/kg PS	
Talio Total	< 0,0002	±5%	mg/kg PS	
Titanio Total	1 558	±23%	mg/kg PS	
Torio Total	< 0,0001	±8%	mg/kg PS	
Uranio Total	0,1811	±8%	mg/kg PS	
Vanadio Total	46	±7%	mg/kg PS	
Wolframio Total	< 0,0017	±24%	mg/kg PS	
Zinc Total	62,9	±9%	mg/kg PS	

Nota: Los Resultados de este informe solo afectan a la muestra tal como es recibida en el laboratorio. Queda prohibida la reproducción parcial de este informe sin la aprobación por escrito del laboratorio. Las incertidumbres están recogidas en el anexo técnico adjunto. Si aparece marca de acreditación, los parámetros marcados con asterisco (*) no estan incluidos en el Alcance de Acreditación. El cliente proporciona todos los datos asociados a la Toma de Muestras, cuando esta ha sido realizada por él. A: Ensayo subcontratado y acreditado. N: Ensayo subcontratado y no acreditado. RE: Recuento en placa estimado. Para los parámetros de radiactividad el valor inferior del rango corresponde al AMD.

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

Nº de Referencia: S-18/010599
Descripción: TESTIGO

Tipo Muestra: SUELOS MA
Fecha Fin: 27/04/2018

ANEXO TECNICO

	Parámetro	PNT	Técnica	Ref Norma	Rango
*	Nitratos	PE-2090	Cromatog Iónica		6,5 - 40 000 mg/L
	Propiedades Físicas - Granulometría				
	Arcilla	PEC-018	Densitometría		0,00 - 100 %
	Arena	PEC-018	Densitometría		0,00 - 1 000 %
	Clase Textural	PEC-018	Densitometría		0,00 - 100 %
	Humedad	PE-980	Gravimetría		0,10 - 85,0 %
	Limo	PEC-018	Densitometría		0,00 - 100 %
	Fertilidad				
	Cond. Eléctrica (Ext 1/1)	PEC-002	Conductimetría		70,0 - 300 000 µS/cm a 25°C
*	Fósforo Disponible	PEC-004	Espect UV-VIS		3,50 - 482 mg/kg
*	Materia Orgánica	PE-2129	Anal. Elemental		0,17 - 6,00 %
*	Materia Orgánica Oxidable	PEC-013	Volumetría		0,170 - 6,00 %
*	Nitrógeno Total	PEC-034	Anal. Elemertal		155 - 12 000 mg/kg
	pH (Extracto 1/1)	PEC-001	Potenciometría pH		2,00 - 12,0 Unidades de pH
	Complejo de Cambio				
*	Aluminio de Cambio	PEC-009	Espect ICP-OES		0,00 - 1 000 meq/100 g
*	Calcio Cambio	PEC-009	Espect ICP-OES		0,13 - 49,9 meq/100 g
*	CIC Efectiva	PEC-019	Calculado		0,50 - 60,0 meq/100 g
*	Magnesio de Cambio	PEC-009	Espect ICP-OES		0,02 - 82,3 meq/100 g
*	Potasio Cambio	PEC-009	Espect ICP-OES		0,03 - 25,6 meq/100 g
*	Sodio Cambio	PEC-009	Espect ICP-OES		0,05 - 43,5 meq/100 g
	Relaciones de Interés				
*	Relación C/N	PEC-041	Calculado		0,01 - 1 000
	Metales Totales				
	Aluminio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,15 - 50 000 mg/kg PS
	Antimonio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,0017 - 1 000 mg/kg PS
	Arsénico Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,40 - 2 000 mg/kg PS
	Bario Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,030 - 5 000 mg/kg PS
	Berilio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,001 - 1 000 mg/kg PS
*	Bismuto Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,0008 - 2 000 mg/kg PS
	Boro Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL).	Espect ICP-MS		0,180 - 2 000 mg/kg PS
	Cadmio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,0007 - 1 000 mg/kg PS
	Calcio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL).	Espect ICP-MS		8,00 - 100 000 mg/kg PS
	Cerio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL).	Espect ICP-MS		0,0005 - 1 000 mg/kg PS
	Cobalto Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,003 - 1 000 mg/kg PS

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

AGQ Labs

INFORME DE ENSAYO

ilac-MRA IAS ACCREDITED Testing Laboratory TL-502

Nº de Referencia:	S-18/010599	Tipo Muestra:	SUELOS MA
Descripción:	TESTIGO	Fecha Fin:	27/04/2018

Parámetro	PNT	Técnica	Ref Norma	Rango
Metales Totales				
Cobre Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,03 - 10 000 mg/kg PS
Cromo Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,10 - 1 000 mg/kg PS
Estaño Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL).	Espect ICP-MS		0,01 - 2 000 mg/kg PS
Estroncio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL).	Espect ICP-MS		0,004 - 2 000 mg/kg PS
Fósforo Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL).	Espect ICP-MS		0,8 - 50 000 mg/kg PS
Hierro Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL).	Espect ICP-MS		0,006 - 100 000 mg/kg PS
Litio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL).	Espect ICP-MS		0,010 - 2 000 mg/kg PS
Magnesio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL).	Espect ICP-MS		0,1 - 50 000 mg/kg PS
Manganeso Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		3,00 - 10 000 mg/kg PS
Mercurio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,03 - 1 000 mg/kg PS
Molibdeno Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,003 - 1 000 mg/kg PS
Níquel Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,090 - 1 000 mg/kg PS
Plata Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,006 - 1 000 mg/kg PS
Plomo Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,006 - 5 000 mg/kg PS
Potasio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL).	Espect ICP-MS		8,00 - 50 000 mg/kg PS
Selenio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,004 - 2 000 mg/kg PS
Sodio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL).	Espect ICP-MS		1 - 50 000 mg/kg PS
Talio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,0002 - 1 000 mg/kg PS
Titanio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL).	Espect ICP-MS		0,060 - 2 000 mg/kg PS
Torio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,0001 - 1 000 mg/kg PS
Uranio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,0002 - 1 000 mg/kg PS
Vanadio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,60 - 1 000 mg/kg PS
Wolframio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL).	Espect ICP-MS		0,0017 - 2 000 mg/kg PS
Zinc Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,170 - 10 000 mg/kg PS

Los parámetros marcados con asterisco (*) no estan incluidos en el Alcance de Acreditación.

(1) El rango mínimo se corresponde con el límite de Determinación, a partir del cual cuantificamos. Para los parámetros de radiactividad el valor del rango corresponde al AMID.

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

INFORME DE ENSAYO N° 018

RESULTADOS ANALITICOS

N° de Referencia		MA-18/000033	MA-18/000034
Punto de Muestreo		BOTADERO	TESTIGO
Tipo muestra		Suelo	Suelo
Condiciones de la muestra		Bolsa ziploc	Bolsa ziploc
Volumen de muestra o área de muestreo		300 g	300 g
Fecha Toma Muestra		18/03/2018	18/03/2018
Hora de Muestreo (h)		08:32	09:06
Tipo Ensayo	**Unidades**	**Resultados**	
Coliformes fecales por NMP	NMP/100g	< 18	< 18

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

INFORME DE ENSAYO N° 018

ANEXO TECNICO

Parámetro	PNT	Técnica	Rangos / unidad
Coliformes fecales por NMP	SMEWW 9221 E.1	Tubos múltiples	18-1600000000000 NMP/100g

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

AGQ Labs

ACCREDITED
Testing Laboratory
TL-502

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL-DA CON REGISTRO N° LE-072

INACAL
DA - Perú
Laboratorio de Ensayo Acreditado
Registro N° LE - 072

INFORME DE ENSAYO

Nº de Referencia:	**A-18/021857**	Registrada en:	AGQ Perú	Cliente:	OLIGO S.A.C.
Análisis:	A-7815-PE	Centro Análisis:	AGQ Perú	Domicilio:	AV. PACHACUTEC NRO. 608CERCADO DE WANCHAQ CUSCO CUSCO - WANCHAQ
Tipo Muestra:	Agua de Lixiviación	Fecha Recepción:	19/03/2018	Contrato:	PE18-0057
Fecha Inicio:	19/03/2018	Fecha Fin:	03/04/2018	Cliente 3º:	----
Descripción:	BOTADERO LUCRE				

Fecha/Hora Muestreo:	18/03/2018 09:32	Muestreado por:	Cliente		
Lugar de Muestreo:	LUCRE - HUACARPAY			Coordenadas x,y:	203943 8488632
Punto de Muestreo:	BOTADERO LUCRE				

A continuación se exponen el Informe de Ensayo y Anexo Técnico asociados a la muestra, en los cuales se pueden consultar toda la información relacionada con los ensayos realizados.

Los Resultados emitidos en este informe, no han sido corregidos con factores de recuperación. Siguiendo el protocolo recogido en nuestro manual de calidad, AGQ guardará bajo condiciones controladas la muestra durante un periodo determinado después de la finalización del análisis. Una vez transcurrido este periodo, la muestra será eliminada. Si desea información adicional o cualquier aclaración, no dude en ponerse en contacto con nosotros.

P A

Yoel Iñigo CQP 826
Resp. Lab. Inorgánico

CBP 11308
Claudia Andrea Figueroa Dominguez
Resp. Lab. Microbiológico

AGQ PERU S.A.C.
Yoel Iñigo Guizado
CQP 826
DIRECTOR DE LABORATORIO

FECHA EMISIÓN: 26/04/2018

OBSERVACIONES:

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

AGQ Labs

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL-DA CON REGISTRO N° LE-072

ACCREDITED TL-502

INACAL DA - Perú

INFORME DE ENSAYO

Nº de Referencia: A-18/021857
Descripción: BOTADERO LUCRE
Tipo Muestra: Agua de Lixiviación
Fecha Fin: 03/04/2018

RESULTADOS ANALITICOS

	Parámetro	Resultado	Incert	Unidades	CMA
	Mediciones In Situ				
*	Conductividad Eléctrica In Situ Medido Cliente	5 390	-	µS/cm a 25°C	
*	pH In Situ Medido Cliente	8,99	-	Unidades de pH	
*	Temperatura In Situ Medido Cliente	12,8	-	°C	
	Parámetros Físico-Químicos				
2	Aceites y Grasas	27,0	-	mg/L	
3	DBO5	754	±5,6%	mg/L	
3	DQO	1 621	±13,4%	mg/L	
3	Sólidos Totales en Suspensión (TSS)	58,0	±11,1%	mg/L	
	Formas Nitrogenadas/Fosforadas				
2	Fósforo Total	7,33	±17%	mg/L	
	Metales Totales				
2	Aluminio Total	0,750	-	mg/L	
2	Antimonio Total	0,00266	-	mg/L	
2	Arsénico Total	0,05677	-	mg/L	
2	Bario Total	0,2552	-	mg/L	
2	Berilio Total	< 0,00001	-	mg/L	
2	Bismuto Total	< 0,00001	±18%	mg/L	
2	Boro Total	0,360	±20%	mg/L	
2	Cadmio Total	< 0,00001	-	mg/L	
2	Calcio Total	104	±18%	mg/L	
2	Cerio Total	0,01243	±8%	mg/L	
2	Cobalto Total	0,01595	-	mg/L	
2	Cobre Total	0,0216	-	mg/L	
2	Cromo Total	0,536	-	mg/L	
2	Estaño Total	0,0397	±10%	mg/L	
2	Estroncio Total	0,70822	±17%	mg/L	
2	Hierro Total	2,7	±10%	mg/L	
2	Litio Total	0,0123	±5%	mg/L	
2	Magnesio Total	32,8	±5%	mg/L	
2	Manganeso Total	0,47619	-	mg/L	
2	Mercurio Total	< 0,00007	-	mg/L	
2	Molibdeno Total	0,00438	-	mg/L	
2	Níquel Total	0,0394	-	mg/L	
2	Plata Total	< 0,00006	-	mg/L	
2	Plomo Total	0,00563	-	mg/L	
2	Potasio Total	574	±13%	mg/L	
2	Selenio Total	0,00284	-	mg/L	

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

AGQ Labs

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL-DA CON REGISTRO N° LE-072

TL-502

INFORME DE ENSAYO

Nº de Referencia:	A-18/021857	Tipo Muestra:	Agua de Lixiviación
Descripción:	BOTADERO LUCRE	Fecha Fin:	03/04/2018

	Parámetro	Resultado	Incert	Unidades	CMA
	Metales Totales				
2	Sodio Total	533	±15%	mg/L	
2	Talio Total	< 0,00001	-	mg/L	
2	Titanio Total	0,6792	±8%	mg/L	
2	Torio Total	0,00239	-	mg/L	
2	Uranio Total	< 0,00001	-	mg/L	
2	Vanadio Total	0,105	-	mg/L	
2	Wolframio Total	0,00143	±12%	mg/L	
2	Zinc Total	0,181	-	mg/L	
	Microbiología				
*	Coliformes Fecales por NMP	$9,2 \times 10^4$	-	NMP/100mL	

Nota: Los Resultados de este informe solo afectan a la muestra tal como es recibida en el laboratorio. Queda prohibida la reproducción parcial de este informe sin la aprobación por escrito del laboratorio. Las incertidumbres están recogidas en el anexo técnico adjunto. Si aparece marca de acreditación, los parámetros marcados con asterisco (*) no estan incluidos en el Alcance de Acreditación. El cliente proporciona todos los datos asociados a la Toma de Muestras, cuando esta ha sido realizada por él. A: Ensayo subcontratado y acreditado. N: Ensayo subcontratado y no acreditado. RE: Recuento en placa estimado. Para los parámetros de radiactividad el valor inferior del rango corresponde al AMD.
(2) Ensayo cubierto por la Acreditación nº TL-502 emitida por IAS.
(3) Ensayo cubierto por la acreditación nº LE-072 emitida por INACAL.

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

AGQ Labs

ACCREDITED Testing Laboratory TL-502

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL-DA CON REGISTRO N° LE-072

INACAL DA - Perú Laboratorio de Ensayo Acreditado

Registro N° LE - 072

INFORME DE ENSAYO

Nº de Referencia: A-18/021857
Descripción: BOTADERO LUCRE
Tipo Muestra: Agua de Lixiviación
Fecha Fin: 03/04/2018

ANEXO TECNICO

	Parámetro	PNT	Técnica	Ref Norma	Rango
	Mediciones In Situ				
*	Conductividad Eléctrica In Situ Medido Cliente	Cliente			0,1000 - 400 000 µS/cm a 25°C
*	pH In Situ Medido Cliente	Cliente			2,01 - 12,0 Unidades de pH
*	Temperatura In Situ Medido Cliente	Cliente			4,00 - 50,0 °C
	Parámetros Físico-Químicos				
2	Aceites y Grasas	PP-226 (BASED ASTM D7066-04) Rev.1 2017	Espect FTIR		0,25 - 10 000 mg/L
3	DBO5	SMEWW 5210B. 22nd Ed. 2012	Electrometría		1,1 - 10 000 mg/L
3	DQO	SMEWW 5220D. 22nd Ed. 2012	Espect UV-VIS		8,00 - 5 000 mg/L
3	Sólidos Totales en Suspensión (TSS)	SMEWW 2540 D. 22nd Ed. 2012	Gravimetría		2,00 - 80 000 mg/L
	Formas Nitrogenadas/Fosforadas				
2	Fósforo Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,008 - 500 mg/L
	Metales Totales				
2	Aluminio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,002 - 100 mg/L
2	Antimonio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00002 - 50,000 mg/L
2	Arsénico Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00004 - 50,000 mg/L
2	Bario Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,0003 - 50,0 mg/L
2	Berilio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00001 - 20,000 mg/L
2	Bismuto Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,00001 - 10,000 mg/L
2	Boro Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,002 - 50,0 mg/L
2	Cadmio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00001 - 50,000 mg/L
2	Calcio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,08 - 1 000 mg/L
2	Cerio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,00001 - 10,000 mg/L
2	Cobalto Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00003 - 50,000 mg/L
2	Cobre Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,0003 - 100,0 mg/L
2	Cromo Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,001 - 50,0 mg/L
2	Estaño Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,0001 - 10,00 mg/L
2	Estroncio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,00004 - 50,000 mg/L
2	Hierro Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,03 - 100 mg/L
2	Litio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,0001 - 10,00 mg/L

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

AGQ Labs

ACCREDITED
Testing Laboratory
TL-502

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL-DA CON REGISTRO N° LE-072

INACAL
DA - Perú
Laboratorio de Ensayo Acreditado
Registro N° LE - 072

INFORME DE ENSAYO

Nº de Referencia: A-18/021857
Descripción: BOTADERO LUCRE
Tipo Muestra: Agua de Lixiviación
Fecha Fin: 03/04/2018

	Parámetro	PNT	Técnica	Ref Norma	Rango
	Metales Totales				
2	Magnesio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,001 - 1 500 mg/L
2	Manganeso Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00006 - 50,000 mg/L
2	Mercurio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00007 - 10,000 mg/L
2	Molibdeno Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00003 - 10,000 mg/L
2	Níquel Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,0009 - 50,00 mg/L
2	Plata Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00006 - 50,000 mg/L
2	Plomo Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00006 - 50,000 mg/L
2	Potasio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,08 - 1 000 mg/L
2	Selenio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00004 - 50,000 mg/L
2	Sodio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,01 - 1 000 mg/L
2	Talio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00001 - 50,000 mg/L
2	Titanio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,0006 - 50,00 mg/L
2	Torio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00001 - 10,000 mg/L
2	Uranio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00001 - 10,000 mg/L
2	Vanadio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,006 - 50,0 mg/L
2	Wolframio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,00002 - 10,000 mg/L
2	Zinc Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,002 - 100 mg/L
	Microbiología				
*	Coliformes Fecales por NMP	SMEWW 9221 E.1. 22nd Ed. 2012	Tubos Múltiples		1,8 - 1,6 x 10^{11} NMP/100mL

Los parámetros marcados con asterisco (*) no estan incluidos en el Alcance de Acreditación.

(1) El rango mínimo se corresponde con el límite de Determinación, a partir del cual cuantificamos. Para los parámetros de radiactividad el valor del rango corresponde al AMD.

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

AGQ Labs

ilac-MRA IAS ACCREDITED Testing Laboratory TL-502

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL-DA CON REGISTRO N° LE-072

INACAL DA - Perú Laboratorio de Ensayo Acreditado

Registro N° LE - 072

INFORME DE ENSAYO

Nº de Referencia:	**A-18/021850**	Registrada en:	AGQ Perú	Cliente:	OLIGO S.A.C.
Análisis:	A-7814-PE	Centro Análisis:	AGQ Perú	Domicilio:	AV. PACHACUTEC NRO. 608CERCADO DE WANCHAQ CUSCO CUSCO - WANCHAQ
Tipo Muestra:	Agua Residual Municipal	Fecha Recepción:	19/03/2018	Contrato:	PE18-0057
Fecha Inicio:	19/03/2018	Fecha Fin:	26/03/2018	Cliente Sº:	----
Descripción:	AFLUENTE				

Fecha/Hora Muestreo:	18/03/2018 10:23	Muestreado por:	Cliente		
Lugar de Muestreo:	LUCRE - HUACARPAY			Coordenadas x,y:	204630 8491340
Punto de Muestreo:	AFLUENTE				

A continuación se exponen el Informe de Ensayo y Anexo Técnico asociados a la muestra, en los cuales se pueden consultar toda la información relacionada con los ensayos realizados.

Los Resultados emitidos en este informe, no han sido corregidos con factores de recuperación. Siguiendo el protocolo recogido en nuestro manual de calidad, AGQ guardará bajo condiciones controladas la muestra durante un periodo determinado después de la finalización del análisis. Una vez transcurrido este periodo, la muestra será eliminada. Si desea información adicional o cualquier aclaración, no dude en ponerse en contacto con nosotros.

P A

Yoel Iñigo CQP 826
Resp. Lab. Inorgánico

CBP 11308
Claudia Andrea Figueroa Dominguez
Resp. Lab. Microbiológico

AGQ PERU S.A.C.
Yoel Iñigo Guizado
CQP 826
DIRECTOR DE LABORATORIO

FECHA EMISIÓN: 28/03/2018

OBSERVACIONES:

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

INFORME DE ENSAYO

Nº de Referencia:	A-18/021850	Tipo Muestra:	Agua Residual Municipal
Descripción:	AFLUENTE	Fecha Fin:	26/03/2018

RESULTADOS ANALITICOS

	Parámetro	Resultado	Incert	Unidades	CMA
	Mediciones In Situ				
*	Conductividad Eléctrica In Situ Medido Cliente	622,0	-	µS/cm a 25°C	
*	pH In Situ Medido Cliente	7,92	-	Unidades de pH	
*	Temperatura In Situ Medido Cliente	16,7	-	°C	
	Parámetros Físico-Químicos				
2	Aceites y Grasas	10,7	-	mg/L	
3	DQO	386	±11,4%	mg/L	
3	Sólidos Totales en Suspensión (TSS)	181	±10,9%	mg/L	
	Formas Nitrogenadas/Fosforadas				
2	Fósforo Total	4,12	±17%	mg/L	
	Metales Totales				
2	Aluminio Total	2,39	±10%	mg/L	
2	Antimonio Total	0,00021	±10%	mg/L	
2	Arsénico Total	0,00515	±14%	mg/L	
2	Bario Total	0,1046	±10%	mg/L	
2	Berilio Total	< 0,00001	±15%	mg/L	
2	Bismuto Total	< 0,00001	±18%	mg/L	
2	Boro Total	0,064	-	mg/L	
2	Cadmio Total	0,00023	±10%	mg/L	
2	Calcio Total	69	±8%	mg/L	
2	Cerio Total	0,00244	±8%	mg/L	
2	Cobalto Total	0,00099	±16%	mg/L	
2	Cobre Total	0,0100	±15%	mg/L	
2	Cromo Total	0,002	±15%	mg/L	
2	Estaño Total	< 0,0001	±10%	mg/L	
2	Estroncio Total	0,80589	±12%	mg/L	
2	Hierro Total	1,0	±9%	mg/L	
2	Litio Total	0,0100	±18%	mg/L	
2	Magnesio Total	5,51	±14%	mg/L	
2	Manganeso Total	0,14370	±15%	mg/L	
2	Mercurio Total	< 0,00007	±15%	mg/L	
2	Molibdeno Total	0,00262	±11%	mg/L	
2	Níquel Total	0,0017	±17%	mg/L	
2	Plata Total	0,00016	±14%	mg/L	
2	Plomo Total	0,00345	±16%	mg/L	
2	Potasio Total	9,8	±13%	mg/L	
2	Selenio Total	0,00117	±14%	mg/L	
2	Sodio Total	38	±15%	mg/L	

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

AGQ Labs

ACCREDITED Testing Laboratory TL-502

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL-DA CON REGISTRO N° LE-072

INACAL DA - Perú Laboratorio de Ensayo Acreditado

Registro N° LE - 072

INFORME DE ENSAYO

Nº de Referencia: A-18/021850
Descripción: AFLUENTE
Tipo Muestra: Agua Residual Municipal
Fecha Fin: 26/03/2018

	Parámetro	Resultado	Incert	Unidades	CMA
	Metales Totales				
2	Talio Total	< 0,00001	±14%	mg/L	
2	Titanio Total	0,0344	±8%	mg/L	
2	Torio Total	0,00062	±11%	mg/L	
2	Uranio Total	0,00032	±11%	mg/L	
2	Vanadio Total	0,007	±11%	mg/L	
2	Wolframio Total	< 0,00002	-	mg/L	
2	Zinc Total	0,093	±15%	mg/L	
	Microbiología				
3	Coliformes Fecales por NMP	$9,2 \times 10^6$	-	NMP/100mL	

Nota: Los Resultados de este informe solo afectan a la muestra tal como es recibida en el laboratorio. Queda prohibida la reproducción parcial de este informe sin la aprobación por escrito del laboratorio. Las incertidumbres están recogidas en el anexo técnico adjunto. Si aparece marca de acreditación, los parámetros marcados con asterisco (*) no estan incluidos en el Alcance de Acreditación. El cliente proporciona todos los datos asociados a la Toma de Muestras, cuando esta ha sido realizada por él. A: Ensayo subcontratado y acreditado. N: Ensayo subcontratado y no acreditado. RE: Recuento en placa estimado. Para los parámetros de radiactividad el valor inferior del rango corresponde al AMD.
(2) Ensayo cubierto por la Acreditación nº TL-502 emitida por IAS.
(3) Ensayo cubierto por la acreditación nº LE-072 emitida por INACAL.

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

INFORME DE ENSAYO

Nº de Referencia: A-18/021850
Descripción: AFLUENTE
Tipo Muestra: Agua Residual Municipal
Fecha Fin: 26/03/2018

ANEXO TECNICO

	Parámetro	PNT	Técnica	Ref Norma	Rango
	Mediciones In Situ				
*	Conductividad Eléctrica In Situ Medido Cliente	Cliente			0,1000 - 400 000 µS/cm a 25°C
*	pH In Situ Medido Cliente	Cliente			2,01 - 12,0 Unidades de pH
*	Temperatura In Situ Medido Cliente	Cliente			4,00 - 50,0 °C
	Parámetros Físico-Químicos				
2	Aceites y Grasas	PP-226 (BASED ASTM D7066-04) Rev.1 2017	Espect FTIR		0,25 - 10 000 mg/L
3	DQO	SMEWW 5220D. 22nd Ed. 2012	Espect UV-VIS		8,00 - 5 000 mg/L
3	Sólidos Totales en Suspensión (TSS)	SMEWW 2540 D. 22nd Ed. 2012	Gravimetría		2,00 - 80 000 mg/L
	Formas Nitrogenadas/Fosforadas				
2	Fósforo Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,008 - 500 mg/L
	Metales Totales				
2	Aluminio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,002 - 100 mg/L
2	Antimonio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00002 - 50,000 mg/L
2	Arsénico Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00004 - 50,000 mg/L
2	Bario Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,0003 - 50,00 mg/L
2	Berilio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00001 - 20,000 mg/L
2	Bismuto Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,00001 - 10,000 mg/L
2	Boro Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,002 - 50,0 mg/L
2	Cadmio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00001 - 50,000 mg/L
2	Calcio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,08 - 1 000 mg/L
2	Cerio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,00001 - 10,000 mg/L
2	Cobalto Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00003 - 50,000 mg/L
2	Cobre Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,0003 - 100,0 mg/L
2	Cromo Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,001 - 50,0 mg/L
2	Estaño Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,0001 - 10,00 mg/L
2	Estroncio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,00004 - 50,000 mg/L
2	Hierro Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,03 - 100 mg/L
2	Litio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,0001 - 10,00 mg/L
2	Magnesio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,001 - 1 500 mg/L

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

INFORME DE ENSAYO

Nº de Referencia: A-18/021850
Descripción: AFLUENTE
Tipo Muestra: Agua Residual Municipal
Fecha Fin: 26/03/2018

	Parámetro	PNT	Técnica	Ref Norma	Rango
	Metales Totales				
2	Manganeso Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00006 - 50,000 mg/L
2	Mercurio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00007 - 10,000 mg/L
2	Molibdeno Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00003 - 10,000 mg/L
2	Níquel Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,0009 - 50,00 mg/L
2	Plata Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00006 - 50,000 mg/L
2	Plomo Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00006 - 50,000 mg/L
2	Potasio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,08 - 1 000 mg/L
2	Selenio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00004 - 50,000 mg/L
2	Sodio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,01 - 1 000 mg/L
2	Talio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00001 - 50,000 mg/L
2	Titanio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,0006 - 50,00 mg/L
2	Torio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00001 - 10,000 mg/L
2	Uranio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00001 - 10,000 mg/L
2	Vanadio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,006 - 50,0 mg/L
2	Wolframio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,00002 - 10,000 mg/L
2	Zinc Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,002 - 100 mg/L
	Microbiología				
3	Coliformes Fecales por NMP	SMEWW 9221 E.1. 22nd Ed. 2012	Tubos Múltiples		1,8 - 1,6 x 10^{11} NMP/100mL

Los parámetros marcados con asterisco (*) no estan incluidos en el Alcance de Acreditación.

(1) El rango mínimo se corresponde con el límite de Determinación, a partir del cual cuantificamos. Para los parámetros de radiactividad el valor del rango corresponde al AMD.

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

AGQ Labs

INFORME DE ENSAYO

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL-DA CON REGISTRO N° LE-072

INACAL DA - Perú Laboratorio de Ensayo Acreditado

Registro N° LE - 072

Nº de Referencia:	A-18/022733	Tipo Muestra:	Agua Residual Municipal
Descripción:	AFLUENTE	Fecha Fin:	28/03/2018

RESULTADOS ANALITICOS

	Parámetro	Resultado	Incert	Unidades	CMA
	Mediciones In Situ				
*	Conductividad Eléctrica In Situ Medido Cliente	622,0	-	µS/cm a 25°C	
*	pH In Situ Medido Cliente	7,92	-	Unidades de pH	
*	Temperatura In Situ Medido Cliente	16,7	-	°C	
	Parámetros Fisico-Químicos				
	DBO5	79	±13,4%	mg/L	

Nota: Los Resultados de este informe solo afectan a la muestra tal como es recibida en el laboratorio. Queda prohibida la reproducción parcial de este informe sin la aprobación por escrito del laboratorio. Las incertidumbres están recogidas en el anexo técnico adjunto. Si aparece marca de acreditación, los parámetros marcados con asterisco (*) no estan incluidos en el Alcance de Acreditación. El cliente proporciona todos los datos asociados a la Toma de Muestras, cuando esta ha sido realizada por él. A: Ensayo subcontratado y acreditado. N: Ensayo subcontratado y no acreditado. RE: Recuento en placa estimado. Para los parámetros de radiactividad el valor inferior del rango corresponde al AMD.

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

AGQ Labs

ACCREDITED
Testing Laboratory
TL-502

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL-DA CON REGISTRO N° LE-072

INACAL
DA - Perú
Laboratorio de Ensayo Acreditado
Registro N° LE - 072

INFORME DE ENSAYO

Nº de Referencia:	**A-18/021851**	Registrada en:	AGQ Perú	Cliente:	OLIGO S.A.C.
Análisis:	A-7815-PE	Centro Análisis:	AGQ Perú	Domicilio:	AV. PACHACUTEC NRO. 608CERCADO DE WANCHAQ CUSCO CUSCO - WANCHAQ
Tipo Muestra:	Agua Residual Municipal	Fecha Recepción:	19/03/2018	Contrato:	PE18-0057
Fecha Inicio:	19/03/2018	Fecha Fin:	26/03/2018	Cliente Sº:	----
Descripción:	EFLUENTE				

Fecha/Hora Muestreo:	18/03/2018 10:37	Muestreado por:	Clierte		
Lugar de Muestreo:	LUCRE - HUACARPAY			Coordenadas x,y:	204702 8491264
Punto de Muestreo:	EFLUENTE				

A continuación se exponen el Informe de Ensayo y Anexo Técnico asociados a la muestra, en los cuales se pueden consultar toda la información relacionada con los ensayos realizados.

Los Resultados emitidos en este informe, no han sido corregidos con factores de recuperación. Siguiendo el protocolo recogido en nuestro manual de calidad, AGQ guardará bajo condiciones controladas la muestra durante un periodo determinado después de la finalización del análisis. Una vez transcurrido este periodo, la muestra será eliminada. Si desea información adicional o cualquier aclaración, no dude en ponerse en contacto con nosotros.

P A

Yoel Iñigo CQP 826
Resp. Lab. Inorgánico

CBP 11308
Claudia Andrea Figueroa Dominguez
Resp. Lab. Microbiológico

AGQ PERU S.A.C.
Yoel Iñigo Guizado
CQP 826
DIRECTOR DE LABORATORIO

FECHA EMISIÓN: 28/03/2018

OBSERVACIONES:

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

AGQ Labs

ilac-MRA ACCREDITED Testing Laboratory TL-502

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL-DA CON REGISTRO N° LE-072

INACAL DA - Perú Laboratorio de Ensayo Acreditado Registro N° LE - 072

INFORME DE ENSAYO

Nº de Referencia:	A-18/021851	Tipo Muestra:	Agua Residual Municipal
Descripción:	EFLUENTE	Fecha Fin:	26/03/2018

RESULTADOS ANALITICOS

	Parámetro	Resultado	Incert	Unidades	CMA
	Mediciones In Situ				
*	Conductividad Eléctrica In Situ Medido Cliente	641,0	-	µS/cm a 25°C	
*	pH In Situ Medido Cliente	7,98	-	Unidades de pH	
*	Temperatura In Situ Medido Cliente	16,4	-	°C	
	Parámetros Físico-Químicos				
2	Aceites y Grasas	7,44	-	mg/L	
3	DBO5	105	±13,4%	mg/L	
3	DQO	323	±11,4%	mg/L	
3	Sólidos Totales en Suspensión (TSS)	16,0	±10,9%	mg/L	
	Formas Nitrogenadas/Fosforadas				
2	Fósforo Total	2,43	±17%	mg/L	
	Metales Totales				
2	Aluminio Total	0,716	±10%	mg/L	
2	Antimonio Total	< 0,00002	±10%	mg/L	
2	Arsénico Total	0,00321	±14%	mg/L	
2	Bario Total	0,0749	±10%	mg/L	
2	Berilio Total	< 0,00001	±15%	mg/L	
2	Bismuto Total	< 0,00001	±18%	mg/L	
2	Boro Total	0,054	-	mg/L	
2	Cadmio Total	0,00012	±10%	mg/L	
2	Calcio Total	61	±8%	mg/L	
2	Cerio Total	0,00043	±8%	mg/L	
2	Cobalto Total	0,00041	±16%	mg/L	
2	Cobre Total	0,0022	±15%	mg/L	
2	Cromo Total	< 0,001	±15%	mg/L	
2	Estaño Total	< 0,0001	±10%	mg/L	
2	Estroncio Total	0,67278	±12%	mg/L	
2	Hierro Total	0,36	±9%	mg/L	
2	Litio Total	0,0075	±18%	mg/L	
2	Magnesio Total	4,51	±14%	mg/L	
2	Manganeso Total	0,12276	±15%	mg/L	
2	Mercurio Total	< 0,00007	±15%	mg/L	
2	Molibdeno Total	0,00133	±11%	mg/L	
2	Níquel Total	< 0,0009	±17%	mg/L	
2	Plata Total	< 0,00006	±14%	mg/L	
2	Plomo Total	0,00062	±16%	mg/L	
2	Potasio Total	9,4	±13%	mg/L	
2	Selenio Total	0,00104	±14%	mg/L	

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

AGQ Labs

ACCREDITED TL-502

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL-DA CON REGISTRO N° LE-072

INACAL DA - Perú

INFORME DE ENSAYO

Nº de Referencia:	A-18/021851	Tipo Muestra:	Agua Residual Municipal
Descripción:	EFLUENTE	Fecha Fin:	26/03/2018

	Parámetro	Resultado	Incert	Unidades	CMA
	Metales Totales				
2	Sodio Total	25	±15%	mg/L	
2	Talio Total	< 0,00001	±14%	mg/L	
2	Titanio Total	0,0198	±8%	mg/L	
2	Torio Total	0,00022	±11%	mg/L	
2	Uranio Total	0,00016	±11%	mg/L	
2	Vanadio Total	< 0,006	±11%	mg/L	
2	Wolframio Total	< 0,00002	-	mg/L	
2	Zinc Total	0,030	±15%	mg/L	
	Microbiología				
3	Coliformes Fecales por NMP	$9,2 \times 10^6$	-	NMP/100mL	

Nota: Los Resultados de este informe solo afectan a la muestra tal como es recibida en el laboratorio. Queda prohibida la reproducción parcial de este informe sin la aprobación por escrito del laboratorio. Las incertidumbres están recogidas en el anexo técnico adjunto. Si aparece marca de acreditación, los parámetros marcados con asterisco (*) no estan incluidos en el Alcance de Acreditación. El cliente proporciona todos los datos asociados a la Toma de Muestras, cuando esta ha sido realizada por él. A: Ensayo subcontratado y acreditado. N: Ensayo subcontratado y no acreditado. RE: Recuento en placa estimado. Para los parámetros de radiactividad el valor inferior del rango corresponde al AMD.
(2) Ensayo cubierto por la Acreditación nº TL-502 emitida por IAS.
(3) Ensayo cubierto por la acreditación nº LE-072 emitida por INACAL.

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

AGQ Labs

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL-DA CON REGISTRO N° LE-072

INACAL DA - Perú

TL-502

INFORME DE ENSAYO

Nº de Referencia: A-18/021851
Descripción: EFLUENTE
Tipo Muestra: Agua Residual Municipal
Fecha Fin: 26/03/2018

ANEXO TECNICO

	Parámetro	PNT	Técnica	Ref Norma	Rango
	Mediciones In Situ				
*	Conductividad Eléctrica In Situ Medido Cliente	Cliente			0,1000 - 400 000 µS/cm a 25°C
*	pH In Situ Medido Cliente	Cliente			2,01 - 12,0 Unidades de pH
*	Temperatura In Situ Medido Cliente	Cliente			4,00 - 50,0 °C
	Parámetros Físico-Químicos				
2	Aceites y Grasas	PP-226 (BASED ASTM D7066-04) Rev.1 2017	Espect FTIR		0,25 - 10 000 mg/L
3	DBO5	SMEWW 5210B. 22nd Ed. 2012	Electrometría		1,1 - 10 000 mg/L
3	DQO	SMEWW 5220D. 22nd Ed. 2012	Espect UV-VIS		8,00 - 5 000 mg/L
3	Sólidos Totales en Suspensión (TSS)	SMEWW 2540 D. 22nd Ed. 2012	Gravimetría		2,00 - 80 000 mg/L
	Formas Nitrogenadas/Fosforadas				
2	Fósforo Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,008 - 500 mg/L
	Metales Totales				
2	Aluminio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,002 - 100 mg/L
2	Antimonio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00002 - 50,000 mg/L
2	Arsénico Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00004 - 50,000 mg/L
2	Bario Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,0003 - 50,00 mg/L
2	Berilio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00001 - 20,000 mg/L
2	Bismuto Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,00001 - 10,000 mg/L
2	Boro Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,002 - 50,0 mg/L
2	Cadmio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00001 - 50,000 mg/L
2	Calcio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,08 - 1 000 mg/L
2	Cerio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,00001 - 10,000 mg/L
2	Cobalto Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00003 - 50,000 mg/L
2	Cobre Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,0003 - 100,0 mg/L
2	Cromo Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,001 - 50,0 mg/L
2	Estaño Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,0001 - 10,00 mg/L
2	Estroncio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,00004 - 50,000 mg/L
2	Hierro Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,03 - 100 mg/L
2	Litio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,0001 - 10,00 mg/L

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

INFORME DE ENSAYO

Nº de Referencia: A-18/021851
Descripción: EFLUENTE
Tipo Muestra: Agua Residual Municipal
Fecha Fin: 26/03/2018

	Parámetro	PNT	Técnica	Ref Norma	Rango
	Metales Totales				
2	Magnesio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,001 - 1 500 mg/L
2	Manganeso Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00006 - 50,000 mg/L
2	Mercurio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00007 - 10,000 mg/L
2	Molibdeno Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00003 - 10,000 mg/L
2	Níquel Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,0009 - 50,00 mg/L
2	Plata Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00006 - 50,000 mg/L
2	Plomo Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00006 - 50,000 mg/L
2	Potasio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,08 - 1 000 mg/L
2	Selenio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00004 - 50,000 mg/L
2	Sodio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,01 - 1 000 mg/L
2	Talio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00001 - 50,000 mg/L
2	Titanio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,0006 - 50,00 mg/L
2	Torio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00001 - 10,000 mg/L
2	Uranio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00001 - 10,000 mg/L
2	Vanadio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,006 - 50,0 mg/L
2	Wolframio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,00002 - 10,000 mg/L
2	Zinc Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,002 - 100 mg/L
	Microbiología				
3	Coliformes Fecales por NMP	SMEWW 9221 E.1. 22nd Ed. 2012	Tubos Múltiples		1,8 - 1,6 x 10^{11} NMP/100mL

Los parámetros marcados con asterisco (*) no estan incluidos en el Alcance de Acreditación.

(1) El rango mínimo se corresponde con el límite de Determinación, a partir del cual cuantificamos. Para los parámetros de radiactividad el valor del rango corresponde al MMD.

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

AGQ Labs

ACCREDITED
TL-502

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL-DA CON REGISTRO Nº LE-072

INACAL
DA - Perú

INFORME DE ENSAYO

Nº de Referencia:	**A-18/028392**	Registrada en:	AGQ Perú	Cliente:	OLIGO S.A.C.
Análisis:	A-7815-PE	Centro Análisis:	AGQ Perú	Domicilio:	AV. PACHACUTEC NRO. 608CERCADO DE WANCHAQ CUSCO CUSCO - WANCHAQ
Tipo Muestra:	Agua Residual Municipal	Fecha Recepción:	11/04/2018	Contrato:	PE18-0057
Fecha Inicio:	11/04/2018	Fecha Fin:	18/04/2018	Cliente Sº:	----
Descripción:	VERTIMIENTO AL PANTANO HUACARPAY				

Fecha/Hora Muestreo:	10/04/2018 10:00	Muestreado por:	Clierte
Lugar de Muestreo:	LUCRE - HUACARPAY		
Punto de Muestreo:	VERTIMIENTO AL PANTANO HUACARPAY - 1		

A continuación se exponen el Informe de Ensayo y Anexo Técnico asociados a la muestra, en los cuales se pueden consultar toda la información relacionada con los ensayos realizados.

Los Resultados emitidos en este informe, no han sido corregidos con factores de recuperación. Siguiendo el protocolo recogido en nuestro manual de calidad, AGQ guardará bajo condiciones controladas la muestra durante un periodo determinado después de la finalización del análisis. Una vez transcurrido este periodo, la muestra será eliminada. Si desea información adicional o cualquier aclaración, no dude en ponerse en contacto con nosotros.

P A

Yoel Iñigo CQP 826
Resp. Lab. Inorgánico

CBP 11308
Claudia Andrea Figueroa Dominguez
Resp. Lab. Microbiológico

AGQ PERU S.A.C.
Yoel Iñigo Guizado
CQP 826
DIRECTOR DE LABORATORIO

FECHA EMISIÓN: 26/04/2018

OBSERVACIONES:

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

AGQ Labs

ACCREDITED TL-502

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL-DA CON REGISTRO N° LE-072

INACAL DA - Perú

INFORME DE ENSAYO

Nº de Referencia:	A-18/028392	Tipo Muestra:	Agua Residual Municipal
Descripción:	VERTIMIENTO AL PANTANO HUACARPAY	Fecha Fin:	18/04/2018

RESULTADOS ANALITICOS

	Parámetro	Resultado	Incert	Unidades	CMA
	Mediciones In Situ				
*	Conductividad Eléctrica In Situ Medido Cliente	722,0	-	µS/cm a 25°C	
*	pH In Situ Medido Cliente	7,33	-	Unidades de pH	
*	Temperatura In Situ Medido Cliente	15,0	-	°C	
	Parámetros Físico-Químicos				
2	Aceites y Grasas	< 0,25	-	mg/L	
3	DBO5	5,3	±13,4%	mg/L	
3	DQO	22,0	±11,4%	mg/L	
3	Sólidos Totales en Suspensión (TSS)	4,00	±10,9%	mg/L	
	Formas Nitrogenadas/Fosforadas				
2	Fósforo Total	1,24	±17%	mg/L	
	Metales Totales				
2	Aluminio Total	0,200	±10%	mg/L	
2	Antimonio Total	0,00023	±10%	mg/L	
2	Arsénico Total	0,00211	±14%	mg/L	
2	Bario Total	0,0646	±10%	mg/L	
2	Berilio Total	< 0,00001	±15%	mg/L	
2	Bismuto Total	0,00015	±18%	mg/L	
2	Boro Total	0,061	-	mg/L	
2	Cadmio Total	0,00003	±10%	mg/L	
2	Calcio Total	98	±8%	mg/L	
2	Cerio Total	0,00025	±8%	mg/L	
2	Cobalto Total	0,00029	±16%	mg/L	
2	Cobre Total	0,0005	±15%	mg/L	
2	Cromo Total	< 0,001	±15%	mg/L	
2	Estaño Total	0,0001	±10%	mg/L	
2	Estroncio Total	0,87114	±12%	mg/L	
2	Hierro Total	0,18	±9%	mg/L	
2	Litio Total	0,0095	±18%	mg/L	
2	Magnesio Total	6,38	±14%	mg/L	
2	Manganeso Total	0,21096	±15%	mg/L	
2	Mercurio Total	< 0,00007	±15%	mg/L	
2	Molibdeno Total	0,00050	±11%	mg/L	
2	Níquel Total	< 0,0009	±17%	mg/L	
2	Plata Total	< 0,00006	±14%	mg/L	
2	Plomo Total	0,00032	±16%	mg/L	
2	Potasio Total	5,3	±13%	mg/L	
2	Selenio Total	0,00069	±14%	mg/L	

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

AGQ Labs

ilac-MRA ACCREDITED Testing Laboratory TL-502

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL-DA CON REGISTRO N° LE-072

INACAL DA - Perú Laboratorio de Ensayo Acreditado

Registro N° LE - 072

INFORME DE ENSAYO

Nº de Referencia:	A-18/028392	Tipo Muestra:	Agua Residual Municipal
Descripción:	VERTIMIENTO AL PANTANO HUACARPAY	Fecha Fin:	18/04/2018

	Parámetro	Resultaco	Incert	Unidades	CMA
	Metales Totales				
2	Sodio Total	29	±15%	mg/L	
2	Talio Total	< 0,00001	±14%	mg/L	
2	Titanio Total	0,0101	±8%	mg/L	
2	Torio Total	0,00033	±11%	mg/L	
2	Uranio Total	< 0,00001	±11%	mg/L	
2	Vanadio Total	< 0,006	±11%	mg/L	
2	Wolframio Total	0,00019	-	mg/L	
2	Zinc Total	0,004	±15%	mg/L	
	Microbiología				
*	Coliformes Fecales por NMP	$3,5 \times 10^4$	-	NMP/100mL	

Nota: Los Resultados de este informe solo afectan a la muestra tal como es recibida en el laboratorio. Queda prohibida la reproducción parcial de este informe sin la aprobación por escrito del laboratorio. Las incertidumbres están recogidas en el anexo técnico adjunto. Si aparece marca de acreditación, los parámetros marcados con asterisco (*) no estan incluidos en el Alcance de Acreditación. El cliente proporciona todos los datos asociados a la Toma de Muestras, cuando esta ha sido realizada por él. A: Ensayo subcontratado y acreditado. N: Ensayo subcontratado y no acreditado. RE: Recuento en placa estimado. Para los parámetros de radiactividad el valor inferior del rango corresponde al AMD.
(2) Ensayo cubierto por la Acreditación nº TL-502 emitida por IAS.
(3) Ensayo cubierto por la acreditación nº LE-072 emitida por INACAL.

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

AGQ Labs

ACCREDITED TL-502

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL-DA CON REGISTRO N° LE-072

INACAL DA - Perú

INFORME DE ENSAYO

Nº de Referencia:	A-18/028392	Tipo Muestra:	Agua Residual Municipal
Descripción:	VERTIMIENTO AL PANTANO HUACARPAY	Fecha Fin:	18/04/2018

ANEXO TECNICO

	Parámetro	PNT	Técnica	Ref Norma	Rango
	Mediciones In Situ				
*	Conductividad Eléctrica In Situ Medido Cliente	Cliente			0,1000 - 400 000 µS/cm a 25°C
*	pH In Situ Medido Cliente	Cliente			2,01 - 12,0 Unidades de pH
*	Temperatura In Situ Medido Cliente	Cliente			4,00 - 50,0 °C
	Parámetros Físico-Químicos				
2	Aceites y Grasas	PP-226 (BASED ASTM D7066-04) Rev.1 2017	Espect FTIR		0,25 - 10 000 mg/L
3	DBO5	SMEWW 5210B. 22nd Ed. 2012	Electrometría		1,1 - 10 000 mg/L
3	DQO	SMEWW 5220D. 22nd Ed. 2012	Espect UV-VIS		8,00 - 5 000 mg/L
3	Sólidos Totales en Suspensión (TSS)	SMEWW 2540 D. 22nd Ed. 2012	Gravimetría		2,00 - 80 000 mg/L
	Formas Nitrogenadas/Fosforadas				
2	Fósforo Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,008 - 500 mg/L
	Metales Totales				
2	Aluminio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,002 - 100 mg/L
2	Antimonio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00002 - 50,000 mg/L
2	Arsénico Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00004 - 50,000 mg/L
2	Bario Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,0003 - 50,00 mg/L
2	Berilio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00001 - 20,000 mg/L
2	Bismuto Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,00001 - 10,000 mg/L
2	Boro Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,002 - 50,0 mg/L
2	Cadmio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00001 - 50,000 mg/L
2	Calcio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,08 - 1 000 mg/L
2	Cerio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,00001 - 10,000 mg/L
2	Cobalto Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00003 - 50,000 mg/L
2	Cobre Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,0003 - 100,0 mg/L
2	Cromo Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,001 - 50,0 mg/L
2	Estaño Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,0001 - 10,00 mg/L
2	Estroncio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,00004 - 50,000 mg/L
2	Hierro Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,03 - 100 mg/L
2	Litio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,0001 - 10,00 mg/L

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

AGQ Labs

ACCREDITED
TL-502

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL-DA CON REGISTRO N° LE-072

INACAL DA - Perú

INFORME DE ENSAYO

Nº de Referencia:	A-18/028392	Tipo Muestra:	Agua Residual Municipal
Descripción:	VERTIMIENTO AL PANTANO HUACARPAY	Fecha Fin:	18/04/2018

	Parámetro	PNT	Técnica	Ref Norma	Rango
	Metales Totales				
2	Magnesio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,001 - 1 500 mg/L
2	Manganeso Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00006 - 50,000 mg/L
2	Mercurio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00007 - 10,000 mg/L
2	Molibdeno Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00003 - 10,000 mg/L
2	Níquel Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,0009 - 50,00 mg/L
2	Plata Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00006 - 50,000 mg/L
2	Plomo Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00006 - 50,000 mg/L
2	Potasio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,08 - 1 000 mg/L
2	Selenio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00004 - 50,000 mg/L
2	Sodio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,01 - 1 000 mg/L
2	Talio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00001 - 50,000 mg/L
2	Titanio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,0006 - 50,00 mg/L
2	Torio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00001 - 10,000 mg/L
2	Uranio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00001 - 10,000 mg/L
2	Vanadio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,006 - 50,0 mg/L
2	Wolframio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,00002 - 10,000 mg/L
2	Zinc Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,002 - 100 mg/L
	Microbiología				
*	Coliformes Fecales por NMP	SMEWW 9221 E.1. 22nd Ed. 2012	Tubos Múltiples		1,8 - 1,6 x 10^{11} NMP/100mL

Los parámetros marcados con asterisco (*) no estan incluidos en el Alcance de Acreditación.

(1) El rango mínimo se corresponde con el límite de Determinación, a partir del cual cuantificamos. Para los parámetros de radiactividad el valor del rango corresponde al AMD.

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

AGQ Labs

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL-DA CON REGISTRO N° LE-072

ACCREDITED Testing Laboratory TL-502

INACAL DA - Perú Laboratorio de Ensayo Acreditado

Registro N° LE - 072

INFORME DE ENSAYO

Nº de Referencia:	**A-18/021855**	Registrada en:	AGQ Perú	Cliente:	OLIGO S.A.C.
Análisis:	A-7815-PE	Centro Análisis:	AGQ Perú	Domicilio:	AV. PACHACUTEC NRO. 608CERCADO DE WANCHAQ CUSCO CUSCO - WANCHAQ
Tipo Muestra:	Agua Residual Municipal	Fecha Recepción:	19/03/2018	Contrato:	PE18-0057
Fecha Inicio:	19/03/2018	Fecha Fin:	26/03/2018	Cliente 3º:	----
Descripción:	VERTIMIENTO				

Fecha/Hora Muestreo:	18/03/2018 11:05	Muestreado por:	Cliente		
Lugar de Muestreo:	LUCRE - HUACARPAY			Coordenadas x,y:	205156 8492167
Punto de Muestreo:	VERTIMIENTO - 2				

A continuación se exponen el Informe de Ensayo y Anexo Técnico asociados a la muestra, en los cuales se pueden consultar toda la información relacionada con los ensayos realizados.

Los Resultados emitidos en este informe, no han sido corregidos con factores de recuperación. Siguiendo el protocolo recogido en nuestro manual de calidad, AGQ guardará bajo condiciones controladas la muestra durante un periodo determinado después de la finalización del análisis. Una vez transcurrido este periodo, la muestra será eliminada. Si desea información adicional o cualquier aclaración, no dude en ponerse en contacto con nosotros.

P A

Yoel Iñigo CQP 826
Resp. Lab. Inorgánico

CBP 11308
Claudia Andrea Figueroa Dominguez
Resp. Lab. Microbiológico

AGQ PERU S.A.C.
Yoel Iñigo Quizado
CQP 826
DIRECTOR DE LABORATORIO

FECHA EMISIÓN: 28/03/2018

OBSERVACIONES:

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

INFORME DE ENSAYO

Nº de Referencia:	A-18/021855	Tipo Muestra:	Agua Residual Municipal
Descripción:	VERTIMIENTO	Fecha Fin:	26/03/2018

RESULTADOS ANALITICOS

	Parámetro	Resultado	Incert	Unidades	CMA
	Mediciones In Situ				
*	Conductividad Eléctrica In Situ Medido Cliente	1 244	-	µS/cm a 25°C	
*	pH In Situ Medido Cliente	8,06	-	Unidades de pH	
*	Temperatura In Situ Medido Cliente	22,9	-	°C	
	Parámetros Físico-Químicos				
2	Aceites y Grasas	3,77	-	mg/L	
3	DBO5	3,3	±13,4%	mg/L	
3	DQO	26,0	±11,4%	mg/L	
3	Sólidos Totales en Suspensión (TSS)	2,50	±10,9%	mg/L	
	Formas Nitrogenadas/Fosforadas				
2	Fósforo Total	0,661	±17%	mg/L	
	Metales Totales				
2	Aluminio Total	0,190	±10%	mg/L	
2	Antimonio Total	0,00022	±10%	mg/L	
2	Arsénico Total	0,01344	±14%	mg/L	
2	Bario Total	0,0977	±10%	mg/L	
2	Berilio Total	< 0,00001	±15%	mg/L	
2	Bismuto Total	< 0,00001	±18%	mg/L	
2	Boro Total	0,194	-	mg/L	
2	Cadmio Total	0,00011	±10%	mg/L	
2	Calcio Total	145	±8%	mg/L	
2	Cerio Total	< 0,00001	±8%	mg/L	
2	Cobalto Total	0,00045	±16%	mg/L	
2	Cobre Total	0,0015	±15%	mg/L	
2	Cromo Total	< 0,001	±15%	mg/L	
2	Estaño Total	< 0,0001	±10%	mg/L	
2	Estroncio Total	1,8476	±12%	mg/L	
2	Hierro Total	0,14	±9%	mg/L	
2	Litio Total	0,0053	±18%	mg/L	
2	Magnesio Total	22,4	±14%	mg/L	
2	Manganeso Total	0,45491	±15%	mg/L	
2	Mercurio Total	< 0,00007	±15%	mg/L	
2	Molibdeno Total	0,00585	±11%	mg/L	
2	Níquel Total	< 0,0009	±17%	mg/L	
2	Plata Total	< 0,00006	±14%	mg/L	
2	Plomo Total	0,00011	±16%	mg/L	
2	Potasio Total	10	±13%	mg/L	
2	Selenio Total	0,00075	±14%	mg/L	

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

AGQ Labs

ACCREDITED
Testing Laboratory
TL-502

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL-DA CON REGISTRO N° LE-072

INACAL
DA - Perú
Laboratorio de Ensayo Acreditado
Registro N° LE - 072

INFORME DE ENSAYO

Nº de Referencia: A-18/021855
Descripción: VERTIMIENTO
Tipo Muestra: Agua Residual Municipal
Fecha Fin: 26/03/2018

	Parámetro	Resultado	Incert	Unidades	CMA
	Metales Totales				
2	Sodio Total	83	±15%	mg/L	
2	Talio Total	< 0,00001	±14%	mg/L	
2	Titanio Total	0,0056	±8%	mg/L	
2	Torio Total	0,00021	±11%	mg/L	
2	Uranio Total	0,00175	±11%	mg/L	
2	Vanadio Total	< 0,006	±11%	mg/L	
2	Wolframio Total	< 0,00002	-	mg/L	
2	Zinc Total	0,006	±15%	mg/L	
	Microbiología				
3	Coliformes Fecales por NMP	79,0	-	NMP/100mL	

Nota: Los Resultados de este informe solo afectan a la muestra tal como es recibida en el laboratorio. Queda prohibida la reproducción parcial de este informe sin la aprobación por escrito del laboratorio. Las incertidumbres están recogidas en el anexo técnico adjunto. Si aparece marca de acreditación, los parámetros marcados con asterisco (*) no estan incluidos en el Alcance de Acreditación. El cliente proporciona todos los datos asociados a la Toma de Muestras, cuando esta ha sido realizada por él. A: Ensayo subcontratado y acreditado. N: Ensayo subcontratado y no acreditado. RE: Recuento en placa estimado. Para los parámetros de radiactividad el valor inferior del rango corresponde al AMD.
(2) Ensayo cubierto por la Acreditación nº TL-502 emitida por IAS.
(3) Ensayo cubierto por la acreditación nº LE-072 emitida por INACAL.

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como un certificado del sistema

INFORME DE ENSAYO

Nº de Referencia: A-18/021855
Descripción: VERTIMIENTO
Tipo Muestra: Agua Residual Municipal
Fecha Fin: 26/03/2018

ANEXO TECNICO

	Parámetro	PNT	Técnica	Ref Norma	Rango
	Mediciones In Situ				
*	Conductividad Eléctrica In Situ Medido Cliente	Cliente			0,1000 - 400 000 µS/cm a 25°C
*	pH In Situ Medido Cliente	Cliente			2,01 - 12,0 Unidades de pH
*	Temperatura In Situ Medido Cliente	Cliente			4,00 - 50,0 °C
	Parámetros Físico-Químicos				
2	Aceites y Grasas	PP-226 (BASED ASTM D7066-04) Rev.1 2017	Espect FTIR		0,25 - 10 000 mg/L
3	DBO5	SMEWW 5210B. 22nd Ed. 2012	Electrometría		1,1 - 10 000 mg/L
3	DQO	SMEWW 5220D. 22nd Ed. 2012	Espect UV-VIS		8,00 - 5 000 mg/L
3	Sólidos Totales en Suspensión (TSS)	SMEWW 2540 D. 22nd Ed. 2012	Gravimetría		2,00 - 80 000 mg/L
	Formas Nitrogenadas/Fosforadas				
2	Fósforo Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,008 - 500 mg/L
	Metales Totales				
2	Aluminio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,002 - 100 mg/L
2	Antimonio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00002 - 50,000 mg/L
2	Arsénico Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00004 - 50,000 mg/L
2	Bario Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,0003 - 50,00 mg/L
2	Berilio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00001 - 20,000 mg/L
2	Bismuto Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,00001 - 10,000 mg/L
2	Boro Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,002 - 50,0 mg/L
2	Cadmio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00001 - 50,000 mg/L
2	Calcio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,08 - 1 000 mg/L
2	Cerio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,00001 - 10,000 mg/L
2	Cobalto Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00003 - 50,000 mg/L
2	Cobre Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,0003 - 100,0 mg/L
2	Cromo Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,001 - 50,0 mg/L
2	Estaño Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,0001 - 10,00 mg/L
2	Estroncio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,00004 - 50,000 mg/L
2	Hierro Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,03 - 100 mg/L
2	Litio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,0001 - 10,00 mg/L

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

AGQ Labs

ACCREDITED
TL-502

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL-DA CON REGISTRO N° LE-072

INACAL DA - Perú

INFORME DE ENSAYO

Nº de Referencia: A-18/021855
Descripción: VERTIMIENTO
Tipo Muestra: Agua Residual Municipal
Fecha Fin: 26/03/2018

	Parámetro	PNT	Técnica	Ref Norma	Rango
	Metales Totales				
2	Magnesio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,001 - 1 500 mg/L
2	Manganeso Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00006 - 50,000 mg/L
2	Mercurio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00007 - 10,000 mg/L
2	Molibdeno Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00003 - 10,000 mg/L
2	Níquel Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,0009 - 50,00 mg/L
2	Plata Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00006 - 50,000 mg/L
2	Plomo Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00006 - 50,000 mg/L
2	Potasio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,08 - 1 000 mg/L
2	Selenio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00004 - 50,000 mg/L
2	Sodio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,01 - 1 000 mg/L
2	Talio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00001 - 50,000 mg/L
2	Titanio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,0006 - 50,00 mg/L
2	Torio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00001 - 10,000 mg/L
2	Uranio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00001 - 10,000 mg/L
2	Vanadio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,006 - 50,0 mg/L
2	Wolframio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,00002 - 10,000 mg/L
2	Zinc Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,002 - 100 mg/L
	Microbiología				
3	Coliformes Fecales por NMP	SMEWW 9221 E.1. 22nd Ed. 2012	Tubos Múltiples		1,8 - 1,6 x 10^{11} NMP/100mL

Los parámetros marcados con asterisco (*) no estan incluidos en el Alcance de Acreditación.

(1) El rango mínimo se corresponde con el límite de Determinación, a partir del cual cuantificamos. Para los parámetros de radiactividad el valor del rango corresponde al AMD.

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

AGQ Labs

ilac-MRA ACCREDITED Testing Laboratory TL-502

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL-DA CON REGISTRO N° LE-072

INACAL DA - Perú Laboratorio de Ensayo Acreditado

Registro N° LE - 072

INFORME DE ENSAYO

Nº de Referencia:	**A-18/021862**	Registrada en:	AGQ Perú	Cliente:	OLIGO S.A.C.
Análisis:	A-7816-PE	Centro Análisis:	AGQ Perú	Domicilio:	AV. PACHACUTEC NRO. 608CERCADO DE WANCHAQ CUSCO CUSCO - WANCHAQ
Tipo Muestra:	Agua de Laguna/ Lago	Fecha Recepción:	19/03/2018	Contrato:	PE18-0057
Fecha Inicio:	19/03/2018	Fecha Fin:	26/03/2018	Cliente 3º:	----
Descripción:	ALEDAÑO AL PANTANO				

Fecha/Hora Muestreo:	18/03/2018 11:27	Muestreado por:	Cliente		
Lugar de Muestreo:	LUCRE - HUACARPAY			Coordenadas x,y:	205908 8492189
Punto de Muestreo:	ALEDAÑO AL PANTANO. 1				

A continuación se exponen el Informe de Ensayo y Anexo Técnico asociados a la muestra, en los cuales se pueden consultar toda la información relacionada con los ensayos realizados.

Los Resultados emitidos en este informe, no han sido corregidos con factores de recuperación. Siguiendo el protocolo recogido en nuestro manual de calidad, AGQ guardará bajo condiciones controladas la muestra durante un periodo determinado después de la finalización del análisis. Una vez transcurrido este periodo, la muestra será eliminada. Si desea información adicional o cualquier aclaración, no dude en ponerse en contacto con nosotros.

P A

Yoel Iñigo CQP 826
Resp. Lab. Inorgánico

CBP 11308
Claudia Andrea Figueroa Dominguez
Resp. Lab. Microbiológico

AGQ PERU S.A.C.
Yoel Iñigo Guizado
CQP 826
DIRECTOR DE LABORATORIO

FECHA EMISIÓN: 28/03/2018

OBSERVACIONES:

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

AGQ Labs

ACCREDITED TL-502

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL-DA CON REGISTRO N° LE-072

INACAL DA - Perú

INFORME DE ENSAYO

Nº de Referencia:	A-18/021862	Tipo Muestra:	Agua de Laguna/ Lago
Descripción:	ALEDAÑO AL PANTANO	Fecha Fin:	26/03/2018

RESULTADOS ANALITICOS

	Parámetro	Resultado	Incert	Unidades	CMA
	Mediciones In Situ				
*	Conductividad Eléctrica In Situ Medido Cliente	534,0	-	µS/cm a 25°C	
*	Oxígeno Disuelto In Situ Medido Cliente	< 0,010	-	mg/L	
*	pH In Situ Medido Cliente	7,85	-	Unidades de pH	
*	Temperatura In Situ Medido Cliente	18,0	-	°C	
	Parámetros Físico-Químicos				
2	Aceites y Grasas	< 0,25	-	mg/L	
3	DBO5	< 1,1	±6,6%	mg/L	
3	DQO	< 8,00	±15,1%	mg/L	
3	Sólidos Totales Disueltos	382	±17,3%	mg/L	
3	Sólidos Totales en Suspensión (TSS)	13,0	±8,5%	mg/L	
3	Turbidez	23,8	±9,1%	NTU	
	Formas Nitrogenadas/Fosforadas				
2	Fósforo Total	0,060	±17%	mg/L	
	Aniones -				
3	Bicarbonatos	92,0	±10,2%	mg/L CaCO3	
3	Cloruros	33	±4,6%	mg/L	
3	Sulfatos	117	±6,7%	mg/L	
	Metales Totales				
2	Aluminio Total	0,457	±13%	mg/L	
2	Antimonio Total	< 0,00002	±13%	mg/L	
2	Arsénico Total	0,00303	±13%	mg/L	
2	Bario Total	0,0553	±14%	mg/L	
2	Berilio Total	< 0,00001	±13%	mg/L	
2	Bismuto Total	< 0,00001	±18%	mg/L	
2	Boro Total	0,056	±19%	mg/L	
2	Cadmio Total	< 0,00001	±13%	mg/L	
2	Calcio Total	74	±14%	mg/L	
2	Cerio Total	0,00026	±8%	mg/L	
2	Cobalto Total	< 0,00003	±10%	mg/L	
2	Cobre Total	0,0010	±11%	mg/L	
2	Cromo Total	< 0,001	±12%	mg/L	
2	Estaño Total	< 0,0001	±10%	mg/L	
2	Estroncio Total	0,88548	±17%	mg/L	
2	Hierro Total	0,19	±10%	mg/L	
2	Litio Total	0,0102	±11%	mg/L	
2	Magnesio Total	7,81	±5%	mg/L	
2	Manganeso Total	0,11436	±13%	mg/L	

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

AGQ Labs

ACCREDITED
Testing Laboratory
TL-502

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL-DA CON REGISTRO N° LE-072

INACAL
DA - Perú
Laboratorio de Ensayo Acreditado

INFORME DE ENSAYO

Nº de Referencia:	A-18/021862	Tipo Muestra:	Agua de Laguna/ Lago
Descripción:	ALEDAÑO AL PANTANO	Fecha Fin:	26/03/2018

	Parámetro	Resultado	Incert	Unidades	CMA
	Metales Totales				
2	Mercurio Total	< 0,00007	±18%	mg/L	
2	Molibdeno Total	0,00176	±17%	mg/L	
2	Níquel Total	< 0,0009	±12%	mg/L	
2	Plata Total	< 0,00006	±18%	mg/L	
2	Plomo Total	0,00033	±18%	mg/L	
2	Potasio Total	2,1	±13%	mg/L	
2	Selenio Total	0,00027	±14%	mg/L	
2	Sodio Total	19	±15%	mg/L	
2	Talio Total	< 0,00001	±17%	mg/L	
2	Titanio Total	0,0099	±8%	mg/L	
2	Torio Total	< 0,00001	±14%	mg/L	
2	Uranio Total	0,00027	±17%	mg/L	
2	Vanadio Total	< 0,006	±11%	mg/L	
2	Wolframio Total	< 0,00002	±12%	mg/L	
2	Zinc Total	0,008	±17%	mg/L	
	Microbiología				
*	Coliformes Fecales por NMP	23,0	-	NMP/100mL	

Nota: Los Resultados de este informe solo afectan a la muestra tal como es recibida en el laboratorio. Queda prohibida la reproducción parcial de este informe sin la aprobación por escrito del laboratorio. Las incertidumbres están recogidas en el anexo técnico adjunto. Si aparece marca de acreditación, los parámetros marcados con asterisco (*) no estan incluidos en el Alcance de Acreditación. El cliente proporciona todos los datos asociados a la Toma de Muestras, cuando esta ha sido realizada por él. A: Ensayo subcontratado y acreditado. N: Ensayo subcontratado y no acreditado. RE: Recuento en placa estimado. Para los parámetros de radiactividad el valor inferior del rango corresponde al AMD.
(2) Ensayo cubierto por la Acreditación nº TL-502 emitida por IAS.
(3) Ensayo cubierto por la acreditación nº LE-072 emitida por INACAL.

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

AGQ Labs

ACCREDITED Testing Laboratory TL-502

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL-DA CON REGISTRO N° LE-072

INACAL DA - Perú Laboratorio de Ensayo Acreditado

Registro N° LE - 072

INFORME DE ENSAYO

Nº de Referencia: A-18/021862
Descripción: ALEDAÑO AL PANTANO
Tipo Muestra: Agua de Laguna/ Lago
Fecha Fin: 26/03/2018

ANEXO TECNICO

	Parámetro	PNT	Técnica	Ref Norma	Rango
	Mediciones In Situ				
*	Conductividad Eléctrica In Situ Medido Cliente	Cliente			0,1000 - 400 000 µS/cm a 25°C
*	Oxígeno Disuelto In Situ Medido Cliente	Cliente			0,010 - 10,0 mg/L
*	pH In Situ Medido Cliente	Cliente			2,01 - 12,0 Unidades de pH
*	Temperatura In Situ Medido Cliente	Cliente			4,00 - 50,0 °C
	Parámetros Físico-Químicos				
2	Aceites y Grasas	PP-226 (BASED ASTM D7066-04) Rev.1 2017	Espect FTIR		0,25 - 10 000 mg/L
3	DBO5	SMEWW 5210B. 22nd Ed. 2012	Electrometría		1,1 - 10 000 mg/L
3	DQO	SMEWW 5220D. 22nd Ed. 2012	Espect UV-VIS		8,00 - 5 000 mg/L
3	Sólidos Totales Disueltos	SMEWW 2540 C. 22nd Ed. 2012	Gravimetría		15,0 - 100 000 mg/L
3	Sólidos Totales en Suspensión (TSS)	SMEWW 2540 D. 22nd Ed. 2012	Gravimetría		2,00 - 80 000 mg/L
3	Turbidez	SMEWW 2130B. 22nd Ed. 2012	Nefelometria		0,150 - 1 000 NTU
	Formas Nitrogenadas/Fosforadas				
2	Fósforo Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,008 - 500 mg/L
	Aniones -				
3	Bicarbonatos	SMEWW 2320 B. 22nd Ed. 2012	Volumetría		5,00 - 1 500 mg/L CaCO3
3	Cloruros	SMEWW 4500-Cl- B. 22nd Ed. 2012	Volumetría		0,25 - 30 000 mg/L
3	Sulfatos	SMEWW 4500-SO4 2- E. 22nd Ed. 2012	Espect UV-VIS		5,00 - 20 000 mg/L
	Metales Totales				
2	Aluminio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,002 - 100 mg/L
2	Antimonio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00002 - 50,000 mg/L
2	Arsénico Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00004 - 50,000 mg/L
2	Bario Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,0003 - 50,0 mg/L
2	Berilio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00001 - 20,000 mg/L
2	Bismuto Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,00001 - 10,000 mg/L
2	Boro Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,002 - 50,0 mg/L
2	Cadmio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00001 - 50,000 mg/L
2	Calcio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,08 - 1 000 mg/L
2	Cerio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,00001 - 10,000 mg/L

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

AGQ Labs

ACCREDITED TL-502

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL-DA CON REGISTRO N° LE-072

INACAL DA - Perú

INFORME DE ENSAYO

Nº de Referencia:	A-18/021862	Tipo Muestra:	Agua de Laguna/ Lago
Descripción:	ALEDAÑO AL PANTANO	Fecha Fin:	26/03/2018

	Parámetro	PNT	Técnica	Ref Norma	Rango
	Metales Totales				
2	Cobalto Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00003 - 50,000 mg/L
2	Cobre Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,0003 - 100,0 mg/L
2	Cromo Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,001 - 50,0 mg/L
2	Estaño Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,0001 - 10,00 mg/L
2	Estroncio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,00004 - 50,000 mg/L
2	Hierro Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,03 - 100 mg/L
2	Litio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,0001 - 10,00 mg/L
2	Magnesio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,001 - 1 500 mg/L
2	Manganeso Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00006 - 50,000 mg/L
2	Mercurio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00007 - 10,000 mg/L
2	Molibdeno Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00003 - 10,000 mg/L
2	Níquel Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,0009 - 50,00 mg/L
2	Plata Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00006 - 50,000 mg/L
2	Plomo Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00006 - 50,000 mg/L
2	Potasio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,08 - 1 000 mg/L
2	Selenio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00004 - 50,000 mg/L
2	Sodio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,01 - 1 000 mg/L
2	Talio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00001 - 50,000 mg/L
2	Titanio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,0006 - 50,00 mg/L
2	Torio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00001 - 10,000 mg/L
2	Uranio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00001 - 10,000 mg/L
2	Vanadio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,006 - 50,0 mg/L
2	Wolframio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,00002 - 10,000 mg/L
2	Zinc Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,002 - 100 mg/L
	Microbiología				
*	Coliformes Fecales por NMP	SMEWW 9221 E.1. 22nd Ed. 2012	Tubos Múltiples		1,8 - 1,6 x 10^{11} NMP/100mL

Los parámetros marcados con asterisco (*) no estan incluidos en el Alcance de Acreditación.

(1) El rango mínimo se corresponde con el límite de Determinación, a partir del cual cuantificamos. Para los parámetros de radiactividad el valor del rango corresponde al MMD.

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

AGQ Labs

ACCREDITED
Testing Laboratory
TL-502

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL-DA CON REGISTRO N° LE-072

INACAL
DA - Perú
Laboratorio de Ensayo Acreditado
Registro N° LE - 072

INFORME DE ENSAYO

Nº de Referencia:	**A-18/021864**	Registrada en:	AGQ Perú	Cliente:	OLIGO S.A.C.
Análisis:	A-7816-PE	Centro Análisis:	AGQ Perú	Domicilio:	AV. PACHACUTEC NRO. 608CERCADO DE WANCHAQ CUSCO CUSCO - WANCHAQ
Tipo Muestra:	Agua de Laguna/ Lago	Fecha Recepción:	19/03/2018	Contrato:	PE18-0057
Fecha Inicio:	19/03/2018	Fecha Fin:	26/03/2018	Cliente Sº:	----
Descripción:	LAGUNA DE HUACARPAY				

Fecha/Hora Muestreo:	18/03/2018 11:50	Muestreado por:	Cliente		
Lugar de Muestreo:	LUCRE - HUACARPAY			Coordenadas x,y:	205102 8493394
Punto de Muestreo:	LAGUNA DE HUACARPAY_ 2				

A continuación se exponen el Informe de Ensayo y Anexo Técnico asociados a la muestra, en los cuales se pueden consultar toda la información relacionada con los ensayos realizados.

Los Resultados emitidos en este informe, no han sido corregidos con factores de recuperación. Siguiendo el protocolo recogido en nuestro manual de calidad, AGQ guardará bajo condiciones controladas la muestra durante un periodo determinado después de la finalización del análisis. Una vez transcurrido este periodo, la muestra será eliminada. Si desea información adicional o cualquier aclaración, no dude en ponerse en contacto con nosotros.

P A

Yoel Iñigo CQP 826
Resp. Lab. Inorgánico

CBP 11308
Claudia Andrea Figueroa Dominguez
Resp. Lab. Microbiológico

AGQ PERU S.A.C.
Yoel Iñigo Guizado
CQP 826
DIRECTOR DE LABORATORIO

FECHA EMISIÓN: 26/04/2018

OBSERVACIONES:

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

AGQ Labs

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL-DA CON REGISTRO N° LE-072

TL-502

INFORME DE ENSAYO

Nº de Referencia:	A-18/021864	Tipo Muestra:	Agua de Laguna/ Lago
Descripción:	LAGUNA DE HUACARPAY	Fecha Fin:	26/03/2018

RESULTADOS ANALITICOS

	Parámetro	Resultado	Incert	Unidades	CMA
	Mediciones In Situ				
*	Conductividad Eléctrica In Situ Medido Cliente	578,0	-	µS/cm a 25°C	
*	Oxígeno Disuelto In Situ Medido Cliente	1,74	-	mg/L	
*	pH In Situ Medido Cliente	7,63	-	Unidades de pH	
*	Temperatura In Situ Medido Cliente	17,3	-	°C	
	Parámetros Físico-Químicos				
2	Aceites y Grasas	< 0,25	-	mg/L	
3	DBO5	< 1,1	±6,6%	mg/L	
3	DQO	< 8,00	±15,1%	mg/L	
3	Sólidos Totales Disueltos	420	±17,3%	mg/L	
3	Sólidos Totales en Suspensión (TSS)	< 2,00	±8,5%	mg/L	
3	Turbidez	4,85	±9,1%	NTU	
	Formas Nitrogenadas/Fosforadas				
2	Fósforo Total	0,055	±17%	mg/L	
	Aniones -				
3	Bicarbonatos	103	±10,2%	mg/L CaCO3	
3	Cloruros	40	±4,6%	mg/L	
3	Sulfatos	135	±6,7%	mg/L	
	Metales Totales				
2	Aluminio Total	0,241	±13%	mg/L	
2	Antimonio Total	< 0,00002	±13%	mg/L	
2	Arsénico Total	0,00267	±13%	mg/L	
2	Bario Total	0,0494	±14%	mg/L	
2	Berilio Total	< 0,00001	±13%	mg/L	
2	Bismuto Total	< 0,00001	±18%	mg/L	
2	Boro Total	0,058	±19%	mg/L	
2	Cadmio Total	< 0,00001	±13%	mg/L	
2	Calcio Total	77	±14%	mg/L	
2	Cerio Total	< 0,00001	±8%	mg/L	
2	Cobalto Total	< 0,00003	±10%	mg/L	
2	Cobre Total	0,0009	±11%	mg/L	
2	Cromo Total	< 0,001	±12%	mg/L	
2	Estaño Total	< 0,0001	±10%	mg/L	
2	Estroncio Total	0,95063	±17%	mg/L	
2	Hierro Total	0,10	±10%	mg/L	
2	Litio Total	0,0104	±11%	mg/L	
2	Magnesio Total	8,41	±5%	mg/L	
2	Manganeso Total	0,01612	±13%	mg/L	

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

AGQ Labs

ACCREDITED Testing Laboratory TL-502

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL-DA CON REGISTRO N° LE-072

INACAL DA - Perú Laboratorio de Ensayo Acreditado

Registro N° LE - 072

INFORME DE ENSAYO

Nº de Referencia:	A-18/021864	Tipo Muestra:	Agua de Laguna/ Lago
Descripción:	LAGUNA DE HUACARPAY	Fecha Fin:	26/03/2018

	Parámetro	Resultado	Incert	Unidades	CMA
	Metales Totales				
2	Mercurio Total	< 0,00007	±18%	mg/L	
2	Molibdeno Total	0,00227	±17%	mg/L	
2	Níquel Total	< 0,0009	±12%	mg/L	
2	Plata Total	< 0,00005	±18%	mg/L	
2	Plomo Total	< 0,00005	±18%	mg/L	
2	Potasio Total	2,4	±13%	mg/L	
2	Selenio Total	0,00018	±14%	mg/L	
2	Sodio Total	22	±15%	mg/L	
2	Talio Total	< 0,00001	±17%	mg/L	
2	Titanio Total	0,0063	±8%	mg/L	
2	Torio Total	< 0,00001	±14%	mg/L	
2	Uranio Total	0,00026	±17%	mg/L	
2	Vanadio Total	< 0,006	±11%	mg/L	
2	Wolframio Total	< 0,00002	±12%	mg/L	
2	Zinc Total	0,007	±17%	mg/L	
	Microbiología				
*	Coliformes Fecales por NMP	33,0	-	NMP/100mL	

Nota: Los Resultados de este informe solo afectan a la muestra tal como es recibida en el laboratorio. Queda prohibida la reproducción parcial de este informe sin la aprobación por escrito del laboratorio. Las incertidumbres están recogidas en el anexo técnico adjunto. Si aparece marca de acreditación, los parámetros marcados con asterisco (*) no estan incluidos en el Alcance de Acreditación. El cliente proporciona todos los datos asociados a la Toma de Muestras, cuando esta ha sido realizada por él. A: Ensayo subcontratado y acreditado. N: Ensayo subcontratado y no acreditado. RE: Recuento en placa estimado. Para los parámetros de radiactividad el valor inferior del rango corresponde al AMD.
(2) Ensayo cubierto por la Acreditación nº TL-502 emitida por IAS.
(3) Ensayo cubierto por la acreditación nº LE-072 emitida por INACAL.

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

INFORME DE ENSAYO

Nº de Referencia: A-18/021864
Descripción: LAGUNA DE HUACARPAY
Tipo Muestra: Agua de Laguna/ Lago
Fecha Fin: 26/03/2018

ANEXO TECNICO

	Parámetro	PNT	Técnica	Ref Norma	Rango
	Mediciones In Situ				
*	Conductividad Eléctrica In Situ Medido Cliente	Cliente			0,1000 - 400 000 µS/cm a 25°C
*	Oxígeno Disuelto In Situ Medido Cliente	Cliente			0,010 - 10,0 mg/L
*	pH In Situ Medido Cliente	Cliente			2,01 - 12,0 Unidades de pH
*	Temperatura In Situ Medido Cliente	Cliente			4,00 - 50,0 °C
	Parámetros Físico-Químicos				
2	Aceites y Grasas	PP-226 (BASED ASTM D7066-04) Rev.1 2017	Espect FTIR		0,25 - 10 000 mg/L
3	DBO5	SMEWW 5210B. 22nd Ed. 2012	Electrometría		1,1 - 10 000 mg/L
3	DQO	SMEWW 5220D. 22nd Ed. 2012	Espect UV-VIS		8,00 - 5 000 mg/L
3	Sólidos Totales Disueltos	SMEWW 2540 C. 22nd Ed. 2012	Gravimetría		15,0 - 100 000 mg/L
3	Sólidos Totales en Suspensión (TSS)	SMEWW 2540 D. 22nd Ed. 2012	Gravimetría		2,00 - 80 000 mg/L
3	Turbidez	SMEWW 2130B. 22nd Ed. 2012	Nefelometria		0,150 - 1 000 NTU
	Formas Nitrogenadas/Fosforadas				
2	Fósforo Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,008 - 500 mg/L
	Aniones -				
3	Bicarbonatos	SMEWW 2320 B. 22nd Ed. 2012	Volumetría		5,00 - 1 500 mg/L CaCO3
3	Cloruros	SMEWW 4500-Cl- B. 22nd Ed. 2012	Volumetría		0,25 - 30 000 mg/L
3	Sulfatos	SMEWW 4500-SO4 2- E. 22nd Ed. 2012	Espect UV-VIS		5,00 - 20 000 mg/L
	Metales Totales				
2	Aluminio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,002 - 100 mg/L
2	Antimonio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00002 - 50,000 mg/L
2	Arsénico Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00004 - 50,000 mg/L
2	Bario Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,0003 - 50,0 mg/L
2	Berilio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00001 - 20,000 mg/L
2	Bismuto Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,00001 - 10,000 mg/L
2	Boro Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,002 - 50,0 mg/L
2	Cadmio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00001 - 50,000 mg/L
2	Calcio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,08 - 1 000 mg/L
2	Cerio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,00001 - 10,000 mg/L

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

AGQ Labs

ACCREDITED Testing Laboratory TL-502

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL-DA CON REGISTRO N° LE-072

INACAL DA - Perú Laboratorio de Ensayo Acreditado

Registro N° LE - 072

INFORME DE ENSAYO

Nº de Referencia: A-18/021864
Descripción: LAGUNA DE HUACARPAY
Tipo Muestra: Agua de Laguna/ Lago
Fecha Fin: 26/03/2018

	Parámetro	PNT	Técnica	Ref Norma	Rango
	Metales Totales				
2	Cobalto Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00003 - 50,000 mg/L
2	Cobre Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,0003 - 100,0 mg/L
2	Cromo Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,001 - 50,0 mg/L
2	Estaño Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,0001 - 10,00 mg/L
2	Estroncio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,00004 - 50,000 mg/L
2	Hierro Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,03 - 100 mg/L
2	Litio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,0001 - 10,00 mg/L
2	Magnesio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,001 - 1 500 mg/L
2	Manganeso Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00006 - 50,000 mg/L
2	Mercurio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00007 - 10,000 mg/L
2	Molibdeno Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00003 - 10,000 mg/L
2	Níquel Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,0009 - 50,00 mg/L
2	Plata Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00006 - 50,000 mg/L
2	Plomo Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00006 - 50,000 mg/L
2	Potasio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,08 - 1 000 mg/L
2	Selenio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00004 - 50,000 mg/L
2	Sodio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,01 - 1 000 mg/L
2	Talio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00001 - 50,000 mg/L
2	Titanio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,0006 - 50,00 mg/L
2	Torio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00001 - 10,000 mg/L
2	Uranio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00001 - 10,000 mg/L
2	Vanadio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,006 - 50,0 mg/L
2	Wolframio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,00002 - 10,000 mg/L
2	Zinc Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,002 - 100 mg/L
	Microbiología				
*	Coliformes Fecales por NMP	SMEWW 9221 E.1. 22nd Ed. 2012	Tubos Múltiples		1,8 - 1,6 x 10^{11} NMP/100mL

Los parámetros marcados con asterisco (*) no estan incluidos en el Alcance de Acreditación.

(1) El rango mínimo se corresponde con el límite de Determinación, a partir del cual cuantificamos. Para los parámetros de radiactividad el valor del rango corresponde al AMD.

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

Anexo 02. Galería fotográfica

Figura 01. Botadero controlado de Lucre

Figura 02. Disposición de Residuos Solidos

Figura 03. Botadero de Lucre

Figura 04. Nueva trinchera

Figura 05. Tanque de lixiviado

Figura 06. Lixiviado en el suelo

Figura 07. Muestreo de Lixiviado

Figura 08. Muestras de lixiviado

Figura 09. Suelo de botadero

Figura 10. Muestreo de suelo testigo

Figura 11. Método del cuarteo

Figura 12. Muestra de suelo

Figura 13. Mediciones in situ con multiparámetro

Figura 14. Instrumento-Multiparámetro

Figura 15. Lagunas de oxidación-PTAR Lucre

Figura 16. Muestreo de aguas residuales

Figura 17. Cultivos de maíz cerca de la PTAR

Figura 18. Aguas residuales en el totoral

Figura 19. Toma de muestra de agua de la laguna de Huacarpay

Figura 20. Acondicionamiento de las muestras

Figura 21. Cadena de custodia

Figura 22. Rotulado de muestras

Figura 23. Transporte de muestras

Figura 24. Transporte de muestras

Figura 25. Cultivos de maíz en el pantano Huacarpay que cada año ganan espacio

Figura 26. Pastoreo de ganado en la zona del pantano Huacarpay

Figura 27. Aguas residuales inundando los cultivos en el pantano Huacarpay.2018

Figura 28. Inundación por aguas residuales en el pantano Huacarpay. 2018

Figura 29. Restos arqueológicos de Urpicancha en la zona de estudio.

Figura 30. Observatorio - el totoral es refugio de la diversidad de aves- Humedal Huacarpay sitio RAMSAR

Figura 31. El Totoral al borde del espejo de agua de la laguna de Huacarpay, los agricultores lo queman y cortan con el fin de ganar espacio para sus cultivos.

Figura 32. Mirador-Laguna de Huacarpay