



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**Propuesta para tratar aguas residuales empleando un
reactorbiológico de flujo ascendente (UASB) en una PTAR**
Lima 2020

TESIS PARA OBTENER EL TITULO PROFECIONAL DE
Ingeniería Civil

AUTOR

Cuipal Chumbe, Pablo (ORCID: 0000-0002-3424-5087)

ASESOR

Mg. Ing. Benites Zúñiga, José Luis (ORCID: 000-0003-4459-494X)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Obras Hidráulicas y Saneamiento

LIMA – PERÚ
2020

Dedicatoria

Este trabajo dedico de manera especial a mi par para toda la vida que es mi Esposa, a mis docentes que fueron el ejemplo a seguir y compañeros con quienes superamos cada peldaño para llegar a nuestra meta.

Agradecimiento

A Dios por darme la fortaleza y sabiduría para mantener firme mis metas, a la Universidad Cesar Vallejo mi alma mater quien junto con su plana de profesionales impulsaron el éxito que comprendió mi carrera como Ingeniero Civil.

Índice de Contenido

I. INTRODUCCIÓN	10
Problema general	12
Problemas específicos	12
Objetivo general	14
Objetivos específicos	14
Hipótesis general	15
Hipótesis específicas	15
II. MARCO TEÓRICO	16
III. METODOLOGÍA	35
3.1 Tipo y diseño de investigación	35
3.2 Variable y operacionalización	36
3.3 Población, muestra y muestreo	38
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	39
3.5 Procedimientos	43
3.6 Método de análisis de datos	43
3.7 Aspectos éticos	43
IV. RESULTADOS	45
4.1. Detalle del lugar de intervención	45
V. DISCUSIÓN	63
VI. CONCLUSIONES	67
VII. RECOMENDACIONES	68
REFERENCIAS	69
ANEXOS	72

Índice de tablas

Tabla 1. Límites máximos permisibles	27
Tabla 2. Coeficiente de validez de juicio de experto	42
Tabla 3. Interpretación del coeficiente de confiabilidad	42
Tabla 4. Ventajas y desventajas de un Reactor Biológico.....	49
Tabla 5. Criterio de los parámetros para el diseño de un Reactor Bilógico	49
Tabla 6. Análisis de resultado vs criterio de diseño de Autor.	50
Tabla 7. Tecnologías administradas por la EPS más importante.	51
Tabla 8. Generación de Agua Residual por día.	53
Tabla 9. Cobertura con/sin tratamiento del total generado.....	54
Tabla 10. Estimación del flujo que se producirá al año 2024	55
Tabla 11. Flujo producido por persona en un solo día.	56
Tabla 12. Remoción de parámetros según fase de tratamiento.	57
Tabla 13. Resultados de Laboratorio muestras de Agua Residual Industrial ..	59
Tabla 14. Relación de concentración de Demanda Química de Oxígeno, caudal de flujo y carga contaminante.	60

Índice de figuras

Figura 1. Proceso de una PTAR.....	23
Figura 2. Cifra estadística de la producción de agua residual.....	26
Figura 3. Diagrama de extracción de lodos activos	28
Figura 4. Esquema de un reactor UASB.....	30
Figura 5. Sistema de cogeneración de energía por biogás.....	32
Figura 6. Digestores anaerobios y almacenamiento de biogás.....	33
Figura 7. Principio de una CCM de doble cámara	34
Figura 8. pasos para recolección de datos	40
Figura 9. Mapa político de la zona de intervención.....	45
Figura 10. Limite Político de la Zona del proyecto	46
Figura 11. Ubicación geográfica del proyecto.....	46
Figura 12. Ubicación de la zona de intervención y vía de acceso al lugar	47
Figura 13. Proyecto para el reúso de aguas residuales en la zona de Ancón.	48
Figura 14. Entrega de muestras a laboratorio para el análisis	59

Índice de gráficos

Gráfico 1. Datos comparativos de los ensayos Vs criterio de autor	50
Gráfico 2. Tecnologías empleadas en la administración de SEDAPAL.	51
Gráfico 3. Estadística de descargas de Aguas Residuales	53
Gráfico 4. Agua Residual Generada solo en Lima Metropolitana	54
Gráfico 5. Estimación proyectada hasta el año 2024.....	55
Gráfico 6. Producción de flujo de Lima y todo el país.....	56
Gráfico 7. Remoción de Parámetros según la fase de Tratamiento.....	58
Gráfico 8. Relación de concentración, caudal y carga contaminante.....	61

Resumen

El presente trabajo de investigación se realizó con el objetivo de plantear una propuesta para tratar las aguas residuales empleando un reactor biológico de flujo ascendente (UASB), tecnología sostenible que disminuye la emisión de gases de efectos invernaderos. La metodología en esta investigación tiene un enfoque cuantitativo, de diseño no experimental – transeccional correlacional cuyo análisis de variables no se manipularon si no que se relacionaron las mismas en función a su causa y efecto, también goza un nivel de carácter explicativo, la población es la red de alcantarillado que descarga en la (PTAR) Piedras Gordas, la muestra el flujo de descarga en la coordenada 266968.871E y 8694775.091N.

Se concluyo que la disposición de un reactor biológico de flujo ascendente (UASB) influye en el tratamiento secundario con resultados que muestran una diferencia de 27% para (DQO) y 10% para (SST), con parámetros analizados que cumplían con rangos y criterios de diseño, se determinó que la Carga Contaminante no es proporcional al caudal del flujo si no a la Demanda Química de Oxígeno (DQO), su relación de los parámetros de la muestra M-01 DQO/DBO ($510/405.7 = 1.26$) resultado que clasifica el flujo de la muestra M-01 como muy biodegradable.

Palabras claves: Reactor Anaerobio de Flujo Ascendente (UASB), Agua Residual

Abstract

This research work was carried out with the aim of proposing a proposal to treat wastewater using a biological upstream reactor (UASB), a sustainable technology that reduces greenhouse gas emissions. The methodology in this research has a quantitative approach, non-experimental – transectal correlational design whose variable analysis was not manipulated but related to their cause and effect, also enjoys an explanatory level, the population is the sewerage network that discharges into the (PTAR) Fat Stones, the sample the discharge flow at coordinate 266968.871E and 8694775.091N.

It is concluded that the arrangement of an upstream biological reactor (UASB) influences secondary treatment with results showing a difference of 27% for (DQO) and 10% for (SST), with analyzed parameters that met design ranges and criteria, it was determined that the Pollutant Load is not proportional to the flow rate but to the Chemical Oxygen Demand (COD), its ratio of the M-01 DQO/DBO sample parameters ($510/405.7 \times 1.26$) result that classifies the flow of the M-01 sample as very biodegradable.

Keywords: Upflow Anaerobic Sludge Blanket (UASB), WasteWater

I. INTRODUCCIÓN

La forma de tratar las aguas proveniente de la red de alcantarillado que son generadas a lo largo del planeta son llevadas a estaciones para su tratamiento, los cuales no se dan abasto o hay casos donde éstos cuyo desarrollo son muy ineficientes en sus procesos, quedando al límite de sus capacidades lo que es peor al obtener un resultado negativo y engañoso, de igual manera se considera que los recursos invertidos sean una pérdida tanto económica y social por que como consecuencia se genera un impacto negativo que afecta su salud de la población y por ende se contaminan el aire, suelo y todo los recursos naturales que estén vinculados.

Debido a este problema que golpea al mundo donde estudios demuestran que presenta una gran brecha de desigualdad que depende mucho del estatus social y económico como países desarrollados y menos desarrollados, las cuales delimita a sociedades que gozan de ciertos privilegios y otros que padecen las adversidades del problema, este último tiene que afrontar a través de sus autoridades, gobiernos y empresas prestadoras del servicio, los cuales suman esfuerzos para resolver el problema, pero a pesar de ello no se logra implementar sistemas capaces y eficientes para así evitar que los flujos de diversos sistemas de alcantarillas sean desechados o vertidos directamente al sub suelo generando impacto negativo a todo el ecosistema.

Un informe de la UNESCO determina que los países desarrollados tratan un 70% de la su agua residual, los países en desarrollos entre 28% y 38% y los países subdesarrollados solo el 8%. En conclusión, en el mundo el 80% de las aguas residuales son liberadas sin pasar por tratamiento alguno¹.

Compañías que se especializan en servicios de saneamiento en todo el territorio muestran un gran déficit en la cobertura del mismo por lo que se convierte en un problema latente que afecta considerablemente la salud pública y contamina el medio ambiente, trayendo como consecuencias enfermedades infecciosas y al

¹ (UNESCO, 2017, p.2)

ser vertidas sin ningún tratamiento contaminan las fuentes de aguas masivas y aguas subterráneas.

Hay datos estadísticos donde aseguran cobertura en casi todo el territorio, pero la realidad es que falta mucho trabajo para que sea cierto, podemos leer, escuchar las diferentes fuentes informativas y sabemos que mucha población carece de agua potable y por ende falta una red de alcantarillado lo cual hace más crítico el problema, en lo que refiere a sistemas de tratamientos de aguas residuales. Por ello un informe de La OEFA afirma “que de las 50 EPS Saneamiento que brindan el servicio de alcantarillado, sólo se brinda cobertura al 69,65% de la población urbana y la diferencia vierte directamente sus aguas residuales sin tratamiento [...]”².

La publicación en la página oficial El Peruano muestra el artículo 1 de la Resolución Ministerial Nro. 702-2016-MTC/01.02. Declara de interés nacional, la planificación, desarrollo y ejecución de los proyectos, [...] y la plataforma Logística Intermodal de la zona de Ancón; [...]³. Ancón es un distrito con pronóstico de expansión urbana, planificación estratégica y desarrollo de nuevos proyectos que generen diferentes tipos de aportes que permita el desarrollo económico y social cubriendo las necesidades existentes en el distrito, Por otro lado está la figura de la población joven (Asentamientos Humanos, asociaciones, cooperativas, entre otros y en inmediaciones de toda la cuenca que ciertamente carecen de servicios básicos como agua potable y alcantarillado, que dentro de sus derechos fundamentales tiene que ser provisto de estos recursos.

Cabe mencionar que existe considerable espacio o área libre para planificar proyectos con principios de autosostenibilidad, como expansión de áreas verdes con reutilización de sus aguas residuales, generación de energía, entre otros. Por otro lado, en la zona también se proyectan obras de gran envergadura como es el parque industrial de Ancón que está considerado dentro del plan Nacional de diversificación productiva (PNDP), declarado mediante Decreto Supremo Nro.

² (OEFA, 2014, p.4). *Fiscalización ambiental en aguas residuales*.

³ (El Peruano, 2016, p.1)

004-2014-PRODUCE. Una página local describe que “Este proyecto se desarrollará [...] en un área de 1,338 hectáreas, [...] en el distrito de Ancón”⁴.

Problema general

¿Cuánto influye la disposición de un reactor biológico de flujo ascendente (UASB) en el tratamiento de agua residual de una planta de tratamiento (PTAR) Lima 2020?

Problemas específicos

¿Cuánto influye la disposición de un reactor biológico de flujo ascendente (UASB) con el tratamiento secundario de una planta de tratamiento (PTAR) Lima 2020?

¿Cuánto influye la disposición de un reactor biológico de flujo ascendente (UASB) en el control de los límites máximos permisibles en el proceso de una planta de tratamiento (PTAR) Lima 2020?

¿Cuánto influye la disposición de un reactor biológico de flujo ascendente (UASB) en la generación de lodos como parte del proceso de una planta de tratamiento (PTAR) Lima 2020?

La *Justificación Socioeconómica* de este producto es contribuir en la solución a la problemática que afronta el mundo entero, este país y en especial la zona del distrito de Ancón donde se ha planteado este trabajo de investigación, los deficientes sistemas de tratamientos de aguas residuales que son propio de la actividad humana y controlados por el mismo son causales de impactos negativos a la salud pública como enfermedades infecciosas como también la contaminación del medio ambiente mediante el vertido directo al sub suelo y fuentes receptoras y de aguas masivas.

⁴ (EL COMERCIO, 2019, parr.7). *adjudicacion del parque industrial de Ancon*

Contribuir con soluciones frente a este flagelo reduce la gran brecha de desigualdad que existe entre las ciudades desarrolladas frente a las menos desarrolladas, en el tiempo se ha manifestado también como impactos económicos para los gobiernos en todos sus niveles, así como para las empresas privadas de manera directas o indirectamente ocasionando deficiencia en los procesos de tratamientos.

La *justificación Práctica* de esta investigación destaca por que existe la necesidad de contribuir en la mejora de los sistemas de tratamientos de aguas residuales y proponer diseños básicos para una planta de tratamiento que sea eficiente y cumpla con los parámetros nacionales y estándares internacionales como tal y otros que rijan conforme a la disposición de nuestros reglamentos vigentes, para que sea también adecuada, mejorada y aplicada en los diferentes lugares del territorio donde se requiera proponer diseños de igual o similar características.

Existe la necesidad de realizar trabajos de carácter investigativo para cubrir, acortar la brecha y plantear alternativas que solucionen el problema que aqueja al mundo entero y acortar las brechas de desigualdad que aqueja la sociedad, también un trabajo como este es una contribución significativa para sumar la lucha frontal frente al calentamiento global del planeta, sumando los esfuerzos que se viene planteando en los diferentes poderes gubernamentales de cada país en toda la corteza terrestre.

La *justificación Teórica* de este trabajo de investigación es recopilar los conocimientos expuestos con anterioridad en temas de sistemas de aguas residuales y plantas de tratamiento en donde los resultados obtenidos fueron producto del trabajo e indagación científica. El producto final de este trabajo fue una propuesta para incorporar un elemento dentro de un sistema de tratamiento de agua residual y que sea planteado como alternativa que solucione la falencia en los procesos que además sea de utilidad para la sociedad, el ejercicio la comunidad profesional y/o académica que lo requiera para sus fines necesarios. También para el desarrollo de este trabajo se tomaron en consideración toda

referencia de trabajos realizados por una serie de autores que, a lo largo de sus carreras, sus logros investigativos obtenidos facilitaron y dieron pie a este propósito para plantear una alternativa que solucione el problema encontrado en la zona de intervención.

La *justificación Metodológica* de este trabajo de investigación es proponer los diseños básicos que cumplan con parámetros, estándares en el margen de los reglamentos vigentes y con la aplicación correcta de métodos científicos se logrará demostrar ser confiable y viable que será referencia para posteriores trabajos de carácter investigativo, en ese sentido se plantea una metodología comprensible, aplicable en un contexto muy amplio que alineada a las exigencias y normativas nacionales se buscó plantear una solución a la problemática encontrada y que además son el eje que hizo posible el desarrollo este trabajo.

Objetivo general

Analizar cuánto influye la disposición de un reactor biológico de flujo ascendentes (UASB) en el tratamiento de agua residual de una planta de tratamiento (PTAR) Lima 2020.

Objetivos específicos

Analizar cuánto influye la disposición de un reactor biológico de flujo ascendente (UASB) con el tratamiento secundario de una planta de tratamiento (PTAR) Lima 2020.

Analizar cuanto influye la disposición de un reactor biológico de flujo ascendente (UASB) en el control de los límites máximos permisibles en el proceso de una planta de tratamiento (PTAR) Lima 2020.

Analizar cuanto influye la disposición de un reactor biológico de flujo ascendente (UASB) en la generación de lodos activos como parte del proceso de una planta de tratamiento (PTAR) Lima 2020.

Hipótesis general

La disposición de un reactor biológico de flujo ascendente (UASB) influye significativamente en el tratamiento de agua residual de una planta de tratamiento (PTAR) Lima 2020.

Hipótesis específicas

La disposición de un reactor biológico de flujo ascendente (UASB) influye significativamente con el tratamiento secundario de una planta de tratamiento (PTAR) Lima 2020.

La disposición de un reactor biológico de flujo ascendente (UASB) influye significativamente en el control de los límites máximos permisibles en el proceso de una planta de tratamiento (PTAR) Lima 2020.

La disposición de un reactor biológico de flujo ascendente (UASB) influye significativamente en la generación de lodos activos como parte del proceso de una planta de tratamiento (PTAR) Lima 2020.

II. MARCO TEÓRICO.

Este concepto es una construcción teórica que garantiza la solidez del estudio a realizar, teniendo como antecedentes que apoye con una serie de conceptos y criterios que son válidos y además no dejan duda que el estudio tiene una base sólida y se ubica correctamente dentro de un nivel investigativo por otro lado, cuenta también con una serie de argumentos válidos para defender su ejecución⁵. Sostener un trabajo de investigación en antecedentes relacionados al tema es un mecanismo de fiabilidad que garantiza su desarrollo en el marco investigativo, también sirve como base para trabajos científicos y académicos cuyo propósito es de mejora constante planteadas o puestas al servicio de la comunidad empresarial, profesional y/o estudiantil.

Las propuestas que antecedieron a este trabajo forman parte de una matriz que será el sustento para armar la discusión, analizar los resultados para determinar cada uno de los objetivos planteados y demostrar que la hipótesis es válida o nula dentro del tema planteado, los resultados que se obtienen durante el desarrollo, ejecución y análisis realizados en el laboratorio serán estrictamente propuestos para el desarrollo de este trabajo, que al ser terminado podremos determinar una conclusión y plantear recomendaciones que sean de utilidad a futuros intereses.

Racho (2015), en su tesis de grado para optar el título de Ingeniero civil ambiental cuyo título: ***“Aplicación de metodologías en el diseño de sistemas de lagunas de estabilización desarrollado para el distrito de Santa Rosa – Chiclayo”***. Tuvo como **objetivo** determinar la aplicación de metodología en el diseño de sistemas de lagunas de estabilización. Fue un **estudio** descriptivo con un fin aplicativo. La **población** fue el área y entorno donde se desarrolló el proyecto, distrito de Santa Rosa de la provincia de Chiclayo. Sus **técnicas** fueron la observación y análisis de contenido. Sus **instrumentos** programas de cómputo, equipos geodésicos y laboratorios. En su **conclusión** destacó que el

⁵ (SUPO, 2015, p.26). *Cómo empezar una tesis*

objetivo principal del sistema de tratamiento de agua residual consiste en depurar el agua residual hasta unos niveles acordes con las recomendaciones vigentes [...] ⁶.

Cedrón y Cribilleros (2017), tesis para obtener el título profesional de ingeniero civil titulado: **“Diagnostico del sistema de aguas residuales en Salaverry y propuesta de solución”**, cuyo **objetivo** fue elaborar el diagnóstico del sistema de tratamiento de aguas residuales en los distritos de Moche y Salaverry [...]. El **tipo** de investigación fue aplicada, de **nivel** descriptivo, explicativo y correlacional, un **enfoque** cuantitativo, sus **Instrumentos** fueron correlación de datos (datos de las EPS), presentación de datos (programas de cómputos) y análisis e interpretación de datos (normativa publicada por la SUNASS). En su **conclusión** define que las PTAR, actualmente en funcionamiento no cuentan con la tecnología adecuada para descontaminar el afluente, ya que su sistema, consiste en lagunas de estabilización, y estas se encuentran subdimensionadas teniendo un rendimiento menor al 50 % con respecto a su carga de caudal [...] ⁷.

Gutarra (2016), en su tesis para obtener el título profesional de ingeniero civil titulado: **“diseño de la infraestructura para el tratamiento de aguas residuales mediante biodiscos del sistema de alcantarillado de la localidad de huayllspanca – sapallanga”**. Cuyo **objetivo** fue Demostrar el diseño adecuado en la infraestructura, así como la utilización de biodiscos para el tratamiento de aguas residuales, en el sistema de alcantarillado. El **tipo** de estudio de la presente investigación es aplicativo – comparativo, la **población** de estudio se realizó en el Distrito de Sapallanga de la provincia de Huancayo por un periodo de 6 meses. En su **muestreo** considero el sistema S1 que tiene una población de 341 habitantes; en su principal **conclusión** demostró que los Biodiscos son más económicos que el filtro biológico, significando un ahorro de S/. 72,720.42 ⁸.

⁶ (Gary, 2015), *diseño de sistemas de lagunas de estabilización*

⁷ (CEDRON , y otros, 2017). *Diagnóstico del sistema de aguas residuales*

⁸ (GUTARRA, 2016). *infraestructura para el tratamiento de aguas residuales mediante biodiscos*

Galeano y Rojas (2016), en su trabajo de investigación para optar el título de Ingeniero civil titulado *“propuesta de diseño de una planta de tratamiento de agua residual por zanjón de oxidación para el casco urbano del municipio de Velez – Santander”*. Tuvo como **objetivo** Proponer el diseño de una planta de tratamiento de aguas residuales para mejorar la calidad de las fuentes hídricas. **Técnica** recolección y análisis de datos, su **conclusión** el diseño se centra en el cálculo hidráulico y de comportamiento biológico [...], para su construcción se puede utilizar diferentes materiales presentes en el mercado⁹.

Vargas (2018), en su trabajo de tesis para obtener el título profesional de Ingeniera Civil cuyo título *“Propuesta de un Sistema de Tratamiento Primario de Aguas Residuales mediante un Reactor Anaeróbico de Flujo Ascendente, Yungay 2017”*, tuvo como **objetivo general** proponer un sistema de tratamiento primario de aguas residuales mediante un reactor anaeróbico de flujo ascendente, **La metodología** de la investigación es de tipo no experimental porque no se manipulan las variables intencionalmente, de carácter descriptivo debido a que los datos fueron tomados a través de la observación directa es decir tal y como se presenta en la realidad, es transversal ya que los datos se recolectaron en un tiempo único, **la técnica** consistió en la recolección de datos se tomó las muestras de agua residual en la desembocadura, **el instrumento** usado fue una ficha en la que va los resultados de los ensayos, **la población y la muestra** fue la misma planta de tratamiento primario de aguas residuales mediante un RAFA. Como **resultado** se obtuvo que las aguas residuales expulsadas al río no cumplen con la normativa vigente, **En conclusión**, el diseño hidráulico que se propone cumple con remover los contaminantes encontrados en las aguas residuales debido a que el porcentaje de remoción viene a ser del 50 % de acuerdo al criterio Mara con una temperatura mínima promedio de 15 °C¹⁰.

⁹ (GALEANO, y otros, 2016).

¹⁰ (VARGAS, 2018).

Hernández y Sánchez (2014), Trabajo de Grado para Optar al Título de Ingeniero Civil cuyo **título** es “*diseño de una planta de tratamiento de agua residual para el municipio de san marcos-departamento de sucre*”. Su **objetivo** general diseño de una PTAR en el Municipio de San Marcos-Departamento de Sucre. **La población** estudio de 55.032 habitantes, teniendo una densidad de población igual a 903 Hab/Km², su **conclusión** Se diseñó un sistema de tratamiento de aguas residuales, que consiste en un reactor anaeróbico de flujo ascendente, teóricamente la remoción producida por esta planta es superior al 80%, por lo que cumple con los parámetros de vertimientos en Colombia¹¹.

Akhavan, Barbe y Fernandez (2017), in partial fulfillment of the requirements for the degree of Bachelor of Science in Civil Engineering whose **title** is: “*Decentralized Wastewater Treatment Plant in Bangalore, India*”. the final **conclusion** the lack of sufficient wastewater infrastructure is what ignited the desire to prepare a treatment plant design like this one, plus could require the development of other solutions in the future. At present, a decentralized treatment plant is the best option to service quickly expanding areas that are not being properly serviced, [...] ¹². Los autores plantearon su propuesta para dar solución al problema de infraestructura de aguas residuales que sería utilizado a mediano y largo plazo, de igual manera plantearon como mejor opción centralizar los procesos de estos con el propósito de incrementar considerablemente las áreas para mejorar los servicios y globalizar la cobertura de las necesidades básicas del lugar de Bangalore – India que por cierto están en una expansión rápida y que no cuentan o no reciben el servicio adecuado.

Zhang (2016). Thesis submitted in fulfillment of the requirements for the degree of doctor at Wageningen University whose **title** is: “*Anaerobic Treatment of Municipal Wastewater in a UASB-Digester System Temperature effect on system performance, hydrolysis and methanogenesis*”. Their

¹¹ (HERNANDEZ, y otros, 2014). *Diseño de una planta de tratamiento de agua residual*

¹² (AKHAVAN, y otros, 2017). *Decentralized Wastewater Treatment Plant in Bangalore, India*

recommendations this research showed that anaerobic treatment of municipal wastewater at 10-20°C using a UASB-digester system can achieve a robust COD removal and methane recovery. In a UASB-digester system, the major operational cost is energy consumption for heating the recirculated sludge. The mitigation methods for saving this energy have been discussed in paragraph 7.2.3 (operation at 20-10°C)¹³. Los autores en esta investigación demuestran que los efluentes de las alcantarillas sometido a un proceso biológico de flujo ascendente armonizan con la demanda química de oxígeno, resaltaron también que se puede captar el metano generado durante el proceso, por otro lado resaltaron como dificultad en este sistema que existe un alto consumo de energía, lo cual presentaron también una propuesta de solución para contrarrestar el consumo excesivo de este, proceso que consiste en captar el gas generado que es parte del evento y este sea convertido en energía limpia para ser utilizado en el funcionamiento de la planta procesadora, convirtiendo en un proyecto autosostenible y eco amigable.

Justo (2015). In his doctoral thesis entitled “**Advanced technologies applied to wastewater treatment plant effluents**”, the main **objective** of this thesis is the assessment of some advanced processes applied to different WWTPs effluents which are usually discharged to surface waters, sea and oceans. **Results** the results concerning to the treatment of the RO brine effluent were summarized (Appendix II-VI). This second part was also divided in two sections, one regarding to the AOPs applied and the other one regarding to the integration of these with biological treatments performed¹⁴. El autor en su tesis doctoral principalmente centra su trabajo en la evaluación de ciertos procesos con aplicación de tecnología avanzada para tratar aguas residuales en el proceso de una planta de tratamiento los cuales vierten sus efluentes finales hacia los diferentes cuerpos receptores, en los resultados se demostró que el EfOM en un tratamiento secundario resulta optimo al aplicar AV/H2O2 y ozonización, y la segunda parte se aplicó AOP relacionados a tratamientos biológicos.

¹³ (ZHANG, 2016). *Anaerobic Treatment of Municipal Wastewater in a UASB-Digester System*

¹⁴ (JUSTO, 2015). *Advanced technologies applied to wastewater treatment plant effluents*.

Echevarría, y Fonturbel (2019). En su artículo titulado **“Análisis energético de estaciones depuradoras de aguas residuales”**. El **objetivo** del presente artículo es profundizar en el análisis realizado en 10 de las 173 EDAR. Los **datos** utilizados para el grupo de las 173 EDAR ha sido analizada la siguiente información - Datos de **diseño**: Habitantes equivalentes, caudal medio... Datos mensuales de consumo energético (Años 2014 a 2016). - Datos mensuales del caudal de agua bruta y de agua tratada (Años 2014 a 2016). **Conclusiones** el análisis por proceso que se ha llevado a cabo en las 10 EDAR que fue objeto esta publicación, ha sido un análisis más profundo que el realizado en el resto de las 173 EDAR. La diferencia principal ha sido que para estas 10 EDAR se han realizado visitas a planta y se han tomado medidas in situ, lo cual ha proporcionado resultados interesantes¹⁵.

Gómez, y otros (2019). Presentaron el artículo de título **“Estudio del tratamiento anaerobio con reactor UASB de membrana (AnMBR) de agua residual urbana en la Comunidad de Murcia y de su potencial aprovechamiento para regadío”**, el **estudio** se centró en tres aspectos y uno de ellos es, Estudiar la evolución del proceso biológico frente a variaciones en la temperatura, tiempo de residencia hidráulico, cargas volumétricas y másicas y su efecto tanto en la eliminación de materia orgánica como en la producción de metano, mediante el seguimiento tanto de los principales parámetros de operación, como son temperatura y presión transmembrana, como un seguimiento analítico de los aspectos básicos del proceso biológico tales como DQO, SST/SSV, Ntotal, N-NO₃ - , N-NH₄ + y producción y composición del biogás. Uno de los **resultados** fue que los valores de eliminación alcanzados están en torno al 60 % para la DQOs, relacionado principalmente con el proceso biológico, y en torno al 80-90 % para el caso de la DQOt debido, además del proceso biológico, a la retención física de la materia efectuada por las membranas. Los rendimientos de eliminación se han mantenido prácticamente

¹⁵ (ECHEVARRIA, y otros, 2019). *Análisis energético de estaciones depuradoras de aguas residuales*”.

constantes aun cuando se han producido variaciones en las condiciones de operación, debido a la presencia de la membrana¹⁶.

Pajares, y otros (2017). “Artículo titulado “**Diseño del proceso de tratamiento de aguas residuales municipales para reducir la contaminación hídrica en el distrito de Samanco**”. Tuvo como **objetivo** diseñar el proceso de tratamiento de aguas residuales municipales para reducir la contaminación hídrica en el distrito de Samanco, Áncash. Para recoger los datos se utilizó el **método** de la encuesta y se trabajó también mediante el juicio de expertos, los **instrumentos** de recolección de datos que se utilizaron fueron: El cuestionario, guías y análisis documental y una matriz de evaluación de alternativas, se trabajó con una muestra de la población que fueron 270 familias, siendo cada jefe de hogar la unidad de análisis. Parte de su **conclusión** fue el diseño considerado para Samanco consiste en los siguientes parámetros de diseño: Para un caudal de 456.7 - 457 m³/día, para una carga orgánica de DBO5 en el afluente de 400 mg/lit y para un DBO5 deseado en el efluente de 15 mg /lit, logrando de esta forma cumplir las normativas de calidad para los efluentes y acorde con los LMP establecidos en Perú¹⁷.

Tratamiento de aguas residuales, principalmente referirnos a este tema nos nace la idea que tratar aguas residuales es hablar de una serie de eventos diseñados específicamente con la finalidad de extraer todos los compuestos orgánicos, inorgánico, sólidos, elementos físicos, químicos, biológicos, etc. Con el objetivo de purificar el agua para fines de reutilización en el medio cotidiano por el hombre en sus diferentes actividades, dentro de un sistema de tratamiento durante el desarrollo del proceso se logra extraer otros elementos que también requieren ser considerados como parte importante del sistema los cuales necesitan llevar otro tipo de disposición entre ellos tenemos sólidos, fangos, aparición de gases que tienden a ser una carga negativa para el medio ambiente si es que no se le trata adecuadamente.

¹⁶ (GOMEZ, y otros, 2019). *Tratamiento anaerobio con UASB*.

¹⁷ (PAJARES, y otros, 2017). *Tratamiento de aguas residual Municipal*

Para tratar un efluente residual que cumpla su propósito tiene que haber un plan bien estructurado, un equipo de profesionales y técnicos calificados así mismo contar con todas su infraestructura y todos sus elementos diseñadas acorde a los cálculos y parámetros establecidos cumpliendo estrictamente las normas nacionales decretadas por la entidad u organismo responsable como también algunos alcances basados en estudios y normas del plano internacional, es muy importante considerar este tema porque forma parte de un eje muy importante dentro de las sociedades que conlleva al estilo y calidad de vida del hombre y la conservación del ecosistema, por ello este término hace mención de como el tratamiento de las aguas servidas constituye un factor importante en la protección de la salud pública y del medio ambiente, puesto que la volcadura de aguas residuales sin tratamiento previo en un cuerpo receptor, es una fuente de contaminación¹⁸.

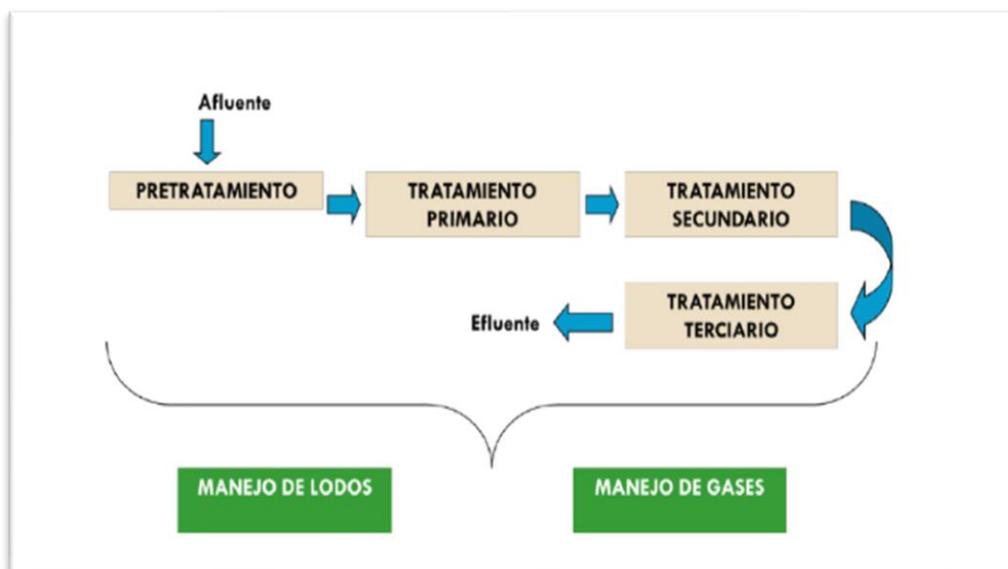


Figura 1. Proceso de una PTAR

Fuente: Información exclusiva del autor (LOZANO, 2012, p. 36)

El tratamiento secundario, es la fase muy importante dentro de un proceso porque es allí donde se pretende eliminar por completo toda la carga orgánica e inorgánica mediante el denominado proceso biológico, existen múltiples sistemas

¹⁸ (FONAM-Peru, 2016, p. 15). *Tratamiento de aguas residuales en el Perú*

que cumplen esta función que hacen viable el proceso y que depende mucho de factores como el tipo de efluente, caudal, espacio suficiente donde se pueda instalar una planta y sobre todo la capacidad económica para la construcción y mantenimiento a lo largo del servicio.

El proceso biológico se da por la presencia de cargas orgánicas e inorgánicas quienes generan una reacción química oxidante la cual una parte se convierte en material sedimentable donde aparece un sub producto (lodos activos) y también otro fenómeno que es la generación de gases (gas metano) para luego dar lugar al siguiente paso que es la fase de tratamiento donde se opta por el proceso de clarificación del agua producido por efectos de gravedad, existen términos o formas de describir este proceso y uno de ellos dice así, mientras que en tratamientos preliminares se remueven sólidos en suspensión y, por ende, buena parte de la demanda química de oxígeno DBO suspendida. En el tratamiento secundario o biológico se busca remover, especialmente, la DBO soluble y los remanentes de materia en suspensión que escaparon del tratamiento primario.¹⁹

Aguas residuales domésticas, “aquellas procedentes de zonas de vivienda y de servicios generadas principalmente por el metabolismo humano y las actividades domésticas”²⁰. Estos efluentes provienen de las zonas urbanas, residenciales y poblaciones donde no esté presente la industria, generalmente están conformadas por una serie de elementos que son utilizados en el desarrollo domestico dentro de ellos están los detergentes, aceites y grasas de cocina, y una carga de materia orgánica como residuos alimenticios, estos no son tan agresivos a la hora de ser sometidos a algún proceso de purificación, estos tipos de aguas son mucho más fáciles de pasar por un sistema de purificado debido que su contenido está libre de elementos químicos y elementos físicos más pesados algo que si son propio de las aguas expulsados de los complejos industriales.

¹⁹ (LOZANO, 2012, p. 103). *Diseño de una PTAR*

²⁰ (RODRIGUEZ, y otros, ca. 2006, p. 10). *Tratamientos avanzados de aguas residuales industriales*

Aguas residuales industriales, “todas las aguas residuales vertidas desde locales utilizados para efectuar cualquier actividad comercial o industrial, que no sean aguas residuales domésticas ni aguas de escorrentía pluvial”²¹. Como su nombre lo indica es propio de la actividad de las diferentes industrias los cuales contienen aceites, lubricantes, etc. dentro de este tipo de flujo también se considera los grandes volúmenes de aguas residuales provenientes de los centros o áreas comerciales, en general estos flujos son los más complicados a la hora de pasar por un tratamiento por lo mismo que acarrea ciertos agentes químicos producto de las actividades de las industrias, se puede encontrar artículos e informes donde afirman que efluentes de este tipo son mucho más complejos al momento de someter a un proceso de tratado o purificado.

Aguas urbanas, llamadas también aguas Municipales son la combinación de ambas (aguas domésticas e industriales) en zonas o regiones de climas variados también se incorporan aguas de lluvia, escorrentía, etc. En general todo ello forma parte de un flujo que es llevado hacia un sistema colector que mediante un emisario terrestre llamado también sistema de alcantarilla son acarreada a una planta EDAR (Estación Depuradora de Aguas Residuales) para pasar por su respectivo proceso de depurado. Por otro lado, se dice que todos los complejos industriales que realicen el vertido de sus aguas residuales en esta red colectora, tienen la obligación de acondicionar, dar un pretratamiento o pre limpieza del efluente antes de ser expulsados, [...] ²².

²¹ (RODRIGUEZ, y otros, ca. 2006, p. 10). *Tratamientos avanzados de aguas residuales industriales*

²² (RODRIGUEZ, y otros, ca. 2006, p. 10). *Tratamientos avanzados de aguas residuales industriales*

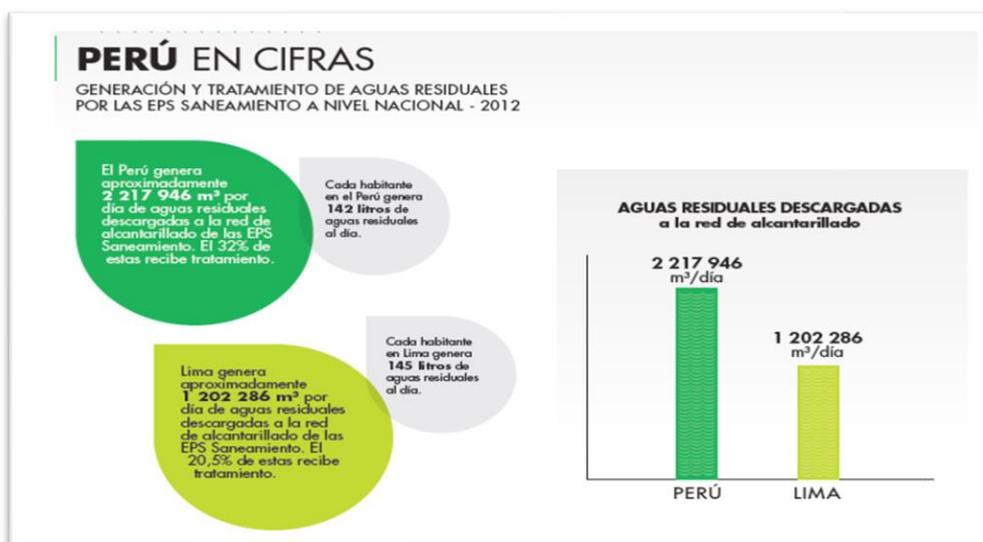


Figura 2. Cifra estadística de la producción de agua residual
 Fuente: Información exclusiva del Organismo Supervisor (OEFA, 2014, p. 16)

Límite Máximo Permisibles (LMP), son parámetros internacionales recogidos mediante múltiples estudios las cuales son puesto al servicio de la comunidad profesional y educativo para ser tomados y adecuados a las realidades y necesidades de cada país o región para generar sus propias normas acorde a la exigencia de sus necesidades, dentro de estos parámetros se considera la presencia de agentes químicos, físicos-químico y agentes biológicos al estar en una concentración considerable son un potencial peligro para la salud pública y todos los elementos naturales como el agua y el sub suelo.

Es importante que estos parámetros sean normados y reglamentados con el objetivo de ser monitorizados, controlados y sancionados en caso de ser omiso la ejecución y cumplimiento de los mismos por ello nuestro país por intermedio de las entidades que bajo sus competencias desarrolla y dicta las normas, muestra de ello por intermedio del medio oficial del país se publicó el “Artículo 1º.- Aprobación de Límites Máximos Permisibles (LMP) para efluentes de Plantas de Tratamiento de Agua Residuales Domésticas o Municipales (PTAR)²³”.

²³ (El Peruano, 2010). Art. 1, D. S. N° 003-2010-MINAM

Tabla 1. Límites máximos permisibles

LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES PARA LOS EFLUENTES DE PTAR		
PARAMETRO	UNIDAD	LMP DE EFLUENTES
Aceites y grasas	mg/L	20
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ML	10,000
DBO	mg/L	100
DQO	mg/L	200
pH	Unidad	6.5-8.5
Sólidos totales en suspensión	mL/L	150
Temperatura	°C	<35

Fuente: Información exclusiva del Diario (El Peruano, 2010).
Art. 1, D.S. N° 003-2010-MINAM

Lodos activados, son producto de procesos generados por causa de una cadena alimenticia microbiana o sea un desarrollo evolutivo biológico que se da por la conformación de microorganismos que al interactuar con toda la materia orgánica proveniente de los efluentes residuales, estas son degradadas para dar paso a la purificación del agua, pero además para que este funcione es de suma importancia la presencia de oxígeno (sistema de aireación) provocando una mejor actividad de los microorganismos, entonces esto nos lleva a la teoría de un sistema que tenga más inyección de aire se obtendrá un mejor resultado en el proceso. “Los lodos producidos en el tratamiento de aguas residuales dependen del tipo de planta de tratamiento y de la operación de ésta. También estos lodos se generan principalmente en las etapas de tratamiento primario y tratamiento secundario”²⁴

Lodo primario, El porcentaje de producción de lodos en este proceso tiene una relación directa con la cantidad de materia presentes en el flujo, sólidos suspendidos sedimentables, el volumen del flujo a tratar (AGUA) y el tiempo de retención hidráulica además se tiene que considerar la eficiencia operativa del sistema. “Lodos Primarios este tipo de fangos se generan a partir del tratamiento primario mediante el proceso de separación por gravedad de los sólidos en suspensión presentes en el agua residual”²⁵

²⁴ (LIMON, 2013, p. 10). *Los lodos de las PTAR*

²⁵ (FIBRAS y NORMAS DE COLOMBIA S.A.S., ca. 2020). *Blog de ingeniería en agua*

Por ello es muy importante prestar atención a los análisis de contenido del efluente para poder determinar mediante cálculos matemáticos la cantidad de lodo que se generaría como parte de un proceso, que además sirve para determinar el destino final y evitar que éste sub producto sea parte de un problema nuevo.

Lodos secundarios, son producto de la sedimentación de biomoléculas, la oxidación de elementos orgánicos e inorgánicos desarrollado dentro de los reactores biológicos para formar los lodos, frente a esto fenómeno es un valor determinante la intervención de la temperatura dado que si el sistema es sometido a mayor temperatura se acelera la reacción y por ende es mayor la producción de lodos, y estos son también responsables de determinar las características y cantidad del mismo. Este sub producto también se denomina como “Lodos Biológicos, Secundarios O Activos, estos materiales se generan durante los procesos realizados y son separados mediante decantación secundaria”²⁶

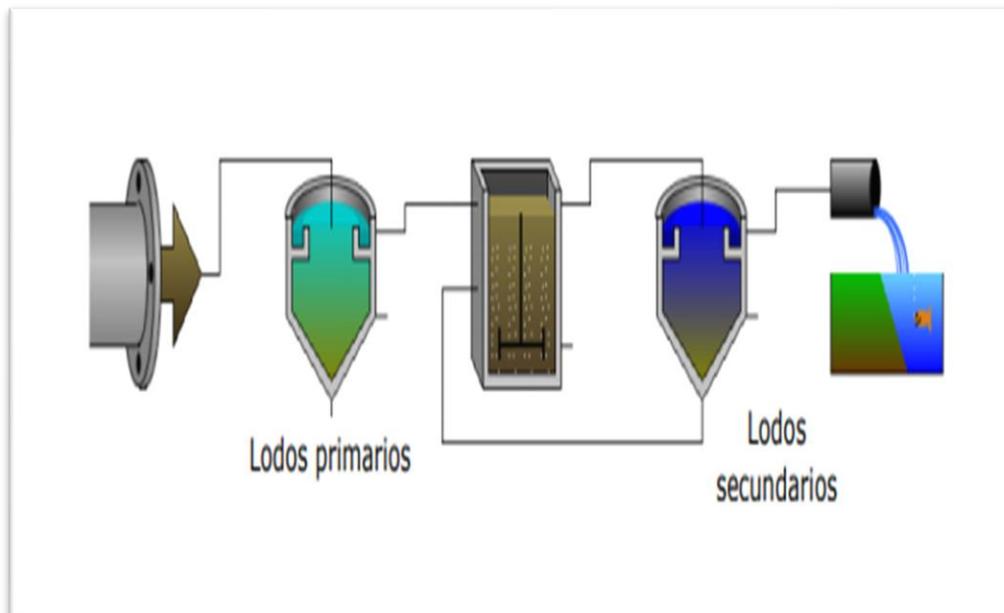


Figura 3. Diagrama de extracción de lodos activos

Fuente: Información exclusiva del autor (LIMON, 2013, p. 11). Extracción de lodos en PTAR

²⁶ (FIBRAS y NORMAS DE COLOMBIA S.A.S., ca. 2020). *Blog de ingeniería en agua*

Lodo químico, se genera en una parte del proceso producto de la intervención o adición de los agentes químicos entre ellos está la cal, aluminio (sales de hierro) los cuales hacen más pesados a algunos restos de materia orgánica suspendida que no se pudo controlar, como también elimina restos de compuestos inorgánicos disueltos que forman parte del flujo de agua convirtiéndole en elementos sedimentables, mejorando así el proceso deshidratable del lodo. “Lodos Químicos, Físico-Químicos O Terciarios. Este tipo de material se genera en casos donde a la línea de agua residual se le aplican tratamientos químicos o físico – químicos”²⁷

Reactor biológico de flujo ascendente (UASB), es un sistema muy simple pero es un gran potencial para tratar aguas residuales que hayan pasado por etapas de pretratamientos de manera adecuada, es un sistema cerrado que tiene el objetivo de purificar el agua cargado de materia orgánica, inorgánicas entre otros elementos propios del efluente, el esquema dinámico es como su nombre lo dice efecto ascendente ingresa por la parte inferior sube el suero pero los microorganismos no suben por efecto de su propio peso y en el transcurso estos degradan la materia orgánica, y producto de este metabolismo se generan los gases de metano y dióxido de carbono los cuales es captado en un sistema cónico en la parte superior para ser quemados o en el mejor de los casos para ser utilizado como recurso energético. “La abreviación U.A.S.B. se define como Upflow Anaerobic Sludge Blankett [...]. Esta tecnología proveniente de Bélgica y Holanda, es aplicada especialmente al tratamiento de aguas residuales con alto contenido de materia orgánica”²⁸

²⁷ (FIBRAS y NORMAS DE COLOMBIA S.A.S., ca. 2020). *Blog de ingeniería en agua*

²⁸ (MARQUEZ, y otros, 2011 p. 20). *Reactore anaerobio de flujo ascendente*

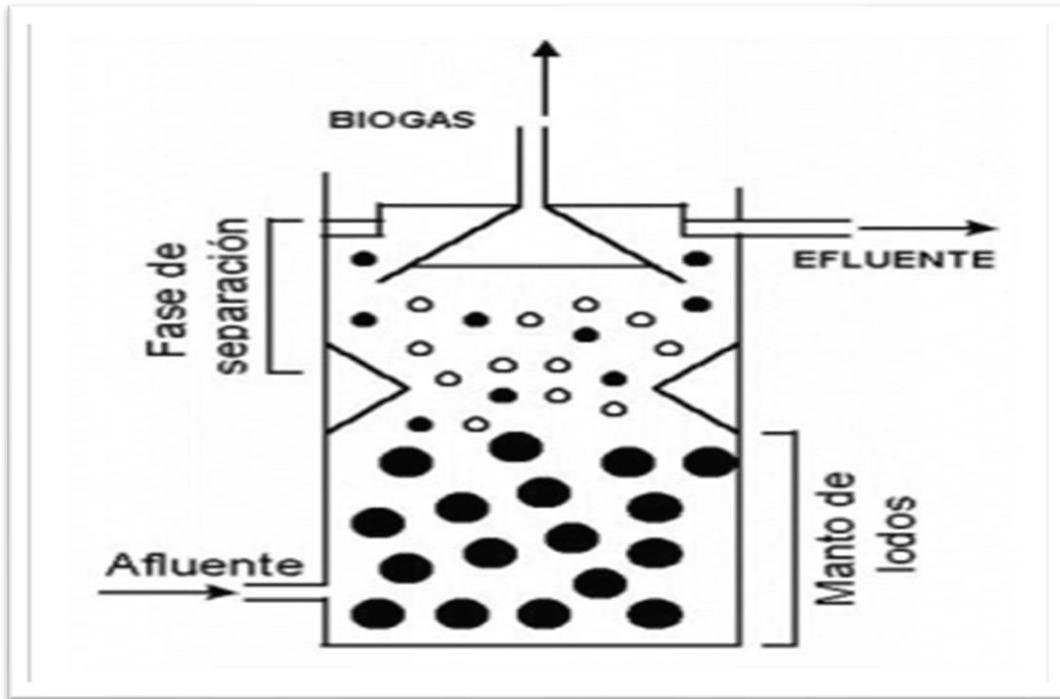


Figura 4. Esquema de un reactor UASB

Fuente: Información exclusiva del autor (MARQUEZ, y otros, 2011 p. 20). reactor (UASB)

Concentración de gas metano, es un potencial contaminante para la atmósfera que tiene una duración de 12 años aproximadamente y tiene una gran capacidad de retención de energía, se dice que este gas se produce en menores cantidades pero es un contribuyente importante al sumar a los otros tipos de emisores existentes producto de la actividad humana influyendo en la contaminación de efecto invernadero hoy en día el mundo está trabajando para mitigar la emisión de este gas y uno de ellos es la posibilidad de captar en los desarrollos de tratados de aguas negras y grises (efluentes de alcantarillas) para formar una potencial fuente energética renovable que suma a los esfuerzos de reducir recursos y además favorece y/o contribuye a la lucha para reducir el calentamiento global. “El metano (CH₄), siendo el gas de efecto invernadero producido por el hombre (GEI) segundo en importancia después del dióxido de carbono (CO₂), es responsable de más de un tercio del forzamiento climático antropogénico total”²⁹

²⁹ (GLOBAL METHANE INITIATIVE, 2013, parr. 3). *El metano de las aguas residuales municipales*

Disposición de sulfuro de Hidrogeno (H₂S), una forma de detectar la presencia de este gas es al percibir un olor fétido a huevo podrido, dando clara señal la presencia de efluentes de alcantarillas cuya existencia describe cargas de material orgánicos e inorgánicos siendo recolectados a través de un sistema de alcantarillado, eventualmente se logra detectar presencia de estos malos olores en cercanía a depósitos masivos de aguas cloacales de tratados convencionales y en algunos casos en plantas de tratamiento que tienen algún déficit en su funcionamiento, este gas está demostrado que en concentración considerable se convierte en un elemento toxico que puede acabar incluso con la vida de las personas expuestas. “El H₂S se genera en plantas de tratamiento de aguas residuales y sistemas de alcantarillado. También conocido como "gas alcantarilla", resulta extremadamente tóxico para los humanos”³⁰

Fuente energética, es un proceso cerrado que tienen los sistemas de digestión anaerobios, en estos procesos se elimina la presencia del oxígeno causando que la materia orgánica e inorgánica que contiene los lodos, tiende a un proceso de destrucción generando una carga de biogás que pueden ser utilizados en la cogeneración de la generación de electricidad.

Hoy en día generar energía limpia en un llamado a todas las entidades públicas y privadas con el objetivo de contribuir a la lucha frontal al calentamiento global. Por ello se requiere plantear soluciones con principios eco amigables. “Una forma de aprovechar los lodos producidos en una planta de tratamiento es por medio del biogás que se obtiene como subproducto en la digestión anaerobia de los lodos [...]. El biogás generado puede producir entre 50 y 100% de la energía requerida en un tratamiento biológico convencional”³¹

³⁰ (BAS, 2017, parr. 1). *El hidrogeno gas de las alcantarillas*

³¹ (LIMON, 2013, p. 22). *los lodos de las PTAR*

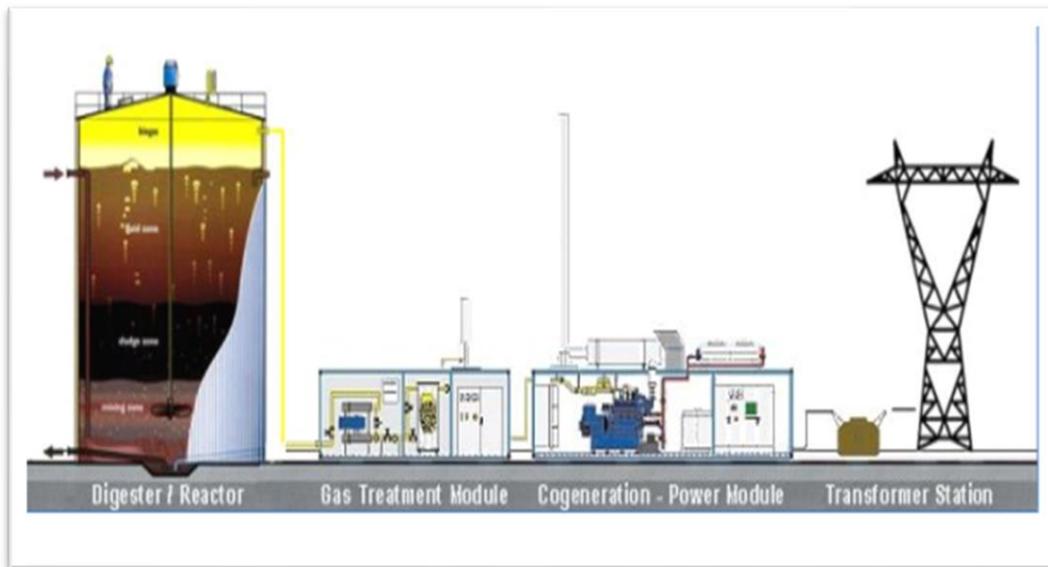


Figura 5. Sistema de cogeneración de energía por biogás

Fuente: Información exclusiva del autor (LIMON, 2013, p. 11, 12). los lodos en una PTAR

Generación de biogás, es un elemento que al ser liberado al aire es un contaminante para la atmosfera, este gas es producto de la descomposición de una serie de materias presentes en las actividades del hombre, en este caso hablamos de un gas que es producto del tratamiento de aguas residuales que son recolectados por un sistema de alcantarillado y llevados a estaciones donde puedan pasar por un tratamiento adecuado, el termino biogás deriva de un procedimiento biológico que se da por la mezcla de material orgánico e inorgánico y algunos elementos pesados, estos causan una reacción produciendo así el metano (CH_4). “La producción de este elemento es producto de la destrucción de sólidos suspendidos volátiles en el digestor, [...] El biogás producto de la destrucción anaerobia de la materia orgánica tiene una gravedad específica de aproximadamente 0.86 en relación al aire (Metcalf & Eddy, 2003)”³²

³² (LIMON, 2013, p. 23). *los lodos de las PTAR*



Figura 6. *Digestores anaerobios y almacenamiento de biogás*

Fuente: Información exclusiva de autor (LIMON, 2013, p. 11, 12). Los lodos en una PTAR

Celdas de combustible, o llamadas también celdas de combustible microbiológico, otro término también lo denomina como un proceso electroquímico combinado con la microbiología, es una alternativa sostenible a medio y largo plazo con la finalidad de solucionar problemas que son cada vez más críticos como la escasez de recurso agua, el adecuado tratamiento a los sistemas de agua residuales y el impacto al medio ambiente por la generación de gases de efecto invernadero, en el mundo se está realizando múltiples investigaciones con la finalidad de consolidar este método como alternativa de transformación que genere energía pura al servicio de la humanidad. “Las celdas de combustible microbianas (CCM) o como son normalmente conocidas en el ambiente científico. “Microbial fuel cells” (MFC’s por sus siglas en inglés), son sistemas bio-electro bioquímicos que tienen dos funciones: la conversión de energía bioquímica a energía eléctrica y el saneamiento de soluciones al degradar mediante microorganismos los sustratos contenidos en dichas soluciones”³³

³³ (NAVA, y otros, 2018 p. 25). Celdas de combustible microbianas como alternativa para atender los retos de la sostenibilidad:

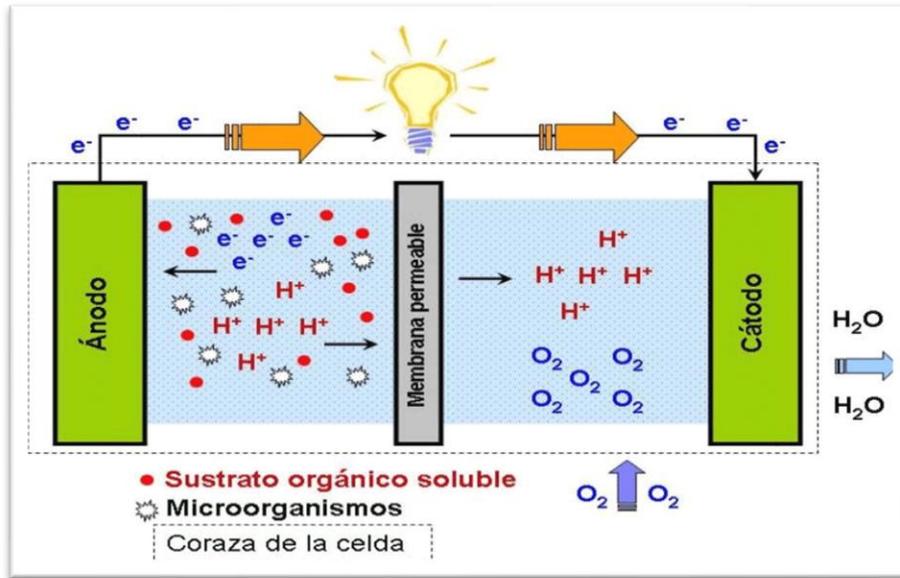


Figura 7. Principio de una CCM de doble cámara

Fuente: Información exclusiva de autor (NAVA, y otros, 2018 p. 25). Celdas de combustible microbianas

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y diseño de investigación

Tipo explicativa, cuando una investigación busca analizar cómo influye la disposición de un reactor biológico de flujo ascendentes (UASB) en el tratamiento secundario de una planta de tratamiento de agua residual en relación al tipo de agua que llega de los procesos preliminares, los límites máximo permisible y la generación de lodos.

También de utilidad y/o valor correlacional porque nos va a ayudar a analizar el comportamiento de un reactor biológico de flujo ascendente (UASB), con relación al tipo de elemento a tratarse en esta parte del sistema. Los estudios explicativos van más allá de la descripción de conceptos o fenómenos, [...] su interés se centra en explicar por qué ocurre un fenómeno y en qué condiciones se manifiesta o porque se relacionan dos o más variables³⁴.

El diseño de investigación, es *no experimental* por que pretende analizar las variables sin manipular y ver que fenómeno natural ocurre al disponer de un reactor biológico de flujo ascendentes (UASB) en el tratado de efluentes residuales de una planta purificadora (PTAR) Lima 2020; y *transeccional correlacional* por que busca relacionar las variables en función de su causa y/o efecto en un mismo tiempo para someter a prueba y plantear alternativas de solución al problema. “[...] El término diseño se refiere al plan o estrategia concebida para obtener la información que se desea con el fin de responder al planteamiento del problema, [...]”³⁵

Enfoque cuantitativo, la investigación tiene un enfoque cuantitativo porque se utilizará una gama de datos obtenidos de múltiples fuentes para ser analizados, aplicados y adecuarlos para plantear la disposición de un reactor biológico de

³⁴ (HERNANDEZ, y otros, 2014 p. 95). *Metodología de la investigación*

³⁵ (HERNANDEZ, y otros, 2014 p. 128). *Metodología de la investigación*

flujo ascendente (UASB) influye en el tratamiento de agua residual de una planta de tratamiento (PTAR) Lima 2020.

“Los planteamientos cuantitativos se derivan de la literatura y corresponden a una extensa gama de propósitos de investigación, como: describir tendencias y patrones, evaluar variaciones, identificar diferencias, medir resultados y probar teorías”³⁶

Nivel explicativo, en esta parte la investigación busca trabajar las variables donde se pueda determinar si la disposición de un reactor biológico de flujo ascendente (UASB) influye en el tratado de efluentes residuales de una planta purificadora (PTAR) y mediante un análisis determinar el grado de importancia y la influencia que pueda tener dentro del proceso a su vez plantear alternativa de solución.

El autor a este tipo de trabajo conceptúa como “El experimento es uno de los criterios para demostrar causalidad, pero no es el único, ni es indispensable, de manera que se puede llegar a una conclusión de causa y efecto sin la necesidad de experimentar. [...]”³⁷

3.2 Variable y operacionalización

Definición conceptual de la variable independiente, “tratamientos de aguas residuales”, principalmente referirnos a este tema nos nace la idea de que tratar aguas residuales es hablar de una cadena de eventos diseñados específicamente con la finalidad de extraer todos los compuestos orgánicos, inorgánico, sólidos, elementos físicos, químicos, biológicos, etc. Con el objetivo de purificar el agua para fines de reutilización en el medio cotidiano por el hombre en sus diferentes actividades, en un sistema de tratamiento a lo largo del proceso se logra extraer elementos que también necesitan llevar otro tipo de disposición entre ellos tenemos sólidos, fangos, aparición de gases que tienden a ser una carga negativa para el medio ambiente si es que no se le trata adecuadamente. Para tratar un efluente residual que cumpla su propósito tiene que haber un plan bien estructurado tanto como en el recurso humano al mismo tiempo contar con todas sus instalaciones diseñadas acorde a los cálculos y parámetros

³⁶ (HERNANDEZ, y otros, 2014 p. 36). *Metodología de la investigación*

³⁷ (UnKnown, 2016). *Blog – Taller de investigación I*

establecidos de acuerdo a las normas nacionales basados en alcances estudios internacionales, por otro lado, este término hace mención como. “Los tratamientos a los que se deben someter los efluentes tienen que garantizar la eliminación o recuperación del compuesto orgánico en el grado requerido por la legislación que regula el vertido del efluente, [...]”³⁸

Definición conceptual de la variable dependiente, “reactor biológico de flujo ascendente (UASB)”, es un sistema muy simple pero es un gran potencial para tratar aguas residuales que hayan pasado por etapas de pretratamientos de manera adecuada, es un sistema cerrado que tiene el objetivo de purificar el agua cargado de materia orgánica, inorgánicas entre otros elementos propios del efluente, el esquema dinámico es como su nombre lo dice efecto ascendente ingresa por la parte inferior sube el suero pero los microorganismos no suben por efecto de su propio peso y en el transcurso estos degradan la materia orgánica, y producto de este metabolismo se generan los gases de metano y dióxido de carbono los cuales es captado en un sistema cónico en la parte superior para ser quemados o en el mejor de los casos para ser utilizado como recurso energético. “En este tipo de reactor, los microorganismos y bacterias se agrupan formando biogránulos y/o flóculos. Estos agregados densos poseen buenas cualidades de sedimentación”³⁹.

Definición operacional de la variable independiente, “tratamiento de aguas residuales en una (PTAR)”, tendrá una medición a través de sus dimensiones e indicadores los cuales será validados por juicio de tres profesionales expertos y con el estadístico V de Aiken, también utilizaremos formatos ejecutados en programas Excel para la corroboración de resultados.

Definición operacional de la variable dependiente, “reactor biológico de flujo ascendente (UASB)” tendrá una medición a través de sus dimensiones e indicadores los cuales será validados por juicio de tres profesionales expertos y

³⁸ (RODRIGUEZ FERNANDEZ- ALVA, y otros, ca. 2006 p. 16)

³⁹ (MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y AGUA, 2013 p. 26)

con el estadístico V de Aiken, también utilizaremos formatos ejecutados en programas Excel para la corroboración de resultados.

3.3 Población, muestra y muestreo

Población, se consideró todas las redes colectoras de aguas negras y grises que descargan en los puntos (TAR Piedras gordas), que en la actualidad está administrado por terceros, cuyo método empleado son sistemas de lagunas de oxidación acaparando la descarga de la cuenca que constituye una parte al distrito de Ancón y zonas aledañas tales como un sector del dst. (Santa Rosa y Zapallal), bajo criterio simple por la orografía del terreno al dejar como única y mejor alternativa la descarga por efectos de gravedad de los efluentes recolectados en toda la red de alcantarillado que cubre las zonas antes mencionadas, para sostener este criterio hago mención de que una. Población o universo es el conjunto de todos los casos que concuerdan con determinadas especificaciones⁴⁰.

Muestra, se consideró la toma de llegada del flujo que desemboca hacia las PTAR Piedras Gordas, cuyo efluente es tratado por un sistema de lagunas de oxidación, este se determinó bajo dos condiciones puntuales uno por ser la mejor opción en cuanto a calidad y cantidad en la carga de contenidos existente dentro del flujo y dos por situación económica siendo solventado con recursos propio, la cantidad de la muestra es de acuerdo a lo requerido según las estrictas especificaciones de laboratorio y bajo los parámetros de la entidad reguladora (INACAL), estas serán encapsulado, trasladado y analizado tanto insitu las que sea requerida así como también en el laboratorio quien está debidamente acreditada. Se determina como “Muestra al Subgrupo del universo o población del cual se recolectan los datos y que debe ser representativo de la misma”⁴¹.

Muestreo, se extrajo una serie de muestras representativas las cuales fueron clasificados de acorde a los parámetros establecidos por INACAL, algunos

⁴⁰ (HERNANDEZ SAMPIERI, y otros, 2014 p. 174)

⁴¹ (HERNANDEZ SAMPIERI, y otros, 2014 p. 173)

fueron debidamente encapsulado para no alterar la naturaleza de la muestra, otros concentrados en envases simples en para ser llevado al laboratorio en un periodo optimo a fin de cumplir con lo requerido.

Las muestras fueron extraídas en horas promedio en consideración como momento pico en donde se pone en marcha todas de las actividades domésticas e industriales los cuales arrojan sus efluentes a las alcantarillas para trasladarse al punto en específico del recojo de la muestra lo sustento con la cita que define según autor donde una “*Muestra no probabilística o dirigida*”. Es subgrupo de la población en la que la elección de los elementos no depende de la probabilidad, sino de las características de la investigación⁴².

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La técnica utilizada en el desarrollo de este trabajo de investigación fue la “*observación directa y el análisis de laboratorio*”, donde el primero refiere a la percepción y utilización plena de nuestros sentidos con el objetivo de recolectar una serie de datos que nos ayuden a tener una mejor percepción, descripción y comportamiento de la muestra y lo segundo para determinar los parámetros reales de la muestra quienes nos ayudaran a contrastar las hipótesis. “Para los proyectos de investigación en ingeniería, todos los datos observados se deben plasmar en formatos adecuados de recolección de información”⁴³.

⁴² (HERNANDEZ SAMPIERI, y otros, 2014 p. 176)

⁴³ (BORJA SUAREZ, 2012 p. 33). Investgacion cientifica para Ingenieros

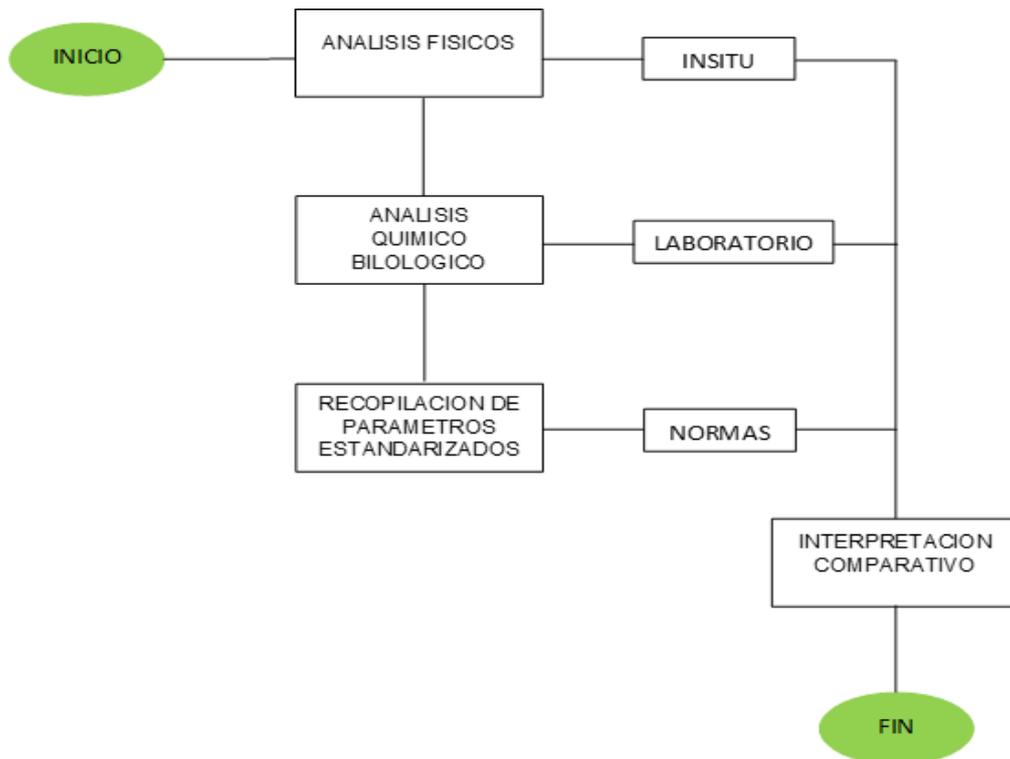


Figura 8. *pasos para recolección de datos*
 Fuente: elaboración propia según los procedimientos a seguir

Primer Paso. Para dar *inicio* este trabajo de investigación fue necesario contar con el permiso y/o autorización de la entidad encargada para ingresar a sus instalaciones con el propósito de extraer informaciones con fines de investigaciones de carácter universitario.

Segundo paso. Se realizó el análisis físico de la muestra preestablecida *insitu*, esto con la ayuda de un formato para plasmar datos en tiempo real las cuales describen una serie de parámetros las mismas que fueron debidamente validadas y aprobados. Luego se extrae la muestra para ser encapsulado y trasladado al laboratorio para análisis respectivos.

Tercer Paso. Trabajos en laboratorio para análisis químico, análisis biológico a cargo de la entidad responsable, la misma que está certificada y autorizada para tales intervenciones en sistemas de aguas y aguas residuales. Se desarrolla en las instalaciones del laboratorio con los equipos, instrumentos y reactivos apropiados.

Cuarto paso. Se recopila información que muestran parámetros estandarizados a nivel global y las normas nacionales establecidas por entidades que estén a

cargo y son las responsables de velar por la correcta utilización y ejecución en el campo de servicios de agua y saneamiento.

Quinto paso. Se realizó una interpretación comparativa de todos los resultados de campo, laboratorio y las normativas para establecer un cuadro de resultados final.

Fin. Para finalizar utilizaremos el cuadro de resultados para detallar las conclusiones y recomendaciones.

Los instrumentos de recolección de datos utilizados para el desarrollo de la presente investigación fueron los *formatos de recolección de datos y el informe final de laboratorio*, el primero tiene el propósito de plasmar en ellas una serie de información que se pueda extraer aplicando la observación directa y el segundo será sujeto al informe de los análisis realizados en el laboratorio. “Instrumento de medición Recurso que utiliza el investigador para registrar información o datos sobre las variables que tiene en mente”⁴⁴.

Formato N° 1. “Protocolo para el muestreo y preservación de muestras de Agua Residual”, se utilizó para tener el concepto claro sobre el tipo de envase a utilizar, las cantidades necesarias para una muestra optima y aplicar los preservantes respectivos según lo requiera además de las condiciones de manipuleo y traslado.

Formato N° 2. “control límites Máximo permisible”, se utilizó para recopilar todos los datos producto del análisis realizado en el laboratorio.

Formato N° 3. “cuadro comparativo con la norma técnica”, se registrará los datos del informe del laboratorio con los que establece la entidad reguladora para los sistemas de tratados de aguas residuales.

La *Confiabledad* de instrumentos de recolección de datos para este trabajo investigativo se basa en formatos, datos recopilados y validados los cuales fueron ampliamente estudiados, normalizados y utilizados por autores, mediante

⁴⁴ (HERNANDEZ SAMPIERI, y otros, 2014 p. 199)

instituciones educativas, entidades públicas y privadas, así como también en diferentes trabajos de investigación y ejecución de proyectos respectivamente, “Confiabilidad Grado en que un instrumento produce resultados consistentes y coherentes”⁴⁵.

Para el desarrollo de recolección de datos de este proyecto se definió mediante la “*validez de criterio por juicio de expertos*”, con la participación de tres profesionales expertos con amplios conocimientos del tema, ingenieros con años de experiencia en sistemas de agua y saneamiento quienes aprobaron los formatos de recolección de datos preestablecidos. “La validez de criterio de un instrumento de medición se establece al comparar sus resultados con los de algún criterio externo que pretende medir lo mismo”⁴⁶.

Tabla 2. *Coefficiente de validez de juicio de experto*

Formato	Experto 1	Experto 2	Experto 3	Validez
Formato N° 1	Valido	Valido	Valido	1
Formato N° 2	Valido	Valido	Valido	1
Formato N° 3	Valido	Valido	Valido	1
Índice de validez				1

Fuente: elaboración propia con asesoría de experto

Tabla 3. *Interpretación del coeficiente de confiabilidad*

Rango	Magnitud
0,81 a 1,00	Muy alta
0,61 a 0,80	Alta
0,41 a 0,60	Moderada
0,21 a 0,40	Baja
0,01 a 0,20	Muy baja

Fuente: Información extraído de (RUIZ (2015))

en las tablas anteriores tenemos dos lecturas la primera es la de recolección de datos la cual tiene un coeficiente de validez igual a 1, y en la tabla dos muestra los rangos donde la validez es aceptable con una magnitud muy alta.

⁴⁵ (HERNANDEZ SAMPIERI, y otros, 2014 p. 200)

⁴⁶ (HERNANDEZ SAMPIERI, y otros, 2014 p. 202)

3.5 Procedimientos

La recolección de datos se procederá en tres fases.

Primero, trabajos de campo toma de muestras en el punto de estudio que se determinó lo cual las muestras fueron encapsuladas y agregadas ciertos aditivos y preservante de acuerdo a los parámetros a estudiar con el fin de mantener la muestra de manera óptima y no alterar el propósito del ensayo, los materiales fueron facilitada por la empresa encargada de realizar los ensayos.

Segundo, desarrollo y trabajos de laboratorio ejecutada por la empresa contratada para realizar los ensayos, estado de la misma debidamente acreditada y certificada por la entidad reguladora por otro lado aplica también sus políticas internas que garantiza la calidad del servicio.

Tercero, trabajos de desarrollo y comparación de datos utilizando programas básicos como Excel, Word entre otros

3.6 Método de análisis de datos

Los análisis se realizarán de manera general relacionando directamente cada formato con los contenidos de los resultados del laboratorio y los parámetros establecidos en las normas, una serie de planteamientos y propuestas aprobadas por otros autores con referencia a estándares para el sistema de tratado de flujos residuales, se detallará un concepto idóneo que demuestre el grado de viabilidad o no viabilidad de la propuesta planteada y su solución al problema encontrado, finalmente se podrá determinar las conclusiones y recomendaciones necesarias.

3.7 Aspectos éticos

Como tesista para poder desarrollar el contenido de este trabajo tuve como guía fundamental las investigaciones de muchos autores que me antecedieron y que fueron de gran valor a lo que demuestro mucho respeto por los suyos, es por eso que tuve el deber de citar como corresponde cada uno de los contenidos que haya utilizado en el desarrollo de esta investigación.

Este trabajo de investigación elaborado en condición de alumno Universitario y con grandes propósitos de avanzar siendo un profesional idóneo, me complace garantizar plena sinceridad, rectitud, integridad, objetividad e independencia de criterio en cada paso y/o procedimiento; por ende mi guía fundamental es la práctica de la verdad y evitar transmitir falsas divulgaciones por lo cual espero reflejar valores y principios como persona dentro de mi comunidad profesional y dentro de la sociedad en general.

IV. RESULTADOS

4.1. Detalle del lugar de intervención

Nombre de la tesis:

“Propuesta para tratar aguas residuales empleando un reactor biológico de flujo ascendente (UASB) en una PTAR Lima 2020”

Ubicación Política

La zona de intervención para este estudio se ubica en la región Lima, Provincia de Lima – Departamento Lima



Figura 9. Mapa político de la zona de intervención
Fuente: Información extraída de (City tour Lima Perú)

Limites políticos

Lima es una Región que políticamente tiene una extensión territorial muy amplia, por lo que tiene la necesidad de distribuir su administración quedando con el concepto de lima y Lima provincias las cuales suman un total de 9 dentro de ellas tenemos: las provincias de Barranca, Cajatambo, Oyón, Huaura, Huaral, Canta, Huarochirí, Cañete y Yauyos.



Figura 10. *Limite Político de la Zona del proyecto*
 Fuente: Información extraída de (Google sites, 2020)

Ubicación geográfica

Lima es la Capital de la república del Perú que a su vez es la Provincia que cuenta con una población mayor en toda la región y que se ubica al lado Oeste y del lado costero en el Océano Pacífico.

Por ello debido a su ubicación geográfica cuenta con temperaturas altamente variadas las cuales se caracterizan por presentar un clima muy húmedo, subtropical y desértico lo cual determina como región de alto potencial agrícola.



Figura 11. *Ubicación geográfica del proyecto*
 Fuente: Información extraída de (es.wikipedia.org,)

Ubicación de la zona de intervención

La zona de estudio se ubica en el lado norte de la provincia de Lima, en el Distrito de Ancón, altura del Km 40 de la vía panamericana Norte con coordenadas: 266958.473E – 8695404.588N / Latitud – 11.793327, Longitud – 77.138406

Vías de acceso a la zona de intervención

Para llegar a la zona de intervención se cuenta como única vía de acceso por la Panamericana Norte lado derecho altura del Km 40, donde se ubica una serie de lagunas de oxidación que en la actualidad está bajo la administración publico privado (APP)



Figura 12. Ubicación de la zona de intervención y vía de acceso al lugar
Fuente: Información extraída de (Google Maps, 2020)

Plan de reusó de aguas residuales

Proyecto a mediano y largo plazo denominado la nueva PTAR de Ancón, como parte de gestión y propuesta para la inversión promovida por la Gerencia de Desarrollo e Investigación de SEDAPAL.

Este proyecto presentado a gran escala representa una alternativa para la solución al problema del lugar con relación al déficit de líneas de alcantarillas y la expansión territorial del distrito, también pretende contribuir con el crecimiento de las áreas verdes mediante los riegos de parques zonales.



Figura 13. Proyecto para el reúso de aguas residuales en la zona de Ancón
Fuente: Información exclusiva de (SEDAPAL, 2016).

Obtención de materiales

Los materiales para el desarrollo de este proyecto de investigación fue la toma directa de las muestras con los objetos, envases y utensilios proporcionado por el laboratorio que reúnen las condiciones y características propio para el almacenamiento y conservación de la muestra que están dentro de los parámetros establecidos por el laboratorio CERTIMIN, quien a su vez está debidamente acreditada por el ente supervisor INACAL.

Por otro lado, se utilizó material informativo de referencia como libros, informes de entidades supervisoras, normas aprobadas, imágenes virtuales con derechos de autor, entre otros las mismas que fueron debidamente referenciadas.

4.2 Desarrollo de resultados con relación al Objetivo General

Evaluación de un reactor Biológico (UASB)

En Latinoamérica se le determina bajo las siglas RAFA “Reactor Anaerobio de Flujo Ascendente”, en el Perú son pocas la plantas que usan este método a comparación de otros países como México y Colombia incluso cuentan con tecnologías que trabajan en paralelo como la cogeneración de energía que es utilizado en el funcionamiento y desarrollo de la planta.

Tabla 4. Ventajas y desventajas de un Reactor Biológico

	Ventajas	Desventajas
REACTOR (RAFA)	No requiere siembra para su arranque	Produce olor fétido por lo que requiere un proceso de neutralización
	Tiempo de retención hidráulica 4 a 6 horas con temperatura entre 25 y 30°C	
	Remoción de Patógenos en 50%	
	Construcción sencilla	Prestar mucha atención en el diseño teniendo en cuenta el tipo de agua a tratar
	Requiere poca Área para su construcción	
	Operatividad simple	
	Recorrido de flujo por gravedad	
	Generación de poco Lodo	

Fuente: Elaboración con información exclusiva del autor (LOZANO, 2012. p, 120)

Tabla 5. Criterio de los parámetros para el diseño de un Reactor Bilógico

Parámetro	Rango
DQO de entrada (mg/L)	1000 a 20000
SST de entrada	< 2000 preferentemente, < 1000
Relación SS/DQO de entrada	< 0,5
Relación DBO/N/P	< 350/5/1
Temperatura del afluente	< 15
Tiempo de retención hidráulica (h)	4 a 12 < 24
Carga orgánica (Kg DQO/m ³ * d)	10 a 20 En casos extremos, > 0,5 y < 40
Profundidad del Reactor (zona de digestión + zona de sedimentación) (m)	< 6
Profundidad de la zona de digestión (m)	< 4,5
Profundidad de la zona de sedimentación	< 1,5
Carga superficial del sedimentador (m/d)	< 36
Inclinación de las paredes del sedimentador	45°
Volumen del Reactor (m ³)	< 1500
Velocidad ascensional de flujo (m/h)	0,6 a 0,9 En casos extremos, < 2

Fuente: Información exclusiva del autor (Lozano, 2012. p, 120)

LOZANO, 2012. En su libro diseño de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales presenta una serie de criterios que se debe tener en cuenta al

momento de elaborar el diseño de un reactor UASB, en nuestro País no contamos con información referidos al tema por lo que en la Tabla 6 se trabaja con resultados de la muestra (M-01) obtenida en los ensayos comparados con los parámetros de diseño del autor citado. A continuación, desarrollo e interpretación de resultados.

Tabla 6. *Análisis de resultado vs criterio de diseño de Autor.*

COD. SERV.	PARAMETROS	UNIDAD	M-01	RANGO
MA0756	Demanda Biológica de Oxígeno	mg/L	405.7	1000 a 20000
MA0174	Sólidos Totales Suspendidos	mg/L	617	< 2000
MA0459	Temperatura	°C	21.2	15

Fuente: Elaboración propia e Información exclusiva del autor (Lozano, 2012. p, 120)

En referencia al siguiente gráfico 1, los parámetros de diseño se considerarán los rangos mínimos tal es el caso de la DQO oscila entre los 1000 a 20000 mg/L y SST es < 2000 mg/L tal como se muestra en la tabla 6.

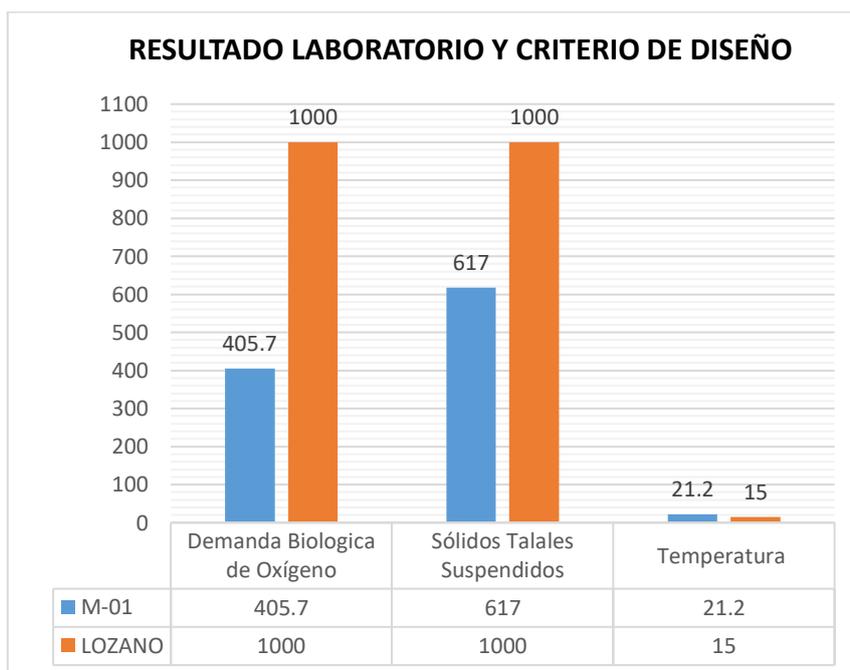


Gráfico 1. Datos comparativos de los ensayos Vs criterio de autor

Fuente: elaboración propia con referencia de autor

La siguiente tabla ilustra una serie de métodos o sistemas con lo que opera la empresa para tratar aguas residuales en nuestro país siendo la más convencional los sistemas anaerobio y aerobio con un total de seis plantas que en la actualidad figuran como operativos.

Tabla 7. Tecnologías administradas por la EPS más importante.

TIPO DE TECNOLOGIAS	CANTIDAD
Lagunas Aireadas	2
Lodos Activados	2
Laguna de Oxidación	4
Filtro Percolador	1
Anaerobio - Aerobio	6
Cámara de Rejas	3
Lodos Activados SBR	2
Lodos Activados Aireación Extendida	1

Fuente: Elaboración con información exclusiva del informe Fiscalización Ambiental en Aguas Residuales (OEFA, 2014. P, 19)

Teniendo en cuenta los datos referenciados en la **Tabla 7**, se elaboró un gráfico para dar un mayor énfasis en la interpretación con referencia a los tipos de tecnologías y sistemas usadas por la empresa prestadora del servicio a continuación ilustración de Gráfico 2.

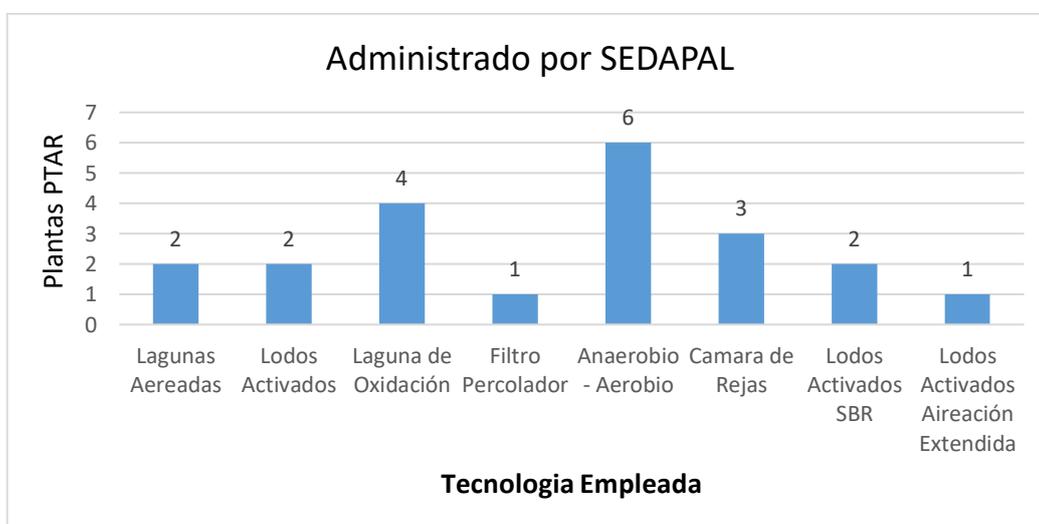


Gráfico 2. Tecnologías empleadas en la administración de SEDAPAL.

Fuente: Elaboración con información exclusiva del informe Fiscalización Ambiental en Aguas Residuales (OEFA, 2014. P, 19)

Interpretación. De acuerdo a la información obtenida con relación al objetivo general, *influencia de un reactor biológico para el tratamiento de aguas residual*, se puede notar de manera categórica que en nuestro país no se está utilizando el tipo de sistema que es propuesta en el desarrollo de este trabajo, cuyo propósito de este es demostrar o no la viabilidad del sistema por ello en la **tabla 4**, se describe las ventajas y desventajas planteadas por el autor en su libro, al igual que en la **tabla 5**, plantea una serie de criterios básicos para poder elaborar el diseño, En la **tabla 6** y su **gráfico 1** se puede apreciar un ejemplo de los parámetros que comparado con los resultados de los análisis del laboratorio se ve que está por muy debajo del rango el cual significaría que el sistema si funcionaria.

Por otro lado, un informe de la OEFA elaborada en el año 2014 demuestra que le tecnología más usada en nuestro país es el sistema o procedimientos mixto, tal como se ilustra en la **tabla 7** y su **gráfico 2** con lectura de un total de 6 plantas de procesos aerobios y anaerobios a cargo de la empresa prestadora del servicio con mayor cobertura.

Plantas de Tratamientos PTAR

Generalidades, referirnos al sistema de saneamiento básico hoy en día es hablar de deficiencias, presupuesto y proyectos ambiciosos que en el tiempo se consume, cabe mencionar que de lo poco que hay su operatividad muestra falencias a la hora de atender una situación de emergencia cuando se obstruye las redes, etc. Todo el resultado operacional se refleja en múltiples estudios por las entidades responsable.

Producción o generación de aguas Residuales, la mayor concentración de flujo se da en las ciudades más importantes por ello se calcula que solo la ciudad de Lima genera casi el 50% de lo que genera todo el país.

Características de los Efluentes, los efluentes son variados va a depender mucho de la zona de estudio donde se plantea el proyecto, a comparación de la zona costera la Sierra y la Selva su carga tendrá concentraciones de materia orgánica, eses de animales arrastrados producto de las escorrentías, aguas de lluvia y presencia de metales pesados en zonas mineras.

Este estudio centra sus objetivos de análisis en la zona costera de la ciudad de Lima, lo cual se caracteriza por ser un flujo residual Municipal que está compuesta por contenidos de producción industrial y de actividad doméstica.

Tabla 8. *Generación de Agua Residual por día.*

Descarga diaria a la red de Alcantarillado		
Zona	m3/día	%
Perú	2,217,946	100
Lima	1,202,286	54.21

Fuente: Elaboración con información exclusiva del informe Fiscalización Ambiental en Aguas Residuales (OEFA, 2014. P, 16)

Teniendo en cuenta los datos referenciados en la **Tabla 8**, se elaboró un gráfico para dar un mayor énfasis la interpretación con referencia a la cantidad de descarga de flujo producida en todo el País frente a lo producido en la ciudad más grande que es Lima a continuación, Grafico 3.

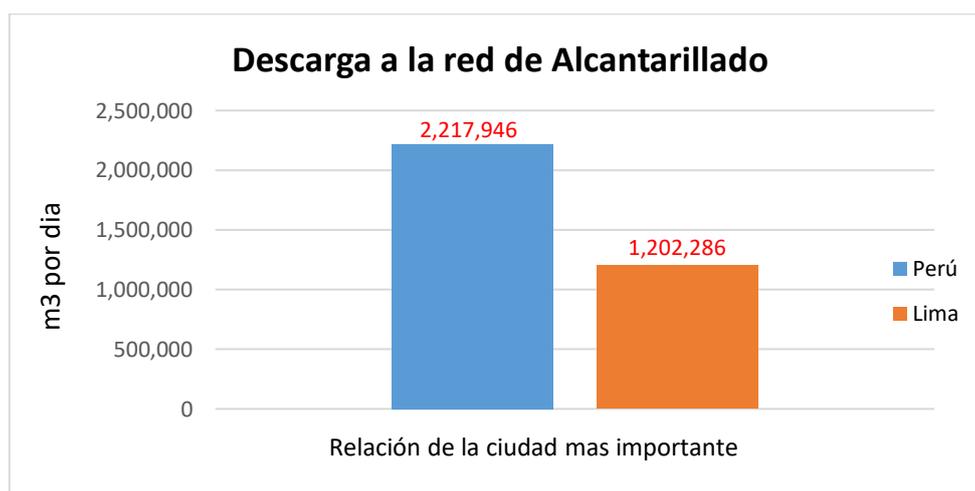


Gráfico 3. *Estadística de descargas de Aguas Residuales*

Fuente: Elaboración con información exclusiva del informe Fiscalización Ambiental en Aguas Residuales (OEFA, 2014. P, 16)

Del 100% de aguas producidas solo en Lima Metropolitana el 21.21% recibe algún tipo de tratamiento y el 78.79 no pasa por tratamiento alguna, a continuación, detalle en Tabla 9

Tabla 9. Cobertura con/sin tratamiento del total generado.

Descarga m3/día en Lima Metropolitana		
Se Genera	1,202,286	100%
Con Tratamiento	254,966	21.21%
Sin Tratamiento	947,320	78.79%

Fuente: Elaboración con información exclusiva del informe Fiscalización Ambiental en Aguas Residuales (OEFA, 2014. P, 19)

Teniendo en cuenta los datos referenciados en la **Tabla 9**, se elaboró un gráfico para dar un mayor énfasis la interpretación con referencia a la cantidad de flujo producido en Lima Metropolitana y de esto cuantos de ellos tienen y no tienen tratamiento alguno a continuación, Grafico 4.

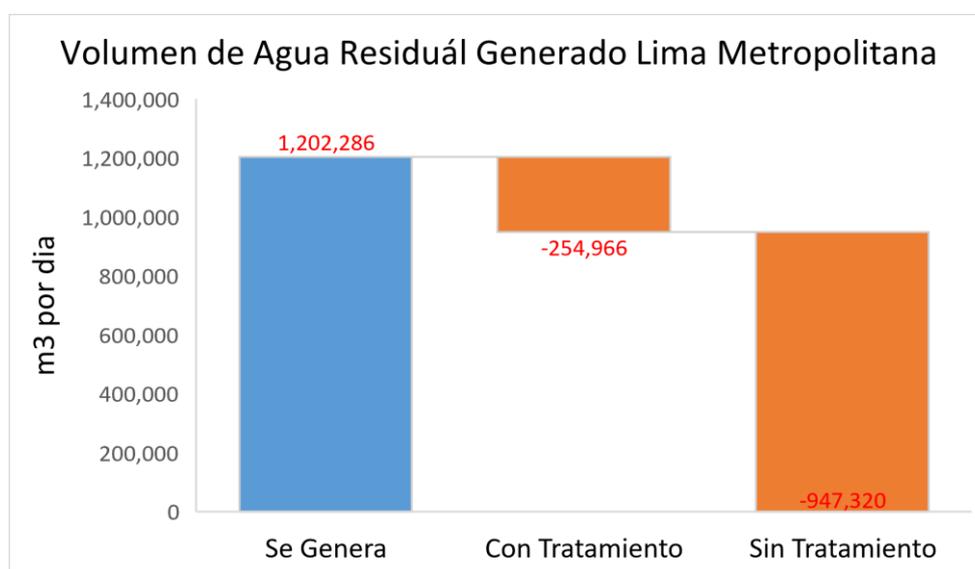


Gráfico 4. Agua Residual Generada solo en Lima Metropolitana

Fuente: Elaboración con información exclusiva del informe Fiscalización Ambiental en Aguas Residuales (OEFA, 2014. P, 19)

A continuación, presenta la tabla 10 donde se ilustra una producción de flujo para los próximos años donde se aprecia un incremento considerable de más del 100%.

Tabla 10. Estimación del flujo que se producirá al año 2024

PROYECCION ESTIMA AL AÑO 2024		
AÑO	m3/día	%
2012	2,217,946	100
2024	4,842,579	218.61

Fuente: Elaboración con información exclusiva del informe Fiscalización Ambiental en Aguas Residuales (OEFA, 2014. P, 17)

Teniendo en cuenta los datos referenciados en la **Tabla 10**, se elaboró un gráfico para para plasmar los datos estadísticos proyectadas que se pretende alcanzar en los próximos 4 años con referencia a la cantidad de flujo que viene generando vs lo que se generara en toda Lima Metropolitana y de esto cuantos de ellos tienen y cuantos no tienen tratamiento alguno a continuación, **Gráfico 5**.



Gráfico 5. Estimación proyectada hasta el año 2024

Fuente: Elaboración con información exclusiva del informe Fiscalización Ambiental en Aguas Residuales (OEFA, 2014. P, 17)

En la siguiente tabla se presentará un detalle estadístico referenciado a la productividad de flujo de agua residual de una persona o habitante peruano, frente a un habitante exclusivo de la Lima la ciudad más importante lo cual demuestra que este individuo es capaz de generar más flujo comparado con el común de los habitantes.

Tabla 11. Flujo producido por persona en un solo día.

HABITANTES	Litros /día
Habitante Perú	142
Habitante Lima	145

Fuente: Elaboración con información exclusiva del informe Fiscalización Ambiental en Aguas Residuales (OEFA, 2014. p, 16)

A continuación de la tabla 11 se elaborará un gráfico para demostrar mejor alcance y dar una interpretación válida con respecto a la generación de flujo por parte de habitantes a continuación, gráfico 6.

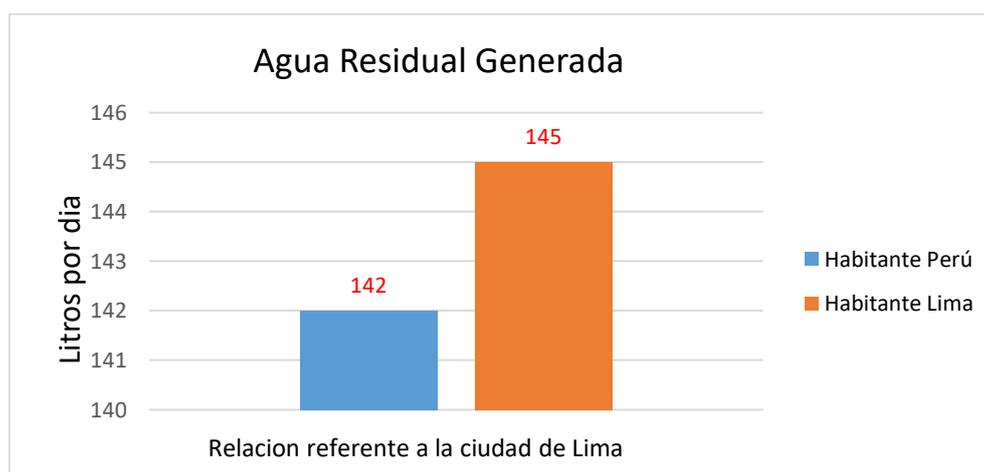


Gráfico 6. Producción de flujo de Lima y todo el país.

Fuente: Elaboración con información exclusiva del informe Fiscalización Ambiental en Aguas Residuales (OEFA, 2014. p, 16)

Interpretación. La tabla 8, ilustra que el Perú genera 2'217,946 m³/día y que solo la ciudad más importante que es Lima produce 1'202,286 m³/día que equivale aproximadamente el 54% del total producido en todo el país, la tabla 9 y su gráfico 4, muestra que de todo ello solo recibe tratamiento el 21.21% y el 78.79% no recibe tratamiento alguno, los cuales son liberados a las diferentes fuentes receptoras generando contaminación con efectos directos al planeta y a la salud pública en la población, la tabla 10 detalla una estimación proyectada hacia el año 2024 para todo el país que calcula una producción de flujo que asciende a 4'842,579 m³/día que representa un 218.61 %, además la tabla 11 y gráfico 6, muestra la cantidad de flujo producido por cada habitante tanto para

todo el Perú con 142 L/día y para Lima Metropolitana 145 L/día, el cual determina que de la producción global la ciudad de Lima es la que más flujo genera.

4.3 desarrollo y análisis de resultados con relación al primer objetivo específico

Tratamiento secundario, es la parte más importante porque el proceso consiste en la transformación bioquímica con la degradación, reducción y eliminación de contaminantes, generando nuevos compuestos como gases y energía,⁴⁷

Justificación, es la parte más delicada del sistema por lo que el flujo que llegue a esta parte del proceso debe estar libre de parámetros físicos de tamaños considerables como pueden ser (sólidos, arenas, plásticos, maderas, etc.), estos tienen un proceso previo de selección a través de sistemas de rejillas, desarenados entre otros que forman parte del tratamiento primario.

Tabla 12. Remoción de parámetros según fase de tratamiento.

DESCRIPCION	DBO	SST
Tratamiento Primario	65%	80%
Tratamiento Secundario	92%	90%

Fuente: Elaboración propia e Información exclusiva del autor (LOZANO, 2012. pp. 36-37)

Teniendo en cuenta los datos referenciados en la Tabla 12, se elaboró un gráfico para dar mayor énfasis a la demostración e interpretación de los resultados de cada fase de tratamiento a continuación, Gráfico 7.

⁴⁷ (LOZANO, 2012. pp. 36-37)

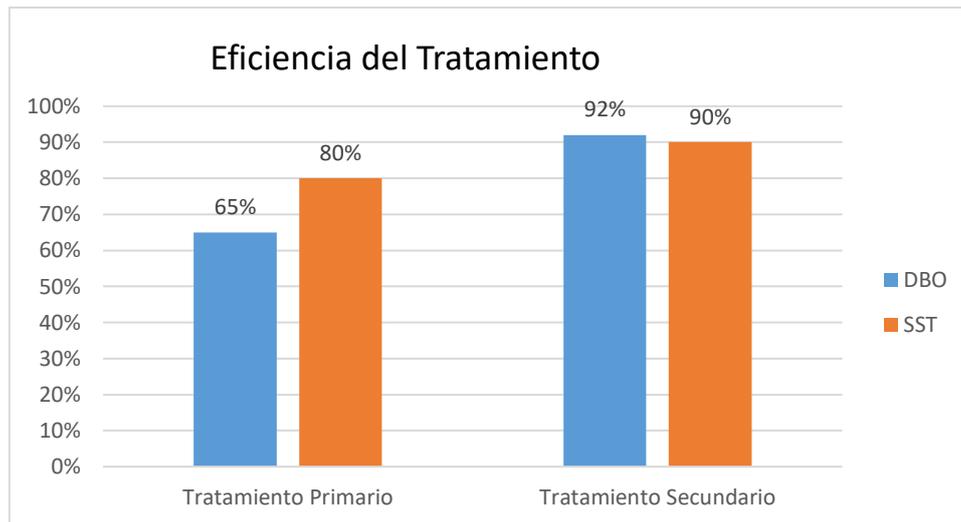


Gráfico 7. Remoción de Parámetros según la fase de Tratamiento

Fuente: Elaboración propia con Información exclusiva del autor (LOZANO, 2012. pp. 36-37)

Interpretación. En el gráfico 7 se puede apreciar que los parámetros de Demanda Biológica de Oxígeno (DBO) es el 92%, frente a 65% de remoción en el tratamiento primario, la diferencia de 27% hace del tratamiento secundario sea la mejor alternativa, por otro lado, la remoción de Sólidos Suspendidos Totales (SST) es de 80% en el tratamiento primario y 90% en el tratamiento secundario con una marca de 10%, además el autor refiere con respecto al parámetro (SST) realizado en el tratamiento primario se puede obtener cifras que oscilan entre 70% y 85% de remoción con una decantación asistida.

4.4 desarrollo y análisis de resultados con relación a *Parámetros de las Aguas Residual*, tipo de muestra (M-01) tomada del flujo que descarga hacia la laguna de oxidación (PTAR) Piedras Gordas en el distrito de Ancón a continuación, se ilustra un resumen de los resultados obtenidos en laboratorio que se caracterizan por ser fundamental para la evaluación y determinación del diseño de una PTAR.



Figura 14. Entrega de muestras a laboratorio para el análisis

Fuente: imagen fotográfica toma exclusiva del autor.

La siguiente tabla detalla un resumen representativo de los parámetros planteados para el desarrollo de la investigación, ensayos realizados por el laboratorio (ver desglose en el anexo 7) a continuación ilustración de tabla 13.

Tabla 13. Resultados de Laboratorio muestras de Agua Residual Industrial

COD. SERV.	PARAMETROS	UNIDAD	M-01
MA0459	Temperatura	°C	21.2
MA0147	pH	Unid de pH	6.9
ma0138	Oxígeno disuelto	mg/L	< 0.1
MA0004	Alcalinidad total	mg CaCO3/L	483
MA0083	Fósforo total	mg P/L	6.45
MA0174	Sólidos Totales Suspendidos	mg/L	617
MA0002	Aceites y Grasas	mg/L	89.9
MA0053	Color	UCV	54.3
MA0781	Nitrógeno Total	mg/L	111.615
MA0486	Recuento de Hongos	UFC/mL	6200000
MA0994	Olor	Acep/No Acep	No Acep.
MA1473	Bacterias Heterotróficas	UFC/mL	13000000
MA0980	Sulfuro de Hidrogeno no Ionizado	mg/L	0.003
MA0756	Demanda Biológica de Oxígeno	mg/L	405.7
MA0757	Demanda Química de Oxígeno	mg/L	510
MA0789	Coliformes Fecales	NMP/100mL	92000000
MA1351	Quistes y Ooquistes de Protozoarios Patógenos	Quistes y/u Ooquistes/L	2
MA0956	Organismos de Vida Libre	Organismos/L	< 1
MA1184	Organismos Volátiles	mg/L	< 0.0003

Fuente: Elaboración propia con Información exclusiva del informe de Laboratorio

Carga Contaminante. Se denomina así por la alta concentración de contaminantes que pueda tener un flujo, y no necesariamente puede ser proporcional es decir a mayor caudal mayor será la carga contaminante, si no que un caudal pequeño puede tener una alta concentración de contaminantes, ver simulación en la tabla 14. La carga de contaminante su unidad de medida es Kg/d, los resultados de laboratorio son dado en mg/s por lo que se emplea la fórmula de conversión, ver fórmula 1 y para poder resolver la carga de contaminante que posee el flujo ver fórmula 2.

LOZANO, 2012. En su libro fundamentos de diseño de plantas depuradoras de aguas residuales afirma que en el mundo los parámetros que más se usan para calcular la carga contaminante es la demanda biológica de oxígeno a 5 días, (DBO5), demanda química de oxígeno (DQO). Solidos totales suspendidos (SST), nitrógeno (N) y fósforo (P).

- **Fórmula 1. Factor de conversión.**

$$\frac{1mg}{s} \times \frac{86400s}{1d} \times \frac{1Kg}{1000000mg} = 0,0864 \frac{Kg}{d}$$

- **Fórmula 2. Carga Contaminante.**

Carga Contaminante = concentración * Caudal * f. conversión

Tabla 14. Relación de concentración de Demanda Química de Oxígeno, caudal de flujo y carga contaminante.

FLUJO	CONCENTRACION DQO (mg/L)	CAUDAL (L/s)	CARGA CONTAMINANTE (Kg/d)
A	35	400	1210
B	1500	10	1296
M-01	510	29	1278

Fuente: Elaboración propia con Información exclusiva del autor (LOZANO, 2012. pp. 31-32)

Teniendo en cuenta los datos de la Tabla 14, se elaboró un gráfico para dar una mejor apreciación de resultados este caso trata de una simulación de dos artificios (A y B) frente al resultado de los parámetros analizados en el laboratorio que son representados como muestra (M-01) para cada análisis.

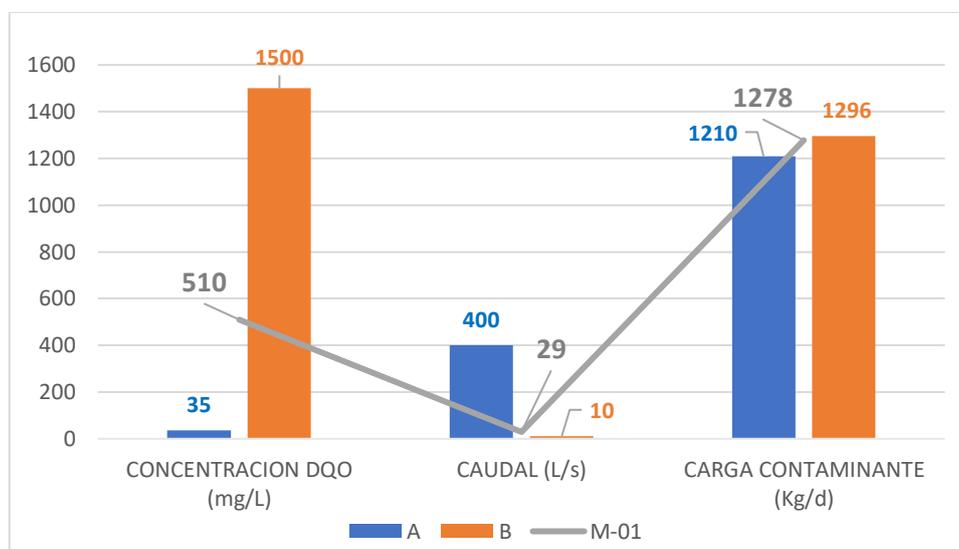


Gráfico 8. Relación de concentración, caudal y carga contaminante.

Fuente: Elaboración propia con Información exclusiva del autor (LOZANO, 2012. pp. 31-32).

Relación para determinar la biodegradabilidad. Se ejecuta con referencia de los parámetros de la demanda química de oxígeno y la demanda biológica de oxígeno

$$\frac{DQO}{DBO} \geq 5 \text{ (No biodegradable)}$$

$$\frac{DQO}{DBO} \leq 1.7 \text{ (Muy biodegradable)}$$

Resolviendo los parámetros de la muestra M-01 objeto de estudio y que se expone anteriormente en la tabla 13, tenemos el siguiente resultado.

$$\frac{510}{405.7} = 1.26 \text{ (Muy biodegradable)}$$

Interpretación. Los parámetros que son objetos de análisis son el eje de toda planta (PTAR), por lo que se evalúa el flujo de entrada y el de salida el primero con el propósito de determinar el diseño y método de tratamiento, el segundo como parte de la evaluación después de para ser arrojado a las fuentes receptoras la tabla 13, ilustra los parámetros más relevantes que van a determinar el tipo y diseño con el propósito de obtener un proceso óptimo, en el gráfico 8, se ilustra una presentación simulada de la carga de los contaminantes dentro de un caudal relacionando con los datos de la muestra (M-01) que es objeto de análisis, en la relación de DQO y DBO que son los parámetros más determinantes para el tratamiento tipo biológico que es el objetivo de este estudio resultó que la muestra tiene un contenido de materia *muy biodegradable* con una relación de 1.26 que está por debajo del límite siendo este ≤ 1.7 para que cumpla la mencionada condición.

Generación de Lodos

Es un sub producto que al ser tratado adecuadamente convertir en una materia inerte se convierte en lodo digerido o compost con alta carga de materia orgánica y nutrientes que debe ser monitorizado bajo los parámetros y normativas vigentes. Para sostener este concepto se transcribe la Resolución Ministerial N° 128-2017-vivienda aprobada el 05 de abril de 2017 con título, condiciones mínimas de manejo de lodos y las instalaciones para su disposición final.

Disposición final - reutilización

Por un lado, se puede aprovechar al captar el Bio gas generado por efectos de una reacción de los lodos y transformar en recurso energético que para ser utilizado en parte del desarrollo de la planta contribuyendo directamente en un ahorro de 40 a 60% del costo en energía de una planta de tratamiento, al mismo tiempo que reduce la eliminación de gases de efecto invernadero.

Como parte de las convenciones internacionales una de ellas fue la del Tratado de Kioto donde sentaron las bases que permite la comercialización de los lodos producto del proceso de tratamientos a aguas residuales.

V. DISCUSIÓN

5.1. cuánto influye la disposición de un reactor biológico de flujo ascendentes (UASB) en el tratamiento de agua residual de una planta (PTAR), para la primera variable se relacionó tres parámetros obtenidas del laboratorio con el rango pre establecido para el diseño de una Reactor (UASB) cuyos resultados fueron (DQO) de la muestra (M-01) igual a 405.7 mg/L ubicándose por debajo del rango que oscila entre 1000 a 20000 mg/L, (SST) de la M-01 igual a 617 mg/L siendo una lectura optima ya que el rango de referencia preferentemente es < 1000 y la temperatura de la (M-01) igual a 21.2 °C siendo la más alta con 15°C con referencia al criterio de diseño.

Para la segunda variable se referencio con datos estadísticos de las entidades responsables de la prestación de servicios, los cuales exponen que de los 2'217,946 m3/día descargados en todo el país, Lima descarga 1'202,286 m3/día que equivale más del 50% y de esto 21.21% recibe tratamiento antes de ser vertidos a las fuentes receptoras y el 78.79% no recibe tratamiento alguno y se estima hasta el año 2024 un incremento a 4'842,579 me/día que asciende a más del 218%.

Hernández y Sánchez (2014), su **conclusión** final fue el diseñó un sistema de tratamiento de aguas residuales, que consiste en un reactor anaeróbico de flujo ascendente, teóricamente la remoción producida por esta planta es superior al 80%, por lo que cumple con los parámetros de vertimientos en Colombia y **Akhavan, Barbe y Fernandez (2017)**, Los autores plantearon su propuesta para dar solución al problema de infraestructura de aguas residuales que sería utilizado a mediano y largo plazo, de igual manera plantearon como mejor opción centralizar los procesos de estos con el propósito de incrementar considerablemente las áreas para mejorar los servicios y globalizar la cobertura de las necesidades básicas del lugar de Bangalore – India.

La disposición de un reactor biológico de flujo ascendente (UASB) influye significativamente en el tratamiento de agua residual de una planta de tratamiento (PTAR) Lima 2020. Los parámetros obtenidos en laboratorio muestran datos dentro del rango y otros se asemejan al criterio de diseño dados

por el autor antes referido, por otro lado, los autores que anteceden plantean alternativas de solución relacionados al tema por lo que se afirma la hipótesis.

¿Cuánto influye la disposición de un reactor biológico de flujo ascendente (UASB) en el tratamiento de agua residual de una planta de tratamiento (PTAR) Lima 2020?, se afirma en la hipótesis el grado de importancia y la influencia positiva de un reactor dentro del sistema de tratamiento de aguas residuales.

Para el desarrollo de esta investigación no se logró encontrar antecedentes específicamente relacionados al tema por lo que demuestra una falta de interés o un análisis más exhaustivo para desarrollar tecnologías como este por otro lado, no existe legislación o normas que impulsen factibilidad y como se puede ver las empresas prestadoras del servicio optan por tecnologías más tradicionales.

5.2. Cuánto influye la disposición de un reactor biológico de flujo ascendente (UASB) con el tratamiento secundario de una planta de tratamiento (PTAR), se analizó dos parámetros en dos procesos consecutivos los cuales tuvieron una eficiencia de Demanda Biológica de Oxígeno de 65% en el tratamiento primario frente al 92% en el tratamiento secundario y Solidos Suspendidos Totales de 80% en el tratamiento primario frente a 90% de remoción en el tratamiento secundario.

Gómez, y otros (2019). su resultado más relevante fue que los valores de eliminación alcanzados están en torno al 60 % para la DQOs, relacionado principalmente con el proceso biológico, y en torno al 80-90 % para el caso de la DQOt Los rendimientos de eliminación se han mantenido prácticamente constantes aun cuando se han producido variaciones en las condiciones de operación.

La disposición de un reactor biológico de flujo ascendente (UASB) influye significativamente con el tratamiento secundario de una planta de tratamiento (PTAR) Lima 2020, según los criterios de diseño de un reactor biológico lo más adecuado es en el tratamiento secundario por la mayor remoción de parámetros por lo que se acepta la hipótesis.

¿Cuánto influye la disposición de un reactor biológico de flujo ascendente (UASB) con el tratamiento secundario de una planta de tratamiento (PTAR) Lima 2020?, para responder la pregunta se acepta la hipótesis porque se puede demostrar la eficiencia de un reactor biológico dentro de un proceso secundario para tratar aguas residuales municipales, se logró relacionar solo dos parámetros de la (M-01) del laboratorio, referenciados al autor teórico pero sería bueno un estudio más extenso y amplio que mejore la calidad investigativa.

5.3. Cuanto influye la disposición de un reactor biológico de flujo ascendente (UASB) en el control de los límites máximos permisibles en el proceso de una planta de tratamiento (PTAR), se analizó la muestra (M-01) Demanda Química de Oxígeno (DQO) = 510mg/L, para un caudal de 29 L/s obteniendo una carga de contaminante igual a 1278 Kg/día, artificio A= 35 mg/L, caudal = 400 L/s, carga contaminante = 1210 Kg/d y artificio B = 1500 mg/L, caudal = 10 L/s, carga contaminante = 1296 Kg/d, por otro lado se relacionó dos parámetros DQO/DBO obteniendo un resultado de 1.26 que determina como un flujo muy biodegradable frente a un límite máximo 1.7

Pajares, y otros (2017). Su conclusión fue el diseño considerado para Samanco consiste en los siguientes parámetros de diseño: Para un caudal de 456.7 - 457 m³/día, para una carga orgánica de DBO₅ en el afluente de 400 mg/lit y para un DBO₅ deseado en el efluente de 15 mg /lit, logrando de esta forma cumplir las normativas de calidad para los efluentes y acorde con los LMP establecidos en Perú.

La disposición de un reactor biológico de flujo ascendente (UASB) influye significativamente en el control de los límites máximos permisibles en el proceso de una planta de tratamiento (PTAR), para esta hipótesis se crea una duda razonable por que los parámetros analizados en la muestra (M-01) es del flujo antes de recibir un tratamiento, referenciados al autor que antecede sus resultados es después de recibir un tratamiento.

¿Cuánto influye la disposición de un reactor biológico de flujo ascendente (UASB) en el control de los límites máximos permisibles en el proceso de una planta de tratamiento (PTAR) Lima 2020?, la pregunta se responde de manera aceptable teniendo en cuenta los resultados de Pajares y otros (2017) que su

planteamiento para tratar agua residual obtuvo resultados que logró cumplir con la normativa vigente.

Para determinar resultados que demuestren la eficiencia en el sistema planteado se tiene que ampliar la investigación en todo campo recursos económicos, tiempo, otras áreas profesionales y trabajar en reglamentación que impulse la tecnología.

VI. CONCLUSIONES

Se determinó que la disposición de un reactor biológico de flujo ascendente (UASB) influye significativamente en el tratamiento secundario de una planta de tratamiento (PTAR) con resultados que muestran una diferencia de 27% para Demanda Química de Oxígeno y 10% de diferencia para Sólidos Suspendidos Totales a favor de la incorporación del tratamiento en el proceso secundario.

Al simular dos parámetros A y B junto con la muestra M-01 se determinó que la carga contaminante no es proporcional al caudal del flujo si no a la Demanda Química de Oxígeno (DQO), para el artefacto (A) se simuló DQO = 35mg/L, caudal de flujo Q = 400L/s, arrojó 1210 Kg/d de Carga Contaminante; para el artefacto (B) se simuló DQO = 1500 mg/L, caudal de flujo Q = 10 L/s, arrojó 1296 Kg/d de Carga Contaminante; para la muestra de laboratorio M-01 cuyo resultado fue para DQO = 510 mg/L, con caudal de flujo Q = 29 L/s, se obtuvo 1278 Kg/d de Carga Contaminante, finalmente se determinó la relación de los parámetros si $DQO/DBO \leq 1.7$ entonces para la muestra (M-01) sus resultados fueron $510/405.7 = 1.26$ relación que clasifica a la muestra como un flujo muy biodegradable.

Se determinó que los parámetros analizados cumplían con los rangos y criterios de diseño como alternativa eco sostenible, y que el método más usado por la empresa prestadora del servicio más grande del país son los procesos mixtos (proceso anaerobio y aerobio) con un total de 6 plantas, por otro lado se estima una proyección que muestra un incremento de más de 218% en los próximos 4 años por lo que se puede decir que es alta la probabilidad de los sistemas sea cada vez críticos y que la problemática haga más severa las necesidades básicas de la población.

Por otro lado, se pudo determinar que no existe antecedentes relacionados al tema, no existe estudio en nuestro País o una Norma reglamentada que determine criterios de diseño un sistema como este, por ello para este estudio hace referencias a autores que desarrollaron estudios en otro país, pero que se puede adecuar al nuestro que sea un recurso que impulsen el desarrollo sostenible.

VII. RECOMENDACIONES

Se recomienda promover la implementación de sistemas de tratamiento Biológicos como una alternativa eco amigable y auto sostenible aprovechando cada sub producto que aparece como parte del proceso tales como la captación de gases para convertir en energía que puede ser utilizado en el desarrollo del mismo.

Para realizar un estudio y desarrollo completo de este sistema se requiere mucho más recurso que impulse su elaboración más detallada, completo para así poder entender y demostrar valores más amplios dado que el proceso es muy complejo.

Se recomienda también para un futuro desarrollo de esta propuesta involucrar a otras especialidades como Ingeniería Ambiental e Ingeniería Química, ya que gran parte del concepto se desarrolla en torno a la especialidad antes mencionada pero que atienden a un mismo propósito que son proyectos de obras Hidráulicas y Saneamiento.

REFERENCIAS

AKHAVAN, Cameron, BARBE, Simon y FERNANDEZ, Alejandro. 2017. *Decentralized wastewater treatment plant in Bangalore, India.* Santa Clara University, Bangalore : 2017.

BAS, Emilio. 2017. *Que es y como combatir el sulfuro de hidrogeno (H2S) o gas de alcantarilla.* 05 de Mayo de 2017.

BORJA SUAREZ, Manuel. 2012. *Metodologia de la Investigacion Cientifica para Ingenieros.* Chiclayo : s.n., 2012.

CARMONA, Alessandro, POGGI VARALDO, Hector M. y SOLORZA FERIA, O. 2008. *Energia electrica directa de residuales liquidos organicos utilizando pilas de combustible microbianos .* 2008. Avances y perspectivas.

CEDRON , Olga y CRIBILLEROS, Ana. 2017. *Diagnostico del sistemade aguas reiduales en Salaberry y propuesta de solucion.* Universidad privada Antenor Orrego, Trujillo : 2017.

ECHEVARRIA CAMARERO, Fernando y FONTURBEL MARTINES , Eduardo. 2019. *Análisis energético de estaciones depuradoras de aguas residuales.* MICROCOM, Galicia : 2019.

EL COMERCIO. 2019. Produce estima que el proyecto Parque Industrial de Ancón será adjudicado en julio del 2020. [En línea] 08 de Diciembre de 2019. [Citado el: 17 de Mayo de 2020.] <https://elcomercio.pe/economia/peru/produce-estima-que-el-proyecto-parque-industrial-de-ancon-sera-adjudicado-en-julio-del-2020-nndc-noticia/>.

El Peruano. 2010. *DECRETO SUPREMO N° 003-2010-MINAM.* [ed.] El Peruano. Lima : s.n., 17 de Marzo de 2010.

—. 2016. Diario oficial del Bicentenario El Peruano. [En línea] 02 de Septiembre de 2016. [Citado el: 17 de Mayo de 2020.] <https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/declaran-de-interes-nacional-la-planificacion-desarrollo-y-resolucion-ministerial-no-702-2016-mtc0102-1424902-1/>.

FIBRAS y NORMAS DE COLOMBIA S.A.S. ca. 2020. *Lodos activados: definicion, clasificacion y tipos.* ca. 2020.

FONAM-Peru. 2016. *Oportunidades de mejoras ambientales por el tratamiento de aguas residuales en el Peru.* Lima, Peru : s.n., 15 de Septiembre de 2016.

GALEANO NIETO, Lady Johana, y otros. 2016. *Propuesta de diseño de una planta de tratamiento de agua residual por zanjón de oxidación para el casco urbano del municipio de Velez - Santander.* Universidad Católica de Colombia, Bogotá D.C. : 2016.

Gary, RACHO. 2015. *Aplicacion de metodologias en el diseño de sistemas de lagunas de estabilizacion desarrollado para el distrito de Santa Rosa - Chiclayo.* Universidad Catolica Santo Toribio de Mogrovejo, Chiclayo : 2015.

GLOBAL METHANE INITIATIVE. 2013. *El metano de las aguas residuales municipales.* Enero de 2013.

GOMEZ , Alicia, y otros. 2019. *“Estudio del tratamiento anaerobio con reactor UASB de membrana (AnMBR) de agua residual urbana en la Comunidad de Murcia y de su potencial aprovechamiento para regadío”,.* [Departamento de Ingeniería Química y Tecnología del Medio Ambiente, Escuela de Ingeniería Industrial, Universidad de Valladolid] Jumilla : s.n., 21 de Agosto de 2019.

GUTARRA, Rogers Hugo. 2016. *Diseño de la infraestructura para el tratamientos de aguas residuales mediante biodiscos del sistema de alcantarillado de la localidad de Huayllaspanca - Sapallanga.* Universidad Peruana los Andes, Huancayo : 2016.

HERNANDEZ SAMPIERI, Roberto, FERNDEZ COLLADO, Carlos y BAPTISTA LUCIO, Pilar. 2014. *Metodologia de la investigacion.* Sexta. Mexico D.F. : McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V., 2014. pág. 95. ISBN: 978-1-4562-2396-0.

HERNANDEZ, David Alejandro y SANCHEZ, Jhoan Sebastiàn. 2014. *Diseño de una planta de tratamiento de agua residual para el municipio de san marcos- departamento de sucre.* Universidad Catolica de Colombia, Colombia : 2014.

JUSTO, Ana. 2015. *Advanced technologies applied to wastewater treatment plant effluents.* Universitat de Barcelona, Barcelona : 2015.

LIMON MACIAS, Juan Gualberto. 2013. *Los lodos de las plantas de tratamiento de aguas residuales, ¿problema o recurso?* Guadalajara, Jalisco : s.n., 08 de Julio de 2013.

LOZANO RIVAS, William Antonio. 2012. *Diseño de plantas de tratamiento de aguas residuales.* Bogotá D.C., Colombia : s.n., Diciembre de 2012. Universidad Nacional abierta y a distancia.

MARQUEZ VAZQUEZ, Marjorie y MARTINEZ GONZALEZ, Sergio A. 2011. *Reactores anaerobios de flujo ascendente (RAFAs o UASB).* [Centro tecnologico Aragón] Aragón : s.n., 2011.

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y AGUA. 2013. *Sistematizacion sobre tratamiento y reuso de aguas residuales.* La Paz : s.n., 2013. pág. 26. ISBN: 978 - 99974 - 807 - 2 - 9.

NAVA DIGUERO, Pedro y CASTILLO JUAREZ, Marcela. 2018. *Celdas de combustible microbianas como alternativa para atender los retos de la sostenibilidad: Agua, energía y contaminación.* [ECORFAN- Republic of Perú] Marzo de 2018. Revista de ingeniería innovativa.

OEFA. 2014. *Fiscalizacion ambiental en aguas reciduales.* Lima : s.n., 2014.

PAJARES ECHEVARRIA, Genrry Raul, y otros. 2017. *Diseño del proceso de tratamiento de aguas residuales municipales para reducir la contaminación hídrica en el distrito de Samanco.* Samanco : s.n., 05 de Mayo de 2017.

RODRIGUEZ FERNANDEZ- ALVA, Antonio, y otros. ca. 2006. *Tratamientos avanzados de aguas residuales industriales.* Fundación para el conocimiento madri+d CEIM. Madrid : s.n., ca. 2006. pág. 136.

SUNASS. 2015. *Diagnostico de las plantas de tratamiento de aguas residuales en el ambito de operacion de las entidades prestadoras de servicios de saneamiento.* Primera, Lima, Peru : s.n., Septiembre de 2015.

SUPO, Josè. 2015. *Cómo empezar una tesis – Tu proyecto de investigación en un solo día.* Primera. Arequipa : BIOESTADISTICO EIRL., 2015.

UNESCO. 2017. *Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos 2017.* Paris : s.n., 2017. ISBN 978-92-3-300058-2.

UnKnown. 2016. Taller de investigacion I. *Niveles de investigacion.* 13 de Septiembre de 2016.

VARGAS. 2018. *Propuesta de un sistema de tratamiento primario de aguas residuales mediante un reactor anaerobico de flujo Ascendente, Yungay 2017.* Huaráz : s.n., 2018.

ZHANG, Lei. 2016. *Anaerobic Treatment of Municipal Wastewater in a UASB-Digester System Temperature effect on system performance, hydrolysis and methanogenesis.* Wageningen Univerity, Wageningen, Wageningen : 2016.

ANEXOS

ANEXO 1

MATRIZ DE OPERACIONALIZACION DE VARIABLES

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala
Tratamiento de agua residual	El tratamiento de las aguas servidas, constituye un factor importante en la protección de la salud pública y del medio ambiente, puesto que la volcadura de aguas residuales sin tratamiento previo en un cuerpo receptor, es una fuente de contaminación (FONAM-Perú, 2016, p. 15).	la variable independiente “ <i>tratamiento de aguas residuales en una (PTAR)</i> ”, tendrá un análisis a través de sus dimensiones e indicadores los cuales será validados por juicio de tres profesionales expertos y con el estadístico V de Aiken, también utilizaremos formatos ejecutados en programas Excel para la corroboración de resultados y definir la viabilidad o no de la propuesta planteada.	Tratamiento secundario	Agua residual domestica	Razón
				Agua residual industrial	
				Agua residual urbana	
			Limites máximo permisibles	DBO ₅	
				DQO	
				SST	
				Coliformes Termotolerantes	
				Aceites/grasas	
				Nitrógeno amoniacal	
				Fosforo (fosfato total)	
Disposición de lodos activos	Lodo primario				
	Lodo secundario				
	Lodo químico				
Reactor biológico de flujo ascendente (UASB)	“La abreviación U.A.S.B. se define como Upflow Anaerobic Sludge Blankett o Reactor Anaerobio de Manto de Lodos de Flujo Ascendente. Esta tecnología proveniente de Bélgica y Holanda, es aplicada especialmente al tratamiento de aguas residuales con alto contenido de materia orgánica” (MARQUEZ, y otros, 2011 p. 20).	La variable dependiente “ <i>reactor biológico de flujo ascendente (UASB)</i> ” tendrá una medición a través de sus dimensiones e indicadores los cuales será validados por juicio de tres profesionales expertos y con el estadístico V de Aiken, también utilizaremos formatos ejecutados en programas Excel para la corroboración de resultados y definir la viabilidad o no de la propuesta planteada.	Concentración de gases	Gas metano	Razón
				Sulfuro de Hidrogeno (H ₂ S)	
			Fuente de energía	Biogás	
				Celdas de combustible microbiano	

MATRIZ DE CONSISTENCIA

PROPUESTA PARA TRATAR AGUA RESIDUAL EMPLEANDO UN REACTOR BIOLÓGICO DE FLUJO ASCENDENTE (UASB) EN UNA PTAR LIMA 2020										
Problema general	Objetivo general	Hipotesis general	Variable	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos	Indice			
¿Cuánto influye la disposición de un reactor biológico de flujo ascendente (UASB) en el tratamiento de agua residual de una planta de tratamiento (PTAR) Lima 2020?	Analizar cuánto influye la disposición de un reactor biológico de flujo ascendente (UASB) en el tratamiento de agua residual de una planta de tratamiento (PTAR) Lima 2020.	La disposición de un reactor biológico de flujo ascendente (UASB) influye significativamente en el tratamiento de agua residual de una planta de tratamiento (PTAR) Lima 2020.	I N D E P E N D I E N T E	tratamiento de agua residual (PTAR)	Tratamiento secundario	Agua residual domestica	Libros específico, reglamentos	Enfoque: Cuantitativo Tipo: Explicativa Diseño: No experimental - transeccional correlacional Poblacion: efluente de la PTAR Ancon y efluente piedras Gordas Muestra: Efluente de la PTAR Ancon.		
										Agua residual industrial
										Agua residual urbana
Problema específico	Objetivos específicos	Hipotesis específicos								
¿Cuánto influye la disposición de un reactor biológico de flujo ascendente (UASB) con el tratamiento secundario de una planta de tratamiento (PTAR) Lima 2020?	Analizar cuánto influye la disposición de un reactor biológico de flujo ascendente (UASB) con el tratamiento secundario de una planta de tratamiento (PTAR) Lima 2020.	La disposición de un reactor biológico de flujo ascendente (UASB) influye significativamente con el tratamiento secundario de una planta de tratamiento (PTAR) Lima 2020.				Limite máximos permisibles	DBO ₅		Laboratorio Normativas vigentes	
							DQO			
							SST			
							Coliformes termotolerantes			
							Aceites y grasas			
							Nitrogeno Amoniacal			
¿Cuánto influye la disposición de un reactor biológico de flujo ascendente (UASB) en el control de los límites máximos permisibles en el proceso de una planta de tratamiento (PTAR) Lima 2020?	Analizar cuanto influye la disposición de un reactor biológico de flujo ascendente (UASB) en el control de los límites máximos permisibles en el proceso de una planta de tratamiento (PTAR) Lima 2020.	La disposición de un reactor biológico de flujo ascendente (UASB) influye significativamente en el control de los límites máximos permisibles en el proceso de una planta de tratamiento (PTAR) Lima 2020.		Lodos activos	Lodo primario	Libros y autores				
					Lodo biologico					
					Lodo quimico					
¿Cuánto influye la disposición de un reactor biológico de flujo ascendente (UASB) en la generación de lodos activos como parte del proceso de una planta de tratamiento (PTAR) Lima 2020?	Analizar cuanto influye la disposición de un reactor biológico de flujo ascendente (UASB) en la generación de lodos activos como parte del proceso de una planta de tratamiento (PTAR) Lima 2020.	La disposición de un reactor biológico de flujo ascendente (UASB) influye significativamente en la generación de lodos activos como parte del proceso de una planta de tratamiento (PTAR) Lima 2020.	D E P E N D I E N T E	Reactor biologico de flujo ascendente (UASB)	Concentración de gases	Metano	Libros y autores			
								Hidrogeno		
					Fuente de energia		Bio gas			
							celdas de combustible microbiana	Autores		

ANEXO 2

VALIDEZ Y COFIABILIDAD DE LOS INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE DAROS

PROYECTO DE INVESTIGACION	Propuesta para Tratar Aguas Residuales empleando un Reactor Biológico de Flujo Ascendente (UASB) en una PTAR - Lima 2020			
AUTOR	Pablo Cuipal Chumbe			FECHA
Parámetro	Unidades	Concentración	Preservantes	Norma Técnica
Demanda Biológica de Oxígeno (DBO ₅)				
Demanda Química de Oxígeno (DQO)				
Sólidos Totales Suspendidos (SST)				
Aceites y Grasas				
Nitrógeno Total				
Fósforo (Fosfato Total)				
Coliformes Termotolerantes				
pH				
Temperatura				
Oxígeno disuelto				
Bacterias Heterotróficas				
Organismos de vida libre (Algas, Protozoarios, Rotíferos y copépodos)				
Olor				
Color				
Alcalinidad				
Sulfuro de Hidrogeno				
COVs (Compuestos Orgánicos Volátiles)				
Recuento de Hongos (*)				
Quistes y Ooquistes de Protozoarios patógenos				

VALIDEZ DE INSTRUMENTO POR EXPERTO 01	VALIDEZ DE INSTRUMENTO POR EXPERTO 02	VALIDEZ DE INSTRUMENTO POR EXPERTO 03
Nombre:	Nombre:	Nombre:
CIP / DNI:	CIP / DNI:	CIP / DNI:
Especialidad:	Especialidad:	Especialidad:
Firma:	Firma:	Firma:

PROTOCOLOS PARA EL MUESTREO Y PRESERVACIÓN DE MUESTRAS DE AGUA RESIDUAL

Parámetro	Envase	Vol. Min. (ml)	Condiciones de Muestreo	Conservación y/o Preservación	T max. Almacenamiento
Demanda Biológica de Oxígeno (DBO ₅)	P, V	1000	No enjuagar el frasco, llenar completamente sin burbujas de aire). A dicionar 1000 mL mas por cada lote	Refrigerar, ≤ 6 °C; sin congelar	24 h
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	P, V (preferencia V)	100	Material enjuagar 03 veces	Añadir H ₂ SO ₄ concentrad, hasta pH<2, refrigerar ≤ 6 °C; sin congelar.	28 d
Sólidos Totales Suspendidos (SST)	P, V	1000	–	Refrigerar, ≤ 6 °C; sin congelar	7 d
Aceites y Grasas	V(BA),A	1000	No enjuagar ni llenar bien el frasco. Muestrear 2000 ml para la adición y duplicada de la muestra, aplica a cada lote.	Añadir HCl (1:1) o H ₂ SO ₄ (1:3) hasta pH<2, refrigerar entre 0 °C y -6 °C.	28 d
Nitrogeno Total	P, V	250	No enjuagar el material	Añadir H ₂ SO ₄ concentrado hasta pH<2, refrigerar ≤ 6 °C; sin congelar.	28 d
Fósforo (Fosfato Total)	V (C) (A)	250	No enjuagar el material	Añadir H ₂ SO ₄ concentrado ó HCl concentrado hasta pH<2, refrigerar ≤ 6 °C; sin congelar.	28 d
Coliformes Termotolerantes	P (E), V (E)	250	No enjuagar el frasco, dejar un espacio aprox 2.5 cm	Si la concentración de Cloro residual libre es: ≤ 5mg/L emplear el frasco que contenga Tiosulfato de Sodio al 3% si es > 5 mg/L emplear frasco que contenga Tiosulfato al 10%(0.8 mL/L de muestra)	24 h
pH	P, V	50	Enjuagar el material 03 veces	Analizar inmediatamente	0.25 h
Temperatura	P, V	–	In situ	Analizar inmediatamente	0.25 h
Oxígeno disuelto	Winkler	300	–	Adicionar 0.7 mL de H ₂ SO ₄ concentrado y 1 mL de azida de sodio.	8 h
Bacterias Heterotróficas	P (E), V (E)	250	No enjuagar el frasco, dejar un espacio aprox 2.5 cm.	Adicionar 1ml/L de EDTA, refrigerar, < 10 °C sin congelar y en oscuridad	24 h
Organismos de vida libre (Algas, Protozoarios, Rotíferos y copépodos)	P	600	Toma directa, Tomar 6L de muestra (6 frascos de 1L c/u)	Para muestras no preservadas conservarlas a una temperatura entre 4 a 10 °C	24 h
Olor	V	1000	Enjuagar 03 veces	Sin preervar	24 h
Color	P (A), V(A)	500	Frasco de vidrio lavado con acido, enjuague con la muestra	Refrigerar, ≤ 6 °C; sin congelar	24 h
Alcalinidad	P, V	250	Enjuagar 03 veces, llenar completamente el envase	Refrigerar, ≤ 6 °C; sin congelar	24 h
Sulfuro de Hidrogeno	V (T)	100	Tomar la muestra en un recipiente. Verter sobre el frasco que deberá contener el Acetato de Zinc ó Hidroxido de Sodio, dejar sedimentar el precipitado en un tiempo de 30 min, para realizar la verificación del Ph.	Añadir 04 gotas de ZnAc 2N para 100 mL; añadir NaOH (6N) hasta pH >9, refrigerar a 4°C	14 d
COVs (Compuestos Organicos Volátiles)	Frasco de V (A) y tapa con revestimiento de PTFE	40	No enjuagar el frasco, Colectar la muestra en vial de 40 mL ambar, llenar al tope evitar burbujas de aire). Colectar 01 vial para duplicado y 02 viales para adiciones (Total 04 viales)	Refrigerar (0°C - 6°C), no preservar	7 d

VALIDEZ DE INSTRUMENTO POR EXPERTO 01	VALIDEZ DE INSTRUMENTO POR EXPERTO 02	VALIDEZ DE INSTRUMENTO POR EXPERTO 03
Nombre:	Nombre:	Nombre:
CIP / DNI:	CIP / DNI:	CIP / DNI:
Especialidad:	Especialidad:	Especialidad:
Firma:	Firma:	Firma:

ANEXO 3

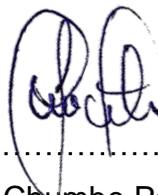
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL AUTOR

Yo, **Pablo Cuipal chumbe**, alumno de la facultad de Ingeniería Civil y Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la universidad Cesar Vallejo sede Lima Norte, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan al trabajo de investigación titulado *“Propuesta para tratar aguas residuales empleando un reactor biológico de flujo ascendente (UASB) en una PTAR Lima 2020”*, son:

1. De mi autoría.
2. El presente trabajo de investigación no ha sido plagiado ni total, ni parcialmente.
3. El trabajo de investigación no ha sido publicado ni presentado anteriormente.
4. Los resultados presentados en el presente trabajo de investigación, no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad Cesar Vallejo.

Lima 25 de noviembre del 2020



.....
Cuipal Chumbe Pablo

DNI: 41720111

PANTALLAZO DE TURNITIN

The image shows a Turnitin report interface. On the left is a document cover page for Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela Profesional de Ingeniería Civil. The title is 'Propuesta para tratar aguas residuales empleando un reactor biológico de flujo ascendente (UASB) en una PTAR Lima 2020'. The author is Pablo Chumbe, and the advisor is José Luis Zúñiga. The research line is 'Obras Hidráulicas y Saneamiento'. On the right is a 'Resumen de coincidencias' (Summary of matches) panel showing a 21% similarity score. Below the score is a list of 11 sources, each with a percentage match and a right-pointing arrow. The sources include repositories from UCV, UAS, and UCA, as well as slideshare.net, researchgate.net, and hdl.handle.net.

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Propuesta para tratar aguas residuales empleando un reactor biológico de flujo ascendente (UASB) en una PTAR Lima 2020

TESIS PARA OBTENER EL TITULO PROFECIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTOR
Cuipal Chumbe, Pablo (ORCID: 0000-0002-3424-5087)

ASESOR
Mg. Ing. Benites Zúñiga, José Luis (ORCID: 000-0003-4459-494X)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN
Obras Hidráulicas y Saneamiento

Resumen de coincidencias

21 %

Se están viendo fuentes estándar

[Ver fuentes en inglés \(Beta\)](#)

Coincidencias

1	repositorio.uov.edu.pe	4 %	>
2	slideshare.net	1 %	>
3	repositorio.uas.edu.pe	1 %	>
4	www.slideshare.net	1 %	>
5	repositorio.ucaonline.edu.pe	1 %	>
6	blog.fibrasynormasdeco...	1 %	>
7	www.researchgate.net	1 %	>
8	es.slideshare.net	1 %	>
9	edepot.wur.nl	1 %	>
10	hdl.handle.net	1 %	>
11	docs.wbstatlab.com	1 %	>

Text-only Report | High Resolution | Activado

ANEXO 5

HOJA DE CALCULOS

Límites máximos permisibles

LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES PARA LOS EFLUENTES DE PTAR		
PARAMETRO	UNIDAD	LMP DE EFLUENTES
Aceites y grasas	mg/L	20
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 mL	10,000
DBO	mg/L	100
DQO	mg/L	200
pH	Unidad	6.5-8.5
Solidos totales en suspensión	mL/L	150
Temperatura	°C	<35

Composición Físico y Químico de los lodos.

Composición física - química de lodos activos				
Concepto	Unidades	Lodo primario	Lodo primario digerido	Lodo secundario
Concentración de solidos	%	5 - 9	2 - 5	0.8 - 1.2
Solidos volátiles	% de ST ¹	60 - 80	30 - 60	59 - 88
Proteínas	% de ST	20 - 30	15 - 20	32 - 41
Nitrógeno (N)	% de ST	1.5 - 4	1.6 - 3	2.4 - 5
Fosforo (P ₂ O ₅)	% de ST	0.8 - 2.8	1.5 - 4	2.8 - 11
Oxido de potasio (K ₂ O)	% de ST	0 - 1	0 - 3	0.5 - 0.7
Celulosa	% de ST	8 - 15	8 - 15	-
Hierro	% de ST	2 - 4	3 - 8	-
Oxido de silicio (SiO ₂)	% de ST	15 - 20	10 - 20	-
pH	u. pH	5 - 8	6.5 - 7.5	6.5 - 8
Alcalinidad	mg CaCO ₃ /l	500 - 1500	2500 - 3500	580 - 1100
Acidos orgánicos	mg HAc/l	200 - 2000	100 - 600	1100 - 1700
Contenido energético	KJ ST/Kg	23000 - 29000	9000 - 14000	19000 - 23000

Descarga de flujo producido en el Perú y lima metropolitana

Descarga diaria a la red de Alcantarillado		
Zona	m3/día	
Perú	2,217,946	
Lima	1,202,286	

Descarga de flujo producido solo por Lima Metropolitana

Descarga m3/día en Lima Metropolitana		
Se Genera	1,202,286	100%
Con Tratamiento	-254966	21.21%
Sin Tratamiento	-947320	78.79%

Estima proyectada hacia el año 2024 para aguas Residuales.

PROYECCION ESTIMA AL AÑO 2024		
AÑO	m3/día	%
2012	2,217,946	100
2024	4,842,579	218.61

Parámetros y criterios de diseño de un Reactor Biológico

Parámetro	Rango
DQO de entrada (mg/L)	1000 a 20000
SST de entrada	< 2000 preferentemente, < 1000
Relación SS/DQO de entrada	< 0,5
Relación DBO/N/P	< 350/5/1
Temperatura del afluente	< 15
Tiempo de retención hidráulica (h)	4 a 12 < 24
Carga orgánica (Kg DQO/m ³ * d)	10 a 20 En casos extremos, > 0,5 y < 40
Profundidad del Reactor (zona de digestión + zona de sedimentación) (m)	< 6
Profundidad de la zona de digestión (m)	< 4,5
Profundidad de la zona de sedimentación	< 1,5
Carga superficial del sedimentador (m/d)	< 36
Inclinación de las paredes del sedimentador	45°
Volumen del Reactor (m ³)	< 1500
Velocidad ascensional de flujo (m/h)	0,6 a 0,9 En casos extremos, < 2

ANEXO 6

PANEL FOTOGRAFICO DE LA ZONA DE ESTUDIO

	Propuesta para Tratar Aguas Residuales empleando un Reactor Biológico de Flujo Ascendente (UASB) en una PTAR - Lima 2020		Doc: 01		
	UBICACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO			Fecha	Oct-20
	PANEL FOTOGRÁFICO				
TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFECIONAL DE INGENIERO CIVIL					
					
Mapa político de la zona de intervención		Límite Político de la zona de intervención			
					
Ubicación Geografica del Proyecto		Vista Panorámica de la zona de intervención			

PANEL FOTOGAFICO DE TOMA DE MUESTRAS

	Propuesta para Tratar Aguas Residuales empleando un Reactor Biológico de Flujo Ascendente (UASB) en una PTAR - Lima 2020		Doc: 02
	TOMA DE MUESTRAS - AGUA RESIDUAL		Fecha
	PANEL FOTOGRAFICO		Oct-20

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFECIONAL DE INGENIERO CIVIL



Recepción de Materiales y Aditivos Preservantes



Envases y aditivos preservantes



Toma de muestra patrón



Entrega de muestras al Laboratorio



Almacenamiento de Muestras (M-01)



Encapsulado de Muestra (M-01)



Toma de muestra (M-01)



Encapsulado de Muestra (M-01)

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL



Ubicación de toma de Muestras



Laguna de Oxidación



Areas Verdes por riego de flujo de Alcantarillado

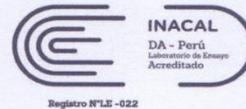


Vista panoramica desde el punto de toma de Muestra

CERTIFICADOS DE LABORATORIO



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE 022



INFORME DE ENSAYO
N° OCT1158.R20

SOLICITANTE :	GEOCONTROL INGENIEROS S.A.C.
DOMICILIO LEGAL :	Calle Las Camelias Mz J Lt 6 Urb. Los Jazmines de Los Olivos, Lima,
SOLICITADO POR :	Pablo Cuipal Chumbe
SOLICITUD DE SERVICIO AMBIENTAL:	SSA N° 370-20 Cadena de custodia N° 1201-20/CERTIMIN
REFERENCIA :	Monitoreo Calidad de Agua Propuesta para el Tratamiento de Agua Residual empleando un Reactor Biológico de Flujo Ascendente (UASB) Lima 2020
FECHA DE MUESTREO :	2020/10/14
MUESTRA TOMADA POR :	CLIENTE
PROTOCOLO :	--
TIPO DE MUESTRA:	Agua Residual Industrial
NÚMERO DE ESTACIONES DE MUESTREO :	1
PRESENTACIÓN DE LAS MUESTRAS :	Frascos de polietileno y vidrio refrigerados y sellados.
CONDICIÓN DE LAS MUESTRAS : RECEPCIONADAS	Muestra en buena condición para el análisis solicitado
FECHA DE RECEPCIÓN :	miércoles, 14 de Octubre de 2020
IDENTIFICACIÓN DE LAS MUESTRAS :	Según se indica
FECHA DE EJECUCIÓN DE ENSAYO :	2020-10-14 al 2020-10-30
FECHA DE REPORTE :	viernes, 30 de Octubre de 2020
PERIODO DE CUSTODIA :	Hasta un mes. De acuerdo a las recomendaciones de la metodología o norma empleada.

EDGAR NINA VELÁSQUEZ
Jefe Ambiental
CQP. 729

Lima, 30 de Octubre de 2020

Prohibida la reproducción total o parcial de este informe, sin autorización escrita de CERTIMIN S.A.
Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
*Los resultados corresponden a las muestras indicadas.
El laboratorio no es responsable de la información proporcionada por el cliente.
Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió por parte del cliente.*



RESULTADOS

Muestras		Ensayos											
N°	Codigo de Servicio Ensayo Unidad Limite de Detección LD	MON0000 Fecha Monitoreo	MON0000 Tipo Muestra	MA0459 Temperatura* °C	MA0147 pH Unid de pH	MA0138 Oxig(d)* mg/L 0.1	MA0004 Alcalinidad Total mg CaCO3/L 1	MA0083 P(t) mg P/L 0.010	MA0174 STS mg/L 5	MA0002 AcyG mg/L 0.50	MA0053 Color UCV 3.5	MA0781 N(t) mg/L 0.005	MA1184 1,1,1-Tricloroetano mg/L 0.0003
1	M-01	2020-10-14 10:40	Agua Residual Industrial	21.2	6.9	<0.1	483	6.450	617	89.90	54.3	111.615	<0.0003

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

El resultado del ensayo de pH, se encuentra fuera del alcance de la acreditación otorgada por INACAL-DA, debido a que no cumplen con las condiciones requeridas. Los resultados se emiten a solicitud del cliente.
Conductiv., pH: medición realizada a la Temperatura de 25°C.

Recuento de Hongos,OVL: Realizado por Laboratorio subcontratado. Informe N 1-06678-20

LD: Límite de Detección (Limite Reportable) que es tomado en base al Límite de Cuantificación del Método LCM.



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO
DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE 022



Página 3 de 22

INACAL
DA - Perú
Laboratorio de Ensayo
Acreditado

INFORME DE ENSAYO
N° OCT1158.R20

Registro N° LE -022

Muestras		Ensayos					
N°	Código de Servicio Ensayo Unidad Límite de Detección LD	MA1184 1,1,1,2- Tetracloroetano mg/L 0.0003	MA1184 1,1,2,2- Tetracloroetano mg/L 0.0003	MA1184 1,1,2- Tricloroetano mg/L 0.0003	MA1184 1,1-Dichloropropeno mg/L 0.0003	MA1184 1,1-Dicloroetano mg/L 0.0003	MA1184 1,2-Dichloroetileno-Trans mg/L 0.0003
1	M-01	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003

EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE.



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO
DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE 022



Página 4 de 22

INFORME DE ENSAYO
N° OCT1158.R20

Registro N° LE -022

Muestras		Ensayos							
N°	Codigo de Servicio Ensayo Unidad Limite de Detección LD	MA1184 1,2-Dicloroetileno (Cis) mg/L 0.0003	MA1184 1,3- Diclorobenceno mg/L 0.0003	MA1184 1,3- Dicloropropano mg/L 0.0003	MA1184 2,2 Dicloropropano mg/L 0.0003	MA1184 2- Clorotolueno mg/L 0.0003	MA1184 4- Clorotolueno mg/L 0.0003	MA1184 Bromobenceno mg/L 0.0003	MA1184 Clorobenceno mg/L 0.0003
1	M-01	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003

EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY POR LA AUTORIDAD COMPETENTE.



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO
DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE 022

Página 5 de 22



INFORME DE ENSAYO
N° OCT1158.R20

Registro N°LE -022

Muestras		Ensayos									
N°	Codigo de Servicio Ensayo Unidad Limite de Detección LD	MA1184 Dibromometano mg/L 0.0003	MA1184 Diclorometano mg/L 0.0003	MA1184 n- Butilbenceno mg/L 0.0003	MA1184 n- Propilbenceno mg/L 0.0003	MA1184 Naftaleno mg/L 0.0003	MA1184 p- Isopropiltolueno mg/L 0.0003	MA1184 Sec- Butilbenceno mg/L 0.0003	MA1184 Ter- Butilbenceno mg/L 0.0003	MA1184 1,1-Dicloroetileno mg/L 0.0003	
1	M-01	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	

EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE.



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO
DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE 022

Página 6 de 22



INFORME DE ENSAYO
N° OCT1158.R20

Registro N° LE - 022

Muestras		Ensayos						
N°	Codigo de Servicio Ensayo Unidad Límite de Detección LD	MA1184 1,2 Diclorobenceno mg/L 0.0003	MA1184 1,2,3 Triclorobenceno mg/L 0.0003	MA1184 1,2,4 Triclorobenceno mg/L 0.0003	MA1184 1,2-Dibromo-3-cloropropan mg/L 0.0003	MA1184 1,2-Dibromoetano mg/L 0.0003	MA1184 1,2-Dicloroetano mg/L 0.0003	MA1184 1,2-Dicloropropano mg/L 0.0003
1	M-01	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003

EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO
DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE 022



INFORME DE ENSAYO
N° OCT1158.R20

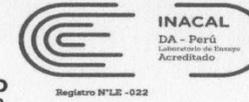
Registro N°LE - 022

Muestras		Ensayos										
N°	Codigo de Servicio Ensayo Unidad Limite de Detección LD	MA1184 1,4 Diclorobenceno mg/L 0.0003	MA1184 Benceno mg/L 0.0003	MA1184 Bromodiclorometano mg/L 0.0003	MA1184 Bromoformo mg/L 0.0003	MA1184 Cloroformo mg/L 0.0003	MA1184 Dibromoclorometano mg/L 0.0003	MA1184 Estireno mg/L 0.0003	MA1184 Etilbenceno mg/L 0.0003	MA1184 Hexaclorobutadieno mg/L 0.0003	MA1184 m-Xileno mg/L 0.0003	MA1184 o-Xileno mg/L 0.0003
1	M-01	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	0.0025	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003

TELUSO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO
DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE 022



Página 8 de 22

INFORME DE ENSAYO
N° OCT1158.R20

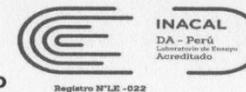
Muestras		Ensayos								
N°	Codigo de Servicio Ensayo Unidad Límite de Detección LD	MA1184 p-Xileno mg/L 0.0003	MA1184 Tetracloroetileno mg/L 0.0003	MA1184 Tetracloruro de Carbono mg/L 0.0003	MA1184 Tolueno mg/L 0.0003	MA1184 Tricloroetileno mg/L 0.0003	MA0486 Recuento de Hongos* UFC/mL 1	MA0994 Clor* Aceptable/No Aceptable	MA1473 Bacthet* UFC/mL 1	MA0980 H2S mg/L 0.002
1	M-01	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	6200000	No Aceptable	13000000	0.003

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

EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO
DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE 022



INFORME DE ENSAYO
N° OCT1158.R20

Muestras		Ensayos						Ensayos	
N°	Codigo de Servicio	MA1184	MA1184	MA1184	MA0756	MA0757	MA0789	MA1351	
	Ensayo	1,3,5- Triclorobenceno*	Cis 1,3 dicloropropeno*	Trans 1,3-Dicloropropeno*	DBO5	DQO	Coliformes Fecales.	Quistes y Oquistes de Protozoarios Patógenos	
	Unidad	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	NMP/100mL	Quistes y/u Oquistes/L	
	Limite de Detección LD	0.0003	0.0003	0.0003	2.0	10	1.8	1	
1	M-01	<0.0003	<0.0003	<0.0003	405.7	510	92000000.0	2	

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

TELUSO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE.



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE 022



Página 10 de 22

Registro N°LE -022

INFORME DE ENSAYO
N° OCT1158.R20

ORGANISMOS DE VIDA LIBRE (Como ALGAS, Fitoplancton)*

TAXA / GRUPO / ESPECIE	Muestras / Resultados	
	M-01	
	DENSIDAD (Organismos/mL)	DENSIDAD (Organismos/L)
ALGAS (Total de Fitoplancton)	<0.001	<1

OBSERVACIONES: <1: Equivale a 0 organismos /L.

Las densidades en organismos /mL reportados en decimales son calculados a partir de la densidad en litros.
(Organismos/mL) Expresión de resultados según: SMEWW-APHA-AWWA-WEF, Part 10200. C.1, F.2, c.1, 23rd Ed. 2017.Plankton.
Concentration Techniques, Phytoplankton Counting Techniques.

ORGANISMOS DE VIDA LIBRE (Protozoarios, Copépodos, Rotíferos (Zooplancton))

TAXA	Resultados
	M-01
	Organismos / L
PROTOZOARIOS (no patógenos)	729
COPÉPODOS	< 1
ROTÍFEROS	< 1

OBSERVACIONES: < 1 equivale a 0 organismos/L.

"EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUTE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE"



INFORME DE ENSAYO
N° OCT1158.R20

REPORTE DE ANALISIS DE PROTOZOARIOS PATÓGENOS

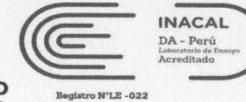
GRUPO	GRUPO DE PROTOZOARIOS	ESPECIE	Estadio	Quistes y/u Ooquistes / L	
				M-01	
				Resultado	Control de calidad (duplicado)
PROTOZOARIOS PATÓGENOS	Amebas	<i>Entamoeba sp.</i>	-	1	1
		<i>Endolimax sp.</i>	-	1	1
		<i>Blastocystis sp.</i>	-	<1	<1
		<i>Iodamoeba sp.</i>	-	<1	<1
	Flagelados	<i>Giardia sp.</i>	-	<1	<1
		<i>Chilomastix sp.</i>	-	<1	<1
	Ciliados	<i>Balantidium sp.</i>	-	<1	<1
	Esporozoarios	<i>Isospora sp.</i>	-	<1	<1
		<i>Cyclospora sp.</i>	-	<1	<1
		<i>Cryptosporidium sp.</i>	-	<1	<1
Total de Protozoarios patógenos (Quistes y/u Ooquistes / L)				2	2

Nota: <1 es equivalente a la no detección de quistes y/u ooquistes de protozoarios patógenos en la muestra

"EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE"



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO
DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE 022



INFORME DE ENSAYO
N° OCT1158.R20

CONTROL DE CALIDAD

Muestras QC		Ensayos									
N°	Codigo de Servicio Ensayo Unidad Limite de Detección LD	MA0459 Temperatura* °C	MA0147 pH Unid de pH	MA0004 Alcalinidad Total mg CaCO3/L	MA0083 P (t) mg P/L	MA0174 STS mg/L	MA0002 AcyG mg/L	MA0053 Color UCV	MA0781 N (t) mg/L	MA1184 1,1,2,2- Tetracloroetano mg/L	MA1184 1,1,2- Tricloroetano mg/L
1	Adición (% Recup.)	--	--	--	105.0	--	91.1	--	--	--	--
2	Adición (% Recup.)	--	--	--	107.0	--	93.0	--	--	--	--
3	Adición Rango (%)	--	--	--	85.0 - 115.0	--	80.0 - 120.0	--	--	--	--
4	Adición GC (% Recup.)	--	--	--	--	--	--	--	--	99.7	99.7
5	Adición GC Rango (%)	--	--	--	--	--	--	--	--	70.0 - 130.0	70.0 - 130.0
6	STD - Recuperación Obtenido (%)	--	100.0	104.0	96.0	97.2	100.3	101.0	--	--	--
7	STD - Rango (%)	--	98.6-101.4	95.0-105.0	80.0-120.0	91.0-109.0	90.0-110.0	88.0-112.0	--	--	--
8	LCS 0.002 mg/L Recuperación Obtenido (%)	--	--	--	--	--	--	--	--	96.7	93.3
9	LCS 0.002 mg/L Rango (%)	--	--	--	--	--	--	--	--	70.0-130.0	70.0-130.0
10	M-01 (Original)	21.2	6.9	483	6.450	617	89.90	54.3	112.520	<0.0003	<0.0003
11	M-01 (Dup)	21.0	6.9	481	6.500	592	89.81	54.4	110.710	<0.0003	<0.0003
12	Blanco	--	--	<1	<0.010	<6	<0.50	<3.5	<0.005	<0.0003	<0.0003

EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE.



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO
DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE 022

Página 13 de 22



INFORME DE ENSAYO
N° OCT1158.R20

Registro N°LE - 022

Muestras QC		Ensayos					
N°	Codigo de Servicio Ensayo Unidad Límite de Detección LD	MA1184 1,1-Dichloropropeno mg/L 0.0003	MA1184 1,1-Dicloroetano mg/L 0.0003	MA1184 1,2-Dichloroetileno-Trans mg/L 0.0003	MA1184 1,2-Dicloroetileno (Cis) mg/L 0.0003	MA1184 1,3- Diclorobenceno mg/L 0.0003	MA1184 1,3- Dicloropropano mg/L 0.0003
1	Adición (% Recup.)	--	--	--	--	--	--
2	Adición (% Recup.)	--	--	--	--	--	--
3	Adición Rango (%)	--	--	--	--	--	--
4	Adición GC (% Recup.)	99.3	98.0	97.7	87.7	88.0	77.3
5	Adición GC Rango (%)	70.0 - 130.0	70.0 - 130.0	70.0 - 130.0	70.0 - 130.0	70.0 - 130.0	70.0 - 130.0
6	STD - Recuperación Obtenido (%)	--	--	--	--	--	--
7	STD - Rango (%)	--	--	--	--	--	--
8	LCS 0.002 mg/L Recuperación Obtenido (%)	80.0	90.0	86.7	90.0	83.3	115.0
9	LCS 0.002 mg/L Rango (%)	70.0-130.0	70.0-130.0	70.0-130.0	70.0-130.0	70.0-130.0	70.0-130.0
10	M-01 (Original)	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003
11	M-01 (Dup)	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003
12	Blanco	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003

EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE.



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO
DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE 022

Página 14 de 22



INFORME DE ENSAYO
N° OCT1158.R20

Registro N°LE -022

Muestras QC		Ensayos								
N°	Codigo de Servicio Ensayo Unidad Limite de Detección LD	MA1184 2,2 Dicloropropano mg/L 0.0003	MA1184 2- Clorotolueno mg/L 0.0003	MA1184 4- Clorotolueno mg/L 0.0003	MA1184 Bromobenceno mg/L 0.0003	MA1184 Clorobenceno mg/L 0.0003	MA1184 Dibromometano mg/L 0.0003	MA1184 Diclorometano mg/L 0.0003	MA1184 n- Butilbenceno mg/L 0.0003	MA1184 n- Propilbenceno mg/L 0.0003
1	Adición (% Recup.)	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2	Adición (% Recup.)	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3	Adición Rango (%)	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4	Adición GC (% Recup.)	99.0	88.0	88.7	88.7	99.0	939.	77.7	77.0	88.0
5	Adición GC Rango (%)	70.0 - 130.0	70.0 - 130.0	70.0 - 130.0	70.0 - 130.0	70.0 - 130.0	70.0 - 130.0	70.0 - 130.0	70.0 - 130.0	70.0 - 130.0
6	STD - Recuperación Obtenido (%)	--	--	--	--	--	--	--	--	--
7	STD - Rango (%)	--	--	--	--	--	--	--	--	--
8	LCS 0.002 mg/L Recuperación Obtenido (%)	115.0	110.0	120.0	96.7	90.0	76.7	83.3	86.7	80.0
9	LCS 0.002 mg/L Rango (%)	70.0-130.0	70.0-130.0	70.0-130.0	70.0-130.0	70.0-130.0	70.0-130.0	70.0-130.0	70.0-130.0	70.0-130.0
10	M-01 (Original)	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003
11	M-01 (Dup)	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003
12	Blanco	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003

EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE



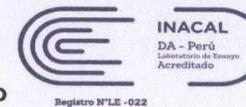
Muestras QC		Ensayos						
N°	Codigo de Servicio Ensayo Unidad Límite de Detección LD	MA1184 Naftaleno mg/L 0.0003	MA1184 p- Isopropiltolueno mg/L 0.0003	MA1184 Sec- Butilbenceno mg/L 0.0003	MA1184 Ter- Butilbenceno mg/L 0.0003	MA1184 1,1-Dicloroetileno mg/L 0.0003	MA1184 1,2 Diclorobenceno mg/L 0.0003	MA1184 1,2,3 Triclorobenceno mg/L 0.0003
1	Adición (% Recup.)	--	--	--	--	--	--	--
2	Adición (% Recup.)	--	--	--	--	--	--	--
3	Adición Rango (%)	--	--	--	--	--	--	--
4	Adición GC (% Recup.)	92.3	97.3	88.0	77.3	77.7	77.7	88.3
5	Adición GC Rango (%)	70.0 - 130.0	70.0 - 130.0	70.0 - 130.0	70.0 - 130.0	70.0 - 130.0	70.0 - 130.0	70.0 - 130.0
6	STD - Recuperación Obtenido (%)	--	--	--	--	--	--	--
7	STD - Rango (%)	--	--	--	--	--	--	--
8	LCS 0.002 mg/L Recuperación Obtenido (%)	80.0	80.0	86.7	80.0	86.7	96.7	90.0
9	LCS 0.002 mg/L Rango (%)	70.0-130.0	70.0-130.0	70.0-130.0	70.0-130.0	70.0-130.0	70.0-130.0	70.0-130.0
10	M-01 (Original)	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003
11	M-01 (Dup)	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003
12	Blanco	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003

EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE.



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO
DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE 022

Página 16 de 22



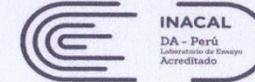
INFORME DE ENSAYO
N° OCT1158.R20

Muestras QC		Ensayos						
N°	Codigo de Servicio Ensayo Unidad Límite de Detección LD	MA1184 1,2,4 Triclorobenceno mg/L 0.0003	MA1184 1,2-Dibromo-3-cloropropan mg/L 0.0003	MA1184 1,2-Dibromoetano mg/L 0.0003	MA1184 1,2-Dicloroetano mg/L 0.0003	MA1184 1,2-Dicloropropano mg/L 0.0003	MA1184 1,4 Diclorobenceno mg/L 0.0003	MA1184 Benceno mg/L 0.0003
1	Adición (% Recup.)	--	--	--	--	--	--	--
2	Adición (% Recup.)	--	--	--	--	--	--	--
3	Adición Rango (%)	--	--	--	--	--	--	--
4	Adición GC (% Recup.)	99.0	97.7	88.3	77.3	88.7	99.3	90.0
5	Adición GC Rango (%)	70.0 - 130.0	70.0 - 130.0	70.0 - 130.0	70.0 - 130.0	70.0 - 130.0	70.0 - 130.0	70.0 - 130.0
6	STD - Recuperación Obtenido (%)	--	--	--	--	--	--	--
7	STD - Rango (%)	--	--	--	--	--	--	--
8	LCS 0.002 mg/L Recuperación Obtenido (%)	90.0	86.7	110.0	90.0	120.0	96.7	80.0
9	LCS 0.002 mg/L Rango (%)	70.0-130.0	70.0-130.0	70.0-130.0	70.0-130.0	70.0-130.0	70.0-130.0	70.0-130.0
10	M-01 (Original)	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003
11	M-01 (Dup)	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003
12	Blanco	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003

EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO
DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE 022



Página 17 de 22

INFORME DE ENSAYO
N° OCT1158.R20

Registro N°LE -022

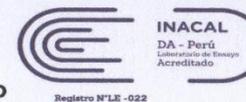
N°	Muestras QC Codigo de Servicio Ensayo Unidad Limite de Detección LD	Ensayos									
		MA1184 Bromodichlorometano mg/L 0.0003	MA1184 Bromoformo mg/L 0.0003	MA1184 Cloroformo mg/L 0.0003	MA1184 Dibromoclorometano mg/L 0.0003	MA1184 Estireno mg/L 0.0003	MA1184 Etilbenceno mg/L 0.0003	MA1184 Hexaclorobutadieno mg/L 0.0003	MA1184 m-Xileno mg/L 0.0003	MA1184 o-Xileno mg/L 0.0003	MA1184 p-Xileno mg/L 0.0003
1	Adición (% Recup.)	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2	Adición (% Recup.)	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3	Adición Rango (%)	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4	Adición GC (% Recup.)	77.3	99.7	88.3	99.7	99.0	100.0	96.7	80.0	120.0	90.0
5	Adición GC Rango (%)	70.0 - 130.0	70.0 - 130.0	70.0 - 130.0	70.0 - 130.0	70.0 - 130.0	70.0 - 130.0	70.0 - 130.0	70.0 - 130.0	70.0 - 130.0	70.0 - 130.0
6	STD - Recuperación Obtenido (%)	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
7	STD - Rango (%)	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
8	LCS 0.002 mg/L Recuperación Obtenido (%)	135.0	96.0	110.0	110.0	73.3	93.3	70.0	86.7	86.7	86.7
9	LCS 0.002 mg/L Rango (%)	70.0-130.0	70.0-130.0	70.0-130.0	70.0-130.0	70.0-130.0	70.0-130.0	70.0-130.0	70.0-130.0	70.0-130.0	70.0-130.0
10	M-01 (Original)	<0.0003	<0.0003	0.0025	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003
11	M-01 (Dup)	<0.0003	<0.0003	0.0022	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003
12	Blanco	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003

EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO
DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE 022

Página 18 de 22



INFORME DE ENSAYO
N° OCT1158.R20

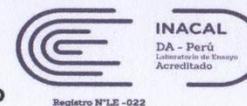
Muestras QC		Ensayos						
N°	Codigo de Servicio Ensayo Unidad Limite de Detección LD	MA1184 Tetracloroetileno mg/L 0.0003	MA1184 Tetracloruro de Carbono mg/L 0.0003	MA1184 Tolueno mg/L 0.0003	MA1184 Tricloroetileno mg/L 0.0003	MA0980 H2S. mg/L 0.002	MA1184 1,3,5- Triclorobenceno* mg/L 0.0003	MA1184 Cis 1,3 dicloropropeno* mg/L 0.0003
1	Adición (% Recup.)	--	--	--	--	--	--	--
2	Adición (% Recup.)	--	--	--	--	--	--	--
3	Adición Rango (%)	--	--	--	--	--	--	--
4	Adición GC (% Recup.)	88.0	77.0	80.0	88.0	--	88.7	77.0
5	Adición GC Rango (%)	70.0 - 130.0	70.0 - 130.0	70.0 - 130.0	70.0 - 130.0	--	70.0 - 130.0	70.0 - 130.0
6	STD - Recuperación Obtenido (%)	--	--	--	--	105.0	--	--
7	STD - Rango (%)	--	--	--	--	80.0-120.0	--	--
8	LCS 0.002 mg/L Recuperación Obtenido (%)	86.7	--	93.3	83.3	--	--	--
9	LCS 0.002 mg/L Rango (%)	70.0-130.0	--	70.0-130.0	70.0-130.0	--	--	--
10	M-01 (Original)	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	0.003	<0.0003	<0.0003
11	M-01 (Dup)	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	0.003	<0.0003	<0.0003
12	Blanco	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.002	<0.0003	<0.0003

EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE.



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO
DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE 022

Página 19 de 22



INFORME DE ENSAYO
N° OCT1158.R20

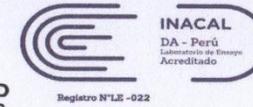
Muestras QC		Ensayos					
N°	Codigo de Servicio Ensayo Unidad Límite de Detección LD	MA1184 Trans 1,3-Dicloropropeno* mg/L 0.0003	MA1184 1,1,1-Tricloroetano mg/L 0.0003	MA1184 1,1,1,2-Tetracloroetano mg/L 0.0003	MA0756 DBO5 mg/L 2.0	MA0757 DQO mg/L 10	MA0799 Coliformes Fecales. NMP/100mL 1.8
1	Adición (% Recup.)	--	--	--	--	97.6	--
2	Adición (% Recup.)	--	--	--	--	99.8	--
3	Adición Rango (%)	--	--	--	--	85.0 - 115.0	--
4	Adición GC (% Recup.)	99.0	88.0	88.0	--	--	--
5	Adición GC Rango (%)	70.0 - 130.0	70.0 - 130.0	70.0 - 130.0	--	--	--
6	STD - Recuperación Obtenido (%)	--	--	--	104.2	97.8	--
7	STD - Rango (%)	--	--	--	84.6-115.4	80.0-120.0	--
8	LCS 0.002 mg/L Recuperación Obtenido (%)	--	73.3	90.0	--	--	--
9	LCS 0.002 mg/L Rango (%)	--	70.0-130.0	70.0-130.0	--	--	--
10	M-01 (Original)	<0.0003	<0.0003	<0.0003	405.7	510	92000000.0
11	M-01 (Dup)	<0.0003	<0.0003	<0.0003	408.3	510	54000000.0
12	Blanco	<0.0003	<0.0003	<0.0003	<0.2	<10	--

TELUSO INCEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO
DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE 022

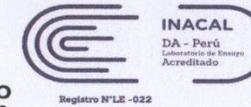
Página 20 de 22



INFORME DE ENSAYO
N° OCT1158.R20

Muestras QC		Ensayos
N°	Codigo de Servicio Ensayo Unidad Límite de Detección LD	MA1351 Quistes y Ooquistes de Protozoarios Patógenos Quistes y/u Ooquistes/L 1
1	Adición (% Recup.)	--
2	Adición (% Recup.)	--
3	Adición Rango (%)	--
4	Adición GC (% Recup.)	--
5	Adición GC Rango (%)	--
6	STD - Recuperación Obtenido (%)	--
7	STD - Rango (%)	--
8	LCS 0.002 mg/L Recuperación Obtenido (%)	--
9	LCS 0.002 mg/L Rango (%)	--
10	M-01 (Original)	2
11	M-01 (Dup)	2
12	Blanco	<1

TEL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE



METODOS DE ENSAYO Y CODIGOS DE SERVICIO

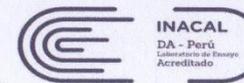
N°	Descripción		
	Ensayo	Denominación	Cod. Serv (1) Norma o Referencia
1	Alcalinidad Total	Alcalinidad Total	MA0004 SMEWW-APHA-AWWA-WEF. 23 rd Ed. 2017. Part-2320 B. Alkalinity. Titration Method.
2	Recuento de Hongos *	Recuento de Hongos	MA0486 SMEWW-APHA-AWWA-WEF. Part 9610 B, 23 rd Ed.2017. Pour plate technique
3	Coliformes Fecales.	Coliformes Fecales (Termotolerantes)	MA0789 SMEWW APHA-AWWA-WEF 23 rd Ed.2017. Part-9221 E1. Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Thermotolerant (Fecal) Coliform Procedure. Thermotolerant coliform test (EC medium).
4	Color	Color	MA0053 SMEWW-APHA-AWWA-WEF. 23 rd Ed. 2017. Part-2120 C.Color. Spectrophotometric-Single-Wavelength Method.
5	Organismos de Vida Libre (Algas, Protozoarios, Copepodos y Rotíferos) *	Organismos de Vida Libre (Algas, Protozoarios, Copepodos y Rotíferos)	MA0966 SMEWW-APHA-AWWA-WEEF.Part 10200. C.1, F.2.φ.1, G, 23 rd Ed.2017. Plankton. Concentration Techniques. Zooplankton Counting Techniques.
6	Olor *	Olor	MA0994 SMEWW-APHA-AWWA-WEF. 23 rd Ed. 2017.Part-2150 B. Threshold Odor Test.
7	H2S.	Sulfuro de Hidrógeno No Ionizado	MA0980 SMEWW-APHA-AWWA-WEF. 23 rd Ed. 2017. Part-4500-S2- C, D, H. Sample Pretreatment to Remove Interfering Substances or to Concentrate the Sulfide / Sulfide. Methylene Blue Method.Calculation of Un-ionized Hydrogen Sulfide.
8	Compuestos Orgánicos Volátiles	Compuestos Orgánicos Volátiles	MA1184 EPA Method 8260 D Rev. 4. 2018. Volatile Organic Compounds by Gas Chromatography/Mass Spectrometry.
9	P(t)	Fosforo Total	MA0083 SMEWW APHA-AWWA-WEF 23 rd Ed. 2017. Part- 4500-P B, E. Phosphorus. Sample Preparation / Ascorbic Acid Method.
10	Quistes y Ooquistes de Protozoarios Patógenos	Quistes y Ooquistes de Protozoarios Patógenos	MA1351 IC-MA-129 (Validado). Rev 02 2018. Detección y/o Enumeración de Quistes y Ooquistes de Protozoarios Patógenos.
11	Oxig(d) *	Oxígeno Disuelto	MA0138 SMEWW-APHA-AWWA-WEF. 23 rd Ed. 2017. Part-4500-O G.Oxygen (Dissolved). Membrane Electrode Method.
12	pH	Potencial de Hidrógeno	MA0147 SMEWW-APHA-AWWA-WEF. 23 rd Ed. 2017. Part-4500-H+ B. pH value. Electrometric Method.
13	Bacthet *	Bacterias Heterotróficas	MA1473 SMEWW APHA-AWWA-WEF 23 rd Ed. 2017 Part 9215 B. Heterotropic Plate Count Pour Plate Method
14	STS	Sólidos Totales Suspendidos	MA0174 SMEWW-APHA-AWWA-WEF. 23 rd Ed. 2017. Part-2540 D. Solids. Total Suspended Solids Dried at 103 - 105°C.
15	DBO5	Demanda Bioquímica de Oxígeno	MA0756 SMEWW-APHA-AWWA-WEF. 23rd Ed. 2017. Part 5210 B. Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5- Day BOD Test.
16	DQO	Demanda Química de Oxígeno	MA0757 SMEWW-APHA-AWWA-WEF. 23 rd Ed.2017. Part-5220 D. Chemical Oxygen Demand (COD). Closed Reflux, Colorimetric Method.
17	N(t)	Nitrogeno Total	MA0781 SMEWW APHA- AWWA-WEF Part 4500 Norg B /Part 4500-NO3- E /Part 4500-NO2-B /Part-4500-NH3 D.23rd Ed.2017.Macro-Kjeldahl Method /Nitrogen (Nitrate).Cadmium Reduction Method/ Nitrogen (Nitrite).Colorimetric Method/Ammonia Selective Electrode Method.

EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO
DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE 022

Página 22 de 22



INFORME DE ENSAYO
N° OCT1158.R20

Registro N°LE -022

N°	Descripción			
	Ensayo	Denominación	Cod. Sezv	(1) Norma o Referencia
18	AcyG	Aceites y grasas	MA0002	SMEWW-APHA-AWWA-WEF. 23 rd Ed. 2017. Part-5520 B. Oil and Grease. Liquid-Liquid, Partition - Gravimetric Method.
19	Temperatura *	Temperatura	MA0459	SMEWW-APHA-AWWA-WEF. 23 rd Ed. 2017 Part-2550 B. Temperature. Laboratory and Field Methods.

(1) SMEWW: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.
APHA : American Public Health Association.
AWWA: American Water Works Association.
WEF : Water Environment Federation.
EPA : Environmental Protection Agency.
ASTM: American Society for Testing and Materials.
ISO: International Organization for Standardization.
NTP: Norma Técnica Peruana.
NIOSH: The National Institute for Occupational Safety and Health.

EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE

ANEXO 8

GUIA PARA TRASLADO DE MUESTRAS



CERTIMIN S.A.
 AV. LAS VEGAS 845, ZONA INDUSTRIAL
 SAN JUAN DE MIRAFLORES - LIMA - LIMA
 TELEFONO: (511) 205-5656
 Pagina Web: www.certimin.pe
 E-mail: certimin@certimin.pe

Lima - Laboratorio de Preparación y Análisis de Muestras
 Av. Las Vegas 845 Zona Industrial - S.J.M. - Lima - Lima
 Telf.: (511) 205-5656 Fax: 205-5656

Arequipa - Laboratorio de Preparación de Muestras
 Via Evitamiento Km. 2.5 Artempa D-3
 Distrito de Cerro Colorado - Arequipa - Arequipa
 Telefax: (054) - 447152 Celular RPC: 991693896

Julica - Laboratorio de Preparación de Muestras
 Av. Industrial Mz. D L1 4 Zona Industrial Apira - Julica - Puno - Puno
 Telf.: (051) 327841 Celular RPC: 991693892

R.U.C. 20269085666

**GUIA DE REMISION
REMITENTE**

007- Nº 002917

FECHA DE EMISION	FECHA DE INICIO DE TRASLADO
20 10 13	20 10 13

DESTINATARIO: PABLO CUIPAL NOMBRE / RAZON SOCIAL: GEOCONTROL INGENIEROS S.A.C DOCUM. IDENT./ RUC Nº: BAI - 41720111	DOMICILIO DE PARTIDA: AV. LAS VEGAS 845 DISTRITO: S. J. M. PROVINCIA: LIMA DPTO.: LIMA
REMITENTE: NOMBRE / RAZON SOCIAL: CERTIMIN S.A DOCUM. IDENT./ RUC Nº: 20269085666	DOMICILIO DE LLEGADA: PIAR. Piedras Gordas. DISTRITO: Ancón PROVINCIA: Lima DPTO.: Lima.

Docum. Fac. Nº	B/V Nº	O/P Nº	Ref.:
----------------	--------	--------	-------

CANT.	Unidad Medida	DESCRIPCION	PESO
01	UNDA	DE COOLER (420) CON FRASCOS DE PVC Y VIDRIO + BOLLANTES TCIATA + ETIQUETAS PRECORTANTES + ICF PACK + DOCUMENTOS	✓
01	UNDA	DE COOLER MEDIANO CON FRASCOS DE PVC + ICF PACK	✓
02	UNDA	DE CABLES DE TECNOPOR CON GANDE CON ICF PACK	✓

CERTIMIN S.A.

13 OCT 2020

VIGILANCIA

La Recepción de este documento no es señal de conformidad

CERTIMIN S.A.

13 OCT 2020

VIGILANCIA

La Recepción de este documento no es señal de conformidad

SSA:370

MOTIVO DEL TRASLADO:			
1 Venta <input type="checkbox"/>	4 Consignación <input type="checkbox"/>	7 Para cambio <input type="checkbox"/>	10 Recepción <input type="checkbox"/>
2 Venta Sujeta a Compra <input type="checkbox"/>	5 Devolución <input type="checkbox"/>	8 Requeo bienes traslado <input type="checkbox"/>	11 Otros: <input type="checkbox"/>
3 Compra <input type="checkbox"/>	6 Entre Establecimientos de la misma Empresa <input type="checkbox"/>	9 Emisor Itinerante <input type="checkbox"/>	EMUIO..... <input type="checkbox"/>
			MATERIAS..... <input checked="" type="checkbox"/>

UNIDAD DE TRANSPORTE / CONDUCTOR: VEHICULO MARCA Y PLACA Nº: FL7 247 CERTIFICADO INSCRIPCION MIN. TRANSP. Nº: LICENCIA DE CONDUCIR: 241720111 NOMBRE DEL CONDUCTOR: Pablo Cuiपाल Chenbe.	 p. CERTIMIN S.A.	 Recibi Conforme
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------

DESTINATARIO

CORPORACION GRAFICALAS S.A.C. R.U.C. Nº 20600424271 Telf. 483-7307 Serie 007 de 2601 al 3100 Aut. Super 14230381023 F.I. 08012020

ANEXO 9

FACTURA DEL PAGO REALIZADO POR LOS SERVICIOS DE LABORATORIO



AV. LAS VEGAS 845, ZONA INDUSTRIAL
SAN JUAN DE MIRAFLORES - LIMA - LIMA
TELÉFONO: (511) 205-5656
Página Web: www.certimin.pe
E-mail: certimin@certimin.pe

CERTIMIN S.A.

R.U.C. N° 20269085666

FACTURA ELECTRONICA

Nro. F999-00009369

Cliente : GEOCONTROL INGENIEROS S.A.C.	
Dirección : CALLE LAS CAMELIAS MZA. J LOTE. 6 URB. LOS JAZMINES DE NARANJAL-LOS OLIVOS-LIMA	
R.U.C / DNI: 20523078306	Fecha de Emisión : 12/10/2020
Condición de Pago 100% adelantado -	Generado por : Tejeda, Stefany

DESCRIPCION	TOTAL
PAGO POR ADELANTADO 100% : ANALISIS DE AGUA RESIDUAL INDUSTRIAL	1,287.18
PAGO POR ADELANTADO 100% : GASTOS ADMINISTRATIVOS	100.00

OPERACION SUJETA AL SISTEMA DE PAGO DE OBLIGACIONES
TRIBUTARIAS 12% - CODIGO 037-01 CTA. CTE. BANCO DE LA NACION N°
00-001-007831

UN MIL SEISCIENTOS TREINTA Y SEIS Y 87/100 SOLES

COT. MA 0723 02 20/CERTIMIN

SUBTOTAL	PEN	1,387.18
IGV 18.00	PEN	249.69
IMPORTE TOTAL	PEN	1,636.87

SOMOS AGENTE DE RETENCION
NO RETENER EL 3% Según
R. Superintendencia N° 395-2014/SUNAT



Representación impresa de la factura electrónica

Autorizado mediante Resolución de Intendencia N°
0320050000451/SUNAT

PLANO DE UBICACIÓN

