



Universidad Nacional

SAN LUIS GONZAGA



Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional

Esta licencia permite a otras combinar, retocar, y crear a partir de su obra de forma no comercial, siempre y cuando den crédito y licencia a nuevas creaciones bajo los mismos términos.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0>

**UNIVERSIDAD NACIONAL “SAN LUÍS GONZAGA”
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
ESCUELA DE POSGRADO
MAESTRÍA: INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA**

Mención: Energía y Medio Ambiente



TESIS

**EFICIENCIA EN EL PROCESO DE TRATAMIENTO DE AGUAS
RESIDUALES Y SU RELACIÓN CON LA CALIDAD DEL AGUA
DESTINADA AL RIEGO DE CULTIVOS EN EL DISTRITO DE
YUNGUYO – PUNO 2013.**

Línea de investigación:

Ciencias naturales, ingeniería y tecnologías sostenibles.

PRESENTADO POR:

Ing. JUAN EDUARDO BARRIOS QUINTANILLA

GRADO ACADÉMICO A OBTENER: MAGÍSTER

ASESOR:

Dr. Marco Antonio Farfán Guerra

ICA - PERU

2015

DEDICATORIA

A Dios por sus bendiciones y su inmenso amor.

A la memoria de mi abuela materna.

A mis abuelos, padres y mi hermano por el amor, cariño de siempre, comprensión y apoyo constante.

AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Juan Martin Mayaute Ghezzi con cariño y gratitud por su apoyo.

Al Dr. Marco Farfán Guerra por su valiosa contribución como asesor de la presente investigación.

ÍNDICE

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTOS

RESUMEN

ABSTRAC

	Pág.
INTRODUCCIÓN	14
CAPITULO I. MARCO TEORICO	15
1.1 Antecedentes	15
1.2 Bases teóricas	25
1.2.1 Historia del tratamiento de Aguas Residuales	25
1.2.2 Aspectos Teóricos del tratamiento de Aguas Residuales	26
1.2.3 Aguas residuales urbanas	28
1.2.4 Aguas residuales industriales	29
1.2.5 Clasificación de los contaminantes	30
1.2.5.1 Contaminantes orgánicos	30
1.2.5.2 Contaminantes inorgánicos	31
1.2.6 Contaminantes habituales en las aguas residuales	31
1.2.6.1 Arenas	31
1.2.6.2 Grasas y aceites	32
1.2.6.3 Residuos con requerimiento de oxígeno	32
1.2.6.4 Nitrógeno y fósforo	32
1.2.6.5 Agentes patógenos	33

1.2.7 Métodos disponibles de Desinfección	33
1.2.7.1 Agentes químicos	33
1.2.7.2 Agentes físicos	34
1.2.7.3 Medios mecánicos	34
1.2.7.4 Radiación	35
1.2.7.5 Costes comparativos	36
1.3 Marco teórico conceptual	37
CAPITULO II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	41
2.1 Situación problemática	41
2.2 Formulación del problema	43
2.3 Objetivos	44
2.4 Justificación e importancia	45
2.5 Hipótesis	46
2.6 Variables	48
2.6.1 Variable Independiente	48
2.6.2 Variable Dependiente	48
2.6.3 Operacionalización de variables	49
CAPITULO III. DE LA METODOLOGÍA	50
3.1 Tipo, Nivel y Diseño de Investigación	50
3.2 Población y muestra	51
CAPITULO IV. DE LOS INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN	52
4.1 Técnicas de recolección de información	52
4.2 Instrumentos de recolección de información	52
4.3 Técnicas de análisis e interpretación de datos	52

CAPITULO V. CONSTRATACION DE HIPÓTESIS	53
CAPITULO VI. PRESENTACION, INTERPRETACION Y DISCUSION	61
DE RESULTADOS.	
6.1 Presentación e interpretación de resultados	61
6.1.1 Factores Asociados	62
6.1.2 Descripción y Especificaciones Técnicas de los Equipos	65
Instalados.	
6.2 Discusión de resultados	118
CONCLUSIONES	122
RECOMENDACIONES	124
FUENTES DE INFORMACIÓN	126
ANEXOS	129

ÍNDICE DE TABLAS Y CUADROS DE ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

	Pág.
Tabla N° 1: Medición de Muestras de DBO (ingreso y salida)	54
Tabla N° 2: Medición de Muestras de SST (ingreso y salida)	57
Tabla N° 3: Distribución de conexiones de alcantarillado	62
Tabla N° 4: Proyección de conexiones totales de alcantarillado	62
Tabla N° 5: Indicadores operativos	63
Tabla N° 6: Parámetros máximos permisibles para riego de vegetales	64
Especificación Técnica N°1: Medidor de caudal Parshall	65
Especificación Técnica N°2: Tamiz de equipo compacto	66
Especificación Técnica N°3: Desarenador y clasificador N°1	67
Especificación Técnica N°4: Desarenador y clasificador N°2	68
Especificación Técnica N°5: Paleta de grasas de equipo compacto	69
Especificación Técnica N°6: Soplador de equipo compacto	70
Especificación Técnica N°7: Soplador tanque ICEAS N°1	71
Especificación Técnica N°8: Soplador tanque ICEAS N°2	72
Especificación Técnica N°9: Válvula de control de aire N°1	73
Especificación Técnica N°10: Válvula de control de aire N°2	74
Especificación Técnica N°11: Sensor de oxígeno disuelto N° 1	75
Especificación Técnica N°12: Sensor de oxígeno disuelto N° 2	76
Especificación Técnica N°13: Bomba cámara top N° 1	77
Especificación Técnica N°14: Bomba cámara top N° 2	78
Especificación Técnica N°15: Soplador digestor de lodos N° 1	79

Especificación Técnica N°16: Soplador digestor de lodos N° 2	80
Especificación Técnica N°17: Sensor de oxígeno disuelto para digestor	81
Especificación Técnica N°18: Sensor de solidos suspendidos para Tanque N° 1 ICEAS	82
Especificación Técnica N°19: Sensor de solidos suspendidos para N° 2 ICEAS	83
Especificación Técnica N°20: Sensor de solidos suspendidos para barredor de lodos.	84
Especificación Técnica N°21: Difusores de burbuja fina	85
Especificación Técnica N°22: Transmisor de nivel hidrostático N° 1	86
Especificación Técnica N°23: Transmisor de nivel hidrostático N° 2	87
Especificación Técnica N°24: Boya de nivel ICEAS N°1	88
Especificación Técnica N°25: Boya de nivel ICEAS N°2	89
Especificación Técnica N°26: Bomba sumergible ICEAS N° 1	90
Especificación Técnica N°27: Bomba sumergible ICEAS N° 2	91
Especificación Técnica N°28: Actuador del decanter N° 1	92
Especificación Técnica N°29: Actuador del decanter N° 2	93
Especificación Técnica N°30: Tanque espesador de lodos	94
Especificación Técnica N°31: Equipo de desinfección ultravioleta	97
Especificación Técnica N°32: Compresora de aire de equipo de desinfección ultravioleta	99
Especificación Técnica N°33: Electrobomba de sistema ultravioleta	100
Especificación Técnica N°34: Bomba de cavidad progresiva N°1	101

Especificación Técnica N°35: Bomba de cavidad progresiva N°2	102
Especificación Técnica N°36: Bomba de cavidad progresiva N°3	103
Especificación Técnica N°37: Bomba de cavidad progresiva N°4	104
Especificación Técnica N°38: Tornillo de desplazamiento	105
Especificación Técnica N°39: Medidor de caudal para sala de deshidratación	106
Especificación Técnica N°40: Medidor de caudal para barredor de lodos	107
Especificación Técnica N°41: Medidor de caudal para ultravioleta	108
Especificación Técnica N°42: Decantador centrífugo	109
Especificación Técnica N°43: Dosificador de polímeros	111
Especificación Técnica N°44: Transmisor de presión para bombas de servicio	112
Especificación Técnica N°45: Electrobomba de servicio N°1	113
Especificación Técnica N°46: Electrobomba de servicio N°2	114
Especificación Técnica N°47: Equipo compacto	116

RESUMEN

El presente estudio se llevó a cabo en el distrito de Yunguyo - Puno en el año 2013, para conocer la frecuencia, características y factores asociados en la Eficiencia del Proceso de tratamiento de Aguas residuales, en unas muestras de agua residual las cuales fueron tomadas y analizadas en un laboratorio acreditado por INDECOPI. Se diseñó un estudio no experimental de corte transversal descriptivo, mediante el análisis de parámetros biológicos en las muestras de agua residual tomadas de la planta de tratamiento de Aguas Residuales de la Localidad de Yunguyo.

Los resultados de las muestras analizadas son:

- Parámetros de ingreso: Coliformes Totales (140000 NMP/100ml); Coliformes Fecales (200 NMP/100mL); Solidos Suspendidos Totales (150 mg/L); Demanda Bioquímica de Oxígeno (114 mg/L).
- Parámetros de Salida: Coliformes Totales (920 NMP/100ml); Coliformes Fecales (70 NMP/100mL); Solidos Suspendidos Totales (ND mg/L); Demanda Bioquímica de Oxígeno (4 mg/L).

Según los resultados de las muestras tomadas a la salida de la PTAR, los parámetros son los adecuados, pues cumplen con los Estandares de calidad Ambiental para agua (ECA) y los límites máximos permisibles (LMP) para riego en vegetales según el Decreto Supremo 002 – 2008 – MINAM.

Los factores asociados a este adecuado proceso de tratamiento de las aguas residuales son el contar con una cultura en aspectos técnicos, sanitarios y legales

las cuales intervienen en la calidad del agua destinada al riego de cultivos. Aparte la adecuada aplicación de técnicas de desinfección que cumpla los estándares de calidad permitidos, un adecuado mantenimiento, operación y monitoreo de la planta de tratamiento de aguas residuales influye significativamente en el proceso de tratamiento de las aguas y la aplicación de tecnología actualizada repercute también en la calidad del agua que se está tratando en la PTAR – Yunguyo.

Palabras clave: eficiencia, proceso, tratamiento, mantenimiento, operación.

ABSTRACT

The present study was conducted in the district of Yunguyo - Puno in 2013, to determine the frequency, characteristics and related factors in the efficiency of the treatment process wastewater in a wastewater samples which were taken and analyzed in a laboratory accredited by INDECOPI. A non-experimental descriptive cross-sectional study was designed, by analyzing biological parameters in our wastewater taken from the treatment plant Wastewater from the City of Yunguyo.

The results of the samples analyzed are:

- Parameters income: Total Coliforms (140000 MPN / 100ml); Fecal Coliform (200 MPN / 100 mL); Total Suspended Solids (150 mg / L); Biochemical Oxygen Demand(114mg/L).

- Output Parameters: Total Coliforms (920 MPN / 100ml); Fecal Coliform (70 MPN / 100 mL); Total Suspended Solids (ND mg / L); Biochemical Oxygen Demand (4 mg/L).

According to the results of samples taken at the outlet of the WWTP, the parameters are adequate as they meet the Environmental Quality Standards for Water (ECA) and the maximum permissible limits (LMP) for irrigation in plant according to the Supreme Decree 002 - 2008 - MINAM.

Factors associated with the proper treatment of wastewater are having a technical culture, health and legal issues which are involved in water quality for irrigation of crops. Besides the proper application of disinfection techniques that meets quality standards allowed, proper maintenance, operation and monitoring of the plant

wastewater treatment significantly influences the process of water treatment and application of updated technology also affects water quality being treated at the WWTP

- Yunguyo.

Keywords: efficiency, process, treatment, maintenance, operation.

INTRODUCCION

La mala calidad del agua destinada al riego de cultivos proveniente del tratamiento de las aguas servidas es un problema que aumenta cada vez más, considerándose como prioridad sanitaria de nuestra sociedad. De modo particular, El tratamiento de aguas servidas en sus diferentes matices especialmente en los métodos de desinfección, no se están aplicando adecuados procesos de Tratamiento, la cual está ocasionando graves consecuencias inmediatas y a largo plazo que tiene para la salud y el desarrollo de los individuos, familias, comunidades y Medio Ambiente, motivo por el que se llevó a cabo el presente estudio titulado: “Eficiencia en el proceso de tratamiento de aguas residuales y su relación con la calidad del agua destinada al riego de cultivos en el Distrito de Yunguyo - Puno 2013. “con la finalidad de mejorar y dar a conocer el proceso de tratamiento con el que cuenta actualmente esta planta de Tratamiento de Aguas Residuales.

Los resultados de esta investigación permitieron obtener información importante acerca de algunas muestras del agua residual tratada con parámetros de DBO, Solidos Suspendidos Totales, Coliformes Fecales y Totales los cuales se encuentran dentro de los valores máximos permisibles, así como las condiciones de la planta, tanto de los equipos que se utilizan para el tratamiento como de la operación de la planta. Conocer estos aspectos servirá para mejorar el proceso de tratamiento de las aguas servidas y evitar la contaminación de las tierras de cultivos en una posibilidad de contribuir al desarrollo estable y mejor calidad de vida para la localidad.

CAPITULO I. MARCO TEORICO

1.1. Antecedentes

- **Autor: Francesc Hernández-Sancho & Ramón Sala. Año: 2007.**

Universidad de Valencia ⁽¹⁾.

EFICIENCIA TÉCNICA Y ESTACIONALIDAD EN LOS PROCESOS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES.

El tema investigado Francesc Hernández-Sancho & Ramón Sala se muestra necesario conocer el funcionamiento de las plantas de tratamiento de aguas residuales en términos de su eficiencia. Aunque la obtención de indicadores de eficiencia asociados a los procesos de tratamiento no es un procedimiento muy extendido en la literatura se ha demostrado ya su total utilidad en este campo. Para el cálculo de este tipo de medidas de eficiencia se utiliza una metodología *Data Envelopment Analysis* (DEA). Mediante el uso de técnicas de programación matemática se obtiene un índice de eficiencia para cada planta fijándose como objetivo la minimización del conjunto de los inputs utilizados en el proceso de depuración. Estos indicadores se usan como referencia para caracterizar la actividad de estas instalaciones siendo de una gran utilidad a la hora de optimizar los procesos de depuración de aguas residuales. A pesar de la innegable aplicabilidad de esta metodología requiere ser adaptada al ámbito específico de las plantas de tratamiento.

¹ Autor: Francesc Hernández-Sancho & Ramón Sala. Año: 2007. Universidad de Valencia.

En este sentido uno de los factores que suele afectar a la eficiencia de los procesos es la estacionalidad en cuanto a los volúmenes tratados. Este hecho se muestra especialmente importante en las zonas costeras con una elevada afluencia turística durante los meses de verano. Ello supone que una planta esté funcionando a plena capacidad sólo durante el periodo estival y sufra problemas de infrautilización el resto del año. Se trata de un factor ciertamente determinante de la eficiencia de los procesos y que exige un estudio en detalle. Con el fin de contribuir a un mejor conocimiento sobre la influencia de la estacionalidad en los procesos de tratamiento de aguas residuales se plantea una metodología basada en los análisis de eficiencia incluyendo un margen de tolerancia en el cálculo de los índices. Se lleva a cabo una aplicación empírica sobre una muestra de plantas depuradoras que operan en la Comunidad Valenciana y se analiza el comportamiento diferencial entre aquellas situadas en una zona costera y, por tanto, más afectadas por la estacionalidad en el caudal, respecto a las ubicadas en zonas de interior.

- **Autor: Rachel M. Ayres & D. Duncan Mara. Año: 1996. Departamento de Ingeniería Civil, Universidad de Leeds, Inglaterra ⁽²⁾.**

EL ANÁLISIS DE LAS AGUAS RESIDUALES PARA SU USO EN LA AGRICULTURA

El principal objetivo de este trabajo de investigación ha sido la contrastación empírica del modelo del uso de aguas residuales para el riego de cultivos ya cada vez más común. El Rendimiento de los cultivos son más altos que el agua residual contiene no sólo el agua para los cultivos crecimiento, sino también nutrientes de las plantas (principalmente nitrógeno y fósforo). Sin embargo, existe el riesgo de que riego con aguas residuales pueda facilitar la transmisión de enfermedades relacionadas con las excretas. A finales de los 1980, la Organización Mundial de la Salud, el Banco Mundial y el Centro Internacional de Referencia para Eliminación de residuos patrocinó una serie de estudios y reuniones de expertos para examinar esos problemas de salud riesgos. A partir de una evaluación de la evidencia epidemiológica disponible, Se estableció que los principales riesgos son:

- La transmisión de infecciones por nematodos intestinales, tanto para los que trabajan en las aguas residuales de riego para campo y en las

² Autor: Rachel M. Ayres & D. Duncan Mara. Año: 1996. Departamento de Ingeniería Civil, Universidad de Leeds, Inglaterra.

verduras que consumen se cultivan en los campos, estas infecciones se deben a *Ascaris lumbricoides* (el gusano redondo humano), *Trichuris trichiura* (la triquina humana), y *Ancylostoma duodenale* y *Necator americanus* (la anquilostomiasis humana), y

- La transmisión de enfermedades bacterianas - diarrea bacteriana y la disentería, la fiebre tifoidea y cólera - a los consumidores de los cultivos.

- **Autor: William Medrano Vargas. Año: 2001. Universidad San Simón ⁽³⁾:
El Centro de Levantamientos Aeroespaciales y Aplicaciones SIG para el Desarrollo Sostenible de los Recursos Naturales (CLAS) de la Universidad Mayor de San Simón.**

EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUAS RESIDUALES DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE ALBA RANCHO (SEMAPA) CON FINES DE RIEGO

La investigación trata de un estudio de una Planta de tratamiento en la zona de Alba Rancho dependiente de SEMAPA (Servicio Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Cochabamba), en el tratamiento de aguas residuales hace que se tenga un de cómo se está influyendo en la zona y afección a los cauces naturales que se tiene en la zona como ser los ríos y áreas cultivables.

³Autor: William Medrano Vargas. Año: 2001. El Centro de Levantamientos Aeroespaciales y Aplicaciones SIG para el Desarrollo Sostenible de los Recursos Naturales (CLAS) de la Universidad Mayor de San Simón.

El análisis hecho en la comunidad de Alba Rancho y la Maica en función a la producción agrícola en la zona hace que se tenga un interés regional y nacional, razón por el cual se hace el estudio en base a la influencia que tiene la irrigación con aguas residuales de la Planta de tratamiento que tiene en la producción de forrajes en la zona, como influencia de áreas agrícolas por la salinidad.

Los parámetros de análisis fueron hechos en base a las sales solubles existentes en las aguas residuales como ser lo cationes Calcio, Magnesio y Sodio (Ca^{++} , Mg^{++} y Na^{+}), Los aniones de Cloro, Sulfatos y Bicarbonatos (Cl^{-} , $\text{SO}_4^{=}$ y HCO_3^{-}). Según la calidad de aguas residuales se pudo establecer que corresponden su clasificación según su uso como: **“Bicarbonatada – sódica”**, teniendo en su conductividad como agua altamente salina (**C3**), y su relación de adsorción de sodio como agua baja en sodio (**S1**), siendo de manera **“Condiciona”**, Implicando su manejo y uso restringido en cultivos de consumo directo como hortalizas.

- **Autor: Ing. Amarildo Fernández Estela. Año: 2001. Autoridad Nacional del Agua - Ministerio de Agricultura** ⁽⁴⁾

AGUAS RESIDUALES EN EL PERÚ, PROBLEMÁTICA Y USO EN LA AGRICULTURA.

El autor plantea una sistematización conceptual de los principios

⁴ Autor: Ing. Amarildo Fernández Estela. Año: 2001. Autoridad Nacional del Agua - Ministerio de Agricultura

epistemológicos de la investigación participativa en la Gestión de los Recursos Hídricos, la protección de la salud, la tecnología y la productividad ya que son aspectos que el Perú viene desarrollando progresivamente a fin de dar un enfoque sistémico al tratamiento y adecuación de factores ambientales como son el uso eficiente del agua y la generación de aguas residuales generadas por las actividades poblacionales y productivas. La necesidad de implementar sistemas de manejo acordes, técnica y económicamente, que respondan a la realidad de país y a la demanda cada vez más grande, en vista que la población es consciente del cuidado del ambiente; así también, la aplicación del concepto de inversión y no de gasto para implementar medidas de control ambiental y sanitario es un tema que cada vez el estado y los inversionistas o la actividad privada comprenden más y vienen incorporando dentro de su marco normativo y proyectos productivos, instrumentos de producción y control de tal manera que el uso eficiente, los impactos ambientales, alternativas de reúso y prevención de riesgos a la salud sean resultado de estrategias del mejoramiento de la calidad de vida de las poblaciones en el Perú.

- **Autor: Ing. Julio César Moscoso Cavallini. Año 2011. University of Stuttgart-Germany. ⁽⁵⁾**

ESTUDIO DE OPCIONES DE TRATAMIENTO Y REUSO DE AGUAS RESIDUALES EN LIMA METROPOLITANA.

El presente estudio se realiza como producto de la Consultoría Técnica acordada entre el suscrito y la Universidad de Stuttgart para evaluar las opciones de tratamiento y uso de las aguas residuales en Lima Metropolitana, que brinden el soporte necesario al Proyecto “Gestión sostenible del agua y las aguas residuales en centros de crecimiento urbano afrontando al cambio climático” - Lima Water – LIWA.

- **Autor: María Grazia Rossi Luna Año: 2010. Fondo Nacional del Ambiente-Perú ⁽⁶⁾.**

OPORTUNIDADES DE MEJORAS AMBIENTALES POR EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN EL PERÚ

Esta investigación detalla las tecnologías existentes en el tratamiento de aguas residuales domésticas. El proceso de autodepuración es inherente a los cuerpos de agua, ocurre gracias a la presencia de diversos microorganismos como bacterias y algas, que descomponen los desechos, metabolizándolos y transformándolos en sustancias simples tales como

⁵ Autor: Ing. Julio César Moscoso Cavallini. Año 2011. University of Stuttgart-Germany

⁶ Autor: María Grazia Rossi Luna Año: 2010. Fondo Nacional del Ambiente-Perú

dióxido de carbono, nitrógeno, entre otros, además de ciertos microorganismos que absorben algunas sustancias inorgánicas. Es por esto que, al arrojar sustancias extrañas a los cuerpos de agua, si estas se encuentran dentro de ciertas concentraciones límites, se inicia el proceso de autodepuración, este proceso se aplica a sustancias orgánicas como detergentes, fenoles, ciertas sustancias inorgánicas, entre otros. De lo contrario, si son vertidos que pasan las concentraciones límites para que el cuerpo de agua inicie el proceso de autodepuración natural, es necesario un tratamiento. El diseño eficiente y económico de una planta de tratamiento de aguas residuales requiere de un cuidadoso estudio basado en aspectos, tales como: el caudal (m³/seg), el uso final del producto final (agua tratada), el área disponible para la instalación, la viabilidad económica, características meteorológicas (clima, precipitación). En tal sentido, teniendo en mente que la solución tecnológica más adecuada es aquella que optimiza la eficiencia técnica en la forma más simple y menos costosa, la tecnología debe hacer uso de los recursos humanos y materiales disponibles en el país. Asimismo, cabe señalar que la selección de los procesos y/o el tipo de planta serán diferentes dependiendo de cada caso específico. Sin embargo, el proceso usual del tratamiento de aguas residuales domésticas puede dividirse en las siguientes etapas:

- Pre tratamiento,
- Tratamiento primario o físico,
- Tratamiento secundario o biológico y
- Tratamiento terciario que normalmente implica una cloración.

- **Autor: Ing. Pedro Luis Dorticós del Río; Lic. Joaquín Gutiérrez Díaz, Año: 2008 Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.** ⁽⁷⁾

MANEJO INTEGRADO DE LOS RECURSOS HIDRICOS EN EL LAGO TITICACA, RÍO DESAGUADERO, LAGO POOPO Y SALAR DE COIPASA (SISTEMA TDPS): EVALUACIÓN Y ACTUALIZACIÓN DE LOS NIVELES DE DESCARGAS DE AGUAS RESIDUALES. CRITERIOS E INDICADORES PARA LA EVALUACION DE LOS RIESGOS AL UTILIZAR AGUAS RESIDUALES URBANAS EN LA AGRICULTURA.

Autor: Ing. Pedro Luis Dorticós del Río; Lic. Joaquín Gutiérrez Díaz, Año: 2008 Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.

En este documento se recogen las características de las aguas residuales y de los diferentes patógenos que se encuentran más comúnmente en las mismas, las dosis infectivas y el riesgo de infección, los riesgos reales y potenciales y consecuentemente la secuencia y las posibilidades de evitar que un riesgo potencial se convierta en un riesgo real, así como la importancia del tratamiento de residuales y sobre todo los que inciden en mayor grado en la remoción de helmintos y de los restantes patógenos.

⁷ Autor: Ing. Pedro Luis Dorticós del Río; Lic. Joaquín Gutiérrez Díaz, Año: 2008 Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.

Se consideran además la incidencia de distintos métodos de riego en diferentes tipos de cultivo, la forma de preparación de los alimentos donde la cocción tiene un alto peso en la reducción de riesgos y, por último, los aspectos educacionales e institucionales que tienen incidencia en la reducción de patógenos.

Se destaca que todas las guías y directrices publicadas por la OMS señalan la necesidad de que las mismas sean flexibles y en modo alguno rígidas, para poder adaptarlas a las condiciones locales, sociales, económicas y ambientales de los países. En este sentido se propone un método para evaluar los riesgos reales, a partir de interrumpir la secuencia de riesgos potenciales, de diferentes acciones, entre ellas el tratamiento mínimo necesario de los residuales, la selección de los métodos de riego para diferentes cultivos, la forma de preparación de los cultivos para el consumo y los aspectos institucionales y legales.

1.2. Bases Teóricas

1.2.1 Historia del tratamiento de Aguas Residuales

A comienzos del siglo XX, algunas ciudades e industrias empezaron a reconocer que el vertido directo de desechos en los ríos provocaba problemas sanitarios. Esto llevó a la construcción de instalaciones de depuración. Aproximadamente en aquellos mismos años se introdujo la fosa séptica ⁽⁸⁾ como mecanismo para el tratamiento de las aguas residuales domésticas tanto en las áreas suburbanas como en las rurales. Desde la década de 1970, se ha generalizado en el mundo industrializado la cloración, un paso más dentro del tratamiento químico, con el objetivo de desinfectar el agua y hacerla apta para el consumo humano.

Por contaminación de las aguas se entiende el aporte de materias o formas de energía de una manera directa o indirecta que impliquen una alteración o modificación de su calidad en relación a sus usos posteriores o a su función ecológica.

Del mismo modo que todos pedimos una red de abastecimiento, también es necesaria una de saneamiento para depurar las aguas. Hasta hace bien poco no se le daba importancia al tratamiento del agua, pero en vista de los

⁸ Autor: Lira Martínez Manuel Alejandro - Diseño de sistema de tratamiento de aguas residuales con la aplicación de software Uralita en Poza Séptica – Instituto Tecnológico de Cancún

grandes problemas que aporta la contaminación, la construcción de plantas depuradoras y potabilizadoras va en aumento. Gracias a programas de saneamiento y de depuración de aguas residuales que permiten la vuelta del agua a su estado natural, eliminando los elementos contaminantes y protegiéndola, se está consiguiendo una mejor calidad en el agua tratada.

Actualmente, la contaminación de los cauces naturales tiene su origen en tres fuentes:

- Vertidos urbanos
- Vertidos industriales
- Contaminación difusa (lluvias...)

1.2.2 Aspectos Teóricos del tratamiento de Aguas Residuales.

En la mayoría de estudios realizados sobre reutilización del agua residual se presta mayor atención a su uso como agua de riego, ya que, en comparación con otros tipos de aplicaciones, requiere en muchos casos un nivel de calidad menos estricto lo cual implica, a su vez, que el nivel de depuración que se debe alcanzar durante el tratamiento no sea tan elevado.

Las ventajas que representa la reutilización para riego de aguas tratadas son que:

1) el agua tratada representa una fuente constante y segura de agua aún en los años más secos, 2) es un aporte continuo de nutrientes para las plantas, 3) el contenido de nutrientes del agua residual (N, P, K y micro elementos)⁽⁹⁾ representa un ahorro en gastos de fertilización, 4) se contribuye a la conservación de los recursos hídricos, y 5) representa una posible reducción del coste económico del agua destinada a riego ya que aguas de otra procedencia pueden resultar a mayor precio.

Los criterios más importantes para establecer la calidad del agua se refieren sobre todo al contenido microbiológico ya que la presencia de ciertas bacterias y virus puede plantear problemas higiénico-sanitarios, sobre todo por transmisión de enfermedades infectocontagiosas. Como primer paso hay que establecer la calidad de un agua tratada para lo cual se deben de tener en cuenta una serie de parámetros físicos, así como de componentes químicos y biológicos. El estudio de estas características permitirá conocer su aptitud o inadecuación por posibles afecciones al suelo, cultivo e incluso al hombre, así como su capacidad o poder fertilizante. Estas características son: materia o sólidos en suspensión, materia orgánica biodegradable, elementos nutritivos, pH, metales pesados, microorganismos patógenos, sustancias orgánicas estables o refractarias al proceso de tratamiento, sustancias inorgánicas

⁹ Nitrógeno (N), fósforo (P), y potasio (K)

disueltas y cloro residual.

1.2.3 Aguas residuales urbanas

Llamamos aguas residuales urbanas a los líquidos procedentes de la actividad humana, que llevan en su composición gran parte de agua. La contaminación que originan los núcleos urbanos procede de la utilización del agua en los servicios domésticos, en la limpieza de locales comerciales y en el servicio público. Por otra parte, las aguas pluviales que provienen de las zonas urbanas, aportan también, una carga importante de contaminación.

La contaminación principal de las aguas residuales domésticas está formada por materia orgánica, tanto en suspensión como en disolución, que en gran parte son de tipo degradable.

Los aportes que generan esta agua son:

- aguas negras o fecales
- aguas de lavado doméstico
- aguas procedentes del sistema de drenaje de calles y avenidas
- aguas de lluvia y lixiviados

Las aguas residuales urbanas presentan una cierta homogeneidad en cuanto a composición y carga contaminante, ya que sus aportes van a ser siempre los mismos. Pero esta homogeneidad tiene unos márgenes muy amplios, ya que las características de cada vertido urbano van a depender del núcleo de población en el que se genere,

influyendo parámetros tales como el número de habitantes, la existencia de industrias dentro del núcleo, tipo de industria, etc.

1.2.4 Aguas residuales industriales

Las aguas residuales industriales son aquellas que proceden de cualquier actividad o negocio en cuyo proceso de producción, transformación o manipulación se utilice el agua. Son enormemente variables en cuanto a caudal y composición, difiriendo las características de los vertidos, no sólo de una industria a otra, sino también dentro de un mismo tipo de industria. Estas son más contaminadas que las aguas residuales urbanas, además, con una contaminación mucho más difícil de eliminar.

A veces, las industrias no emiten vertidos de forma continua, sino únicamente en determinadas horas del día o incluso únicamente en determinadas épocas de año, dependiendo del tipo de producción y del proceso industrial. También son habituales las variaciones de caudal y carga a lo largo del día.

Su alta carga unida a la enorme variabilidad que presentan, hace que el tratamiento de las aguas residuales industriales sea complicado, siendo preciso un estudio específico para cada caso.

1.2.5 Clasificación de los contaminantes

Las sustancias contaminantes que pueden aparecer en un agua residual son muchas y diversas.

1.2.5.1 Contaminantes orgánicos:

Son compuestos cuya estructura química está compuesta fundamentalmente por carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno. Son los contaminantes mayoritarios en vertidos urbanos y vertidos generados en la industria agroalimentaria.

Los compuestos orgánicos que pueden aparecer en las aguas residuales son:

a) Proteínas: proceden fundamentalmente de excreciones humanas o de desechos de productos alimentarios. Son biodegradables, bastante inestables y responsables de malos olores.

b) Carbohidratos: incluimos en este grupo azúcares, almidones y fibras celulósicas. Proceden, al igual que las proteínas y desperdicios de las excreciones humanas.

c) Aceites y grasas: Altamente estables, inmiscibles con el agua, proceden de desperdicios alimentarios en su mayoría, a excepción de los aceites minerales que proceden de otras actividades.

d) Otros: incluiremos varios tipos de compuestos, como los tensioactivos, fenoles, organoclorados y organofosforados, etc. Su origen es muy variable y presentan elevada toxicidad.

1.2.5.2 Contaminantes inorgánicos:

Aparecen en cualquier tipo de agua residual, aunque son más abundantes en los vertidos generados por la industria. Son de origen mineral y de naturaleza variada: sales, óxidos, ácidos y bases inorgánicas, metales, etc.

Los componentes inorgánicos de las aguas residuales estarán en función del material contaminante, así como de la propia naturaleza de la fuente contaminante.

1.2.6 Contaminantes habituales en las aguas residuales

1.2.6.1 Arenas

Entendemos como tales una serie de partícula de tamaño apreciable y que en su mayoría son de naturaleza mineral, aunque pueden llevar adherida materia orgánica. Las arenas enturbian las masas de agua cuando están en movimiento, o bien forman depósitos de lodos si encuentran condiciones adecuadas para sedimentar.

1.2.6.2 Grasas y aceites

Son todas aquellas sustancias de naturaleza lipídica, que al ser inmiscibles con el agua, van a permanecer en la superficie dando lugar a la aparición de natas y espumas. Estas natas y espumas entorpecen cualquier tipo de tratamiento físico o químico, por lo que deben eliminarse en los primeros pasos del tratamiento de un agua residual.

1.2.6.3 Residuos con requerimiento de oxígeno

Son compuestos tanto orgánicos como inorgánicos que sufren fácilmente y de forma natural procesos de oxidación, que se van a llevar a cabo consumiendo oxígeno del medio. Estas oxidaciones van a realizarse bien por vía química o bien por vía biológica.

1.2.6.4 Nitrógeno y fósforo

Tienen un papel fundamental en el deterioro de las masas acuáticas. Su presencia en las aguas residuales es debida a los detergentes y fertilizantes, principalmente. El nitrógeno orgánico también es aportado a las aguas residuales a través de las excretas humanas.

1.2.6.5 Agentes patógenos

Son organismos que pueden ir en mayor o menor cantidad en las aguas residuales y que son capaces de producir o transmitir enfermedades.

1.2.7 Métodos disponibles de Desinfección

- Agentes químicos
- Agentes físicos
- Medios mecánicos
- Radiación

1.2.7.1. Agentes químicos

Entre los agentes químicos que pueden utilizarse, están:

- El cloro y sus compuestos
- El bromo y el cloruro de bromo
- El yodo
- El ozono

1.2.7.2 Agentes físicos

i) **El calor:** No es un medio factible, debido a su elevado coste de aplicación a grandes cantidades de Agua Residual. En cambio, se emplea para la pasteurización del fango.

ii) **La Luz solar:** La luz solar es un buen desinfectante, pudiéndose utilizar, en especial, la radiación ultravioleta.

iii) **La radiación UV:** Tienen un efecto esterilizante. Se producen con lámparas especiales de vapor de mercurio. Tienen muy poca penetración y, en el caso de las A.R., la acción letal sólo puede ejercerse a través de unos pocos milímetros, debido a los Sólidos en Suspensión (SS) y turbidez. Su uso estaba limitado para aguas de la más alta calidad, tanto potables como efluentes residuales terciarios, aunque desde los años 80 se ha ampliado su campo de acción a los efluentes secundarios de las PTAR'S

1.2.7.3 Medios mecánicos

Las bacterias pueden también eliminarse por medios mecánicos, durante el tratamiento del A.R.

1.2.7.4 Radiación

Dentro de la radiación electromagnética se han utilizado, por su poder de penetración, los rayos gamma para desinfectar (esterilizar) las A.R.

Tienen gran poder de penetración y pueden ocasionar efectos beneficiosos adicionales en tratamientos terciarios, por alterar las moléculas orgánicas e inorgánicas. La fuente idónea es el Cobalto-60. Debido al alto coste de la energía de radiación, no es competitivo como proceso de desinfección de A.R.

Se han conseguido 5-6 órdenes de inactivación con 5 min. de tiempo de exposición.

- Ventajas: Confianza, efectos colaterales beneficiosos, sin efectos residuales
- Inconvenientes: Seguridad, coste excesivo, falta de experiencia

1.2.7.5 Costes comparativos

El método que predomine será aquel que:

- Realice el trabajo adecuadamente
- Tenga los mínimos riesgos para la salud y seguridad
- Sea fácil de aplicar, medir y controlar
- Los equipos sean fáciles de operar

De acuerdo con estos aspectos, la cloración parece que será por algún tiempo, el método más popular para la desinfección de las A.R.

1.3 Marco Conceptual

1.3.1 Eficiencia

Se define como la capacidad de disponer de alguien o de algo para conseguir un objetivo determinado con el mínimo de recursos posibles viable.

1.3.2 Proceso

Un proceso es un conjunto de actividades o eventos (coordinados u organizados) que se realizan o suceden (alternativa o simultáneamente) bajo ciertas circunstancias con un fin determinado.

1.3.3 Tratamiento

El término tratamiento hace referencia a la forma o los medios que se utilizan para llegar a la esencia de algo, bien porque ésta no se conozca o porque se encuentra alterada por otros elementos.

1.3.4 Agua residual

El término agua residual define un tipo de agua que está contaminada con sustancias fecales y orina, procedentes de desechos orgánicos humanos o animales.

1.3.5 Calidad

La calidad es una herramienta básica para una propiedad inherente de cualquier cosa que permite que esta sea comparada con cualquier otra de su misma especie.

1.3.6 Agua

El agua es una sustancia cuya molécula está formada por dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno. Es esencial para la supervivencia de todas las formas conocidas de vida.

1.3.7 Riego

El riego consiste en aportar agua al suelo para que los vegetales tengan el suministro que necesitan favoreciendo así su crecimiento.

1.3.8 Cultivo

El cultivo es la práctica de sembrar semillas en la tierra y realizar las labores necesarias para obtener frutos de las mismas.

1.3.9 Tratamiento de Agua Residuales

El tratamiento de aguas residuales consiste en una serie de procesos físicos, químicos y biológicos que tienen como fin eliminar los contaminantes físicos, químicos y biológicos presentes en el agua efluente del uso humano.

1.3.10 Riego de cultivos con aguas residuales

El riego consiste en el vertido de aguas residuales sobre una extensión de terreno donde se cultivan especies vegetales.

1.3.11 Calidad del agua Residual

La calidad del agua residual se determina comparando las características físicas y químicas de una muestra de agua con unas directrices de calidad del agua o estándares.

1.3.12 Desinfección

Se define como el proceso de destruir microorganismos patógenos mediante procesos físicos y químicos.

1.3.13 Tecnología Actualizada

La tecnología actualizada hace referencia a toda la tecnología que fue desarrollada en forma reciente y que se refiere a lo más avanzado que existe en un determinado momento.

1.3.14 Mantenimiento, Operación y monitoreo de la planta

Consiste en mantener en un adecuado estado los equipos, manipulándolos adecuadamente y supervisar las funciones que desempeñan dentro de los estándares permitidos para conseguir la calidad del producto.

1.3.15 Cultura en aspectos técnicos, sanitarios y legales

La cultura es el conjunto de símbolos que abarca las distintas formas y expresiones tanto técnicas, sanitarias y legales con respecto al tratamiento de aguas residuales.

1.3.16 Agente Patógeno

Es aquel elemento biológico o medio capaz de producir algún tipo de enfermedad o daño en el cuerpo de un animal, un ser humano o un vegetal, cuyas condiciones estén predispuestas a las ocasiones mencionadas.

1.3.17 Tratamiento de Aguas ICEAS

Es el tratamiento de aguas residuales por medio de Ciclos extendidos intermitentes a través de un sistema de aireación. Implica también el sistema de sedimentación y decantación ya que todo es un proceso conjunto de tratamiento Biológico.

1.3.18 Desinfección Ultravioleta

Es el proceso de Desinfección de aguas residuales el cual consiste en la destrucción de toda vida microbiana por medio de radiación ultravioleta generado por un banco de Lámparas incandescentes.

CAPITULO II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1 Situación Problemática.

Actualmente, la reutilización de las aguas residuales humanas es una necesidad en la mayor parte de los países del mundo, no sólo por la escasez de este recurso que se vuelve crítico en muchos países del Tercer Mundo de climas áridos y semi-áridos, sino también en países tropicales. La reutilización de las aguas residuales de uso humano y en particular con destino al riego, es una práctica extendida en muchos países, aunque su utilización más amplia se originó en países desarrollados, tales como el Reino Unido, U.S.A., Francia y Alemania en el siglo XIX al adoptarse el sistema de conducción para las aguas residuales. En el Perú la reutilización de aguas residuales tiene una necesidad crítica, las cuales tratadas biológicamente debido a que su suministro de agua extraída está disminuyendo y alrededor del 80 por ciento de ésta, está siendo utilizado para fines agrícolas. Como resultado, el país promulgó nuevas regulaciones en julio de 2008 para la reutilización de aguas residuales, incluyendo los efluentes que se usan para el cuidado de los animales y los cultivos. Asimismo, se han logrado grandes avances en el tratamiento de aguas residuales. Actualmente, de acuerdo al volumen de vertimiento anual registrado en el Programa de Adecuación de Vertimientos y Reúso de Aguas Residuales – PAVER ⁽¹⁰⁾ que existe en la Autoridad Nacional del Agua (ANA),

¹⁰ Programa de Adecuación y Vertimientos y Reúso de Agua Residuales

alrededor de 54 m³/s de agua residual sin tratamiento, es entregado a fuentes superficiales y aproximadamente 50 000 hectáreas ⁽¹¹⁾ de tierras agrícolas son regadas con aguas residuales. Sin embargo, quedan muchos retos en el sector, tal como la mala calidad del agua destinada al riego de cultivos proveniente de las aguas residuales en varios lugares del Perú, todo esto debido a un inadecuado proceso de tratamiento de las aguas servidas. Uno de estos casos se da en la Región Puno en el cual la calidad de agua destinada al riego de cultivos no es buena debido a que se está utilizando inadecuados procesos de tratamiento de aguas residuales en varias Localidades de la Región. El tipo de proceso de tratamiento que aplican es el no planificado (anticuado y simple) solo con poza de sedimentación de tratamiento primario, desarenado, separación, filtración de sólidos y Oxidación, la cual se demuestra que hace falta implementar un moderno sistema de proceso de tratamiento de aguas residuales. El no contar con tecnología apropiada para el proceso de tratamiento de aguas residuales la cual cumpla los estándares de calidad permitidos se debe más que todo a la falta de no contar con técnicas adecuadas de desinfección; no aplicar un moderno proceso de tratamiento de aguas residuales se debe a la Insuficiente cobertura de servicios y Tarifas que no permiten cubrir los costos de inversión, operación y mantenimiento de los servicios de tratamiento. Anteriormente en la Localidad de Yunguyo antes de Desarrollar el Proyecto de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales, se vertía parte del desagüe al Lago Titicaca generando un foco infeccioso en la

¹¹ Portal Agrario. Peru 2012

Bahía de la Localidad y otra parte se vertía hacia áreas de cultivo. Como resultado de esta observación existía una gran debilidad institucional y financiera, falta de cultura en aspectos técnicos, sanitarios y legales por parte de las autoridades y organismos vinculados al tema en la que afecta más que todo a la salud de la población y el medio ambiente, en la que aplicando este sistema ambiguo de tratamiento de aguas crudas, el cual es un propagador de enfermedades ya que todo el fluido al final del proceso se destina al riego de cultivos, o fuentes de agua contaminando los alimentos con altas concentraciones de bacterias, virus y parásitos creándose un grave problema de salud pública. Entre las principales enfermedades que se propagan por este mal manejo de las aguas residuales están las diarreas (bacterianas y víricas), la tifoidea y la paratifoidea, el cólera, la hepatitis infecciosa, la amibiasis, giardiasis, etc. Como es muy difícil detectar y cuantificar a todos los patógenos causantes de estas enfermedades y muchas autoridades de salud pública utilizan como organismo indicador de la contaminación por patógenos a los coliformes fecales (NMP CF/100 ml) ⁽¹²⁾.

2.2 Formulación del Problema

¿Cuán eficiente es el proceso de tratamiento de Aguas Residuales y su relación con calidad del agua destinada al riego de cultivos en el distrito de Yunguyo – Puno en el año 2013?

¹² Número más Probable en pies cúbicos por cada 100 ml de Agua.

2.3 Objetivos

2.3.1 Objetivo General

Analizar la Eficiencia en el proceso de tratamiento de aguas residuales con técnicas de desinfección las cuales intervienen en la calidad del agua destinada a riego de cultivos en el distrito de Yunguyo – Puno en el año 2013.

2.3.2 Objetivos específicos

- a. Evaluar la influencia de la tecnología actualizada para la aplicación de técnicas de desinfección que cumpla los estándares de calidad permitidos en el proceso de tratamiento de aguas residuales en el Distrito de Yunguyo - Puno en el año 2013

- b. Determinar la influencia de una cultura en aspectos técnicos, sanitarios y legales para la aplicación de un adecuado mantenimiento, operación y monitoreo de la planta de tratamiento de aguas residuales en el Distrito de Yunguyo - Puno en el año 2013.

2.4 Justificación e Importancia

Las razones por las que se llevó a cabo el presente estudio son las siguientes: Antes de desarrollar el Proyecto de la PTAR ⁽¹³⁾ en Yunguyo, la mala calidad del agua destinada al riego de cultivos fue un problema sanitario que repercutió contra la salud de las personas y Medio Ambiente, el cual aumento cada vez más y mereció ser investigado en tanto ocurre el crecimiento de verter aguas residuales a zonas de cultivos dentro del distrito de Yunguyo. La mala calidad del agua destinada al riego de cultivos por la magnitud del problema y los costos sociales que va dejando en la provincia, no sólo involucra a la población; si no, a todas las fuerzas vivas de la colectividad. Además, se justifica porque tiene una serie de costos económicos y sociales que dañan el desarrollo del medio ambiente, de manera irreversible.

Es importante recalcar que el presente estudio tendrá repercusión en la implementación de un modelo adecuado para el proceso de tratamiento de aguas residuales dentro de la provincia. La investigación es de importancia para la elaboración de una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales, la cual contribuirá a la elaboración de procesos adecuados de desinfección para disminuir y/o controlar el problema, buscando un impacto positivo en la comunidad, es importante para poder intervenir a nivel local, informar referente a aspectos relevantes del tema estudiado y sensibilizar a las autoridades Locales a tomar medidas correctivas inmediatas.

¹³ Planta de Tratamiento de Aguas Residuales

El conocimiento de las razones del incremento del riego de cultivos con aguas residuales servirá para reforzar áreas susceptibles y afianzar en el aspecto preventivo promocional con la finalidad de ir logrando cambios en los procesos de tratamiento de aguas residuales frente a la mala calidad del agua destinada al riego de cultivos y así mejorar la calidad de vida de la población y Medio Ambiente e ir reduciendo la transmisión y propagación de enfermedades.

2.5 Hipótesis

2.5.1 Hipótesis General

La eficiencia en el proceso de tratamiento de las aguas residuales está relacionada con las técnicas de desinfección que intervienen en la calidad del agua destinada al riego de cultivos en el distrito de Yunguyo – Puno en el año 2013.

2.5.2 Hipótesis Específicas

Ho1: La no evaluación de la influencia de la tecnología actualizada para la aplicación de técnicas de desinfección que cumpla los estándares de calidad permitidos en el proceso de tratamiento de aguas residuales en el Distrito de Yunguyo - Puno en el año 2013.

Ha1: La evaluación de la influencia de la tecnología actualizada para la aplicación de técnicas de desinfección que cumpla los estándares de calidad permitidos en el proceso de tratamiento de aguas residuales en el Distrito de Yunguyo - Puno en el año 2013.

Ho2: La no determinación de la influencia de una cultura en aspectos técnicos, sanitarios y legales para la aplicación de un adecuado mantenimiento, operación y monitoreo de la planta de tratamiento de aguas residuales en el Distrito de Yunguyo - Puno en el año 2013.

Ha2: La determinación de la influencia de una cultura en aspectos técnicos, sanitarios y legales para la aplicación de un adecuado mantenimiento, operación y monitoreo de la planta de tratamiento de aguas residuales en el Distrito de Yunguyo - Puno en el año 2013.

2.6 Variables

Las variables consideradas en la presente investigación son:

2.6.1 Variable Independiente: Eficiencia en el proceso de tratamiento de aguas residuales.

2.6.2 Variable Dependiente: Calidad del agua destinada al riego de cultivos en el distrito de Yunguyo – Puno en el año 2013.

2.6.3 Operacionalización de Variables

VARIABLE	CONCEPTO	INDICADOR	INSTRUMENTO
Eficiencia en el proceso de tratamiento de aguas residuales	Es aquel sistema de pasos e instrucciones con los que se puede garantizar un adecuado proceso de tratamiento de aguas residuales.	<ul style="list-style-type: none"> - Aplica adecuados procesos de tratamiento y desinfección para el procesamiento de las aguas servidas. - Capacitación permanente a los operadores. 	<ul style="list-style-type: none"> - Equipos de tratamiento primario, secundario y desinfección. - Capacitación
Calidad del agua procesada	Conjunto de propiedades inherentes a las características del agua procesada.	<ul style="list-style-type: none"> - Presencia mínima de sólidos suspendidos Totales, DBO y Coliformes Fecales debido a la eficiencia en los procesos de tratamiento y de desinfección. 	<ul style="list-style-type: none"> - Sensores de DBO, TSS y Pruebas de laboratorio.

CAPITULO III. DE LA METODOLOGÍA

3.1 Tipo, Nivel y Diseño de Investigación

El presente trabajo de investigación es de tipo Cuanti-Cualitativo porque mide parámetros y valores del tratamiento de las aguas, las que vincula con las características de las variables en la Eficiencia del proceso de tratamiento y la calidad del agua tratada en el tema investigado. Nivel de estudio: Descriptivo porque indaga las características de las variables, Aplicativo porque el propósito de este estudio está dirigido a identificar y describir las características de los procesos de tratamiento de agua residual. Diseño No Experimental de corte transversal porque se recopilieron los datos tal y como ocurren, sin intervenir en su desarrollo, en cuanto a la dimensión temporal es de corte transversal porque los datos se recolectaron en un determinado momento haciendo un corte en el tiempo, mediante la aplicación de muestras de aguas residuales y su posterior análisis en el laboratorio. Para tal fin, el esquema de trabajo contuvo los siguientes momentos:

- Establecimiento de las variables a investigar.
- Identificación de las categorías de análisis.
- Recopilación de datos.
- Análisis e interpretación descriptiva

3.2 Población y muestra

Población

La población para fines de estudio estuvo constituida por los trabajadores de la Empresa Municipal Agua Potable y Alcantarillado de Yunguyo – EMAPAY.

Muestra

La muestra estuvo conformada por los trabajadores encargados de la operación, mantenimiento y monitoreo de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales – PTAR Yunguyo, los cuales realizaron las muestras tomadas de las aguas residuales tanto al ingreso como a la salida de la planta, en la que posteriormente fueron llevados a un laboratorio certificado por INDECOPI para el análisis respectivo. Una vez que se determinó los parámetros de las muestras, los resultados fueron óptimos cumpliendo con los estándares de Calidad del agua.

CAPITULO IV. DE LOS INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

4.1 Técnicas de recolección de información

Se utilizaron como técnicas los procedimientos de la operación y proceso de la planta, así como el recojo de muestra del agua residual antes y después del proceso.

4.2 Instrumentos de recolección de información

Para la recolección de información se recurrió a la Empresa Municipal de Agua y Alcantarillado de Yunguyo (EMAPAY), en la cual posteriormente se tomó unas muestras de aguas residuales de la PTAR – Yunguyo en recipientes entregados por el laboratorio certificado por INDECOPI para el análisis de las muestras, de las que se evaluaron los parámetros de DBO (Demanda Bioquímica de Oxígeno), TSS (Sólidos Suspendidos Totales), Coliformes Fecales y Totales, las cuales fueron analizadas para verificar su concentración bacteriológica. Todos los sujetos de estudio fueron informados acerca del propósito principal de la investigación, obteniéndose el consentimiento informado para participar en el estudio, para ello se solicitó la colaboración de los trabajadores de la PTAR – Yunguyo.

4.3 Técnicas de análisis e interpretación de datos

La información fue procesada en Microsoft Office 2010, utilizando los programas de Word, Excel, donde se elaboraron cuadros y tablas de resultados.

CAPITULO V. CONTRASTACION DE HIPÓTESIS

En cuanto a la hipótesis 1:

Ho1: La no evaluación de la influencia de la tecnología actualizada para la aplicación de técnicas de desinfección que cumpla los estándares de calidad permitidos en el proceso de tratamiento de aguas residuales en el Distrito de Yunguyo - Puno en el año 2013.

Ha1: La evaluación de la influencia de la tecnología actualizada para la aplicación de técnicas de desinfección que cumpla los estándares de calidad permitidos en el proceso de tratamiento de aguas residuales en el Distrito de Yunguyo - Puno en el año 2013.

Se realizo la siguiente contrastación de hipótesis con los siguientes datos mediante la prueba del T de Student para muestras relacionadas (pareadas) tomando en cuenta el parámetro de la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) de las muestras de agua tomadas tanto al ingreso como a la salida de la planta (Ver datos en tabla N° 1) ya que la influencia de la tecnología actualizada para la aplicación de técnicas de desinfección cumple los estándares de calidad permitidos en el proceso de tratamiento de aguas residuales.

Tabla N° 1: Medición de muestras de DBO (mg/l)

Muestra	Antes (Ingreso)	Después (Salida)
1	330	4
2	320	5
3	340	6
4	310	3

Fuente: Datos del investigador

Nivel de significancia

$$\alpha = 0.05$$

Estadístico de prueba

La prueba aplicada es:

$$t = \frac{\bar{d}}{s_d/\sqrt{n}}$$

Resultado obtenido:

- $t = 53.85$
- $p = 0.000014$

Regla de decisión

- Si $p \leq 0.05 \rightarrow$ se rechaza H_0
- Si $p > 0.05 \rightarrow$ no se rechaza H_0

Como:

$$0.000014 < 0.05$$

se rechaza la hipótesis nula.

Decisión y Conclusión

De acuerdo a las hipótesis para la aplicación de tecnología actualizada, entonces se rechaza la H_0 ; en tanto se demuestra que existen factores asociados a la aplicación de tecnología actualizada para las técnicas de desinfección que cumpla los estándares de calidad permitidos en el proceso de tratamiento de aguas residuales la cual influye significativamente en la calidad del agua destinada al riego de cultivos en el Distrito de Yunguyo, entre lo que destacan son los siguientes:

- Automatización completa de la Planta de Tratamiento
- Equipos sofisticados y actualizados.
- Desinfección a través de Rayos Ultravioleta (Tratamiento Terciario)

Cabe precisar que La prueba t de Student para muestras relacionadas evidenció diferencias estadísticamente significativas entre la DBO al ingreso y la DBO a la salida del sistema de tratamiento de aguas residuales en el distrito de Yunguyo durante el año 2013 ($p < 0.05$). Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna, concluyéndose que la tecnología actualizada aplicada en las técnicas de desinfección influye significativamente en el cumplimiento de los estándares de calidad del tratamiento de aguas residuales. Cabe resaltar que La DBO promedio disminuyó aproximadamente de 325 mg/L a 4.5 mg/L lo que representa una reducción altamente eficiente del contaminante orgánico.

Respecto a la hipótesis 2:

Ho2: La no determinación de la influencia de una cultura en aspectos técnicos, sanitarios y legales para la aplicación de un adecuado mantenimiento, operación y monitoreo de la planta de tratamiento de aguas residuales en el Distrito de Yunguyo - Puno en el año 2013.

Ha2: La determinación de la influencia de una cultura en aspectos técnicos, sanitarios y legales para la aplicación de un adecuado mantenimiento, operación y monitoreo de la planta de tratamiento de aguas residuales en el Distrito de Yunguyo - Puno en el año 2013.

Se realizó la siguiente contrastación de hipótesis con los siguientes datos mediante la prueba del T de Student para muestras relacionadas (pareadas) tomando en cuenta el parámetro de Sólidos Suspendidos Totales (SST) de las muestras de agua tomadas tanto al ingreso como a la salida de la planta (Ver datos en tabla N° 2) ya que la influencia de una cultura en aspectos técnicos, sanitarios y legales para la aplicación de un adecuado mantenimiento, operación y monitoreo de la planta de tratamiento de aguas residuales influye en un adecuado proceso de tratamiento.

Tabla N° 2: Medición de muestras de SST (mg/l)

Muestra	SST Antes	SST Después
1	300	2
2	295	3
3	310	2
4	305	1

Fuente: Datos del investigador

Nivel de significancia

$$\alpha = 0.05$$

Estadístico de prueba

La prueba aplicada fue:

$$t = \frac{\bar{d}}{s_d/\sqrt{n}}$$

Resultados obtenidos:

- Promedio SST antes: 302.5 mg/L
- Promedio SST después: 2.0 mg/L
- Estadístico t: $t = 93.09$
- Valor p: $p < 0.00001$

Decisión estadística

Regla:

- Si $p \leq 0.05 \rightarrow$ se rechaza H_0

- Si $p > 0.05 \rightarrow$ no se rechaza H_0

Como:

$$p < 0.05$$

se rechaza la hipótesis nula.

Decisión y Conclusión

De acuerdo a las hipótesis para la aplicación de una cultura en aspectos técnicos, sanitarios y legales, entonces se rechaza la H_0 ; en tanto se demuestra que existen factores asociados a la aplicación de una cultura en aspectos técnicos, sanitarios y legales para un adecuado mantenimiento, operación y monitoreo de la planta de tratamiento de aguas residuales, las cuales intervienen en la calidad del agua destinada al riego de cultivos en el Distrito de Yunguyo entre lo que destaca lo siguiente:

- Implementación de una Planta de Tratamiento con equipamiento sofisticado, el cual garantiza una eficiencia óptima en el tratamiento de las aguas servidas.
- El agua tratada cumple los límites máximos permisibles para el riego de cultivos, según el Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM.
- Capacitación constantemente a los operadores de la Planta para efectuar una adecuada operación y monitoreo de la PTAR.
- Cumplimiento de los cronogramas de Mantenimiento de los equipos de la planta para asegurar el buen desempeño y prolongar la vida útil de estos, evitando sobrecostos y desbalances en la Producción de la Planta.

Cabe precisar que la prueba t de Student para muestras relacionadas evidenció diferencias estadísticamente significativas entre los valores de SST al ingreso y a la salida de la planta de tratamiento de aguas residuales del distrito de Yunguyo durante el año 2013 ($p < 0.05$). En consecuencia, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna, concluyéndose que las técnicas adecuadas de mantenimiento, operación y monitoreo influyen significativamente en la reducción de los Sólidos Suspendidos Totales.

Cabe resaltar que los SST promedio disminuyó aproximadamente de 302.5 mg/L → 2.0 mg/L lo que representa una reducción altamente eficiente en la remoción de SST.

Decisión y Conclusión General

De acuerdo con los resultados obtenidos mediante la prueba t de Student para muestras relacionadas, y considerando que en ambas contrastaciones el valor de significancia fue menor al nivel de significancia establecido ($p < 0.05$), se rechazan las hipótesis nulas y se aceptan las hipótesis alternas. En función de los resultados estadísticos obtenidos mediante la aplicación de la prueba t de Student para muestras relacionadas, se concluye que existe evidencia estadísticamente significativa para afirmar que la implementación de tecnología actualizada y la adecuada gestión técnica, sanitaria y legal del sistema de tratamiento influyen favorablemente en la eficiencia de la planta de tratamiento de aguas residuales del distrito de Yunguyo en el año 2013.

Los análisis efectuados evidenciaron reducciones significativas en los valores de DBO y SST entre el ingreso y la salida del sistema, permitiendo el

cumplimiento de los estándares de calidad ambiental establecidos para aguas residuales tratadas.

Tomando en cuenta las decisiones y conclusiones obtenidas con las hipótesis específicas entonces podemos confirmar la existencia de un conjunto de factores asociados los cuales influyen significativamente en la calidad del agua destinada al riego de cultivos en el Distrito de Yunguyo.

CAPITULO VI. PRESENTACIÓN, INTERPRETACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

6.1 Presentación e interpretación de resultados

El Caudal de las aguas servidas emitidas por toda la población de Yunguyo hacia la planta de tratamiento de aguas residuales de la localidad al año 2013 fue de 2400 m³/día, por lo que esta planta trata aprox. 27.7 l/s de agua residual, de los que se tomó varias muestras representativas de estas aguas para el análisis de parámetros de las aguas residuales, las cuales fueron consideradas para el presente estudio, con la finalidad de determinar la frecuencia y las características de la calidad del agua destinada al riego de cultivos en la Distrito de Yunguyo.

Para el procesamiento de datos se empleó tablas con información asociada a la PTAR y Cuadros con las especificaciones Técnicas de los Equipos y la función específica de cada uno, los cuales repercuten en el Proceso y la Eficiencia del Tratamiento de las Aguas Servidas.

6.1.1 Factores Asociados

Tabla N° 3

Distribución de conexiones de alcantarillado

Localidad	Conexiones Activas	Conexiones Inactivas	Conexiones Totales
Yunguyo	2,567	888	3,455
Total EPS	2,567	888	3,455

Fuente: Base Comercial EPS EMAPA-Y

Elaboración: SUNASS

En la Tabla N° 3 observamos el número de Conexiones de alcantarillado activas e inactivas y la suma total de ambos del Distrito de Yunguyo.

Tabla N° 4

Proyección de Conexiones Totales de Alcantarillado

Localidad	Tipo	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Yunguyo	Activas	2,567	2,609	2,652	2,695	2,740	2,785
	Inactivas	888	903	919	934	950	967
	Total	3,455	3,512	3,570	3,630	3,690	3,751

Fuente: EMAPA-Y S.R.L.

Elaboración: SUNASS

En la Tabla N° 4 apreciamos el número de Conexiones de alcantarillado con proyección a aumenta en los Próximos cinco años a partir del año 2013 en adelante tanto en conexiones activas como inactivas del Distrito de Yunguyo.

Tabla N° 5**Indicadores Operativos**

Tipo de Servicio	Indicador	Und.	EPS EMAPA -YUNGUYO
Servicio de Alcantarillado	Conexiones de Alcantarillado (*)	#	3,455
	Cobertura de Alcantarillado (**)	%	67.9
	Tratamiento Aguas Residuales (***)	lps	27.7

Elaboración: SUNASS

1/ Censo INEI.

(*) Base Comercial de EMAPA -Y

(**) DATA GSF A OCT 2012

(***) Informe N° 265-2012-SUNASS-120-F (14/09/2012)

En la Tabla N° 5 observamos los indicadores operativos tanto el número de conexiones de alcantarillado, el porcentaje de cobertura de este servicio en la población y el número de litros por segundos tratados por la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Yunguyo, en base a una elaboración efectuada por la Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento.

Tabla 6

Parámetros Máximos Permisibles Agua Residual para riego de Vegetales.

PARAMETRO DE AGUA RESIDUAL PARA RIEGO DE VEGETALES		
PARAMETROS	Unidad	Valor
BIOLOGICOS		
Coliformes Totales	NMP/100ml	5000
Coliformes Fecales	NMP/100ml	100
FISICOQUIMICOS		
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)	mg/l	< 15
Solidos Suspendidos Totales (SST)	mg/l	<= 25

Parámetros Máximos Permisibles Agua Residual
Categoría 3: riego de vegetales y bebidas de animales
Según Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM

En la Tabla N° 6 observamos los Parámetros Máximos Permisibles para riego de vegetales con agua residual tratada, en el cual se detalla los parámetros Biológicos como los coliformes totales y Fecales y los Físicoquímicos como el DBO y SST. Estos datos son según el Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM.

6.1.2 Descripción y Especificaciones Técnicas de los Equipos instalados.

Especificación Técnica N° 1:

Descripción: Medidor de Caudal Canal de ingreso Parshall		
Especificaciones	Display	SENSOR
Tipo de equipo	LECTOR DE SEÑAL	SENSOR
Marca	GLI Internacional	HACH
Modelo	U53	SC200
Serie	1106530264	
Precisión	0.5% del Rango.	
Display	LCD 240x160 pixeles con matriz de puntos grafica retro iluminada	
Salida Analógica	Doble de 4 a 20mA con corriente aislada	
Relees de Control	4 relays SPDT, clasificado para 5 amp a 230 VAC	
Energía	115/230 VAC, 50/60 Hz.	
Condiciones de Operación	4 a 140°F (-20 a 60°C)	
Grado de Protección	NEMA 4X	
Comunicación	MMODBUS 232/485 Profibus DP V1.0	
Entradas del sensor		2 análogas digitales y/o con tarjeta de sensor
Rango		0.82 a 19.68 pie
Resolución		+/- 0.04"
Construcción		Cuerpo Plástico NEMA.
Condición	Operativo	Operativo

Según la Especificación Técnica N°1, el Medidor de Caudal Canal de ingreso Parshall ha sido seleccionado e instalado para registrar el caudal de ingreso total de desagüe a la planta, antes de pasar por el tratamiento Primario, el cual registra datos de caudal a cada minuto.

Especificación Técnica N° 2:

Descripción: Tamiz de Equipo Compacto	
Especificaciones	MOTORREDUCTOR
Tipo de equipo	MOTOR ELECTRICO
Marca	SEW EURODRIVE
Modelo	FAF77DRE100L4
Serie	95.1717209801.0001.11
Potencia	2.2KW.
Amp. Nominal	8.6 A.
Vol. Nominal	250V./480V.
Fases	3~
Frecuencia	60 Hz.
Conexión	Y - D
Factor de Servicio	1.0
RPM	1750 / 11
Polos	4
Eficiencia Nominal	87.5%
Aislamiento	F
Temperatura	40°C
Peso	94.70
IP	55
Cos Ø	0.77
Condición	Operativo

Según la Especificación Técnica N°2, el Tamiz de Equipo Compacto ha sido seleccionado e instalado para realizar la separación de los sólidos del componente líquido. Este equipo está ubicado en la zona de Pre-tratamiento de Planta.

Especificación Técnica N°3:

Descripción: Desarenador y clasificador vertical de arenas N° 1 de equipo compacto.	
Especificaciones	MOTORREDUCTOR
Tipo de equipo	MOTOR ELECTRICO
Marca	SEW EURODRIVE
Modelo	FAF47R17DRS71S4
Serie	95.1717209802.0002.11
Potencia	0.37 KW.
Amp. Nominal	1.83
Vol. Nominal	250V./480V.
Fases	3~
Frecuencia	60 Hz.
Conexión	Y - D
Factor de Servicio	1.0
RPM	1700 / 3.6
Polos	4
Eficiencia Nominal	68%
Aislamiento	F
Temperatura	40°C
Peso	30.64
IP	55
Cos Ø	0.70
Condición	Operativo

Según la Especificación Técnica N°3, el Desarenador y clasificador vertical de arenas N° 1 de equipo compacto ha sido seleccionado e instalado para separar las arenas del Fluido en el Tratamiento Primario.

Especificación Técnica N° 4:

Descripción: Desarenador y clasificador vertical de arenas N° 2 de equipo compacto	
Especificaciones	MOTORREDUCTOR
Tipo de equipo	MOTOR ELECTRICO
Marca	SEW EURODRIVE
Modelo	FAF47R17DRS71S4
Serie	95.1717209802.0002.11
Potencia	0.37 KW.
Amp. Nominal	1.83
Vol. Nominal	250V./480V.
Fases	3~
Frecuencia	60 Hz.
Conexión	Y - D
Factor de Servicio	1.0
RPM	1700 / 3.6
Polos	4
Eficiencia Nominal	68%
Aislamiento	F
Temperatura	40°C
Peso	30.64
IP	55
Cos Ø	0.70
Condición	Operativo

Según la Especificación Técnica N°4, el Desarenador y clasificador vertical de arenas N° 2 de equipo compacto ha sido seleccionado e instalado para separar las arenas del Fluido en el Tratamiento Primario.

Especificación Técnica N° 5:

Descripción: Paleta de Grasas de Equipo Compacto	
Especificaciones	MOTORREDUCTOR
Tipo de equipo	MOTOR ELECTRICO
Marca	SEW EURODRIVE
Modelo	FAF47R17DR63M4
Serie	95.1717209803.0001.11
Potencia	0.18 KW
Amp. Nominal	0.87 A.
Vol. Nominal	240V./460V.
Fases	3~
Frecuencia	60 Hz.
Conexión	Y - D
Factor de Servicio	1.0
RPM	1320/2.1 / 1620/2.6
Polos	4
Eficiencia Nominal	72%
Aislamiento	F
Temperatura	20°C
Peso	29.45
IP	55
Cos Ø	0.78
Condición	Operativo

Según la Especificación Técnica N°5, la Paleta de Grasas de Equipo Compacto ha sido seleccionado e instalado para separar las grasas y natas que quedan en la parte superior del fluido. Este equipo se ubica en la zona de tratamiento Primario.

Especificación Técnica N° 6:

Descripción: Soplador de Equipo Compacto	
Especificaciones	SOPLADOR
Tipo de equipo	SOPLADOR
Marca	GRIÑO ROTAMIK
Modelo	WPB120(63)
Serie	11/8691
Potencia	1.8 KW.
Amp. Nominal	9.65 A.
Vol. Nominal	220V./380V.
Fases	3~
Frecuencia	60 Hz.
Conexión	Y - D
Factor de Servicio	1.0
RPM	3600
Polos	2
Eficiencia Nominal	70%
Aislamiento	F
Temperatura	+20°C
Caudal	35 m3 / h
IP	55
Cos Ø	0.70
Presión en vacío	600 mbar
Condición	Operativo

Según la Especificación Técnica N°6, el Soplador de Equipo Compacto Equipo Compacto, ha sido seleccionado e instalado para generar presión y evacuar los sólidos retenidos en el tratamiento primario, los cuales son evacuados en una tolva.

Especificación Técnica N° 7:

Descripción: Soplador de Tanque Iceas N°1			
Especificaciones	SOPLADOR	Motor	Reductor
Tipo de equipo	SOPLADOR	Motor	Transmisión por Fajas
Marca	TUTHILL	TECO WESTINGHOUSE	
Modelo	6024-46L2	AEHH-8NUW1	
Serie	2616201107.00	HT9088074001	
Caudal	1574 m3/h		
Presión	58.99 Kpag		
Potencia		150 HP	
Amp. Nominal		175 AMP.	
Vol. Nominal		460 V.	
Fases		3~	
Frecuencia		60 Hz.	
A.T.		4000 m.s.n.m.	
Conexión		Y - D	
Torque (LB - FT)		446 - 441	
Polos		4	
Factor de Servicio		1.15	
RPM Nominal		1783	
Eficiencia Nominal		95.8	
Aislamiento		F	
Temperatura		40°C	
Peso		1804 Lbs.	
IP		55	
Cos Ø		0.84	
Condición	Operativo	Operativo	Operativo

Según la Especificación Técnica N°7, el Soplador del tanque Iceas N°1 ha sido seleccionado e instalado para generar presión de aire y poder llevar este mismo a los difusores de burbuja fina ubicados en el Tanque de aireación para poder oxigenar el agua residual. Este equipo pertenece al tratamiento secundario del Proceso.

Especificación Técnica N° 8:

Descripción: Soplador de Tanque Iceas N°2			
Especificaciones	SOPLADOR	Motor	Reductor
Tipo de Equipo	SOPLADOR	Motor	Transmisión por Fajas
Marca	TUTHILL	TECO WESTINGHOUSE	
Modelo	6024-46L2	AEHH-8NUW1	
Serie	2616191107.00	FT 9086075001	
Caudal	1574 m3/h		
Presión	58.99 Kpag		
Potencia		150 HP	
Amp. Nominal		175 AMP.	
Vol. Nominal		460 V.	
Fases		3~	
Frecuencia		60 Hz.	
A.T.		4000 m.s.n.m.	
Conexión		Y - D	
Torque (LB - FT)		446 - 441	
Polos		4	
Factor de Servicio		1.15	
RPM Nominal		1783	
Eficiencia Nominal		95.8	
Aislamiento		F	
Temperatura		40°C	
Peso		1804 Lbs.	
IP		55	
Cos Ø		0.84	
Condición	Operativo	Operativo	Operativo

Según la Especificación Técnica N°8, el Soplador del tanque Iceas N°2 ha sido seleccionado e instalado para generar presión de aire y poder llevar este mismo a los difusores de burbuja fina ubicados en el Tanque de aireación para poder oxigenar el agua residual. Este equipo pertenece al tratamiento secundario del Proceso.

Especificación Técnica N° 9:

Descripción: Válvula de Control de Aire N°1 para Tanque Iceas		
Especificaciones	MOTOR ELECTRICO	CONTROLADOR
Tipo de equipo	MOTOR ELECTRICO	CONTROLADOR
Marca	AUMA ACTUATORS	AUMA
Modelo	AD0063-2/45	AMO1.1
Serie	4910MM77089	A1109570601
Potencia	0.25 HP	
Amp. Nominal	0.7 A.	
Vol. Nominal	440V.	24 V.D.C.
Fases	3~	
Frecuencia	60 Hz.	
Conexión	Y - D	
Factor de Servicio	1.0	
RPM	3360	
Polos	2	
Eficiencia Nominal	58%	
Aislamiento	F	
Temperatura	- 40 °F to 160°F	
IP	55	
Cos Ø	0.60	
Condición	Operativo	Operativo

Según la Especificación Técnica N°9, el Válvula de Control de Aire para el Tanque Iceas N°1, ha sido seleccionado e instalado para cerrar y aperturar el canal de aireación que dirige el aire hacia la zona de difusores, el cual es controlado por un PLC según parámetros, ya que función conjuntamente cuando el soplador N° 1 entra en operación.

Especificación Técnica N° 10:

Descripción: Válvula de Control de Aire N°2 para Tanque Iceas		
Especificaciones	MOTOR ELECTRICO	CONTROLADOR
Tipo de equipo	MOTOR ELECTRICO	CONTROLADOR
Marca	AUMA ACTUTORS	AUMA
Modelo	AD0063-2/45	AMO1.1
Serie	4910MM77058	A1109570601
Potencia	0.25 HP	
Amp. Nominal	0.7 A.	
Vol. Nominal	440V.	24 V.D.C.
Fases	3~	
Frecuencia	60 Hz.	
Conexión	Y - D	
Factor de Servicio	1.0	
RPM	3360	
Polos	2	
Eficiencia Nominal	58%	
Aislamiento	F	
Temperatura	- 40 °F to 160°F	
IP	55	
Cos Ø	0.60	
Condición	Operativo	Operativo

Según la Especificación Técnica N°10, el Válvula de Control de Aire para el Tanque Iceas N°2, ha sido seleccionado e instalado para cerrar y aperturar el canal de aireación que dirige el aire hacia la zona de difusores, el cual es controlado por un PLC según parámetros, ya que función conjuntamente cuando el soplador N° 2 entra en operación.

Especificación Técnica N° 11:

Descripción: Sensor de Oxígeno Disuelto para tanque Iceas N°1	
Especificaciones	SENSOR
Tipo de equipo	SENSOR
Marca	WTW
Modelo	FDO700IQ
Serie	1108530090
Rango de medición	0-60 mg/l
Saturación	0-600%
Concentración	1%
Señal de salida	digital
Potencia	0.2 watts
Caudal mínimo	0.05m/s
Máxima presión	10 bar
Condición	Operativo

Según la Especificación Técnica N°11, el Sensor de Oxígeno Disuelto para tanque Iceas N°1 ha sido seleccionado e instalado para medir y monitorear los Parámetros de Oxígeno disuelto (OD) dentro del tanque de aireación N° 1.

Especificación Técnica N° 12:

Descripción: Sensor de Oxígeno Disuelto para tanque Iceas N°2	
Especificaciones	SENSOR
Tipo de equipo	SENSOR
Marca	WTW
Modelo	FDO700IQ
Serie	1108530090
Rango de medición	0-60 mg/l
Saturación	0-600%
Concentración	1%
Señal de salida	digital
Potencia	0.2 watts
Caudal mínimo	0.05m/s
Máxima presión	10 bar
Condición	Operativo

Según la Especificación Técnica N°12, el Sensor de Oxígeno Disuelto para tanque Iceas N°2 ha sido seleccionado e instalado para medir y monitorear los Parámetros de Oxígeno disuelto (OD) dentro del tanque de aireación N° 2.

Especificación Técnica N° 13:

Descripción: Bomba N°1 de la Cámara Top		
Especificaciones	Bomba N°1	Motor
Tipo de equipo	BOMBA	MOTOR
Marca	FLYGT	FLYGT
Modelo	C 3057	
Serie	3057.181-1150956	
Caudal	7.1 lps	
ADT	12.5 m	
Eficiencia Hidraulica	42.50%	
Profundidad de Inmersión	max 20 mt.	
Potencia		3.8 HP
Amp. Nominal		5 AMP.
Vol. Nominal		220/380/440V
Fases		3~
Conexión		Y
Frecuencia		60 Hz.
RPM Nominal		3300
Polos		2
Eficiencia Nominal		81%
Aislamiento		F
Temperatura	40°C	
Peso	34 kg.	
IP	68	
Cos Ø		0.92
Condición	Operativo	Operativo

Según la Especificación Técnica N°13, la Bomba N°1 de la Cámara Top ha sido seleccionado e instalado para evacuar los rechazos de los lodos hacia la red de alcantarillado interior de la PTAR.

Especificación Técnica N° 14:

Descripción: Bomba N°2 de la Cámara Top		
Especificaciones	Bomba N°2	Motor
Tipo de equipo	BOMBA	MOTOR
Marca	FLYGT	FLYGT
Modelo	C 3057	
Serie	3057.181-1150958	
Caudal	7.1 lps	
ADT	12.5 m	
Eficiencia Hidraulica	42.50%	
Profundidad de Inmersión	max 20 mt.	
Potencia		3.8 HP
Amp. Nominal		5 AMP.
Vol. Nominal		220/380/440V.
Fases		3~
Conexión		Y
Frecuencia		60 Hz.
RPM Nominal		3300
Polos		2
Eficiencia Nominal		81%
Aislamiento		F
Temperatura	40°C	
Peso	34 kg.	
IP	68	
Cos Ø		0.92
Condición	Operativo	Operativo

Según la Especificación Técnica N°14, la Bomba N°2 de la Cámara Top ha sido seleccionado e instalado para evacuar los rechazos de los lodos hacia la red de alcantarillado interior de la PTAR.

Especificación Técnica N° 15:

Descripción: Soplador Digestor de Lodos N° 1			
Especificaciones	SOPLADOR	MOTOR	Reductor
Tipo de equipo	SOPLADOR	MOTOR	Transmisión por Fajas
Marca	TUTHILL	DELCROSA	
Modelo	4612-46L2	NVAR225S/M2	
Serie	2616171107	162389M1	
Caudal	1018 m3/hr		
Presión	52 Kpag		
Potencia		50 HP	
Amp. Nominal		57 AMP.	
Vol. Nominal		440 V.	
Fases		3~	
Frecuencia		60 Hz.	
A.T.		4000 M.S.N.M.	
Factor de Servicio		1.0	
Conexión		D	
Polos		2	
RPM Nominal		3550	
Eficiencia Nominal		91%	
Aislamiento		H	
Temperatura		20°C	
Peso		351 KG.	
IP		55	
Cos Ø		0.89	
Condición	Operativo	Operativo	Operativo

Según la Especificación Técnica N°15, el Soplador N° 1 para el Tanque Digestor de Lodos, ha sido seleccionado e instalado para airear los lodos evacuados de los Tanques Iceas.

Especificación Técnica N° 16:

Descripción: Soplador Digestor de Lodos N° 2			
Especificaciones	SOPLADOR	MOTOR	Reductor
Tipo de equipo	SOPLADOR	MOTOR	Transmisión por Fajas
Marca	TUTHILL	DELCROSA	
Modelo	4612-46L2	NVAR225S/M2	
Serie	2616181107	162389M2	
Caudal	1018 m3/hr		
Presión	52 Kpag		
Potencia		50 HP	
Amp. Nominal		57 AMP.	
Vol. Nominal		440 V.	
Fases		3~	
Frecuencia		60 Hz.	
A.T.		4000 M.S.N.M.	
Factor de Servicio		1.0	
Conexión		D	
Polos		2	
RPM Nominal		3550	
Eficiencia Nominal		91%	
Aislamiento		H	
Temperatura		20°C	
Peso		351 KG.	
IP		55	
Cos Ø		0.89	
Condición	Operativo	Operativo	Operativo

Según la Especificación Técnica N°16, el Soplador N° 2 para el Tanque Digestor de Lodos, ha sido seleccionado e instalado para airear los lodos evacuados de los Tanques Iceas.

Especificación Técnica N° 17:

Descripción: Sensor de Oxígeno Disuelto para Tanque Digestor	
Especificaciones	SENSOR
Tipo de equipo	SENSOR
Marca	WTW
Modelo	FDO700IQ
Serie	1108530090
Rango de medición	0-60 mg/l
Saturación	0-600%
Concentración	1%
Señal de salida	digital
Potencia	0.2 watts
Caudal mínimo	0.05m/s
Máxima presión	10 bar
Condición	Operativo

Según la Especificación Técnica N°17, el Sensor de Oxígeno Disuelto para el Tanque de Digestor, ha sido seleccionado e instalado para medir y monitorear los Parámetros de Oxígeno disuelto (OD) dentro del Tanque Digestor.

Especificación Técnica N° 18:

Descripción: Sensor de Solidos Suspendidos para Tanque Iceas N°1	
Especificaciones	SENSOR
Tipo de equipo	SENSOR
Marca	WTW
Modelo	VISO TURB N700 IQ
Serie	1040
Rango de medición	0.01....300g/l
Temperatura operación	-5 – 65°C
Protección	IP 68
Máxima presión	10 bar
Potencia	1.5 watts
Condición	Operativo

Según la Especificación Técnica N°18, el Sensor de Solidos Suspendidos para el Tanque Iceas N°1 ha sido seleccionado e instalado para medir y monitorear los Parámetros de Solidos Suspendidos Totales (TSS) del tanque Iceas N° 1.

Especificación Técnica N° 19:

Descripción: Sensor de Solidos Suspendidos para Tanque Iceas N°2	
Especificaciones	SENSOR
Tipo de equipo	SENSOR
Marca	WTW
Modelo	VISO TURB N700 IQ
Serie	1041
Rango de medición	0.01....300g/l
Temperatura operación	-5 – 65°C
Protección	IP 68
Máxima presión	10 bar
Potencia	1.5 watts
Condición	Operativo

Según la Especificación Técnica N°19, el Sensor de Solidos Suspendidos para el Tanque Iceas N°2 ha sido seleccionado e instalado para medir y monitorear los Parámetros de Solidos Suspendidos Totales (TSS) del tanque Iceas N° 2.

Especificación Técnica N° 20:

Descripción: sensor de solidos suspendidos para barredor de Lodos	
Especificaciones	SENSOR
Tipo de equipo	SENSOR
Marca	ROYCE TECHNOLOGIES
Modelo	73 P
Serie	1031
Rango de medición	0.01....300g/l
Temperatura operación	-5 – 65°C
Protección	IP 68
Máxima presión	10 bar
Potencia	1.5 watts
Condición	Operativo

Según la Especificación Técnica N° 20, el Sensor de Solidos Suspendidos para el Barredor de Lodos ha sido seleccionado e instalado para medir y monitorear los Parámetros de Solidos Suspendidos Totales (TSS) del Barredor de Lodos.

Especificación Técnica N° 21:

Descripción: Difusores de Burbuja Fina para Estanque Iceas N° 1 y N° 2	
Especificaciones	DIFUSOR
Tipo de equipo	DIFUSOR
Marca	SANITAIRE
Modelo	AFD- 350
Serie	D - 3915
Diámetro exterior	9"
Material de la membrana	EDPM
Material del difusor	PVC
Caudal de aire	3.5 SCFM
Diámetro de conexión	¾"
Eficiencia de transferencia de O2	24.90%
Condición	Operativo

Según la Especificación Técnica N° 21, los Difusores de Burbuja Fina para Estanque Iceas N°1 y N°2 han sido seleccionados e instalados para burbujear mediante un soplador de aire y producir la aireación adecuada para el tratamiento biológico.

Especificación Técnica N° 22:

Descripción: Transmisor de Nivel Hidrostático Piezorresistivo para Tanque Iceas N°1	
Especificaciones	SENSOR
Tipo de equipo	SENSOR
Marca	WIKA
Modelo	LS - 10
Serie	8054
Líquido de aplicación	Agua potable
Material	Anticorrosivo en contacto con el líquido
Presión de operación	100 mc.a
Sobrecarga máxima	1,6 veces su rango máximo
Precisión	Clase 0.2
Protección	IP 68
Tensión de entrada	24 VDC
Salida eléctrica	4 – 20 mA.
Comunicación	RS- 485 Profibus DP
Temperatura de Operación	- 20 a 85oC
Conexión eléctrica	Cable apantallado
Instalación	Vertical sobre el nivel
Altitud de trabajo	3500msnm
Condición	Operativo

Según la Especificación Técnica N° 22, el Transmisor de Nivel Hidrostático Piezorresistivo para Tanque Iceas N°1 ha sido seleccionado e instalado para medir y monitorear los niveles de arranque y parada del Equipo de Decantación del Tanque Iceas N°1.

Especificación Técnica N° 23:

Descripción: Transmisor de Nivel Hidrostático Piezorresistivo para Tanque Iceas N°2	
Especificaciones	SENSOR
Tipo de equipo	SENSOR
Marca	WIKA
Modelo	LS-10
Serie	8055
Líquido de aplicación	Agua potable
Material	Anticorrosivo en contacto con el líquido
Presión de operación	100 mc.a
Sobrecarga máxima	1,6 veces su rango máximo
Precisión	Clase 0.2
Protección	IP 68
Tensión de entrada	24 VDC
Salida eléctrica	4 – 20 mA.
Comunicación	RS- 485 Profibus DP
Temperatura de Operación	– 20 a 85oC
Conexión eléctrica	Cable apantallado
Instalación	Vertical sobre el nivel
Altitud de trabajo	3500msnm
Condición	Operativo

Según la Especificación Técnica N° 23, el Transmisor de Nivel Hidrostático Piezorresistivo para Tanque Iceas N°2 ha sido seleccionado e instalado para medir y monitorear los niveles de arranque y parada del Equipo de Decantación del Tanque Iceas N°2.

Especificación Técnica N° 24:

Descripción: Boya de Nivel de Tanque Iceas N°1	
Especificaciones	BOYA
Tipo de equipo	SENSOR
Marca	ECO - FLOAT
Modelo	GSE
Serie	SPST-1
Cable	18-2 or 18-3 sjo w/a 60C 41x34
Float Housing	polipropileno dim: 3.0d x4.25
Electrical Ratings	7A; 115 VAC; 3.5 A 230 VAC
Clamp	polipropileno (model GP)
External Weight	Lead, 300 series stainless steel (model GSE)
Temp. Limit	140° F
Condición	Operativo

Según la Especificación Técnica N° 24, la Bolla de Nivel del Tanque Iceas N°1 ha sido seleccionado e instalado para medir los niveles de arranque y parada de la Bomba sumergible para lodos del Tanque Iceas N°1.

Especificación Técnica N° 25:

Descripción: Boya de Nivel de Tanque Iceas N°2	
Especificaciones	BOYA
Tipo de Equipo	SENSOR
Marca	ECO - FLOAT
Modelo	GSE
Serie	SPST-2
Cable	18-2 or 18-3 sjo w/a 60C 41x34
Float Housing	polipropileno dim: 3.0d x4.25
Electrical Ratings	7A; 115 VAC; 3.5 A 230 VAC
Clamp	polipropileno (model GP)
External Weight	Lead, 300 series stainless steel (model GSE)
Temp. Limit	140°F
Condición	Operativo

Según la Especificación Técnica N° 25, la Bolla de Nivel del Tanque Iceas N°2 ha sido seleccionado e instalado para medir los niveles de arranque y parada de la Bomba sumergible para lodos del Tanque Iceas N°2.

Especificación Técnica N° 26:

Descripción: Bomba Sumergible de Estanque Iceas N°1		
Especificaciones	Bomba N°1	Motor
Tipo de equipo	BOMBA	MOTOR
Marca	FLYGT	FLYGT
Modelo	C 3057	
Serie	3057.181-1150959	
Caudal	7.1 lps	
ADT	12.5 m	
Eficiencia Hidraulica	42.50%	
Profundidad de Inmersión	max 20 mt.	
Potencia		3.8 HP
Amp. Nominal		5 AMP.
Vol. Nominal		220/380/440V
Fases		3~
Conexión		Y
Frecuencia		60 Hz.
RPM Nominal		3300
Polos		2
Eficiencia Nominal		81%
Aislamiento		F
Temperatura	40°C	
Peso	34 kg.	
IP	68	
Cos Ø		0.92
Condición	Operativo	Operativo

Según la Especificación Técnica N° 26, la Bomba Sumergible de tanque Iceas N°1 ha sido seleccionado e instalado para evacuar los lodos sedimentados durante el proceso de aireación del Tanque Iceas N°1.

Especificación Técnica N° 27:

Descripción: Bomba Sumergible de Estanque Iceas N°2		
Especificaciones	Bomba N°2	Motor
Tipo de equipo	BOMBA	MOTOR
Marca	FLYGT	FLYGT
Modelo	C 3057	
Serie	3057.181-1150957	
Caudal	7.1 lps	
ADT	12.5 m	
Eficiencia Hidraulica	42.50%	
Profundidad de Inmersión	max 20 mt.	
Potencia		3.8 HP
Amp. Nominal		5 AMP.
Vol. Nominal		220/380/440V
Fases		3~
Conexión		Y
Frecuencia		60 Hz.
RPM Nominal		3300
Polos		2
Eficiencia Nominal		81%
Aislamiento		F
Temperatura	40°C	
Peso	34 kg.	
IP	68	
Cos Ø		0.92
Condición	Operativo	Operativo

Según la Especificación Técnica N° 27, la Bomba Sumergible de tanque Iceas N°2 ha sido seleccionado e instalado para evacuar los lodos sedimentados durante el proceso de aireación del Tanque Iceas N°2.

Especificación Técnica N° 28:

Descripción: Actuador del Decantador de Tanque Iceas N° 1		
Especificaciones	ACTUADOR N°1	MOTOR ELECTRICO
Tipo de equipo	ACTUADOR	MOTORREDUCTOR
Marca	DUFF - NORTON	WASHGUARD
Modelo	M10010-1169B	C6T17NC297
Serie	KKWAZ00Z43ZBS	191205.00
Temperatura		40 °C.
Potencia		0.5 HP
Amp. Nominal		1.5-1.6 AMP. / 0.8 AMP.
Vol. Nominal		230V. / 460V.
Fases		3~
Conexión		Y - D
Frecuencia		60 Hz.
Polos		4
RPM Nominal		1740
Eficiencia Nominal		86%
Aislamiento		F
IP		55
Cos Ø		0.68
Condición	Operativo	Operativo

Según la Especificación Técnica N° 28, el Actuador del Decantador de Tanque Iceas N° 1 ha sido seleccionado e instalado para poner en marcha el equipo decantador según los niveles que mande los limit switches tanto de arranque y como de parada del Tanque Iceas N°1.

Especificación Técnica N° 29:

Descripción: Actuador del Decantador de Tanque Iceas N° 2		
Especificaciones	ACTUADOR N°2	MOTOR ELECTRICO
Tipo de equipo	ACTUADOR	MOTORREDUCTOR
Marca	DUFF - NORTON	WASHGUARD
Modelo	M10010-1169B	C6T17NC297
Serie	KKWAZ00Z43ZBS	191205.00
Temperatura		40 °C.
Potencia		0.5 HP
Amp. Nominal		0.8 AMP.
Vol. Nominal		230V. / 460V.
Fases		3~
Conexión		Y - D
Frecuencia		60 Hz.
Polos		4
RPM Nominal		1740
Eficiencia Nominal		86%
Aislamiento		F
IP		55
Cos Ø		0.68
Condición	Operativo	Operativo

Según la Especificación Técnica N° 29, el Actuador del Decantador del Tanque Iceas N° 2 ha sido seleccionado e instalado para poner en marcha el equipo decantador según los niveles que mande los limit switches tanto de arranque y como de parada del Tanque Iceas N°2.

Especificación Técnica N° 30:

Descripción: Tanque Espesador de Lodos		
Especificaciones	ESPESADOR DE LODOS	MOTOR
Tipo de equipo	ESPESADOR DE LODOS	MOTOR ELECTRICO
Marca	ESTRUAGUA	SEW EURODRIVE
Modelo	EP009	FAF77R37DR6384
Serie	5332061	95.1717209804.0001.11
Potencia		0.12 KW
Amp. Nominal		0.62 A. / 0.36 A.
Vol. Nominal		240V./460V.
Fases		3~
Frecuencia		60 Hz.
Conexión		Y - D
Factor de Servicio		1.0
RPM		1380/0.08 / 1680/0.1
Polos		4
Eficiencia Nominal		67%
Aislamiento		F
Temperatura		20°C
Peso		82.54
IP		55
Cos Ø		0.69
Tipo eje central	Tubo de acero con conexiones embridadas	

Diámetro interior del recinto	5000 mm	
Altura total del recinto	3500 mm	
Pendiente en zona cónica	10%	
Dist. nivel de agua a coronación muro	450 mm (+/-)	
Tipo de pasarela	Hormigón	
Campana deflectora diámetro	800 mm	
Campana deflectora altura	1000 mm	
Espesor	3 mm	
Brazos de barrido	Diametral soporta rasquetas	
Piquetas de espesamiento	Mínimo 50x50x5 mm	
Rascador de fondo	Disposición espina de pez	
Conjunto de guiado inferior	Exterior en el eje central	
Casquillo guía circular	Incluido fijado al conjunto	
Placa base apoyo inferior	Cuadrada espesor mínimo 10,00 mm	
Placa base apoyo motorreductor	Cuadrada espesor mínimo 10,00 mm	
Varillas de regulación	Cuatro unidades	
Aliviadero perimetral	Piezas de 2000x200 mm	
Espesor aliviadero	2 mm	
Eje central del Equipo	Acero Tratado	
Varillas de regulacion	Acero zincado	
Raquetas Barredoras	Acero carbono S275JR	
Gomas barredoras	EPDM	
Condición	Operativo	Operativo

Según la Especificación Técnica N° 30, el Tanque Espesador de Lodos ha sido seleccionado e instalado para concentrar (o espesar) el lodo sedimentado que es extraído desde el fondo de los estanques reactores biológicos con una concentración del orden de 0,85%.

El estanque ha sido diseñado para las necesidades de tratamiento establecidas. El lodo vuelve a sedimentar en esta unidad concentrándose en el fondo hasta concentraciones del orden de 2 %, para ser enviado a un estanque de almacenamiento. El sobrenadante sale por un vertedero perimetral y se evacua hacia la red de alcantarillado interior.

Especificación Técnica N° 31:

Descripción: Equipo de Desinfección Ultravioleta		
Especificaciones	SISTEMA DE DESINFECCION UV	SENSOR
Tipo de equipo	EQUIPO DE DESINFECCION UV	SENSOR UV
Marca	WEDECO	WEDECO
Modelo	TAK 55 Compact	TAK 55 - K
Serie		
Caudal	83.7 LPS	
UV transmitancia (min.)	60 % (1 cm)	
Dosis Minima UV (= design dose)	39 mJ/cm ²	
No. de canales	1	
No. de bancos por canal	3	
Tipo de lamparas	Alta intensidad, baja presión, salida variable Spektrotherm® HP	
Max. potencia consumida (UV lamps)	3.6 kW @ 100% de potencia	
Vida útil de Lámparas (garantía prorateada)	12,000 hrs (16,000 hrs esperada)	
Measuring Range		0-32.7 W/m ²
accuracy		3%
Selectivity		>99% at 254 nm
Linearity		1%
Stability / Ageing		non- ageing
Temperatura Sensivity		<0.1 % per 10°C
Water Temperature		max. 70°C at continuous operation
Ambiente Temperature		0°C - 70°C
Condición	Operativo	Operativo

Según la Especificación Técnica N° 31, el Equipo de Desinfección Ultravioleta ha sido seleccionado e instalado para desinfectar el agua tratada.

El equipo UV se encuentra expuesto ya que trabaja en contacto con el agua, y está constituido por lámparas que transmiten los rayos UV, sensor de nivel y un vertedero de salida para el agua desinfectada. La estructura que soporta al equipo es totalmente de concreto armado.

Así mismo se cuenta con una compuerta de accionamiento manual de acero inoxidable de DN=400mm ubicada al ingreso que sirve en caso se quiera aislar el equipo. Esta compuerta conecta con la descarga de la planta.

Este Equipo corresponde al tratamiento Terciario.

Especificación Técnica N° 32:

Descripción: Compresora de Aire de Equipo Ultravioleta		
Especificaciones	COMPRESORA	MOTOR
Tipo de equipo	COMPRESORA	MOTOR
Marca	ROMER	WEG
Modelo	RS30	W22
Serie	91102.00	1012201943
Presión	25 PSI	
Produc. De Aire	6 PCM	
Tanque	25 Gal.	
RPM Nominal	670	3450
Potencia	3 HP.	2.2 k.w.
Amp. Nominal		8.36 / 4.84 / 4.18
Vol. Nominal		220/380/440V
Fases		3~
Conexión		Y - D
Frecuencia		60 Hz.
Polos		2
Eficiencia Nominal		84%
Aislamiento		F
Temperatura	40°C	40°C
Peso		
IP		55
Cos Ø		0.84
Condición	Operativo	Operativo

Según la Especificación Técnica N° 32, la Compresora de Aire de Equipo Ultravioleta ha sido seleccionado e instalado para realizar la limpieza del banco de lámparas del Equipo Ultravioleta a través de una Limpieza Neumática por medio de un barredor de impurezas.

Especificación Técnica N° 33:

Descripción: Electrobomba para Sistema de Desinfección de Ultravioleta		
Especificaciones	Bomba	Motor
Tipo de equipo	BOMBA	MOTOR
Marca	LOWARA	LOWARA
Modelo	DL - 806	
Serie		
Caudal	21.5 m3/h	
ADT	10m.	
Profundidad de Immersion	5m.	
Potencia		0.6 KW. / 0.8 HP.
Amp. Nominal		1.92 AMP.
Vol. Nominal		440V
Fases		3~
Conexión		Y - D
Frecuencia		60 Hz.
RPM Nominal		3450
Polos		2
Aislamiento		F
Temperatura	50°C	
Peso	20.5 KG.	
IP	68	
Condición	Operativo	Operativo

Según la Especificación Técnica N° 33, la Electrobomba para el Sistema de Desinfección de Ultravioleta ha sido seleccionado e instalado para recircular el agua tratada por el canal UV para su posterior desfogue.

Especificación Técnica N° 34:

Descripción: Bomba N° 1 de Cavidad Progresiva de Sala de Deshidratación		
Especificaciones	Bomba 1	Motor
Tipo de equipo	BOMBA	MOTOR
Marca	FLYGT	FLYGT
Modelo	C23KC11RMB/G412	TS71C4
Serie	C512100/01	10-56596010017
Presión	10 BAR	
Caudal	2.44 m ³ /h	
NPSH	2.83 m(r) 8.21 m(a)	
Viscosidad de Trabajo	500 cP	
Potencia		0.87 HP.
Amp. Nominal		2.6 AMP. / 1.53 1MP.
Vol. Nominal		230 / 460
Frecuencia		60 Hz.
Fases		3~
Conexión		Y - D
RPM Nominal	581	1670
Polos		4
Eficiencia Nominal		40%
Aislamiento		F
Temperatura	20°C	40°C
IP		55
Cos Ø		0.78
Condición	Operativo	Operativo

Según la Especificación Técnica N° 34, la Bomba N° 1 de Cavidad Progresiva de Sala de Deshidratación ha sido seleccionado e instalado para alimentar a la centrífuga, que reciben el lodo desde el estanque de almacenamiento, o directamente desde el espesador.

Especificación Técnica N° 35:

Descripción: Bomba N° 2 de Cavidad Progresiva de Sala de Deshidratación		
Especificaciones	Bomba 2	Motor
Tipo de equipo	BOMBA	MOTOR
Marca	FLYGT	FLYGT
Modelo	C23KC11RMB/G412	TS71C4
Serie	C512100/03	10-56596060001
Presión	10 BAR	
Caudal	2.44 m ³ /h	
NPSH	2.83 m(r) 8.21 m(a)	
Viscosidad de Trabajo	500 cP	
Potencia		0.87 HP.
Amp. Nominal		2.6 AMP. / 1.53 1MP.
Vol. Nominal		230 / 460
Frecuencia		60 Hz.
Fases		3~
Conexión		Y - D
RPM Nominal	581	1670
Polos		4
Eficiencia Nominal		40%
Aislamiento		F
Temperatura	20°C	40°C
IP		55
Cos Ø		0.78
Condición	Operativo	Operativo

Según la Especificación Técnica N° 35, la Bomba N° 2 de Cavidad Progresiva de Sala de Deshidratación ha sido seleccionado e instalado para alimentar a la centrífuga, que reciben el lodo desde el estanque de almacenamiento, o directamente desde el espesador.

Especificación Técnica N° 36:

Descripción: Bomba N° 3 de Cavidad Progresiva de Sala de Deshidratación		
Especificaciones	Bomba 3	Motor
Tipo de equipo	BOMBA	MOTOR
Marca	FLYGT	FLYGT
Modelo	C23KC11RMB/G412	TS71C4
Serie	C512100/02	11-57201070004
Presión	10 BAR	
Caudal	2.44 m ³ /h	
NPSH	2.83 m(r) 8.21 m(a)	
Viscosidad de Trabajo	500 cP	
Potencia		0.87 HP.
Amp. Nominal		2.6 AMP. / 1.53 1MP.
Vol. Nominal		230 / 460
Frecuencia		60 Hz.
Fases		3~
Conexión		Y - D
RPM Nominal	581	1670
Polos		4
Eficiencia Nominal		40%
Aislamiento		F
Temperatura	20°C	40°C
IP		55
Cos Ø		0.78
Condición	Operativo	Operativo

Según la Especificación Técnica N° 36, la Bomba N° 3 de Cavidad Progresiva de Sala de Deshidratación ha sido seleccionado e instalado para alimentar a la centrífuga, que reciben el lodo desde el estanque de almacenamiento, o directamente desde el espesador.

Especificación Técnica N° 37:

Descripción: Bomba N° 4 de Cavidad Progresiva de Sala de Deshidratación		
Especificaciones	Bomba 4	Motor
Tipo de equipo	BOMBA	MOTOR
Marca	FLYGT	FLYGT
Modelo	C23K	TS71C4
Serie	C521866//01	11-57201070003
Presión	10 BAR	
Caudal	2.44 m ³ /h	
NPSH	2.83 m(r) 8.21 m(a)	
Viscosidad de Trabajo	500 cP	
Potencia		0.87 HP.
Amp. Nominal		2.6 AMP. / 1.53 1MP.
Vol. Nominal		230 / 460
Frecuencia		60 Hz.
Fases		3~
Conexión		Y - D
RPM Nominal	581	1670
Polos		4
Eficiencia Nominal		40%
Aislamiento		F
Temperatura	20°C	40°C
IP		55
Cos Ø		0.78
Condición	Operativo	Operativo

Según la Especificación Técnica N° 37, la Bomba N° 4 de Cavidad Progresiva de Sala de Deshidratación ha sido seleccionado e instalado para alimentar a la centrifuga, que reciben el lodo desde el estanque de almacenamiento, o directamente desde el espesador.

Especificación Técnica N° 38:

Descripción: Tornillo de Desplazamiento de sala de Deshidratación	
Especificaciones	MOTORREDUCTOR
Tipo de equipo	MOTOR ELECTRICO
Marca	SEW EURODRIVE
Modelo	SAF67DRS90M4
Serie	41.0201772001.0001.11
Potencia	1.5KW.
Amp. Nominal	6.00 / 3.00
Vol. Nominal	220V. / 440V.
Fases	3~
Frecuencia	60 Hz.
Conexión	Y - D
Factor de Servicio	1.65
RPM	1710 / 41
Polos	4
Eficiencia Nominal	82%
Aislamiento	F
Temperatura	25°C
Peso	55 K.g.
IP	55
Cos Ø	0.80
Condición	Operativo

Según la Especificación Técnica N° 38, el Tornillo de Desplazamiento ha sido seleccionado e instalado para el transporte de lodos deshidratados después de haber pasado por el equipo centrífugo, los cuales son llevados hasta los contenedores o tolva de camión.

Especificación Técnica N° 39:

Descripción: Medidor de Caudal para Sala de Deshidratación		
Especificaciones	SENSOR	DISPLAY
Tipo de equipo	SENSOR	DISPLAY
Marca	SIEMENS	SIEMENS
Modelo	SITRANS F M MAGFLO MAG 50	
Serie	7ME6910 -1AA10-1AA0	
Modo de Operación	Detector ultrasónico de nivel	
Rango de Detección	0 – 10m	0 – 15m
Temperatura de Operación	- 40 a + 80 °C.	
Montaje	Vertical	En rack, panel o pared
Grado de Protección	IP 67	IP65
Angulo del Haz	10°	
Salidas	Analógicas de 4 – 20mA.	
Comunicación	RS-485 Profibus DP	
Presión de Operación	1 atmósfera.	
Altitud de trabajo	3500 m.s.n.m.	
Entradas analógicas		0 – 20 o 4 – 20 mA.
Salidas analógicas		4 – 20 mA
Desviación de la medida		0.25% del rango
Resolución		0.10% del rango de medida
Alimentación eléctrica		220VAC +/- 15%
Salidas de relés		4 relés de control y 1 de alarma
Display		LCD de montaje separado del sensor
Salida de sensor ultrasónico		44kHz
Condición	Operativo	Operativo

Según la Especificación Técnica N° 39, el Medidor de Caudal para la zona de Deshidratación ha sido seleccionado e instalado para medir y monitorear el caudal de lodos tratados una vez pasado por el proceso de centrifugado.

Especificación Técnica N° 40:

Descripción: Medidor de Caudal para Barredor de Lodos		
Especificaciones	SENSOR	DISPLAY
Tipo de equipo	SENSOR	DISPLAY
Marca	SIEMENS	SIEMENS
Modelo	SITRANS F M MAGFLO MAG 50	
Serie	7ME6910 -1AA10- 1AA0	
Modo de Operación	Detector ultrasónico de nivel	
Rango de Detección	0 – 10m	0 – 15m
Temperatura de Operación	- 40 a + 80 °C.	
Montaje	Vertical	En rack, panel o pared
Grado de Protección	IP 67	IP65
Angulo del Haz	10°	
Salidas	Analógicas de 4 – 20mA.	
Comunicación	RS-485 Profibus DP	
Presión de Operación	1 atmósfera.	
Altitud de trabajo	3500 m.s.n.m.	
Entradas analógicas		0 – 20 o 4 – 20 mA.
Salidas analógicas		4 – 20 mA
Desviación de la medida		0.25% del rango
Resolución		0.10% del rango de medida
Alimentación eléctrica		220VAC +/- 15%
Salidas de relés		4 relés de control y 1 de alarma
Display		LCD de montaje separado del sensor
Salida de sensor ultrasónico		44kHz
Condición	Operativo	Operativo

Según la Especificación Técnica N° 40, el Medidor de Caudal para el barredor de lodos ha sido seleccionado e instalado para medir y monitorear el caudal de lodos que se almacena en el tanque del barredor.

Especificación Técnica N° 41:

Descripción: Medidor de Caudal para Salida de Tratamiento Ultravioleta		
Especificaciones	SENSOR	DISPLAY
Tipo de equipo	SENSOR	DISPLAY
Marca	SIEMENS	SIEMENS
Modelo	SITRANS F M MAGFLO MAG 50	
Serie	7ME6910 -1AA10- 1AA0	
Modo de Operación	Detector ultrasónico de nivel	
Rango de Detección	0 – 10m	0 – 15m
Temperatura de Operación	- 40 a + 80 °C.	
Montaje	Vertical	En rack, panel o pared
Grado de Protección	IP 67	IP65
Angulo del Haz	10°	
Salidas	Analógicas de 4 – 20mA.	
Comunicación	RS-485 Profibus DP	
Presión de Operación	1 atmósfera.	
Altitud de trabajo	3500msnm	
Entradas analógicas		0 – 20 o 4 – 20 mA.
Salidas analógicas		4 – 20 mA
Desviación de la medida		0.25% del rango
Resolución		0.10% del rango de medida
Alimentación eléctrica		220VAC +/- 15%
Salidas de relés		4 relés de control y 1 de alarma
Display		LCD de montaje separado del sensor
Salida de sensor ultrasónico		44kHz
Condición	Operativo	Operativo

Según la Especificación Técnica N° 41, el Medidor de Caudal para la Salida de Tratamiento Ultravioleta ha sido seleccionado e instalado para medir y monitorear el caudal final de agua tratada producida por la PTAR.

Especificación Técnica N° 42:

Descripción: Decantador Centrifugo para Deshidratación			
Especificaciones	Decantador Centrifugo	Motor 1	Motor 2
Tipo de equipo	DECANTADOR	MOTOR ELECTRICO	MOTOR ELECTRICO
Marca	ALFA LAVAL	ABB	ABB
Modelo	ALDEC 10	M3AA132SC2	M3AA 100BL2
Serie	5123355	CSN11-360197	CSN11-359391
Volumen de diseño	2.5 m ³ /h		
Concentración de sólidos	2.5% MS		
Diámetro del Bowl	200 mm		
Largo del Bowl	710 mm		
Material de la estructura	Acero al Carbono		
Caja reductora	Planetaria de 2 etapas, 0.4 KNm		
Material de la cubierta	: Acero Inoxidable 316		
Max. Densidad de Sólidos [Kg. /dm ³]	3.0		
Potencia	5HP	10 HP	4.42 HP
Amp. Nominal		11.8 AMP.	7.8 AMP.
Vol. Nominal		460V.	400 V.
Fases		3~	3~
Conexión		D	D
Frecuencia		60 Hz.	87 Hz.
RPM Nominal	5300	3520	5170
Polos		2	2
Eficiencia Nominal		89%	85%
Aislamiento		F	F
Temperatura	Min: 0°C.; Max 60°C.	150°C	150°C
Peso	350 Kg.	56 KG.	25 KG.
IP		55	55
Cos Ø		0.89	0.72
Condición	Operativo	Operativo	Operativo

Según la Especificación Técnica N° 42, el Decantador Centrifugo para la zona de Deshidratación ha sido seleccionado e instalado para deshidratar los lodos provenientes del Tanque aireador de lodos.

Los centrifugadores se encargan de la separación de las partículas mediante fuerza de aceleración gravitacional que se logra gracias a una rotación rápida. Este proceso puede provocar la sedimentación o suspensión de las partículas o puede conseguir la fuerza necesaria para la filtración a través de algún tipo de filtro. La aplicación más común es la separación de sustancias sólidas a partir de suspensiones altamente concentrados. Si se usa de esta manera para el tratamiento de las aguas residuales se consigue la deshidratación y creación de sedimento más o menos consistente dependiendo de la naturaleza del lodo tratado, y la aceleración en concentrar o aumentar el grosor de lodo poco concentrado.

Especificación Técnica N° 43:

Descripción: Dosificador de Polímeros de Sala de Deshidratación		
Especificaciones	POLIMERO	MOTOR ELECTRICO
Tipo de equipo	DOSIFICADOR DE POLIMEROS	MOTOR ELECTRICO
Marca	TOMAL METERING SYSTEMS	CSM
Modelo	POLYMORE MINI 5-1,2	MMS6B4
Serie	30223	101002595
Caudal de polimeros	1-20 ml /min.	
Caudal de agua	1-5 Litros/min	
Presión	1 BAR	
Temperatura	10°C - 40°C	
Potencia		0.09 KW.
Amp. Nominal		1.15 AMP.
Vol. Nominal		230V.
Fases		1~
Conexión		Y - D
Frecuencia		60 Hz.
Polos		4
RPM Nominal		1680
Eficiencia Nominal		38%
Aislamiento		F
Peso	22 Kg.	
IP		55
Cos Ø		0.86
Condición	Operativo	Operativo

Según la Especificación Técnica N° 43, el Dosificador de Polímeros de Sala de Deshidratación ha sido seleccionado e instalado para aumentar la eficiencia en la deshidratación de los lodos antes de pasar por el proceso de centrifugado.

Especificación Técnica N° 44:

Descripción: Transmisor de Presión para Bombas de Aguas de Servicio	
Especificaciones	SENSOR
Tipo de equipo	TRANSMISOR
Marca	DANFOSS
Modelo	MBS 3000
Serie	060G1136
Líquido de aplicación	Agua potable.
Display	LCD
Material	Anticorrosivo en contacto con el líquido.
Rango de operación	0 – 100, 0 – 150 mH ₂ O
Sobrecarga máxima	4 veces su rango máximo
Precisión	Clase 0.2
Protección	IP 65
Tensión	24 VDC
Salida eléctrica	4 – 20 mA
Comunicación	RS -485 Profibus DP
Temperatura de Operación	– 40 a 85oC
Altitud de trabajo	3500msnm
Condición	Operativo

Según la Especificación Técnica N° 44, los Transmisores de Presión para Bombas de Aguas de Servicio ha sido seleccionado e instalado para el sistema de bombeo a presión constante gobernado por estos sensores de presión y donde los arranque y paradas dependerán de la demanda ósea del abrir y cerrar de los caños.

Especificación Técnica N° 45:

Descripción: Equipo de Bombeo N°1 de Cámara de Agua de Servicio		
Especificaciones	Bomba N°1	Motor
Tipo de equipo	BOMBA	MOTOR
Marca	LOWARA	LOWARA
Modelo	1SV11F0116T	SM80B14/311HE
Serie	O2351	O1122
Material	Acero Inoxidable 316	Fierro Fundido
Sello Mecánico		Carbón/Cerámica/Nitrilo
Tipo de Motor		Jaula de ardilla, con baño de aceite dieléctrico
Caudal	2.4 m3/hr	
Presión	2500KPa	
ADT	70 mt.	
Potencia	1.5 HP	1.5 HP
Amp. Nominal		3.72 AMP / 2.15 AMP.
Vol. Nominal		220/380/440V
Fases		3~
Frecuencia		60 Hz.
Conexión		Y - D
Factor de Servicio		1.00
Polos		2
RPM Nominal	3500	3490
Eficiencia Nominal		81%
Aislamiento		F
Temperatura	90°C	
Peso	30.2 KG.	
IP	X5	55
Cos Ø		0.82
Condición	Operativo	Operativo

Según la Especificación Técnica N° 45, el Equipo de Bombeo N°1 de la Cámara de Agua de Servicio ha sido seleccionado e instalado para evacuar el agua residual tratada proveniente de la zona del UV hacia una red interna húmeda el cual permite llevar agua limpia a algunos equipos que la requieren para proceso,

además de permitir el lavado de equipos y también para el riego áreas verdes internas de la PTAR.

Especificación Técnica N° 46:

Descripción: Equipo de Bombeo N°2 de Cámara de Agua de Servicio		
Especificaciones	Bomba N°2	Motor
Tipo de equipo	BOMBA	MOTOR
Marca	LOWARA	LOWARA
Modelo	1SV11F0116T	SM80B14/311HE
Serie	O2350	O1126
Material	Acero Inoxidable 316	Fierro Fundido
Sello Mecánico		Carbón/Cerámica/Nitrilo
Tipo de Motor		Jaula de ardilla, con baño de aceite dieléctrico
Caudal	2.4 m3/hr	
Presión	2500KPa	
ADT	70 mt.	
Potencia	1.5 HP	1.5 HP
Amp. Nominal		3.72 AMP / 2.15 AMP.
Vol. Nominal		220/380/440V
Fases		3~
Frecuencia		60 Hz.
Conexión		Y - D
Factor de Servicio		1.0
Polos		2
RPM Nominal	3500	3490
Eficiencia Nominal		81%
Aislamiento		F
Temperatura	90°C	
Peso	30.2 KG.	
IP	X5	55
Cos Ø		0.82
Condición	Operativo	Operativo

Según la Especificación Técnica N° 46, el Equipo de Bombeo N°2 de la Cámara de Agua de Servicio ha sido seleccionado e instalado para evacuar el agua

residual tratada proveniente de la zona del UV hacia una red interna húmeda el cual permite llevar agua limpia a algunos equipos que la requieren para proceso, además de permitir el lavado de equipos y también para el riego áreas verdes internas de la PTAR.

Especificación Técnica N° 47:

Descripción: Equipo Compacto				
Especificaciones	EQUIPO COMPACTO	ZONA DE DESENGRASADO	ZONA DE DESARENADO	TRANSPORTADOR DE ARENAS
Longitud del equipo	7,800 mm			
Ancho del equipo	1,850 mm			
Altura del equipo	3,100 mm			
Largo del depósito	7,500 mm			
Ancho del depósito	1,850 mm			
Alto del depósito	1,700 mm			
Material de Fabricación	Acero Inoxidable C-304			
Rasqueta		En Acero Inoxidable C-304		
Muro Contracorrientes		En Acero Inoxidable C-304		
Altura de descarga de grasas		400 mm		
Grado de separación			90%	
Depósito de sedimentación			Tanque de Acero Inoxidable C-304	
Estructura soporte			Acero Inoxidable C-304	
Cubierta de depósito			Tapas de Acero Inoxidable C-304	
Transportador a sinfín horizontal			Tornillo de Acero al Carbono 1045	
Tipo de sinfín			Eje hueco	Acero al Carbono 1045 Eje hueco
Tolva de descarga de arenas				Acero inoxidable C-304
Altura de descarga				1500 mm
Condición	Operativo	Operativo	Operativo	Operativo

Según la Especificación Técnica N° 47, el Equipo Compacto ha sido seleccionado e instalado para alojar dentro de su compartimiento el tamiz, desarenadores, clasificadores y la paleta de grasas del tratamiento primario de las aguas residuales.

6.2 Discusión de resultados

En cuanto a la hipótesis 1 se ha encontrado que existen un conjunto de factores asociados en la Eficiencia en el proceso de tratamiento de agua residuales y su relación con la calidad del agua destinada al riego de cultivos en la Distrito de Yunguyo – Puno en el año 2013. En primer lugar, La aplicación de tecnología actualizada para la aplicación de técnicas de desinfección que cumpla los estándares de calidad permitidos en el proceso de tratamiento de aguas residuales influye significativamente en la calidad del agua destinada al riego de cultivos, la cual se dispone en las instalaciones de la Planta Tratamiento de Agua Residual. El contar con equipos adecuados y actualizados para el tratamiento de las aguas servidas, repercute en la calidad del agua tratada de acuerdo a una buena eficiencia en el proceso de tratamiento del agua residual, la cual una vez tratada no afecta a los cultivos, la salud de la población y Medio Ambiente, ya que el agua con la que se riegan las parcelas tendría un bajo porcentaje de parámetros microbiológicos, las cuales son permitidos para el Riego de vegetales. Otro factor asociado es el de contar con el presupuesto para mantener este sistema adecuado para el tratamiento de las aguas servidas, lo cual repercute en una mayor necesidad de recursos económicos para la mantención y aplicación de esta Tecnología. Sobre la aplicación de técnicas de desinfección que cumpla los estándares de calidad permitidos, implica que los métodos de desinfección de las aguas residuales tienen que ser eficientes, garantizando la calidad del agua, respetando los estándares de calidad permitidos para el riego de cultivos, por ende el aplicar la técnica de desinfección a través de rayos ultravioleta indica

un alto valor de eficiencia de desinfección ya que estos rayos destruyen a los agentes patógenos o toda vida microbiana, el cual es un beneficio para la población y Medio Ambiente. Tal y como lo detalla el decreto Supremo N° 002-2008-MINAM, la cual aprueba los estándares Nacionales de Calidad Ambiental para el agua con el objetivo de establecer el nivel de concentración o el grado de elementos, sustancia o parámetros físicos, químicos y biológicos presentes en el agua en su condición de cuerpo receptor. En este decreto supremo en su artículo 8.1 establece que, a partir del 1 de abril del 2010, los estándares Nacionales de Calidad Ambiental para el agua, son referente obligatorio para el otorgamiento de las autorizaciones del vertimiento de Agua Residuales y en su artículo 3.1 establece que la Autoridad Nacional del Agua a efecto de asignar la categoría a los cuerpos de agua respecto a su calidad deberá utilizar categoría establecidas en los ECA para aguas vigentes. Para el caso de aguas residuales está clasificado en la categoría tres la cual indica Riego de vegetales y bebida de animales, la cual se detalla en vegetales de tallo alto, tallo corto y bebida de animales. Esto a la vez se relaciona con la ley de recursos hídricos N° 29338, que la ANA juntamente con sus Programa de Adecuación de Vertimientos y Reúso (PAVER), autoriza el vertimiento del agua residual tratada a un cuerpo natural de agua continental o marina, previa opinión técnica favorable de las Autoridades Ambiental y de Salud sobre el cumplimiento de los Estándares de Calidad Ambiental del Agua (ECA-Agua) y Límites Máximos Permisibles (LMP). Queda prohibido el vertimiento directo o indirecto de agua residual sin dicha autorización, todo esto según el artículo 79 de esta ley de recursos hídricos. Según el artículo 82 de esta misma ley, se

detalla que La Autoridad Nacional, a través del Consejo de Cuenca, autoriza el reúso del agua residual tratada, según el fin para el que se destine la misma.

En cuanto a la hipótesis 2, se refiere a una cultura en aspectos técnicos, sanitarios y legales para la aplicación de un adecuado mantenimiento, operación y monitoreo de la planta de tratamiento de aguas residuales, es más que todo al apoyo de conocimiento para el reúso de las aguas residuales ya que como sucede actualmente las condiciones de la planta son las adecuadas para el tratamiento de aguas servidas ya que cumple con los estándares máximos permisibles para el proceso. Aparte de que se cuenta con un personal técnico adecuado para la operación de esta planta, los cuales han sido capacitados bajo criterios y conocimientos adecuados para la operación y procesamiento de las aguas servidas. Otro punto a detallar es el interés por parte de las autoridades ya que se toman acciones inmediatas por mejorar estos aspectos mínimos, las cuales repercuten en la calidad de vida de la población y el Medio Ambiente. Otro punto el cual también influye es el de contar con recursos económicos, las cuales repercuten en la mejora de todo este sistema. Con respecto a un adecuado mantenimiento, operación y monitoreo de la planta de tratamiento de aguas residuales es más que todo a la capacitación constante en la materia, pues con estos aportes se da los resultados que se espera, ya que realizar este tipo de procesos requiere de un entrenamiento exclusivo para el personal quien operará, dará el mantenimiento y el monitoreo adecuado de esta planta. El respetar lo cronogramas de mantenimiento de todos los Equipos de PTAR garantizara una adecuada

eficiencia en el proceso de tratamiento de las aguas servidas. El efectuar los mantenimientos de los equipos dentro de sus fechas estimadas de inspección, garantizará una óptima operación de estos evitando sobrecostos e inestabilidad en el momento de la Producción de la PTAR.

CONCLUSIONES

1. Sobre la tecnología actualizada aplicada en técnicas de desinfección que cumpla los estándares de calidad permitidos influye significativamente en la calidad del agua procesada en la planta de tratamiento de aguas residuales de Yunguyo, ya que aplicando este sistema de tratamiento de Lodos Activados con desinfección Ultravioleta se obtuvo un resultado óptimo pues al realizar las pruebas de laboratorio, los resultados de este proceso fueron los adecuados ya que la carga microbiana presente fue mínima cumpliendo con los estándares de la calidad del agua.
2. La influencia de una cultura en aspectos técnicos, sanitarios y legales para la aplicación de un adecuado mantenimiento, operación y monitoreo de la planta de tratamiento es la forma más frecuente en la que la calidad del agua procesada de la planta cumpla los estándares máximos permitidos ya que con la capacitación constante e instrucción que se brindó al personal de la PTAR, se mantengan los procesos adecuados para una óptima operación y monitoreo. El contar con equipamiento e insumos adecuados para el procesamiento implica que la planta se encuentre en óptimas condiciones, además el cumplir con los cronogramas de mantenimiento de los equipos influye significativamente en el desempeño y/o funcionamiento de estos y posteriormente en el proceso de las aguas servidas.

3. Los resultados de esta investigación permiten determinar que la calidad del agua residual procesada destinada al riego de cultivos en el Distrito de Yunguyo es la adecuada ya que cumple con los estándares Máximos Permisibles establecidos por la ECA y el MINAM.

RECOMENDACIONES

1. Utilizar e implementar tecnología actualizada aplicada en técnicas de desinfección que cumpla los estándares de calidad permitidos en procesos de tratamiento de los cuales se obtengan resultados con parámetros admisibles en las aguas procesadas. El contar hoy en día con este tipo de proceso de desinfección UV es muy rentable ya que su costo de mantenimiento es más barato con respecto a un proceso de desinfección con cloro.
2. Orientar, Formar y Capacitar al personal para que estos ejecuten una adecuada operación, mantenimiento y monitoreo de la planta para poder obtener un buen procesamiento de las aguas servidas. Además, efectuar trabajos de remodelación y mantenimiento de las estructuras de la planta para optimizar el procesamiento de las aguas servidas. Sugerir a los operadores de la planta que tengan en cuenta cumplir todos los procedimientos y pasos para la operación de la planta y obtener una buena producción de agua tratada. El organizar y efectuar los mantenimientos respectivos, respetando los cronogramas de mantenimiento de los equipos, pues si se cumplen con estos, los equipos mantendrán el desempeño adecuado y optima eficiencia en su funcionamiento, se prolongará la vida útil de estos evitando sobrecostos y no repercutirá en la eficiencia de la planta al momento de procesar las aguas residuales.

3. Difundir la magnitud del problema de la calidad del agua destinada al riego de cultivos en la toda Región Puno y el resto del país ya que el proceso que se implemento es el adecuado, el cual evita los efectos negativos tanto en la población como el medio ambiente. Priorizar esta situación de contaminación de los vegetales y sensibilizar a las autoridades a tomar cartas en el asunto ya que es un problema de impacto ambiental.

FUENTES DE INFORMACIÓN

- METCALF & EDDY. Ingeniería de aguas residuales. Tratamiento, vertido y reutilización. (1999)
- NAPOLEON ZAMBRANO ALFONSO. Recolección de Aguas Residuales. (2007)
- MANUEL GIL RODRIGUEZ. Depuración de aguas residuales: modelización de procesos de lodos activos. (2006)
- RODRIGO BERNAL CUERVO. Tratamiento y pos tratamiento de aguas residuales. (2002).
- EDUARDO RONZANO; JOSÉ LUIS DAPENA. Tratamiento biológico de las aguas residuales (1995)
- ADALBERTO NOYOLA. Innovaciones en el tratamiento de Aguas Residuales Domesticas en Latinoamérica. (2008)
- NELSON COBBA. Métodos Normalizados para Análisis de Aguas Potables y Residuales. (2011)
- MARIANO SEOÁNEZ. Manual de las Aguas Residuales Industriales. (2012)
- JAIRO ALBERTO ROMERO ROJAS. Lagunas de estabilización de aguas residuales. (2005)
- LEANDRO OLALLA MERCADÉ; MIGUEL DÍAZ DÍEZ. Utilización de aguas residuales y lodos, depuración en agricultura. (2006)

- ING. JAIM KLEIN. Tratamiento de Aguas Residuales y su Reúso en el Agro. (2008)
- JOSE MATOS MAR. Aguas Residuales, Agricultura y Alimentación en la Gran Lima. (2003)
- R.M. AYRES AND D.D. MARA. Análisis de las aguas residuales para su uso en la agricultura. (1996)
- JULIO MOSCOSO. Aspectos Técnicos de la Agricultura con Aguas Residuales. (1995)
- QUÍM. MARÍA LUISA CASTRO DE ESPARZA OFICIAL TÉCNICO / ING. ALBERTO FLÓREZ MUÑOZ. Evaluación de riesgos para la salud por el uso de las aguas residuales en agricultura (1990)
- FRESENIUS, W.; SCHNEIDER, W.; BÖHNKE, B.; PÖPPINGHAUS, K.M. GTZ; CEPIS.
Manual de disposición de aguas residuales; origen, descarga, tratamiento y análisis de las aguas residuales. (1991)
- MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y AGUA DE BOLIVIA. Sistematización sobre Tratamiento y Reúso de Aguas Residuales. (2013)
- MUNICIPALIDAD METROPOLITANA DE LIMA. Reúso de aguas residuales tratadas para el riego de áreas verde en Lima Metropolitana. (2011)
- ELIET VELIZ LORENZO, JOSÉ GUADALUPE LLANES OCAÑA, * LIDIA ASELA FERNÁNDEZ Y MAYRA BATALLER VENTA. Reúso de aguas residuales domésticas para riego agrícola. Valoración crítica. (2007)
- AUGUSTO SORREQUIETA. Aguas Residuales: Reusó y tratamiento. Lagunas de estabilización una opción para Latinoamérica. (2004)

REFERENCIAS ELECTRÓNICAS

- <http://www.teorema.com.mx/agua/riego-con-aguas-residuales-tratadas-opcion-ventajosa-y-sustentable/>
- http://es.wikibooks.org/wiki/Ingenier%C3%ADa_de_aguas_residuales/Desinfecci%C3%B3n_de_las_aguas_residuales
- <http://www.bvsde.paho.org/eswww/fulltext/repind53/rem/rem.html>
- <http://sinia.minam.gob.pe/index.php?accion=verElemento&idElementoInformacion=241&idformula=>
- <http://www.ana.gob.pe/media/496425/uso%20de%20aguas%20residuales%20%20en%20el%20per%C3%BA.pdf>
- http://ceer.isa.utl.pt/cyted/lamolina/data/sesions/2-12_Lia_Peru.pdf
- http://www.fbioyf.unr.edu.ar/evirtual/pluginfile.php/2784/mod_resource/content/0/2_Aguas_residuales_protegido_.pdf
- http://www.fbioyf.unr.edu.ar/evirtual/pluginfile.php/2784/mod_resource/content/0/2_Aguas_residuales_protegido_.pdf
- http://www.ana.gob.pe/media/758609/autorizaciones%20de%20vertimiento%20y%20reuso%20segun%20rj224_2013_ana.pdf
- <http://www.ana.gob.pe/media/352341/7%20ing.%20juan%20pablo%20mendez%20programa%20de%20avr.pdf>

ANEXOS

ANEXO 1. MATRIZ DE CONSISTENCIA

PROBLEMA PRINCIPAL	OBJETIVOS	HIPOTESIS	MARCO TEORICO	VARIABLES E INDICADORES	METODOLOGÍA
<p>1. PROBLEMA PRINCIPAL.</p> <p>Mala calidad del agua destinada al riego de cultivos en el distrito de Yunguyo antes de ejecutar el Proyecto de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales.</p>	<p>2. OBJETIVO Objetivo general.</p> <p>Analizar la Eficiencia en el proceso de tratamiento de aguas residuales con los procesos de técnicas de desinfección las cuales intervienen en la calidad del agua destinada a riego de cultivos en el distrito de Yunguyo – Puno en el año 2013.</p> <p>Objetivos específicos.</p> <p>a. Evaluar la influencia de la tecnología actualizada para la aplicación de técnicas de desinfección que cumpla los estándares de calidad permitidos en el proceso de tratamiento de aguas residuales en el Distrito de Yunguyo - Puno en el año 2013</p> <p>b. Determinar la influencia de una cultura en aspectos técnicos, sanitarios y legales para la aplicación de un adecuado mantenimiento, operación</p>	<p>3. HIPÓTESIS.</p> <p>3.1 Hipótesis General</p> <p>La eficiencia en el proceso de tratamiento de las aguas residuales está relacionada con las técnicas de desinfección que intervienen en la calidad del agua destinada al riego de cultivos en el distrito de Yunguyo – Puno en el año 2013.</p> <p>3.2 Hipótesis Específicas</p> <p>Hipótesis 1. Ha1: La evaluación de la influencia de la tecnología actualizada para la aplicación de técnicas de desinfección que cumpla los estándares de calidad permitidos en el proceso de tratamiento de aguas residuales en el Distrito de Yunguyo - Puno en el año 2013.</p> <p>Hipótesis 2. Ha2: La determinación de la influencia de una cultura en</p>	<p>4. ANTECEDENTES</p> <p>5. BASES TEÓRICAS</p> <p>5.1 Historia del tratamiento de Aguas Residuales 5.2 Aspectos Teóricos del tratamiento de Aguas Residuales 5.3 Agua Residuales Urbanas. 5.4 Aguas residuales industriales 5.5 Clasificación de los contaminantes 5.6 Contaminantes habituales en las aguas residuales 5.7. Métodos disponibles de desinfección</p> <p>6. MARCO CONCEPTUAL</p> <p>6.1 Eficiencia 6.2 Proceso 6.3 tratamiento 6.4 Agua residual 6.5 Calidad 6.6 Agua 6.7 Riego 6.8 Cultivo. 6.9 Tratamiento de aguas Residuales 6.10 Riego de cultivos con Aguas Residuales 6.11 Calidad de Agua Residual 6.12 Desinfección 6.13 Tecnología Actualizada 6.14 Mantenimiento, Operación y Monitoreo de Planta. 6.15 Cultura en Aspectos Técnicos, Sanitarios y Legales</p>	<p>7. VARIABLES.</p> <p>VI: Eficiencia en el proceso de tratamiento de aguas residuales.</p> <p>VD: Calidad del agua procesada destinada al riego de cultivos en el distrito de Yunguyo en el año 2013.</p>	<p>Tipo de Inv.: Cuanti-Cualitativo Nivel de estudio: Descriptivo, Aplicativo Diseño: No experimental de corte transversal.</p> <p>Población: La población para fines de estudio estuvo constituida por los trabajadores de la Empresa Municipal Agua Potable y Alcantarillado de Yunguyo – EMAPAY.</p> <p>Muestra: La muestra estuvo conformada por los trabajadores encargados de la operación, mantenimiento y monitoreo de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales – PTAR Yunguyo, los cuales realizaron las muestras tomadas de las aguas residuales tanto al ingreso como a la salida de la planta, en la que posteriormente fueron llevados a un laboratorio certificado por INDECOPI para el análisis</p>

	<p>y monitoreo de la planta de tratamiento de aguas residuales en el Distrito de Yunguyo - Puno en el año 2013.</p>	<p>aspectos técnicos, sanitarios y legales para la aplicación de un adecuado mantenimiento, operación y monitoreo de la planta de tratamiento de aguas residuales en el Distrito de Yunguyo - Puno en el año 2013.</p>	<p>6.16 Agentes Patógenos 6.17 Tratamiento de Aguas ICEAS 6.18 Desinfección Ultravioleta</p>		<p>respectivo. Una vez que se determinó los parámetros de las muestras, los resultados fueron óptimos cumpliendo con los estándares de Calidad del agua.</p> <p>Instrumentos: Equipos de tratamiento Primario, Secundario y desinfección; Capacitación al personal; Sensores de DBO, sensores de TSS y muestras analizadas en el laboratorio tanto del caudal de Ingreso como de Salida de la PTAR.</p>
--	---	--	--	--	--

ANEXO 2

Análisis de Muestras tomadas en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Yunguyo (Resultados de parámetros)

CORPLAB

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INDECOPI - SNA
CON REGISTRO N° LE-029



Registro N° LE-029

FDT 001

INFORME DE ENSAYO: 507/2014

Ing. Juan Eduardo Barrios Quintanilla
PTAR - YUNGUYO

Emitido por Felipe Campos Yauce

Impreso el 22/01/2014

ING. FELIPE CAMPOS YAUCE
CIP: 136473
JEFE DE LABORATORIO - SEDE AREQUIPA
UNIDAD DE NEGOCIOS DE PERU
CORPLAB SAC

Renovación de Acreditación a Corporación Laboratorios Ambientales del Perú S.A.C. - CORPLAB Cédula de Notificación
N° 011.2010/SNA-INDECOPI

Page 1 de 6

"EPA": U.S. Environmental Protection Agency "SM": Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater "ASTM": American Society for Testing and Materials
El presente documento es redactado íntegramente en Corplab, su alteración o uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia, queda prohibida la reproducción parcial del presente informe, salvo autorización escrita de Corplab Peru Sac; solo es válido para las muestras referidas en el presente informe.
El Lote de muestras que incluyen el presente informe será descartado a los 30 días calendario de haber ingresado la muestra al laboratorio.
El periodo de custodia de la muestra dirimente se establecerá en función al mantenimiento de las características evaluadas inicialmente en el producto así como su perecibilidad.
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.

CI. Russel 193 - Surquillo (Alt. Cdra. 40 Av. Aviación) Lima 34 - Perú Tel.Fax: (511) 204-2000
Av. Dolores 167 José Luis Bustamante y Rivero - Arequipa Perú Tel.: (054) 424570

Revisión: 06
Fecha de Revisión: 30/01/13

e-mail : peru@corplab.net web: www.corplab.net

INFORME DE ENSAYO: 507/2014

Muestra: 8972/2014-1.0

Procedimiento de Muestreo:	Realizado por el cliente
Estación de Muestreo:	PTAR INGRESO
Ubicación Geográfica:	---
Descripción Procedencia de la Muestra:	Reservado por el cliente
Condición de la Muestra Ensayada:	Muestra en buen estado de conservación
Tipo de Muestra:	Agua Residual Doméstica
Fecha y Hora de Muestreo:	09/01/2014 14:50:00
Fecha y Hora de Recepción:	10/01/2014 11:00:00

Numeración de Coliformes Totales

Parámetro	Unidad	Fecha de Análisis	Límite de Detección	Límite de Cuantificación	Resultado
Coliformes Totales	NMP/100mL	15/01/2014	1,8	1,8	140000

Numeración de Coliformes Fecales

Parámetro	Unidad	Fecha de Análisis	Límite de Detección	Límite de Cuantificación	Resultado
Coliformes Fecales	NMP/100mL	15/01/2014	1,8	1,8	200

Sólidos Totales Suspendedos

Parámetro	Unidad	Fecha de Análisis	Límite de Detección	Límite de Cuantificación	Resultado
Sólidos Totales Suspendedos	mg/L	14/01/2014	2	5	150

Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)

Parámetro	Unidad	Fecha de Análisis	Límite de Detección	Límite de Cuantificación	Resultado
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	16/01/2014	2	5	114

Observaciones

* "Los métodos indicados no han sido acreditados por INDECOPI-SNA"

ND = No Detectado

La fecha de análisis de los parámetros perecibles indicados en el Informe de Ensayo corresponde a la fecha de ingreso de resultados al sistema.

INFORME DE ENSAYO: 507/2014

FDT 001

Muestra: 8973/2014-1.0

Procedimiento de Muestreo:	Realizado por el cliente
Estación de Muestreo:	PTAR SALIDA
Ubicación Geográfica:	---
Descripción Procedencia de la Muestra:	Reservado por el cliente
Condición de la Muestra Ensayada:	Muestra en buen estado de conservación
Tipo de Muestra:	Agua Residual Doméstica
Fecha y Hora de Muestreo:	09/01/2014 15:35:00
Fecha y Hora de Recepción:	10/01/2014 11:00:00

Numeración de Coliformes Totales

Parámetro	Unidad	Fecha de Análisis	Límite de Detección	Límite de Cuantificación	Resultado
Coliformes Totales	NMP/100mL	16/01/2014	1,8	1,8	920

Numeración de Coliformes Fecales

Parámetro	Unidad	Fecha de Análisis	Límite de Detección	Límite de Cuantificación	Resultado
Coliformes Fecales	NMP/100mL	16/01/2014	1,8	1,8	70

Sólidos Totales Suspensos

Parámetro	Unidad	Fecha de Análisis	Límite de Detección	Límite de Cuantificación	Resultado
Sólidos Totales Suspensos	mg/L	14/01/2014	2	5	ND

Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)

Parámetro	Unidad	Fecha de Análisis	Límite de Detección	Límite de Cuantificación	Resultado
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	16/01/2014	2	5	4

Observaciones

* "Los métodos indicados no han sido acreditados por INDECOPI-SNA"

ND = No Detectado

La fecha de análisis de los parámetros perecibles indicados en el Informe de Ensayo corresponde a la fecha de ingreso de resultados al sistema.

INFORME DE ENSAYO: 507/2014

FDT 001

Metodologías Aplicadas				
Parámetro	Límite de Detección	Límite de Cuantificación	Método de Referencia	Descripción
Demanda Bioquímica de Oxígeno	2	5	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 22nd Ed. 2012	Biochemical Oxygen Demand (BOD): 5 Days BOD Test
Coliformes Totales	1,8	1,8	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 B, 22nd Ed. 2012	Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Standard Total Coliform Fermentation Technique
Coliformes Fecales	1,8	1,8	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E-1, 22nd Ed. 2012	Multiple-Tube Fermentation Technique for members of the Coliform Group, Fecal Coliform Procedure
Sólidos Totales Suspendidos	2	5	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 22nd Ed. 2012	Solids: Total Suspended Solids Dried at 103-105°C

Observaciones

Las metodologías de muestreo y análisis utilizadas por Corplab corresponden a las últimas versiones editadas.

INFORME DE ENSAYO: 507/2014

Informe de Controles de Calidad: 2678/2014

Blanco de Sólidos Totales Suspendedos(TSS) (Agua)			
Código de Laboratorio	1240799		
Parámetros	Resultado	Unidad	Fecha de Análisis
Sólidos Totales Suspendedos	ND	mg Sólidos Totales Suspendedos/L	13/01/2014

Estándar de Sólidos Totales Suspendedos(TSS) (Agua)	
Código de Laboratorio	1240800

Parámetros	Estándar de control	% R	Unidad	LA. Exactitud (% R)	Fecha de Análisis
Sólidos Totales Suspendedos	25	96,0	%	90 - 110	13/01/2014

Estándar de Sólidos Totales Suspendedos(TSS) (Agua)	
Código de Laboratorio	1240801

Parámetros	Estándar de control	% R	Unidad	LA. Exactitud (% R)	Fecha de Análisis
Sólidos Totales Suspendedos	250	104,8	%	90 - 110	13/01/2014

Informe de Controles de Calidad: 3313/2014

Blanco de Coliformes Totales 1,8 (Agua)			
Código de Laboratorio	1245360		
Parámetros	Resultado	Unidad	Fecha de Análisis
Coliformes Totales	ND	NMP/100 mL	15/01/2014

Control Positivo de Coliformes Totales 1,8 (Agua)	
Código de Laboratorio	1245361

Parámetros	Estándar de control	% R	Unidad	LA. Exactitud (% R)	Fecha de Análisis
Coliformes Totales	Positivo	Positivo	NMP/100 mL		15/01/2014

Control Negativo de Coliformes Totales 1,8 (Agua)	
Código de Laboratorio	1245362

Parámetros	Estándar de control	% R	Unidad	LA. Exactitud (% R)	Fecha de Análisis
Coliformes Totales	Negativo	Negativo	NMP/100 mL		15/01/2014

INFORME DE ENSAYO: 507/2014 Informe de Controles de Calidad: 3319/2014

Blanco de Coliformes Fecales (Termotolerantes) 1,8 (Agua)	
Código de Laboratorio	1245376

Control Positivo de Coliformes Fecales (Termotolerantes) 1,8 (Agua)	
Código de Laboratorio	1245377

Control Negativo de Coliformes Fecales (Termotolerantes) 1,8 (Agua)	
Código de Laboratorio	1245378

Informe de Controles de Calidad: 3436/2014

Blanco de Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5) (Agua)	
Código de Laboratorio	1246070

Parámetros	Resultado	Unidad	Fecha de Análisis
Demanda Bioquímica de Oxígeno	ND	mg/L	16/01/2014

Estándar de Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5) (Agua)	
Código de Laboratorio	1246071

Parámetros	Estándar de control	% R	Unidad	LA. Exactitud (% R)	Fecha de Análisis
Demanda Bioquímica de Oxígeno	19,8	94,8	%	85 - 115	16/01/2014

Estándar de Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5) (Agua)	
Código de Laboratorio	1246072

Parámetros	Estándar de control	% R	Unidad	LA. Exactitud (% R)	Fecha de Análisis
Demanda Bioquímica de Oxígeno	198	102,9	%	85 - 115	16/01/2014

ANEXO 3

ESTANDARES NACIONALES DE CALIDAD AMBIENTAL PARA EL AGUA

Diagnóstico y el usuario esté dispuesto a proporcionarlos, el valor de dichos insumos será descontado del precio del servicio, previa presentación de la copia del comprobante de pago. Los insumos requeridos deberán ceñirse a las especificaciones técnicas exigidas por el SENASA.

Regístrese, comuníquese y publíquese.

OSCAR M. DOMINGUEZ FALCON
 Jefe (e)
 Servicio Nacional de Sanidad Agraria

232229-1

AMBIENTE

Aprueban los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua

DECRETO SUPREMO
 N° 002-2008-MINAM

EL PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA

CONSIDERANDO:

Que, en el inciso 22 del artículo 2° de la Constitución Política del Perú establece que toda persona tiene derecho a gozar de un ambiente equilibrado y adecuado al desarrollo de su vida; señalando en su artículo 67° que el Estado determina la Política Nacional del Ambiente;

Que, el artículo I del Título Preliminar de la Ley N° 28611- Ley General del Ambiente, establece que toda persona tiene el derecho irrenunciable a vivir en un ambiente saludable, equilibrado y adecuado para el pleno desarrollo de la vida, y el deber de contribuir a una efectiva gestión ambiental y de proteger el ambiente, así como sus componentes, asegurando particularmente la salud de las personas en forma individual y colectiva, la conservación de la diversidad biológica, el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales y el desarrollo sostenible del país;

Que, el artículo 1° de la Ley N° 28817- Ley que establece los plazos para la elaboración y aprobación de los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) y de Límites Máximos Permisibles (LMP) de Contaminación Ambiental, dispuso que la Autoridad Ambiental Nacional culminaría la elaboración y revisión de los ECA y LMP en un plazo no mayor de dos (02) años, contados a partir de la vigencia de dicha Ley;

Que con fecha 16 de junio de 1999 se instaló el GESTA AGUA, cuya finalidad fue elaborar los Estándares de Calidad Ambiental para Agua - ECA para Agua, estando conformado dicho Grupo de Trabajo por 21 instituciones del sector público, privado y académico, actuando la Dirección General de Salud Ambiental - DIGESA como Secretaría Técnica;

Que, mediante Oficio N° 8262-2006/DG/DIGESA de fecha 28 de diciembre de 2006, la Dirección General de Salud Ambiental -DIGESA, en coordinación con el Instituto Nacional de Recursos Naturales -INRENA, en calidad de Secretaría Técnica Colegiada del GESTA

AGUA, remitió al CONAM, la propuesta de Estándares de Calidad Ambiental-ECA para Agua con la finalidad de tramitar su aprobación formal;

Que, por Acta del Grupo de Trabajo GESTA AGUA, de fecha 24 de octubre de 2007, se aprobó la propuesta de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) para Agua;

Que, mediante Decreto Legislativo N° 1013 se aprobó la Ley de Creación, Organización y Funciones del Ministerio del Ambiente, señalándose su ámbito de competencia sectorial y regulándose su estructura orgánica y funciones, siendo una de sus funciones específicas la de elaborar los Estándares de Calidad Ambiental y Límites Máximos Permisibles;

Que, contando con la propuesta de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) para agua, corresponde aprobarlos mediante Decreto Supremo, conforme a lo establecido en el artículo 7° del Decreto Legislativo N° 1013;

De conformidad con lo dispuesto en la Ley General del Ambiente, Ley N° 28611 y el Decreto Legislativo N° 1013;

En uso de las facultades conferidas por el artículo 118° de la Constitución Política del Perú;

DECRETA:

Artículo 1°.- Aprobación de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua

Aprobar los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua, contenidos en el Anexo I del presente Decreto Supremo, con el objetivo de establecer el nivel de concentración o el grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos presentes en el agua, en su condición de cuerpo receptor y componente básico de los ecosistemas acuáticos, que no representa riesgo significativo para la salud de las personas ni para el ambiente. Los Estándares aprobados son aplicables a los cuerpos de agua del territorio nacional en su estado natural y son obligatorios en el diseño de las normas legales y las políticas públicas siendo un referente obligatorio en el diseño y aplicación de todos los instrumentos de gestión ambiental.

Artículo 2°.- Refrendo

El presente Decreto Supremo será refrendado por el Ministro del Ambiente.

DISPOSICIÓN COMPLEMENTARIA TRANSITORIA

Única.- El Ministerio del Ambiente dictará las normas para la implementación de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua, como instrumentos para la gestión ambiental por los sectores y niveles de gobierno involucrados en la conservación y aprovechamiento sostenible del recurso agua.

Dado en la Casa de Gobierno, en Lima, a los treinta días del mes de julio del año dos mil ocho.

ALAN GARCÍA PÉREZ
 Presidente Constitucional de la República

ANTONIO JOSÉ BRACK EGG
 Ministro del Ambiente

El Peruano

DIARIO OFICIAL

REQUISITO PARA PUBLICACIÓN DE NORMAS LEGALES Y SENTENCIAS

Se comunica al Congreso de la República, Poder Judicial, Ministerios, Organismos Autónomos y Descentralizados, Gobiernos Regionales y Municipalidades que, para efecto de publicar sus dispositivos y sentencias en la Separata de Normas Legales y Separatas Especiales respectivamente, deberán además remitir estos documentos en disquete o al siguiente correo electrónico: normaslegales@editoraperu.com.pe

LA DIRECCIÓN

ANEXO I
ESTÁNDARES NACIONALES DE CALIDAD AMBIENTAL PARA AGUA
CATEGORÍA 1: POBLACIONAL Y RECREACIONAL

PARÁMETRO	UNIDAD	Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable			Aguas superficiales destinadas para recreación	
		A1	A2	A3	B1	B2
		Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado	Contacto Primario	Contacto Secundario
		VALOR	VALOR	VALOR	VALOR	VALOR
FÍSICOS Y QUÍMICOS						
Aceites y grasas (MEH)	mg/L	1	1,00	1,00	Ausencia de película visible	**
Cianuro Libre	mg/L	0,005	0,022	0,022	0,022	0,022
Cianuro Wad	mg/L	0,08	0,08	0,08	0,08	**
Cloruros	mg/L	250	250	250	**	**
Color	Color verdadero escala Pt/Co	15	100	200	sin cambio normal	sin cambio normal
Conductividad	us/cm ^M	1.500	1.600	**	**	**
D.B.O. ₅	mg/L	3	5	10	5	10
D.Q.O.	mg/L	10	20	30	30	50
Dureza	mg/L	500	**	**	**	**
Detergentes (SAAM)	mg/L	0,5	0,5	na	0,5	Ausencia de espuma persistente
Fenoles	mg/L	0,003	0,01	0,1	**	**
Fluoruros	mg/L	1	**	**	**	**
Fósforo Total	mg/L P	0,1	0,15	0,15	**	**
Materiales Flotantes		Ausencia de material flotante	**	**	Ausencia de material flotante	Ausencia de material flotante
Nitratos	mg/L N	10	10	10	10	**
Nitritos	mg/L N	1	1	1	1(5)	**
Nitrógeno amoniacal	mg/L N	1,5	2	3,7	**	**
Olor		Aceptable	**	**	Aceptable	**
Origeno Disuelto	mg/L	>= 6	>= 5	>= 4	>= 5	>= 4
pH	Unidad de pH	6,5 - 8,5	5,5 - 9,0	5,5 - 9,0	6-9 (2,5)	**
Sólidos Disueltos Toteles	mg/L	1.000	1.000	1.500	**	**
Sulfatos	mg/L	250	**	**	**	**
Sulfuros	mg/L	0,05	**	**	0,05	**
Turbiedad	UNT ^{#1}	5	100	**	100	**
INORGÁNICOS						
Aluminio	mg/L	0,2	0,2	0,2	0,2	**
Antimonio	mg/L	0,006	0,006	0,006	0,006	**
Arsénico	mg/L	0,01	0,01	0,05	0,01	**
Bario	mg/L	0,7	0,7	1	0,7	**
Berilio	mg/L	0,004	0,04	0,04	0,04	**
Boro	mg/L	0,5	0,5	0,75	0,5	**
Cadmio	mg/L	0,003	0,003	0,01	0,01	**
Cobre	mg/L	2	2	2	2	**
Cromo Total	mg/L	0,05	0,05	0,05	0,05	**
Cromo VI	mg/L	0,05	0,05	0,05	0,05	**
Hierro	mg/L	0,3	1	1	0,3	**
Manganeso	mg/L	0,1	0,4	0,5	0,1	**
Mercurio	mg/L	0,001	0,002	0,002	0,001	**
Níquel	mg/L	0,02	0,025	0,025	0,02	**
Plata	mg/L	0,01	0,05	0,05	0,01	0,05
Plomo	mg/L	0,01	0,05	0,05	0,01	**
Selenio	mg/L	0,01	0,05	0,05	0,01	**
Urenio	mg/L	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Vanadio	mg/L	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Zinc	mg/L	3	5	5	3	**
ORGÁNICOS						
I. COMPUESTOS ORGÁNICOS VOLÁTILES						
Hidrocarburos totales de petróleo, HTP	mg/L	0,05	0,2	0,2		
Trihalometanos	mg/L	0,1	0,1	0,1	**	**
Compuestos Orgánicos Volátiles, COV's						
1,1,1-Tricloroetano -- 71-55-6	mg/L	2	2	**	**	**
1,1-Dicloroetano -- 75-35-4	mg/L	0,03	0,03	**	**	**
1,2-Dicloroetano -- 107-06-2	mg/L	0,03	0,03	**	**	**
1,2-Diclorobenceno -- 95-50-1	mg/L	1	1	**	**	**
Hexaclorobutadieno -- 87-68-3	mg/L	0,0006	0,0006	**	**	**
Tetracloroetano --127-18-4	mg/L	0,04	0,04	**	**	**
Tetracloruro de Carbono -- 56-23-5	mg/L	0,002	0,002	**	**	**
Tricloroetano -- 79-01-6	mg/L	0,07	0,07	**	**	**
BETX						

Descargado desde www.ejpcuahuato.com.pe

PARÁMETRO	UNIDAD	Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable			Aguas superficiales destinadas para recreación	
		A1	A2	A3	B1	B2
		Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado	Contacto Primario	Contacto Secundario
		VALOR	VALOR	VALOR	VALOR	VALOR
Benceno -- 71-43-2	mg/L	0,01	0,01	**	**	**
Etilbenceno -- 100-41-4	mg/L	0,3	0,3	**	**	**
Tolueno -- 108-68-3	mg/L	0,7	0,7	**	**	**
Xilenos -- 1330-20-7	mg/L	0,5	0,5	**	**	**
Hidrocarburos Aromáticos						
Benz(a)pireno -- 50-32-8	mg/L	0,0007	0,0007	**	**	**
Pentaclorofenol (PCP)	mg/L	0,009	0,009	**	**	**
Triclorobencenos (Totales)	mg/L	0,02	0,02	**	**	**
Pesticidas						
Organofosforados:						
Malatión	mg/L	0,0001	0,0001	**	**	**
Metamidofós (restringido)	mg/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia	**	**
Paraquat (restringido)	mg/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia	**	**
Paratión	mg/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia	**	**
Organoclorados (COP)*:						
Aldrin -- 309-00-2	mg/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia	**	**
Clordano	mg/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia	**	**
DDT	mg/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia	**	**
Dieldrín -- 60-57-1	mg/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia	**	**
Endosulfán	mg/L	0,000056	0,000056	*	**	**
Erdrín -- 72-20-8	mg/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia	**	**
Heptacloro -- 76-44-8	mg/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia	**	**
Heptacloro epóxido 1024-57-3	mg/L	0,00003	0,00003	*	**	**
Lindano	mg/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia	**	**
Carbamatos:						
Aldicarb (restringido)	mg/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia	**	**
Policloruros Bifenilos Totales (PCBs)						
(PCBs)	mg/L	0,000001	0,000001	**	**	**
Otros						
Asbesto	Millones de fibras/L	7	**	**	**	**
MICROBIOLÓGICO						
Coliformes Termotolerantes (44,5 °C)	NMP/100 mL	0	2 000	20 000	200	1 000
Coliformes Totales (35 - 37 °C)	NMP/100 mL	50	3 000	50 000	1 000	4 000
Enterococos fecales	NMP/100 mL	0	0		200	**
Escherichia coli	NMP/100 mL	0	0		Ausencia	Ausencia
Formas parasitarias	Organismo/Litro	0	0		0	
Giardia duodenalis	Organismo/Litro	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
Salmonella	Presencia/100 mL	Ausencia	Ausencia	Ausencia	0	0
Vibrio Cholerae	Presencia/100 mL	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia

UNT Unidad Nefelométrica Turbiedad
NMP/100 mL Número más probable en 100 mL

* Contaminantes Orgánicos Persistentes (COP)

** De entenderse que para esta subcategoría, el parámetro no es relevante, salvo casos específicos que la Autoridad competente determine.

CATEGORÍA 2: ACTIVIDADES MARINO COSTERAS

PARÁMETRO	UNIDADES	AGUA DE MAR		
		Sub Categoría 1	Sub Categoría 2	Sub Categoría 3
		Extracción y Cultivo de Moluscos Bivalvos (C1)	Extracción y cultivo de otras especies hidrobiológicas (C2)	Otras Actividades (C3)
ORGANOLÉPTICOS				
Hidrocarburos de Petróleo		No Visible	No Visible	No Visible
FISICOQUÍMICOS				
Aceites y grasas	mg/L	1,0	1,0	2,0
DBO ₅	mg/L	**	10,0	10,0
Oxígeno Disuelto	mg/L	>=4	>=3	>=2,5
pH	Unidad de pH	7 - 8,5	6,8 - 8,5	6,8 - 8,5
Sólidos Suspendedos Totales	mg/L	**	50,0	70,0
Sulfuro de Hidrógeno	mg/L	**	0,06	0,08
Temperatura	°C	**delta 3 °C	**delta 3 °C	**delta 3 °C
INORGÁNICOS				
Amoníaco	mg/L	**	0,08	0,21
Aséptico total	mg/L	0,05	0,05	0,05
Cadmio total	mg/L	0,0093	0,0093	0,0093
Cobre total	mg/L	0,0031	0,05	0,05
Cromo VI	mg/L	0,05	0,05	0,05
Fosfatos (P-PO4)	mg/L	**	0,03 - 0,09	0,1

PARÁMETRO	UNIDADES	AGUA DE MAR		
		Sub Categoría 1	Sub Categoría 2	Sub Categoría 3
		Extracción y Cultivo de Moluscos Bivalvos (C1)	Extracción y cultivo de otras especies hidrobiológicas (C2)	Otras Actividades (C3)
Mercurio total	mg/L	0,00094	0,0001	0,0001
Níquel total	mg/L	0,0082	0,1	0,1
Nitratos (N-NO ₃)	mg/L	**	0,07 - 0,28	0,3
Plomo total	mg/L	0,0081	0,0081	0,0081
Silicatos (Si-Si O ₃)	mg/L	**	0,14 - 0,70	**
Zinc total	mg/L	0,081	0,081	0,081
ORGÁNICOS				
Hidrocarburos de petróleo totales (fracción aromática)	mg/L	0,007	0,007	0,01
MICROBIOLÓGICOS				
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	* ≤14 (área aprobada)	≤30	1000
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	* ≤88 (área restringida)		

NMP/ 100 mL Número más probable en 100 mL.

* Área Aprobada: Áreas de donde se extraen ó cultivan moluscos bivalvos seguros para el comercio directo y consumo, libres de contaminación fecal humana ó animal, de organismos patógenos ó cualquier sustancia deletérea ó venenosa y potencialmente peligrosa.

** Área Restringida: Áreas acuáticas impactadas por un grado de contaminación donde se extraen moluscos bivalvos seguros para consumo humano luego de ser depurados

*** Se entenderá que para este uso, el parámetro no es relevante, salvo casos específicos que la Autoridad competente lo determine

**** La temperatura corresponde al promedio mensual multianual del área evaluada.

CATEGORÍA 3: RIEGO DE VEGETALES Y BEBIDAS DE ANIMALES

PARÁMETROS PARA RIEGO DE VEGETALES DE TALLO BAJO Y TALLO ALTO		
PARÁMETROS	UNIDAD	VALOR
Fisicoquímicos		
Bicarbonatos	mg/L	370
Calcio	mg/L	200
Carbonatos	mg/L	5
Cloruros	mg/L	100-700
Conductividad	(uS/cm)	<2 000
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	15
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	40
Fluoruros	mg/L	1
Fosfatos - P	mg/L	1
Nitratos (NO ₃ -N)	mg/L	10
Nitritos (NO ₂ -N)	mg/L	0,06
Oxígeno Disuelto	mg/L	> =4
pH	Unidad de pH	6,5 - 8,5
Sodio	mg/L	200
Sulfatos	mg/L	300
Sulfuros	mg/L	0,05
Inorgánicos		
Aluminio	mg/L	5
Arsénico	mg/L	0,05
Bario total	mg/L	0,7
Boro	mg/L	0,5-6
Cadmio	mg/L	0,005
Cianuro Wad	mg/L	0,1
Cobalto	mg/L	0,05
Cobre	mg/L	0,2
Cromo (6+)	mg/L	0,1
Hierro	mg/L	1
Litio	mg/L	2,5
Magnesio	mg/L	150
Manganeso	mg/L	0,2
Mercurio	mg/L	0,001
Níquel	mg/L	0,2
Plata	mg/L	0,05
Plomo	mg/L	0,05
Selenio	mg/L	0,05
Zinc	mg/L	2
Orgánicos		
Ácidos y Grasas	mg/L	1
Fenoles	mg/L	0,001
S.A.A.M. (detergentes)	mg/L	1
Plaguicidas		
Aldicarb	ug/L	1
Aldrin (CAS 309-00-2)	ug/L	0,004
Clordano (CAS 57-74-9)	ug/L	0,3
DDT	ug/L	0,001
Dieldrin (N° CAS 72-20-8)	ug/L	0,7
Endrin	ug/L	0,004

PARÁMETROS PARA RIEGO DE VEGETALES DE TALLO BAJO Y TALLO ALTO		
PARÁMETROS	UNIDAD	VALOR
Endosulfán	ug/L	0,02
Heptacloro (N° CAS 76-44-8) y heptacloropóxido	ug/L	0,1
Lindano	ug/L	4
Paratión	ug/L	7,5

CATEGORÍA 3: RIEGO DE VEGETALES Y BEBIDAS DE ANIMALES

PARÁMETROS PARA RIEGO DE VEGETALES.			
PARÁMETROS	Unidad	Vegetales Tallo Bajo	Vegetales Tallo Alto
		Valor	Valor
Biológicos			
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	1 000	2 000(3)
Coliformes Totales	NMP/100mL	5 000	5 000(3)
Enterococos	NMP/100mL	20	100
<i>Escherichia coli</i>	NMP/100mL	100	100
Huevos de Helmintos	huevos/litro	<1	<1(1)
<i>Salmonelle</i> sp.		Ausente	Ausente
<i>Vibron cholerae</i>		Ausente	Ausente
PARÁMETROS PARA BEBIDAS DE ANIMALES			
PARÁMETROS	UNIDAD	VALOR	
Fisicoquímicos			
Conductividad Eléctrica	(uS/cm)	<=5000	
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	<=15	
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	40	
Fluoruro	mg/L	2	
Nitratos-(NO3-N)	mg/L	50	
Nitritos (NO2-N)	mg/L	1	
Oxígeno Disuelto	mg/L	> 5	
pH	Unidades de pH	6,5 - 8,4	
Sulfatos	mg/L	500	
Sulfuros	mg/L	0,05	
Inorgánicos			
Aluminio	mg/L	5	
Arsénico	mg/L	0,1	
Berilio	mg/L	0,1	
Boro	mg/L	5	
Cadmio	mg/L	0,01	
Cianuro WAD	mg/L	0,1	
Cobalto	mg/L	1	
Cobre	mg/L	0,5	
Cromo (6+)	mg/L	1	
Hierro	mg/L	1	
Litio	mg/L	2,5	
Magnesio	mg/L	150	
Manganeso	mg/L	0,2	
Mercurio	mg/L	0,001	
Niquel	mg/L	0,2	
Plata	mg/L	0,05	
Plomo	mg/L	0,05	
Selenio	mg/L	0,05	
Zinc	mg/L	24	
Orgánicos			
Aceites y Grasas	mg/L	1	
Fenoles	mg/L	0,001	
S.A.A.M. (delaragentes)	mg/L	1	
Plaguicidas			
Aldicarb	ug/L	1	
Aldrin (CAS 309-00-2)	ug/L	0,03	
Clordano (CAS 57-74-9)	ug/L	0,3	
DDT	ug/L	1	
Dieldrin (N° CAS 72-20-8)	ug/L	0,7	
Endosulfán	ug/L	0,02	

Endrín	ug/L	0,004
Heptacloro (N° CAS 76-44-8) y heptacloropóxido	ug/L	0,1
Lindano	ug/L	4
Paratión	ug/L	7,5
Biológicos		
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	1 000
Coliformes Totales	NMP/100mL	5 000
Enterococos	NMP/100mL	20
<i>Escherichia coli</i>	NMP/100mL	100
Huevos de Helminfos	huevos/litro	<1
<i>Salmonella</i> sp.		Ausente
<i>Vibrio cholerae</i>		Ausente

NOTA :

NMP/100: Número más probable en 100 mL

Vegetales de Tallo alto: Son plantas cultivables o no, de porte arbustivo o arbóreo y tienen una buena longitud de tallo. las especies leñosas y forestales tienen un sistema radicular pivotante profundo (1 a 20 metros). Ejemplo: Forestales, árboles frutales, etc.

Vegetales de Tallo bajo: Son plantas cultivables o no, frecuentemente porte herbáceo, debido a su poca longitud de tallo alcanzan poca altura. Usualmente, las especies herbáceas de porte bajo tienen un sistema radicular difuso o fibroso, poco profundo (10 a 50 cm). Ejemplo: Hortalizas y verdura de tallo corto, como ajo, lechuga, fresas, col, repollo, apio y arveja, etc.

Animales mayores: Entiéndase como animales mayores a vacunos, ovinos, porcinos, camélidos y equinos, etc.

Animales menores: Entiéndase como animales menores a caprinos, cuyes, aves y conejos

SAAM: Sustancias activas de azul de metileno

CATEGORÍA 4: CONSERVACIÓN DEL AMBIENTE ACUÁTICO

PARÁMETROS	UNIDADES	LAGUNAS Y LAGOS	RÍOS		ECOSISTEMAS MARINO COSTEROS	
			COSTA Y SIERRA	SELVA	ESTUARIOS	MARINOS
FÍSICOS Y QUÍMICOS						
Aceites y grasas	mg/L	Ausencia de película visible	Ausencia de película visible	Ausencia de película visible	1	1
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	mg/L	<5	<10	<10	15	10
Nitrógeno Amoniacoal	mg/L	<0,02	0,02	0,05	0,05	0,08
Temperatura	Celsius					de la 3 °C
Oxígeno Disuelto	mg/L	≥5	≥5	≥5	≥4	≥4
pH	unidad	6,5-8,5	6,5-8,5		6,8-8,5	6,8 - 8,5
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	500	500	500	500	
Sólidos Suspensidos Totales	mg/L	≤25	≤25 - 100	≤25 - 400	≤25-100	30,00
INORGÁNICOS						
Arsénico	mg/L	0,01	0,05	0,05	0,05	0,05
Bario	mg/L	0,7	0,7	1	1	----
Cadmio	mg/L	0,004	0,004	0,004	0,005	0,005
Cianuro Libre	mg/L	0,022	0,022	0,022	0,022	----
Clorofila A	mg/L	10	----	----	----	----
Cobre	mg/L	0,02	0,02	0,02	0,05	0,05
Cromo VI	mg/L	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Fenoles	mg/L	0,001	0,001	0,001	0,001	
Fosfatos Total	mg/L	0,4	0,5	0,5	0,5	0,031 - 0,093
Hidrocarburos de Petróleo Aromáticos Totales	Ausente				Ausente	Ausente
Mercurio	mg/L	0,0001	0,0001	0,0001	0,001	0,0001
Nitritos (N-NO3)	mg/L	5	10	10	10	0,07 - 0,28
INORGÁNICOS						
Nitrógeno Total	mg/L	1,6	1,6		----	----
Niquel	mg/L	0,025	0,025	0,025	0,002	0,0082
Plomo	mg/L	0,001	0,001	0,001	0,0081	0,0081
Silicatos	mg/L	----	----	----	----	0,14-0,7
Sulfuro de Hidrógeno (H2S indisociable)	mg/L	0,002	0,002	0,002	0,002	0,06
Zinc	mg/L	0,03	0,03	0,3	0,03	0,081
MICROBIOLÓGICOS						
Coliformes Termotolerantes	(NMP/100mL)	1 000	2 000		1 000	≤30
Coliformes Totales	(NMP/100mL)	2 000	3 000		2 000	

NOTA : Aquellos parámetros que no tienen valor asignado se debe reportar cuando se dispone de análisis

Dureza: Medir "dureza" del agua muestreada para contribuir en la interpretación de los datos (método/técnica recomendada: APHA-AWWA-WPCF 2340C)

Nitrógeno total: Equivalente a la suma del nitrógeno Kjeldahl total (Nitrógeno orgánico y amoniacoal), nitrógeno en forma de nitrato y nitrógeno en forma de nitrto (NO)

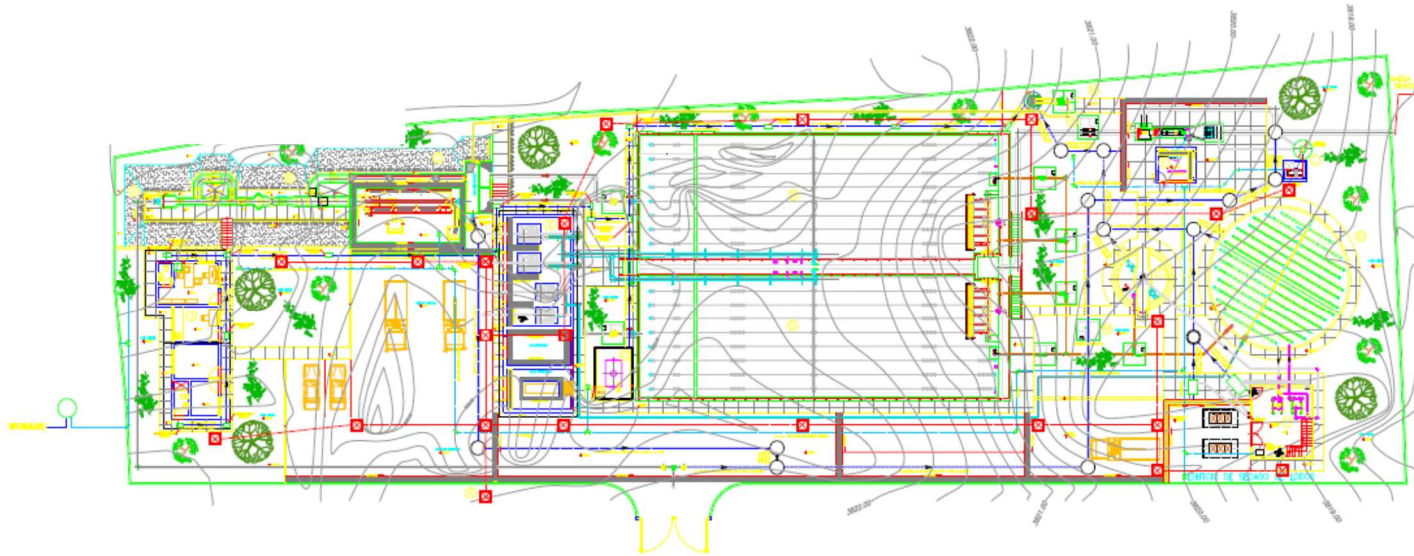
Amonio: Como NH3 no ionizado

NMP/100 mL: Número más probable de 100 mL

Ausente: No deben estar presentes a concentraciones que sean detectables por olor, que afecten a los organismos acuáticos comestibles, que puedan formar depósitos de sedimentos en las orillas o en el fondo, que puedan ser detectados como películas visibles en la superficie o que sean nocivos a los organismos acuáticos presentes.

ANEXO 4

Plano General: Vista de Planta PTAR – YUNGUYO



IDENTIFICACION SECTORES

LINIA LIQUIDA

- (A) CÁMARA DE VALVULAS
- (B) HERRAMIENTARIO
- (C) TANQUE HOPATIZADO
- (D) TANQUE ICSS
- (E) DESINFECTOR UVA

LINIA LODO

- (F) SEPARADOR DE LODOS
- (G) TANQUE DESBOTE
- (H) EDIFICIO DE DESHIDRATACION

OFICINAS, SERVICIOS Y OTROS

- (I) EDIFICIO DE Sopladores
- (J) OFICINA SALA DE CONTROL Y LABORATORIO
- (K) PLANTA ELUSTRADORA DE AGUA RESIDUAL INTENSIVA
- (L) PLANTA FUNDIDORA DE AGUA SERVICIO
- (M) CÁMARA MEDSOR DE CAUDAL BOMBA
- (N) SUBSTACION ELECTRICA
- (O) ESTANQUE DE RETENIDO
- (P) CÁMARA MEDSOR DE CAUDAL ENLARENTE

LEYENDA

- TUBERIA DE AGUA DE SERVICIO
- TUBERIA DE DESAGUO
- TUBERIA DE LODOS
- TUBERIA DE AIRE
- TUBERIA DE INYECCION (SABOR)
- TUBERIA DE INYECCION (NITRATO)
- TUBERIA DE AGUA TRATADA

REFERENCIAS	N° DE PLANO	TITULO	REVISIONES		DESCRIPCION	EL	CDR	CDR	DB	DES	APR	PROYECTO	TITULO	ESCALA	FECHA	PLANO N°	REVISION	
			REV	FECHA														ENTRADA PARA REVISION
10													PTAR YUNGUYO					
9													PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES					
8													LAYOUT					
7													PLANTA GENERAL					
6																		
5																		
4																		
3																		
2																		
1																		

ANEXO 5

Diagrama de Flujo del Tratamiento de Aguas Residuales – PTAR-Yunguyo

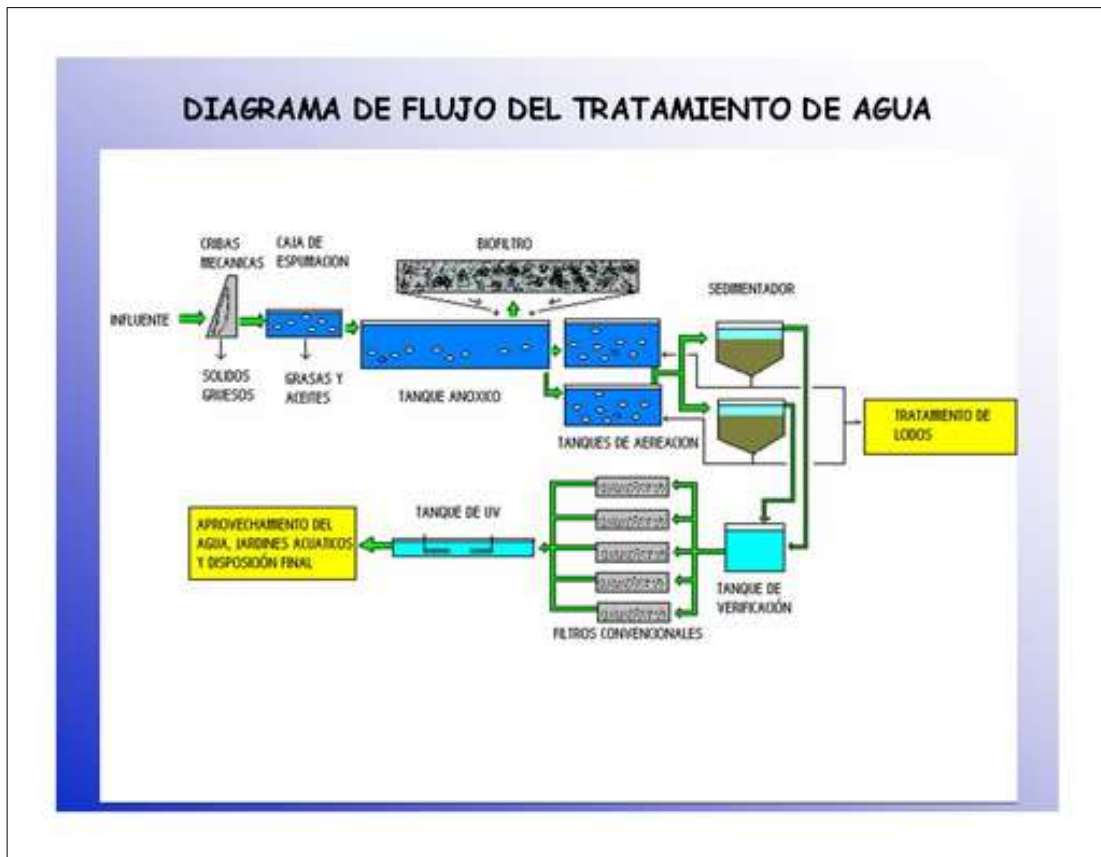
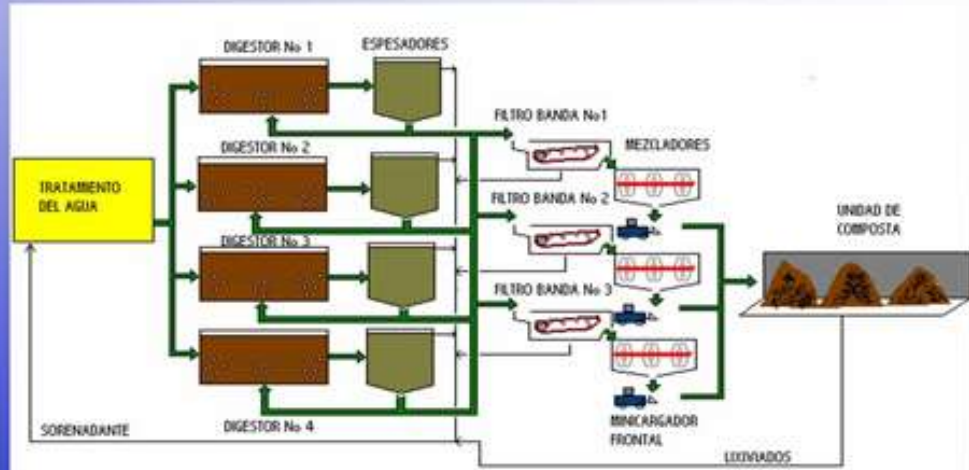


DIAGRAMA DE FLUJO DEL TRATAMIENTO DE LODOS



ANEXO 6

Fotos: Línea de Tratamiento de Agua de la PTAR

Ingreso del desagüe
a la Planta



Equipo Compacto – Tratamiento Primario



Reactores Biológicos – Tratamiento Secundario





Sistema de Decantación (Tratamiento Secundario)





Sala de sopladores (Hacia reactor biológico) Tanque Icaas



Equipo de Desinfección Ultravioleta – Tratamiento Terciario



Descarga Final de la Planta (Agua Final Tratada)



Fotos: Línea de Tratamiento de Lodos de la PTAR

Espesador de Lodos



Digestor de Lodos



Bombas de Cavidad Progresiva – Sala de Deshidratación



Dosificador de Polímeros – Sala de Deshidratación



Centrífuga – Sala de deshidratación



Tornillo de desplazamiento – Disposición final del Lodo

