

UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUMBES

ESCUELA DE POSGRADO

MAESTRIA EN CIENCIAS CON MENCION EN GESTION AMBIENTAL



**Caracterización aguas residuales comparación con Legislación Nacional y
pretratamiento físico en Ciudad Universitaria “Pampa Grande” Universidad
Nacional de Tumbes - 2023**

**Tesis para optar el grado académico de Maestro en Ciencias con Mención en
Gestión Ambiental**

Autor: Ángel Gregorio Germán Niquén Inga

Tumbes, 2023

UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUMBES

ESCUELA DE POSGRADO

MAESTRIA EN CIENCIAS CON MENCIÓN EN GESTIÓN AMBIENTAL



Caracterización aguas residuales comparación con Legislación Nacional y pretratamiento físico en Ciudad Universitaria “Pampa Grande” Universidad Nacional de Tumbes - 2023

Tesis aprobada en forma y estilo por:

Dr. Napoleón Puño Lecarnaqué (presidente)

Dr. Carlos Alberto Deza Navarrete (secretario)

Dr. José Modesto Carrillo Sarango (vocal)

Tumbes, 2023

UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUMBES

ESCUELA DE POSGRADO

MAESTRIA EN CIENCIAS CON MENCIÓN EN GESTIÓN AMBIENTAL



Caracterización aguas residuales comparación con Legislación Nacional y pretratamiento físico en Ciudad Universitaria “Pampa Grande” Universidad Nacional de Tumbes - 2023

Los suscritos declaramos que la tesis es original en su contenido y forma:

Br. Niquén Inga, Ángel Gregorio German (Autor)

Dra. Niquén Inga, María Isabel (Asesora)

Código ORCID: 0000000300574824

Mg. Hinojosa Niquen, Yahaira Anabel (Coasesora)

Código ORCID: 00000002888563005

Tumbes, 2023

ACTA DE SUSTENTACIÓN



UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUMBES
Licenciada
Resolución del Consejo Directivo N° 155-2019-SUNEDU/CD
ESCUELA DE POSGRADO
Tumbes – Perú

“Año de la unidad, la paz y el desarrollo”

ACTA DE SUSTENTACION DE TESIS

En Tumbes, en el primer día del mes de diciembre del dos mil veintitrés, siendo las siete horas con treinta minutos, se reunieron de manera virtual a través de la plataforma zoom <https://us02web.zoom.us/j/6063115712?omn=87153819433>, los integrantes del jurado calificador de la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional de Tumbes designado con **RESOLUCIÓN N.º 200-2023/UNTUMBES-EPG-D**, del doce de mayo del dos mil veintitrés: **Dr. NAPOLEON PUÑO LECARNAQUE** (presidente), **Dr. CARLOS ALBERTO DEZA NAVARRETE** (secretario) y el **Dr. JOSE MODESTO CARRILLO SARANGO** (vocal), además de la **Dra. MARIA ISABEL NIQUEN INGA** (vocal asesora).

Se procedió a evaluar, calificar y deliberar la sustentación de tesis titulada: **“Caracterización aguas residuales comparación con legislación nacional y pretratamiento físico en Ciudad Universitaria “Pampa Grande” Universidad Nacional de Tumbes - 2023”**, para optar el grado académico de **MAESTRO EN CIENCIAS CON MENCIÓN EN GESTIÓN AMBIENTAL**, presentado por el **Br. ÁNGEL GREGORIO GERMÁN NIQUÉN INGA**,

Concluida la sustentación y absueltas las preguntas, por parte del sustentante y después de la deliberación el jurado según el artículo N° 65 del Reglamento de Tesis para Pregrado y Posgrado de la Universidad Nacional de Tumbes, declara al Maestrando **APROBADO** con calificativo de **MUY BUENA**

En consecuencia, queda apto, para continuar con los trámites correspondientes a la obtención del grado académico de **Maestro en Ciencias con mención en Gestión Ambiental**, de conformidad con lo estipulado en la ley universitaria N° 30220, el Estatuto, Reglamento general, Reglamento general de grados títulos y Reglamento de tesis de la Universidad Nacional de Tumbes

Siendo las ocho horas con cincuenta minutos, del mismo día, se dio por concluida la ceremonia académica, procediendo a firmar el acta en presencia de público asistente.

Tumbes, 1 de diciembre del 2023

Dr. NAPOLEON PUÑO LECARNAQUE
DNI N° 00225904
ORCID N° 0000-0002-5008-8085
Presidente

Dr. CARLOS ALBERTO DEZA NAVARRETE
DNI N° 16532820
ORCID N° 0000-0002-3324-3741
Secretario

Dr. JOSE MODESTO CARRILLO SARANGO
DNI N° 00223850
ORCID N° 0000-0002-0841-3064
Vocal

Dra. MARIA ISABEL NIQUEN INGA
DNI N° 17538055
ORCID N° 0000-0002-0057-4824
Vocal y asesora

INFORME DE ORIGINALIDAD TURNITIN

Caracterización aguas residuales comparación con Legislación Nacional y pretratamiento físico en Ciudad Universitaria "Pampa Grande" Universidad Nacional de Tumbes - 2023

por Ángel Gregorio Germán Niquén Inga

Fecha de entrega: 02-dic-2023 01:47a.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2245138301

Nombre del archivo: as_resid._comparac._con_Leg._Nac._ - NIQUEN INGA ANGEL G._1.docx (37.96M)

Total de palabras: 21505

Total de caracteres: 112258


Dra. NIQUEN INGA, MARIA ISABEL
Docente Universidad Nacional de Tumbes
Código ORCID: 000000300574824
Asesora de tesis

Caracterización aguas residuales comparación con Legislación Nacional y pretratamiento físico en Ciudad Universitaria "Pampa Grande" Universidad Nacional de Tumbes - 2023

INFORME DE ORIGINALIDAD

8%

INDICE DE SIMILITUD

8%

FUENTES DE INTERNET

2%

PUBLICACIONES

3%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

hdl.handle.net

Fuente de Internet

1%

2

repositorio.untumbes.edu.pe

Fuente de Internet

1%

3

bioingepro.com.ar

Fuente de Internet

1%

4

repositorio.unu.edu.pe

Fuente de Internet

1%

5

repositorio.ucv.edu.pe

Fuente de Internet

<1%

6

Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga

Trabajo del estudiante

<1%

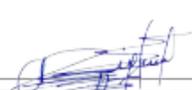
7

pramar.net

Fuente de Internet

<1%

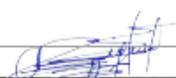
www.researchgate.net


Dra. NIQUÉN INGA, MARÍA ISABEL
Docente Universidad Nacional de Tumbes
Código ORCID: 0000000300574824
Asesora de tesis

8	Fuente de Internet	<1 %
9	repositorio.unc.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
10	www.clorid.com Fuente de Internet	<1 %
11	edoc.pub Fuente de Internet	<1 %
12	idoc.pub Fuente de Internet	<1 %
13	industrial.airliquide.es Fuente de Internet	<1 %
14	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	<1 %
15	Submitted to Universidad Nacional de Tumbes Trabajo del estudiante	<1 %
16	repositorio.upagu.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
17	Submitted to Universidad Privada San Juan Bautista Trabajo del estudiante	<1 %
18	spenagroup.com Fuente de Internet	<1 %


 Dra. NIQUÉN INGA, MARÍA ISABEL
 Docente Universidad Nacional de Tumbes
 Código ORCID: 0000000300574824
 Asesora de tesis

19	riuc.bc.uc.edu.ve Fuente de Internet	<1 %
20	JCI INGENIERIA & SERVICIOS AMBIENTALES S.A.C.. "Modificación de la DIA del Proyecto MishkiCosta que Consiste en el Procesamiento Industrial de Cristales y Polvo de Stevia a Partir de las Hojas de Stevia Rebaudiana-IGA0017804", R.D. N° 368-2017-PRODUCE/DVMYPE-I/DGAAMI, 2022 Publicación	<1 %
21	repositorio.unfv.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
22	www.corpocesar.gov.co Fuente de Internet	<1 %
23	sswm.info Fuente de Internet	<1 %
24	GHOSTUDIOS AMBIENTALES S.A.C.. "MEIA-D del Proyecto Reubicación de la Planta Concentradora Argentum-IGA0013075", R.D. N° 00026-2021-SENACE-PE/DEAR, 2021 Publicación	<1 %
25	repositorio.unsa.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
26	repositorio.continental.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
	repositorio.lamolina.edu.pe	


Dra. NIQUEN INGA, MARIA ISABEL
Docente Universidad Nacional de Tumbes
Código ORCID: 000000300574824
Asesora de tesis

27	Fuente de Internet	<1 %
28	repositorio.unh.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
29	repositorio.unsch.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
30	wios.warszawa.pl Fuente de Internet	<1 %
31	Submitted to consultoriadeserviciosformativos Trabajo del estudiante	<1 %
32	docplayer.es Fuente de Internet	<1 %
33	repositorio.unap.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
34	repositorio.upsc.edu.pe Fuente de Internet	<1 %

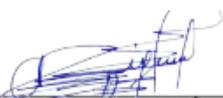
Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 15 words

Excluir bibliografía

Activo


Dra. NIQUEN INGA, MARIA ISABEL
 Docente Universidad Nacional de Tumbes
 Código ORCID: 0000000300574824
 Asesora de tesis

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mis padres, sus bendiciones a diario a lo largo de mi vida me protegieron, llevándome por el camino del bien y a perseverar en cumplir mis metas.

AGRADECIMIENTO

Agradezco primero a Dios por ser mi guía y compañía.

También, a mis docentes que han sido parte de mi camino universitario, transmitiéndome los conocimientos necesarios para hoy poder estar aquí.

Asimismo, a la universidad que me ha exigido tanto, pero al mismo tiempo me ha permitido obtener mi tan ansiado título.

ÍNDICE GENERAL

	Página
RESUMEN	xvii
ABSTRACT.....	xviii
CAPÍTULO I.....	19
INTRODUCCIÓN	19
CAPÍTULO II.....	21
REVISIÓN DE LITERATURA	21
2.1. Bases teóricas – científica	21
2.2. Antecedentes	36
CAPÍTULO III.....	41
MATERIALES Y MÉTODOS.....	41
3.1. Formulación de Hipótesis	41
3.2. Variables.....	42
CAPÍTULO IV.....	55
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	55
4.1. Resultados.....	55
4.2. Discusión.....	88
CAPÍTULO V.....	93
CONCLUSIONES	93
CAPÍTULO VI.....	95
RECOMENDACIONES	95
CAPÍTULO VIII.....	96
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	96
CAPÍTULO VIII.....	¡Error! Marcador no definido.
ANEXOS	100

ÍNDICE DE TABLAS

	Página
Tabla 1 Límites Máximos Permisibles para efluentes de PTAR	27
Tabla 2 Requisitos para toma de muestra de agua residual y preservación de las muestras por el monitoreo	27
Tabla 3 Punto de Muestreo Ciudad Universitaria "Pampa Grande" Universidad Nacional de Tumbes.	47
Tabla 4 Cantidad y composición de las aguas residuales y demanda de agua en viviendas particulares (por persona al día) según Pöpel	57
Tabla 5 Promedio de agua residual producida por persona por día en la ciudad universitaria de "Pampa Grande de la UNTUMBES", según los 4 criterios analizados	58
Tabla 6 Artefactos sanitarios para uso de personal diario del PM1	59
Tabla 7 Artefactos sanitarios para uso de personal diario del PM2	60
Tabla 8 Artefactos sanitarios para uso de personal diario del PM3	62
Tabla 9 Artefactos sanitarios para uso de personal diario del PM4	63
Tabla 10 Producción total y promedio de agua residual en la zona de estudio	64
Tabla 11 Concentración promedio de contaminantes físico químicos y microbiológicos de las aguas residuales de PM1	66
Tabla 12 Caracterización del agua residual del PM1	72
Tabla 13 Concentración promedio de contaminantes físicoquímicos y microbiológicos de las aguas residuales de PM2	73
Tabla 14 Caracterización del agua residual del PM2	75
Tabla 15 Concentración promedio de contaminantes físicoquímicos y microbiológicos de las aguas residuales de PM3	76

Tabla 16 Caracterización del agua residual del PM3	79
Tabla 17 Concentración promedio de contaminantes físicoquímicos y microbiológicos de las aguas residuales de PM4	80
Tabla 18 Caracterización del agua residual del PM4	82
Tabla 19 Carga contaminante diaria producida en el PM1	84
Tabla 20 Carga contaminante diaria producida en el PM2	85
Tabla 21 Carga contaminante diaria producida en el PM3	85
Tabla 22 Carga contaminante diaria producida en el PM4	86

INDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1 Esquema conceptual de un sistema de tratamiento de aguas residuales. Fuente: (Noyola. et. al, 2013).	29
Figura 2 Esquema del tamiz de escalera	32
Figura 3 Esquema del tamiz de sinfín	32
Figura 4 Esquema del tamiz rotativo	33
Figura 5 Filtros en canasto de retención de sólidos.	34
Figura 6 Reja gruesa de limpieza manual	35
Figura 7 Rejas curvas fabricadas por Bioingepro	35
Figura 8 Tamiz rotativo fabricado por Bioingepro.....	36

INDICE DE ANEXOS

	Página
Anexo 1 Análisis 1	100
Anexo 2 Análisis 2.....	101
Anexo 3 Matriz de Consistencia	102
Anexo 4 Ubicación	109
Anexo 5 Plano de distribución de puntos de muestreo 1	111
Anexo 6 Plano de distribución de puntos de muestreo 2	112
Anexo 7 Características de los puntos de muestreo	113
Anexo 8 Álbum de fotos	115
Anexo 9 D.S. N° 003-2010-MINAM.....	133
Anexo 10 10: R.M.273-2013-VIVIENDA.....	136
Anexo 11 Cotización Laboratorio ECOBIOTECH LAB SAC.....	143

RESUMEN

La presente investigación de “Caracterización aguas residuales comparación con Legislación Nacional y pretratamiento físico en Ciudad Universitaria “Pampa Grande” Universidad Nacional de Tumbes – 2023” se planteó como una investigación de tipo básica, No Experimental - Explicativa – Causal, teniendo como objetivo la caracterización del agua residual de la ciudad universitaria de la UNTUMBES y comparar con los LMP del DS N° 003-2010-,MINAM; para ello se eligieron 4 puntos de muestreo de 4 pabellones académicos administrativos de la Ciudad Universitaria, realizando dos muestreos en fechas diferentes obteniendo como conclusiones: El número de artefactos sanitarios cumple con las reglas internacionales, el caudal promedio de agua residual es de 118.91 litros por persona por día, y un caudal continuo de 1.6825 l/seg. Los parámetros temperatura, pH, SST, aceites y grasas están dentro de los LMP dados por la Legislación Nacional, pero la DQO, DBO₅ y coliformes termotolerantes están por encima de la Legislación Nacional. Los parámetros aportantes de carga contaminante son los SST, aceite y grasas DQO y DBO₅ y se plantea que urinarios y laboratorios estén con rejillas para finos aberturas menores de 5 mm.

Palabras clave: Aguas residuales, Contaminación de aguas, Pretratamiento de aguas.

ABSTRACT

The present investigation of “Wastewater characterization compared to National Legislation and physical pretreatment in “Pampa Grande” University City, National University of Tumbes – 2023” was proposed as a basic, Non-Experimental – Explanatory – Causal type of research, with the objective of characterization of the residual water of the university city of UNTUMBES and compare with the LMP of DS N° 003-2010-, MINAM; For this, 4 sampling points were chosen from 4 administrative academic pavilions of the University City, carrying out two samplings on different dates, obtaining the following conclusions: The number of sanitary devices complies with international rules, the average flow of residual water is 118.91 liters per person per day, and a continuous flow of 1.6825 l/sec. The parameters temperature, pH, TSS, oils and fats are within the LMP given by the National Legislation, but the COD BOD5 and thermotolerant coliforms are above the National Legislation. The parameters contributing to the contaminant load are TSS, oil and fats COD and BOD5 and it is proposed that urinals and laboratories have grates for fine openings less than 5 mm.

Keywords: Wastewater, Water pollution, Water pretreatment.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

En la Región de Tumbes, no existe ninguna PTAR (Planta de tratamiento de aguas residuales); por lo tanto las aguas residuales son pretratadas en pozos de oxidación, mediante la acción de bacterias anaeróbicas, y luego arrojadas a drenes agrícolas y/o usadas para el riego de plantas de tallo corto y/o largo; y la más importante evacuación de aguas residuales se produce en el distrito capital de Tumbes, aguas residuales que son dirigidas a una poza de descarga al pie de la margen derecha del río Tumbes, mediante un sistema de bombeo arrojadas crudas, al río Tumbes, este sistema se le llama "El Coloma", ubicado en la parte más baja de la ciudad capital de Tumbes en el barrio San José.

Por lo antes descrito, las aguas residuales, producidas en el más importante Campus Universitario de la Universidad Nacional de Tumbes (UNTUMBES), son arrojadas a la red pública de desagüe, sin ningún tratamiento primario, y pasan a ser parte de las aguas residuales concentradas en "El Coloma", y arrojadas al río Tumbes; esto se produce sin ninguna autorización del órgano competente como es el Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA).

Según el "Diagnóstico de las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales en el Ámbito de Operación de las Entidades Prestadoras de Servicio de Saneamiento" SUNASS concluyó que:

Respecto al marco normativo “falta de autorización para el vertimiento o reúso en más del 90% de casos; falta de lugares autorizados para la disposición final de lodos y residuos sólidos producidos en las PTAR, y falta de regulación en el manejo de lodos para uso en actividades agrícolas.”

La presente investigación, se realizará en la Ciudad Universitaria de "Pampa Grande" de la UNTUMBES, la cual alberga diariamente un promedio de 2500 personas entre estudiantes, profesores, administrativos y usuarios de los servicios

académicos, y tiene como alcance caracterizar las aguas residuales que se producen en sus principales módulos académicos - administrativos y comparar sus resultados con la Legislación Nacional especialmente el D.S. N° 003-2010-MINAM; y la R.M.273-2013-VIVIENDA; y de ser necesario, dependiendo de los análisis fisicoquímicos y microbiológicos plantear un pretratamiento a las mismas y descarguen a la red pública con menos carga contaminante; por lo tanto el objeto de estudio serán las aguas residuales producidas en la Ciudad Universitaria de “Pampa Grande” de la UNTUMBES.

La importancia de la caracterización del agua residual de la Ciudad Universitaria de “Pampa Grande” es conocer la cantidad de carga contaminante especialmente en lo referente a factores fisicoquímicos y microbiológicos y analizar el daño que podrían estar produciendo al medio ambiente ayudando a contaminar las aguas del río Tumbes, y de ser así plantear un proceso de pretratamiento y evitar aumentar los riesgos de alteración de los ecosistemas, y disminuir la contaminación ambiental y mitigar el riesgo para la salud pública.

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Bases teóricas – científica

2.1.1 Agua residual

García, (2014) sostiene:

Es aquella agua que proviene de los procesos realizados por el ser humano, la cual por sus características ya no tienen valor o uso, y por lo tanto, se convierten en un residuo o desecho. Está compuesta de sustancias de origen natural o artificial, que pueden ser potencialmente dañinos para la salud y el medio ambiente

2.1.2 Característica de las aguas residuales

Uno de los líquidos más abundantes del planeta, es indudablemente el agua; y es el más elemental para la vida, para efecto de la presente investigación definimos algunas características físicas químicas y biológicas que estén reglamentadas en la legislación peruana como son:

El D.S. N° 003-2010-MINAM referido a legislación sobre Los Límites Máximos Permisibles para los efluentes de una PTAR, así como la Resolución Ministerial N° 273-2013-VIVIENDA; que regulariza los requisitos para la toma de muestras de agua residual y preservación de las muestras para el monitoreo.

2.1.3 Características físicas

a) Sólidos, suspendidos totales (SST);

García, (2014);

El contenido de los sólidos totales analíticamente se define como la materia que se obtiene como residuo después de someter el agua a un proceso de evaporación a 103 °C y 105 °C; por lo tanto, la SST indica la cantidad de sólidos (medida en miligramos por litro, m/l); presentes en suspensión y que es posible separarlos por medios mecánicos, tal como por ejemplo la filtración en vacío, o la centrifugación del líquido

b) Temperatura;

García, (2014)

La temperatura del agua residual es generalmente más alta que la del suministro, debido a la inyección del agua caliente procedente de la casa y de actividades industriales. Según la localización geográfica la temperatura anual del agua residual puede variar entre 10 °C a 21°C; siendo 15°C un valor medio normal

La temperatura del agua es muy importante en la vida acuática, en la reacciones químicas y velocidades de reacción y en la aplicabilidad del agua a usos útiles. La temperatura afecta a la cantidad de oxígeno que puede transportar el agua. El agua a menor temperatura transporta más oxígeno y todos los animales acuáticos necesitan éste para sobrevivir. También influye en la fotosíntesis de plantas y algas y la sensibilidad de los organismos frente a los residuos tóxicos.

pH, la concentración de ion hidrógeno es un parámetro de calidad de gran importancia tanto para el caso de aguas naturales como residuales. El agua residual con concentraciones de ión hidrógeno inadecuadas presenta dificultades de tratamientos en procesos biológicos y en el efluente puede modificar la concentración de ion hidrógeno en las aguas naturales si ésta no se modifica antes de la evacuación de las aguas (García 2014).

2.1.4 Características químicas

A lo igual que en las características físicas solo serán consideradas las características que mandan los dispositivos legales del Perú para la caracterización de las aguas residuales a saber:

a) Demanda Bioquímica De Oxígeno (DBO),

El parámetro de contaminación orgánica más ampliamente usado, en la demanda bioquímica de oxígeno a 5 días (DBO₅).

Si las aguas negras han sufrido parcial descomposición o tienen agentes reductores químicos, habrá una demanda inmediata que no forma parte de la demanda bioquímica de oxígeno normal. Si las aguas negras han sufrido un tratamiento biológico, su Demanda Bioquímica de Oxígeno se ha reducido en parte (Unda, 2003).

En las aguas residuales se puede decir, que la demanda bioquímica de oxígeno es la cantidad de oxígeno consumido en la estabilización biológica anaeróbica de la materia orgánica, a condiciones de temperatura, dilución y tiempo específico. Con frecuencia la demanda bioquímica de oxígeno se presenta en unidades de mg/l; pero también son aceptados valores en partes por millón. El análisis estándar de la DBO consiste en la incubación por 5 días a 20 °C de volúmenes de 300 CC de muestras de las aguas analizar, previamente diluidas en un factor apropiado a las cuales se le determina la cantidad de oxígeno disuelto al inicio y al final de la prueba (García, 2014).

La demanda bioquímica de oxígeno (DBO), es el parámetro más usado para medir la calidad de las aguas residuales y superficiales, para determinar la cantidad de oxígeno referido para estabilizar biológicamente la materia orgánica, para diseñar los procesos de tratamientos biológicos, para diseñar los procesos evaluar la eficiencia de los procesos de tratamiento y para fijar Límites Máximos Permisibles en fuentes receptoras (Romero, 2002).

b) Demanda Química de Oxígeno (DQO)

El ensayo de la Demanda Química de Oxígeno (DQO), se emplea para medir el contenido de materia orgánica tanto de las aguas naturales como de las residuales. En el ensayo, se emplea un agente químico fuertemente oxidante en medio ácido para la determinación del equivalente de oxígeno de la materia orgánica que puede oxidarse.

El ensayo de la Demanda Química de Oxígeno (DQO), también se emplea para la medición de la materia orgánica presente en aguas residuales tanto industriales como municipales que contengan compuestos tóxicos para la vida biológica. La Demanda Química de Oxígeno (DQO) de un agua residual suele ser mayor que la correspondiente a la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO), siendo esto debido al gran número de compuestos cuya oxidación tiene lugar por vía química frente a los que se oxidan por vía biológica.

c) Aceites y grasas.

Metcalf Y Eddy, (1995);

La definición de grasas abarca a las grasas animales, aceites, ceras y otros presentes en aguas residuales. Las grasas y aceite de origen animal llegan a las aguas residuales en forma de mantequilla, manteca, margarina y aceites. Las grasas provienen habitualmente de carnes, semillas, nueces y ciertas frutas. Otro tipo son los aceites minerales como kerosene, aceite lubricante, aceite de materiales bituminosos que llegan a la red de alcantarillado a través de tiendas, garajes, talleres y calles. Gran parte de esos componentes flotan en el agua residual, aunque una fracción de estos se incorpora en el fango de los sólidos sedimentables. Estos compuestos interfieren en el desarrollo normal de la actividad biológica y causan problemas en el mantenimiento

Romero, (2002), Los aceites y grasas de origen mineral pueden ser no biodegradables y requieren pretratamiento para ser removidos antes del tratamiento biológico.

2.1.5 Características biológicas

Metcalf y Eddy, (1995);

Las características biológicas de las aguas residuales toman gran importancia en el control de enfermedades causado por organismos patógenos de origen humano. Los más usados para evaluar las características bacteriológicas de un agua residual son los Coliformes Totales. Los coliformes son organismos que indican contaminación por desechos humanos y animales. Los coliformes fecales se encuentran compuestos en varias capas de bacterias, como la *Escherichia coli* (*E. coli*).

En la presente investigación y tal como lo manda el D.S. N° 003-2010-MINAM se trabajará con los coliformes termotolerantes.

Los coliformes fecales o termotolerantes son un subgrupo del grupo coliforme total. Este grupo tiene la capacidad de fermentar la lactosa con producción de ácido y gas entre 44 y 45 °C, son propios del tracto intestinal del hombre y de los vertebrados de sangre caliente.

a) La calidad de las aguas residuales.

El Reglamento de la Ley de Recursos Hídricos Ley N° 29338, en su artículo 79° sobre vertimiento de agua residual indica:

La ANA autoriza el vertimiento de aguas residuales tratadas a un cuerpo de agua continental o marina, previa opinión técnica favorable de las autoridades ambientales y salud sobre el cumplimiento de los estándares de calidad ambiental para agua y Límites Máximos Permisibles para vertimiento de aguas residual tratada. En dónde se prohíbe el vertimiento directo o indirecto de agua residual sin dicha autorización (Decreto Supremo N° 001-2010-AG).

b) Valores de calidad de las aguas residuales en la Legislación Peruana

En el Perú existe todo un marco legal a fin de gestionar en forma debida las aguas residuales así tenemos:

1. “Valores Máximos Admisibles (VMA), establecidos en el D.S. N° 021-2009-VIVIENDA y su reglamento aprobado por el Decreto Supremo N°003- 2011-VIVIENDA
2. Límites Máximos Permisibles (LMP), para vertimientos de agua residual tratada a cuerpos de agua establecidos en el D.S. N° 003-2010-MINAM.
3. Límites Máximos Permisibles (LMP), para el reúso de agua tratada (SUNASS 2015).
4. Estándares de Calidad Ambiental (ECA), establecidos en el D.S. N° 002-2008-MINAM.
5. Resolución Ministerial N° 273 – 2013 – VIVIENDA.”

Para la presente investigación se trabajarán con dos legislaturas: El D.S. N° 003-2010-MINAM y Resolución Ministerial N° 273-2013-VIVIENDA.

c) Límites Máximos Permisibles (LMP),

En el D.S. N° 003-2010-MINAM, se establece:

Que los Límites Máximos Permisibles son la medida o grado de concentración de los parámetros físicos, químicos y biológicos que caracterizan a un vertimiento que al ser excedidos pueden causar daños a la salud pública o al ambiente.

SUNASS, (2015), indica:

Los Límites Máximos Permisibles definen la calidad “del efluente de las PTAR cuando se vierte a un cuerpo receptor. El cumplimiento es obligatorio legalmente por el MINAM y los organismos que conforman el Sistema de Gestión Ambiental para todas las PTAR sin distinción.”

Tabla 1***Límites Máximos Permisibles para efluentes de PTAR***

Parámetro	unidad	LMP de efluentes vertidos a cuerpos de agua.
Aceite y Grasas (AyG)	mg/L	20
Coliformes termotolerantes (NPM)	NPM/100 ml	10 000
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L	100
	mg/L	200

Fuente: D.S. N° 003-2010-MINAM.

Tabla 2***Requisitos para toma de muestra de agua residual y preservación de las muestras por el monitoreo***

Determinación parámetro	Recipiente	Volumen mínimo de muestra (1)	Preservación y contaminación	Tiempo máximo de duración
Fisicoquímicos				
Temperatura (T)	P,V	1000 ml	No es posible	15 minutos
pH (2)		50 ml	No es posible	15 minutos

DBO ⁽³⁾	P,V	100 ml	Refrigerar a 4°C	48 horas
DQO ⁽³⁾	P,V	100 ml	Analizar lo más pronto, o agregar H ₂ SO ₄ , hasta pH2. Refrigerar a 4°C	28 días
Aceite y grasas	V, ambas bocas anchas calibrado	1000 ml	agregar Hcl hasta pH2. Refrigerar a 4°C	28 días
SST	P,V	100 ml	Refrigerar a 4°C	7 días

Microbiológicos

Coliformes termotolerantes (NPM)	V, esterilizado	250 ml	Refrigerar a 4°C, agregar tiosulfato plantas con cloración.	en 6 horas
----------------------------------	-----------------	--------	---	------------

1. "No hay restricción para el volúmen máximo de muestra.
2. Lagunas de estabilización, medir entre las 10.00 y las 11.00 am
3. Filtrar (filtro no mayor a una micra de porosidad) para eliminar interferencia de algas.
4. P= Frasco plástico equivalente. V = frasco de vidrio
5. Fuente: Resolución Ministerial N° 273 – 2013 - VIVIENDA."

d) Tratamiento de aguas residuales

Noyola. et. al, (2013).

El objetivo principal del tratamiento de agua residual es remover el material contaminante, orgánico e inorgánico, el cual puede presentarse en forma de partículas en suspensión y/o disueltos, para alcanzar una calidad de agua referida para vertido o reúso según la normativa nacional vigente. Este objetivo se alcanza mediante el uso de procesos físicos, químicos y biológicos, dependiendo de las características del agua residual y del nivel de calidad que se quiera obtener. Dependiendo del tipo de proceso que se elija es posible que generen gases que se inyectan a la atmósfera, así como la producción de material de desecho como por ejemplo residuos sólidos, o sea materiales que quedan retenidos en las rejillas o tamices, o semisólidos como son los lodos. La calidad y cantidad de estos residuos dependerán de las características del agua residual cruda y de la configuración del sistema de tratamiento.

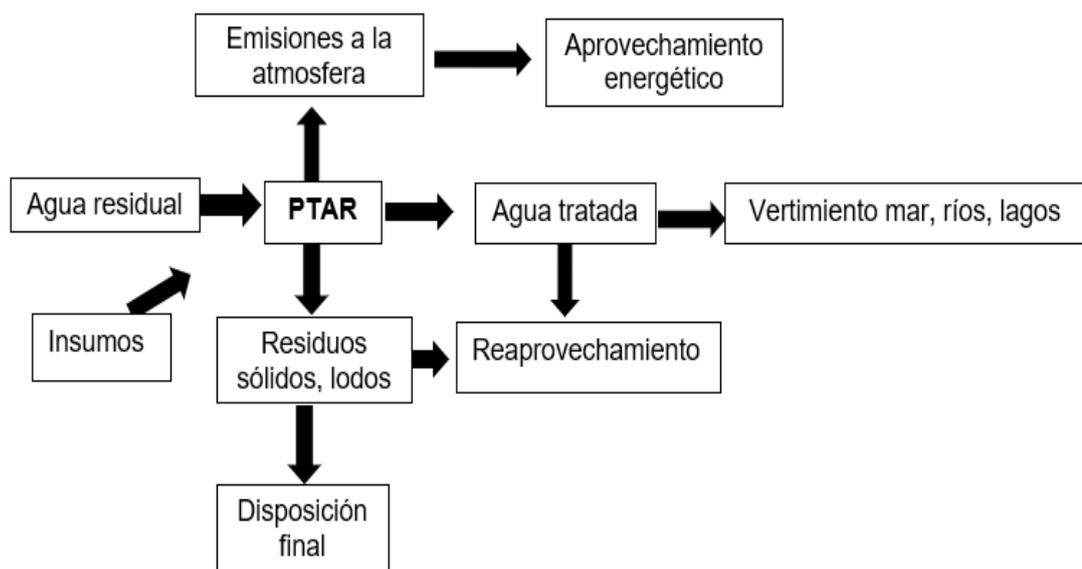


Figura 1 Esquema conceptual de un sistema de tratamiento de aguas residuales. Fuente: (Noyola. et. al, 2013).

El tratamiento físico de aguas residuales “son aquellos métodos en los que se aplica una separación física generalmente de sólidos. Estos métodos suelen depender de

las propiedades físicas de los contaminantes como la viscosidad, tamaño de partículas, flotabilidad, etc. Se utilizan cribas, tamices o tecnología de membrana para separar las sustancias sólidas.”

e) Tratamiento primario.

Entre los tipos de tratamientos de aguas residuales se considera en muchos casos un pretratamiento o tratamiento preliminar seguido de un tratamiento primario. Básicamente éstos consisten en la eliminación de sólidos gruesos resultando en una reducción de la carga contaminante en sus aguas residuales.

Dependiendo de la calidad requerida de sus efluentes finales se puede necesitar ya sea un filtro, un sistema de flotación o un sistema de floculación y flotación.

Sí el agua residual se descarga a un sistema de alcantarillado un tratamiento primario puede ser suficiente para lograr los requerimientos del efluente final.

f) Sistema de filtración (filtros y rejillas)

Los sistemas de “filtración primarios son usados para preparar partículas de gran tamaño de agua residual. La remoción de esas partículas previene el taponamiento” de tuberías “aguas abajo” y la protección de equipos “aguas arriba”. Los siguientes tipos están disponibles.

- **Rejas fijas:** “Filtros de canal incluyendo Aquarake (reja motorizada) y filtros de tornillo para canal; filtros parabólicos incluyendo tipos estáticos y vibratorios; filtros rotatorios de alimentación interna y externa.”
- Filtros de tela (Spena Group).

e) Tratamiento físico por tamizado

PROMART. (NET);

El tamizado es un proceso imprescindible, cuando las aguas residuales brutas llevan cantidades excepcionales de sólidos en suspensión, flotantes o residuos; y qué consiste en una filtración en la que se hace posar el agua residual bruta del tamiz

El objetivo de este proceso es conseguir la eliminación de materia que por su tamaño pueda interferir en los tratamientos posteriores.

Existen una gama de tamices que se pueden clasificar según la procedencia del efluente y de su situación.

f) Efluente bombeado mediante tubería

Tamiz estático: con luz hasta 3 mm

Tamiz rotativo: con luz hasta 3 mm

Tamiz de sinfín: con carcasa con luz de 3 a 7 mm

g) Efluente conducido por gravedad mediante canal de hormigón.

Tamiz de sinfín: con luz de 3 a 7mm

Tamiz de escalera: con luz de 3 a 6 mm



Figura 2 Esquema del tamiz de escalera



Figura 3 Esquema del tamiz de sinfín



Figura 4 Esquema del tamiz rotativo

- **Importancia del tamizado en el tratamiento de aguas residuales**

Los efluentes líquidos habitualmente no están compuestos sólo por líquido, sino que acarrean consigo una cantidad variable de sólidos. Estos residuos pueden ser de tamaños y tipos muy variados. Por ejemplo, los líquidos cloacales suelen contener trozos de trapos, papel higiénico o pequeñas ramas. Por otro lado, los líquidos industriales traerán sólidos específicos del proceso productivo. Los efluentes de una pesquera podrán traer piel de pescado o cáscaras de langostinos, mientras que los líquidos generados en una fábrica de vegetales en conserva pueden contener residuos de frutas y verduras.

- **Importancia de eliminar los sólidos de las aguas residuales.**

En primer lugar, los procesos biológicos involucrados en una planta de tratamiento no están diseñados para degradar sólidos gruesos, sino que se focalizan en la eliminación de contaminantes disueltos o finamente suspendidos. Por tal motivo, los sólidos de mayor tamaño no desaparecerían en el tren de tratamiento, sino que posiblemente serían vertidos al medio ambiente sin sufrir modificaciones.

“En segundo lugar, la mayoría de los procesos de un sistema de depuración es sensible a la presencia de sólidos, pudiendo verse afectados negativamente cuando éstos no son removidos correctamente. Por ejemplo, es habitual que se

traben bombas o se tapen cañerías por la presencia de sólidos. Esto tiene un impacto real en todos los procesos subsiguientes y puede traer problemas significativos.”

Por estas razones, un correcto **tamizado o desbaste** es importante a la hora de diseñar un sistema de tratamiento, y suele ser el primer proceso involucrado.

- **Tamizado de aguas residuales en plantas pequeñas**

“En plantas de tratamiento pequeñas, suele ser suficiente la incorporación de un filtro canasto de retención de sólidos, justo en el ingreso del efluente crudo, tal como se ve en la figura” 5. **Bioingepro** fabrica estos canastos en acero inoxidable, para prevenir su corrosión y desgaste.



Figura 5 Filtros en canasto de retención de sólidos.

- **Tamiz en plantas de tratamiento de mayor caudal**

En plantas de tratamiento de mayor caudal, “la lógica es la siguiente: en primer lugar, se eliminan los sólidos gruesos, lo que suele lograrse con una **reja gruesa**, habitualmente de limpieza manual. Estas rejas suelen tener una separación

entre barrotes de unos 30 a 100 mm, dejando pasar el resto de los sólidos; tal como se puede ver en la figura 6.”

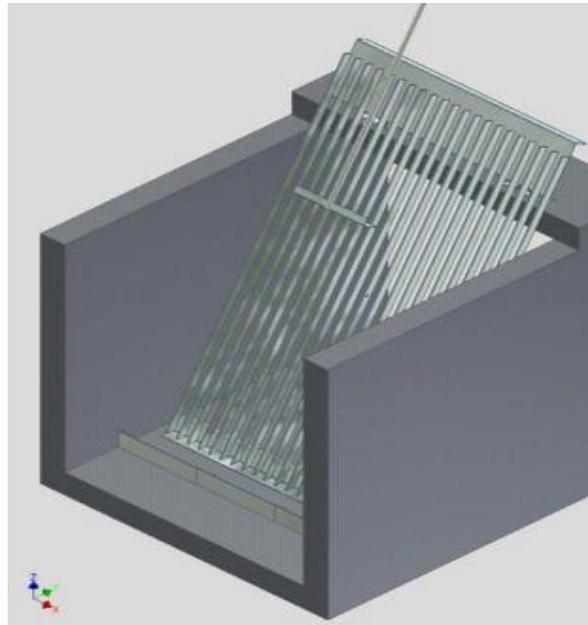


Figura 6 Reja gruesa de limpieza manual

En segundo lugar, se eliminan “sólidos de menor tamaño a través de una **reja fina**, muchas veces con limpieza automática. Existen varios modelos, tanto rectas como curvas y con distinta apertura. Algunos de los modelos fabricados por **Bioingepro** pueden apreciarse **aquí**. El paso de sólidos suele ser de entre 10 y 25 mm, tal como se puede ver en la figura 7.”

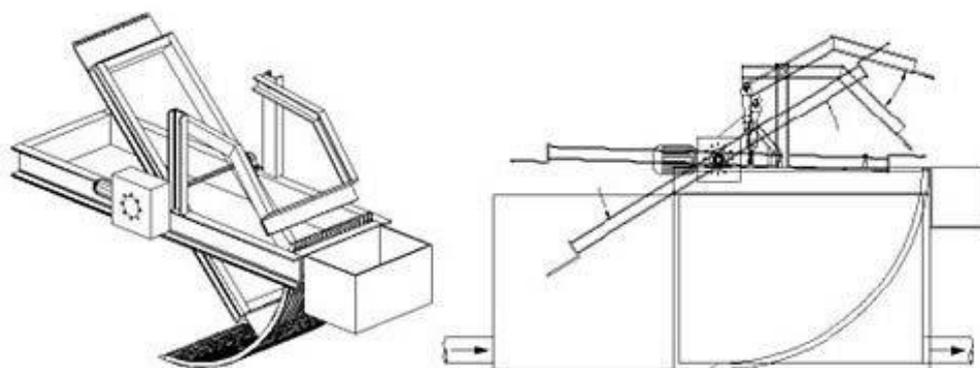


Figura 7 Rejas curvas fabricadas por Bioingepro

Por último, se suelen incorporar tamices finos que permiten remover sólidos más pequeños. “Estos tamices pueden ser de tipo estáticos o rotativos, con mallas metálicas que suelen ir de 2 a 5 mm. Los tamices rotativos pueden ser de alimentación externa (fuera-dentro) o interna (dentro-fuera), cada uno con aplicaciones y ventajas particulares. El líquido tamizado ya está listo para ser depurado en el resto de los procesos de tratamiento.”



Figura 8 Tamiz rotativo fabricado por Bioingepro.

En Bioingepro se diseñan y fabrican equipamientos para el tratamiento de efluentes, tales como rejillas para tratamiento de efluentes y tamices para separación de sólidos.

2.2. Antecedentes

Sánchez. V, C (2018); en su tesis “Caracterización de agua de residuales en la Universidad Técnica Federico Santa María Sede Viña Del Mar José Miguel Carrera “concluyó:

El agua residual proviene de diferentes actividades producidas por los seres humanos la cual es vertida al servicio del alcantarillado para realizar una estandarización de ésta y así reincorporarla a causas de agua sin interferir la biodiversidad y calidad de las personas. Se analiza la posibilidad de dar un segundo uso a las aguas residuales a través de la reutilización de aguas residuales, para ello se realizó una caracterización de aguas residuales de la Universidad lo que consiste en analizar muestras de agua midiendo y comparando parámetros físicos, químicos y microbiológicos con la normativa

aplicable (NCH N° 1.333) "Requisitos de la calidad del agua para diferentes usos". Se analizaron diferentes puntos de muestreo; pero para el siguiente estudio posteriormente se determinó que sean cuatro muestras de agua residual en puntos aleatorios dentro de la Universidad. Los puntos en donde se tomaron las muestras de aguas residuales fueron: el Casino, Laboratorio de Química y medio ambiente, talleres de mecánica industrial y una toma en el conducto final el cual lleva residuos a toda la Universidad. Se determinaron análisis físicos como determinación de sólidos totales, sólidos filtrables, sólidos no filtrables, sólidos volátiles, sólidos fijos, temperatura, calor y olor, por el lado de los parámetros químicos se realizaron análisis como pH, oxígeno disuelto, demanda química de oxígeno, demanda bioquímica de oxígeno; y por último análisis microbiológicos para identificar la presencia de ciertas bacterias como coliformes fecales y totales. Al finalizar los análisis se definen los procesos a los cuales son expuestos las aguas residuales para ser tratadas y poder ser depositadas en los cauces de agua natural sin producir impactos ambientales, sin embargo, devolver a reutilizar las aguas residuales de la Universidad se deberán cumplir parámetros similares o por debajo de estas exigencias, se deberá realizar una cloración de estas aguas además de tener piscinas para eliminar sólidos, ya que si bien nos basamos en la Nch 1.333, existe normatividad de reutilización de aguas como lo es la Ley N° 21.075 "Regula la recolección, reutilización disposición de aguas grises".

Ancalle. C; Ledesma, W. (2020), en su tesis, "Caracterización de las aguas residuales en el afluente y efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales del Distrito de Yauli - Huancavelica"; concluyó.

Qué, los residuos fueron comparados con los Límites Máximos Permisibles del D.S. N 003-2010-MINAM y se determinó la eficiencia de remoción de la PTAR- Yauli, durante el procedimiento se realizó la toma de ocho muestras de cada punto de afluente y efluente respectivamente, se rellenó los registros y formatos para el monitoreo (registro datos de campo, etiqueta para muestra de agua residual, registro de cadena de custodia, etc), se realizó de acuerdo al protocolo de monitoreo de la calidad para efluentes del PTAR (R.M.273-

2013-VIVIENDA), para posteriormente realizar el análisis de las muestras en el laboratorio y los resultados fueron específicos donde la concentración promedio de la demanda bioquímica del oxígeno en el efluente de la PTAR es de 670.57. mg/litro, dicho parámetro no cumple con los Límites Máximos Permisibles de acuerdo al D.S. N 003-2010-MINAM, puesto que el porcentaje de remoción de la planta de tratamiento de agua residuales del distrito de Yauli es de 3.98% y con respecto a los cuatro parámetros (demanda química de oxígeno, aceite y grasas, coliformes termotolerantes, y sólidos solubles totales), si cumplen con los Límites Máximos Permisibles de acuerdo al D.S. N 003-2010-MINAM, el porcentaje de remoción de demanda química de oxígeno es negativo porque la concentración en el efluente es menor a lo referido en D.S. N 003-2010-MINAM, el porcentaje de remoción de aceites y grasas es de 40.61%, el porcentaje de remoción de coliformes termo tolerantes es de 44.48%, el porcentaje de remoción de sólidos solubles totales es de 73.15%. Se concluye que la planta de tratamiento de aguas residuales del distrito de Yauli es eficiente debido a que remueve la mayoría de los parámetros de control y cumple con los Límites Máximos Permisibles, a excepción de la demanda bioquímica de oxígeno que supera los Límites Máximos Permisibles siendo el único parámetro que no puede remover la PTAR de Yauli.

Nieto, J. (2017); en su tesis "Caracterización física, química y biológica de las aguas residuales de la Ciudad Universitaria Jorge Basadre Grohmann" de Tacna; concluyó que:

Efectuándose cinco mediciones de 4 litros de muestras cada vez, recolectado en el buzón principal de desagüe, ubicado cercana a la puerta salida hacia la avenida, Cuzco. Obteniéndose en promedio los resultados siguientes: un caudal de salida de 0.642 l/s de agua residual color evidente amarillo verdoso, pH igual a 8.79, con una temperatura de 20.2°C, conductividad eléctrica de 2.196 dS/cm, indicador de la presencia de sales, una salinidad de 1.13 PSU, un contenido de oxígeno disuelto de 0.6*A, como una medida referencial, un contenido de sólidos totales de 494.4 mg/l. Resultados que nos muestran la gran similitud de las características del agua

residual de Campo Universitario con otras mediciones hechas años atrás y con cercanas características a las mediciones hechas en aguas residuales de alguna Universidad del Perú como del extranjero (México y Colombia).

Correa, J.F. (2022), en su tesis "Caracterización de las aguas residuales de la localidad de Jesús y propuesta de tratamiento" concluyó qué:

La caracterización física, química y bacteriológica que se realizó en las aguas residuales de la localidad de Jesús en los periodos de junio a septiembre y abril a mayo, permitieron determinar los siguientes valores promedios de los parámetros evaluados: temperatura (18.8°C), pH (7.59), DBO5 (182.98 mg/l), DQO (341.27 mg/l), SST(178.9 00 mg/l), aceite y grasas (14.4 mg/l) y coliformes termo tolerantes (3.54E+07 NMP). Obteniendo la relación DBO5/DQO de 0.53, lo que implica que el agua residual es muy biodegradable y se puede tratar mediante procesos biológicos.

Así mismo, en la comparación que se realizó de los valores de los parámetros obtenidos de laboratorios del análisis físico-químico y bacteriológico con los valores de los Límites Máximos Permisibles para efluentes de PTARs, establecidos en el D.S. N 003-2010-MINAM. Dando como resultado que los parámetros del DBO5, DQO, SST, coliformes termo tolerantes están fuera del rango de los Límites Máximos Permisibles, mientras la temperatura, pH, aceites y grasas están dentro del rango de los Límites Máximos Permisibles. Lo que fundamenta que la calidad de las aguas del río cajamarquino viene siendo afectadas por la descarga de las aguas residuales sin tratar de la localidad de Jesús.

Alvites, (2018) mencionado por Correa, J.F (2022), realizó estudios en su tesis de grado titulada "Caracterización de las aguas residuales de la ciudad de Cajamarca y propuesta de tratamiento en la zona del Fundo Betania". Con el objetivo

De caracterizar las aguas residuales de la ciudad de Cajamarca en la zona del fundo Betania y proponer un tratamiento adecuado, sostenible y de bajo costo de operación y mantenimiento. Para esto analizó diversos factores como identificación de la zona de estudios, punto de muestreo, realizó ocho monitoreos entre los meses de julio a octubre, además obtuvo valores de

promedio de los parámetros evaluados son: temperatura (22.63°C), pH (8.21), DBO5 (430.63 mg/l), DQO (92.11 mg/l), SST(430.63 mg/l), aceite y grasas (97.86 mg/l) y coliformes termo tolerantes (1.54E+10 NMP/100ml).

Según los resultados obtenidos determinó un tratamiento compuesto por un sistema de lagunas con filtro de macrofitas es la mejor alternativa para el tratamiento de dichas aguas. Diseñado para un período de 20 años con una población de 232,451 habitantes y un caudal de diseño de 550 l/s, permitiendo tener un efluente que cumple con los estándares necesarios para ser reutilizadas en agricultura u otros usos.

Gálvez (2018) citado por Correa, J.F. (2022). Realizó estudios en su tesis de grado titulada "Caracterización de las aguas residuales de la parte sur de la Ciudad de Cajamarca y propuesta de tratamiento en la zona de Huacariz". Investigación que se realizó con el objetivo de:

Brindar una propuesta del tratamiento para las aguas residuales de la parte sur de la Ciudad de Cajamarca en dónde analizó diferentes factores que influyen en la selección de la mejor alternativa como: identificación de la zona, caracterización de las aguas residuales encontrando valores promedio de los parámetros analizados de temperatura (22.7°C), pH (7.89), DBO5 (409.93 mg/l), DQO (10037.70 mg/l), SST(408.76 mg/l), aceite y grasas (103.29 mg/l) y coliformes termo tolerantes (7.04E+10 NMP/100ml). Finalmente seleccionó la mejor alternativa que es un tratamiento compuesto por lodos activados, la cual estaría diseñada para un periodo de 20 años con un caudal de diseño de 399.72 l/s, dando un efluente de agua que cumpla con los estándares necesarios para ser reutilizada para riego.

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Formulación de Hipótesis

3.1.1. Hipótesis General

Las aguas residuales de la Ciudad Universitaria de “Pampa Grande” de la Universidad Nacional de Tumbes tiene algunos parámetros físico-químicos y microbiológicos con valores superiores a los Límites Máximos Permisibles, exigido por la Legislación Nacional Peruana las cuales están contribuyendo a la contaminación de las aguas superficiales del río Tumbes.

3.1.2. Hipótesis Específicas

- a) “La Ciudad Universitaria de “Pampa Grande” de la Universidad Nacional de Tumbes, tiene 4 efluentes de agua residual que desembocan a la red pública de drenaje, contribuyendo a la contaminación de las aguas superficiales del río Tumbes.”
- b) “La concentración promedio de elementos fisicoquímicos y microbiológicos del agua residual de la Ciudad Universitaria de “Pampa Grande” de la Universidad Nacional de Tumbes, superan los Límites Máximos Permisibles permitidos por la Legislación Nacional.”
- c) “La carga diaria de algunos elementos físicos químicos y microbiológico de las aguas residuales de la Ciudad de Universitaria de “Pampa Grande” de la Universidad Nacional de Tumbes supera los Límites Máximos Permisibles de la Legislación Nacional.
- d) El planteamiento de un pretratamiento físico; permitirá disminuir la carga contaminante del agua residual de la Ciudad Universitaria de “Pampa Grande” de la Universidad Nacional de Tumbes.”

3.2. Variables

3.2.1. Variable independiente (vi): caracterización de aguas residuales

a) Conceptualización de la Variable Independiente (VI):

La caracterización de las aguas residuales comprende la identificación y cuantificación de las propiedades físicas, químicas y biológicas, con el objetivo de determinar una gestión de la calidad ambiental; y comprobar si el agua es apta para su reúso; en función de la magnitud de sus parámetros o contaminantes.

b) Operacionalización de la variable Independiente (VI):

De acuerdo a la Legislación Nacional los parámetros a analizar, así como su cuantificación están oficializados en el D.S. N° 003-2010-MINAM - Límite Máximo Permisible para los efluentes del PTAR; y la Resolución Ministerial N° 273-2013-VIVIENDA; requisitos para toma de las muestras para el monitoreo; variable operacionalizada por:

c) Parámetros fisicoquímicos

Temperatura (T); en °C

pH; en unidades de pH

Sólidos Totales en Suspensión (SST); en mg/L

Demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅); en mg/L

Demanda química de oxígeno (DQO); en mg/L

Aceites y Grasas (AyG); en mg/L

d) Parámetro Microbiológico.

Coliformes termotolerantes (NPM); en NPM/100 ml.

3.2.2 Variable Dependiente (VD): Pretratamiento físico

a) Conceptualización de la variable dependiente (VD):

Se denomina así a todos los procesos iniciales y de nivel primario, para el “acondicionamiento de las aguas residuales o efluentes, cuyo objetivo es separar del efluente la mayor cantidad posible de materias sólidas gruesas, finas y abrasivas; que por su naturaleza y tamaño provocan problemas en su tratamiento posterior” de este mismo sistema (Jhuesa.com)

b) Operacionalización de la variable dependiente (VD):

Cleanwaters service.org (2023), sostiene:

El pretratamiento implica eliminar, reducir o alterar los contaminantes nocivos en las aguas residuales industriales, domésticas, etc; antes que se descarguen al sistema de alcantarillado sanitario público. Para ello es necesario controlar los contaminantes en su origen

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

El tratamiento de aguas residuales comienza por la separación física de sólidos grandes (basura) de la corriente de las mismas empleando un sistema de rejillas (mallas), aunque, también dichos desechos, pueden ser triturados por equipos especiales, posteriormente se aplica un desarenado (separación de sólidos pequeños muy densos como la arena) seguido de una sedimentación primaria (tratamiento similar) que separa los sólidos suspendidos existentes en el agua residual; esto es lo que se llama un **Tratamiento o pretratamiento primario** físico (separación y asentamiento de sólidos), que es la esencia de la presente investigación; ya que pueden implementarse en el sitio donde se generan las aguas residuales (por ejemplo fosas sépticas u otros medios de depuración).

Las técnicas de pretratamiento de aguas residuales se realizan con filtros de tejido textil o metal, filtro de arena o tamices rotativos; por lo tanto, el tratamiento físico puede ser a base de; tamizado, retención de partículas, remoción de gas, remoción de arena, precipitación con o sin ayuda de floculantes y separación de separación y filtración de sólidos.

3.3. Cuadro de Operacionalización de variables

VARIABLES	INDICADORES	INDICES	ITEMS
Vi = V1 Caracterización de Aguas Residuales	Parámetros fisicoquímicos	Temperatura(°C). pH. Sólidos Totales en Suspensión (SST). Demanda bioquímica de oxígeno (DBO ₅). Demanda química de oxígeno (DQO). Aceites y Grasas (AyG).	Análisis o ensayo de laboratorio.
	Parámetro Microbiológico.	Coliformes termotolerantes (NPM); en NPM/100 ml	Análisis o ensayo de
Vd = V2 Pretratamiento	2.1. Físico	2.1.1. Tamizado	
	2.2. Primario	2.2.1. Separación y asentamientos de sólidos.	Sedimentación primaria

3.4. Metodología

3.4.1. Ubicación geopolítica de la zona de estudio

La presente investigación fue realizada en:

Región : Tumbes

Provincia : Tumbes

Distrito : Tumbes

Centro poblado: Pampa Grande

3.4.2. Ubicación geográfica de la zona de estudio.

Para la Presente investigación se ha usado Datum WGS, 84 D, Zona 17 y banda S.

Las coordenadas son:

Este : 561698 m

Norte: 9603957 m

3.4.3. Altitud

La Ciudad Universitaria de Pampa Grande se encuentra ubicada a 31 msnm.

3.4.4. Tipo de estudio

Carrasco, (2019),

La presente investigación fue de tipo básica; ya que aún con los resultados obtenidos, no será posible aplicarlos inmediatamente; ya que están supeditado a la decisión administrativa y política de la Universidad Nacional de Tumbes; pero sí sus resultados permitirán ampliar y

profundizar el caudal de conocimiento científico existente sobre la caracterización de las aguas residuales, y el pretratamiento que se les puede dar en sitio, osea allí donde se producen; para ello estará basada en las diferentes teorías científicas en el tratamiento de las aguas residuales

3.4.5. Diseño

La investigación fue de tipo diseño No Experimental, ya que su variable independiente (Caracterización del agua residual), carece de manipulación intencional y no posee grupo de control ni mucho menos experimental, solo se realizará análisis de las muestras de agua residuales, para conocer su composición y de elementos físicos, químicos y biológicos y poder caracterizarla y compararlos con los indicadores de la Legislación Nacional; así mismo será un Diseño Transeccional Explicativo Causal ya que con el análisis de laboratorio nos permitirá conocer en un tiempo y lugar determinado, la situación problemática de la variable independiente y la causalidad que puede suceder al ser depositada en la red pública de desagüe de la ciudad (Carrasco 2019).

Por lo tanto, el diseño será; **no experimental - transeccional - explicativo - causal**

3.4.6. Población, Muestra Y Muestreo

a. Población

La población, para esta investigación está constituida por todas las aguas residuales que se producen en la Ciudad Universitaria de “Pampa Grande” de la Universidad Nacional de Tumbes, ambiente universitario en el cual funcionan actividades administrativas y académicas en mayor porcentaje; con un promedio diario de asistencia de unas 2500 personas entre alumnos, profesores y administrativos y usuarios externos. En la ciudad universitaria de “Pampa Grande” funciona el Rectorado, Vicerrectores, Decanato de Ciencias de la Salud, Ciencias Sociales Derecho y Ciencias Políticas y algunas Escuelas Profesionales las cuales tienen aulas, laboratorios,

maestranzas, lugares deportivos etc. Existen alrededor de 10 puntos de control de agua residuales que dirigen sus aguas a la vía pública.

b. Muestra

muestra fue No Probabilística, “porque no todos los elementos de la población tienen la probabilidad de ser elegidos para formar parte de la muestra; así como será una muestra Intencionada, porque ella ha sido seleccionada por el investigador según su propio criterio, sin ninguna regla matemática o estadística” (Carrasco, 2019)

Para la presente investigación se elegirán 4 (cuatro) punto de muestreo; a saber:

Tabla 3

Punto de Muestreo Ciudad Universitaria "Pampa Grande" Universidad Nacional de Tumbes.

PM	Lugar	Coordenadas		Altitud mnm
		Este	Norte	
PM1	Rectorado, Secretaría General, Asesoría Legal, OCI, Infraestructura, Taller Agroindustria, Pabellón 1, SS.HH.	56169 8	960395 7	31
	Escuela Ingeniería Forestal, Escuela de Agroindustria, Vicerrectorado de Investigación, Vicerrectorado Académico, Laboratorio de Neurología, Pabellón 2, SS.HH.	56169 3	960393 3	32
PM3	Escuela Profesional de Ciencias de la Salud, Laboratorio de Biología, Laboratorio de Química, Laboratorio de Farmacología, Laboratorio de Microbiología, Laboratorio de Parasitología, Biología Molecular,	56170 1	960383 3	29

	Enfermedades Tropicales, Bromatología, Servicios Higiénicos.			
	Escuela Profesional de Medicina, Humana Oficina de Investigación, Anfiteatro, Laboratorio de Anatomía, Clínicas Médicas, Oratoria Médico, Sala de Cadáveres, Embriología, Histología, Genética, Fisiología, Imágenes, Servicios Higiénicos.	56190 9	960400 7	39

Fuente: Elaboración propia, abril del 2023

En el anexo se puede ver las fotos 1, 2, 3 y 4 y figura 3, la ubicación de los puntos de observación.

Las muestras fue recolectada por el Laboratorio ECOBIOTEC LAB SAC, y colocadas en cajas térmicas para traslado en cadena de frío, el muestreo fue en dos días diferentes, días útiles de máxima asistencia de personal **académico** - administrativo en la Ciudad Universitaria; la hora de muestreo será a las 12 p.m. hora punta de acuerdo a las recomendaciones teóricas.

En la presente investigación se tomó ocho muestras simples; dos de cada punto elegido, serán muestras simples, considerando que el caudal y composición es relativamente constante. El volumen mínimo de muestra siempre estará entre 1 y 2 litros (RAMALHO, 1996)

No existen procedimientos universales de muestreo; los procedimientos de muestreo deben diseñarse específicamente para cada situación. Por lo tanto, es indispensable la selección adecuada de los puntos de muestreo y determinar el tipo y frecuencia de muestra a tomar (METCALF Y EDDY, 1995).

- **Punto de monitoreo.**

Tal como se muestra en la tabla 2 y anexo 5 se han seleccionado cuatro (4) puntos de muestreo, estratégicamente ubicados en el interior de la Ciudad

Universitaria y tal como se pueden ver en el anexo 3. Estos puntos son representativos y de fácil acceso, y recogen aguas residuales de diferentes fuentes que la originan, además se encuentran perfectamente definidos con respecto a su ubicación geográfica.

- **Parámetro de calidad**

Los parámetros objetos del monitoreo, fueron los indicados en el Decreto Supremo N° 003 – 2010 - MINAN, en los cuales se fijan los Límites Máximos Permisibles para cada parámetro, los cuales son especificados en la tabla 1.

- **Frecuencia de monitoreo.**

La frecuencia de monitoreo se establece para medir las variaciones que ocurren en determinados periodos de tiempo, con el fin de realizar el seguimiento periódico respecto a las variaciones de los parámetros físicos, químicos y bacteriológicos ligados al agua residual cruda y tratada de la PTAR (MVCS, 2013). En la presente investigación se muestreará con una frecuencia de 8 días en dos (2) días diferentes, dos muestras por punto, a las 12 p.m.

- **Desarrollo del monitoreo**

El trabajo de campo se inició con la preparación de materiales, equipos e indumentaria de protección. Así mismo se deberá contar con el medio de transporte para el desarrollo del muestreo.

- **Preparación de materiales y equipo**

Para llevar a cabo el monitoreo se preparó con anticipación todos los materiales de trabajo, solución amortiguadora de pH, formatos (registro de datos de campo, etiquetas y cadena de custodia).

- **Preparación de materiales y equipo**

Para llevar a cabo el monitoreo se preparó con anticipación todos los materiales de trabajo, solución amortiguadora de pH, formatos (registro de datos de campo, etiquetas y cadena de custodia).

- **Precaución durante el monitoreo**

“Al momento de realizar el monitoreo se tuvo en cuenta: peligro de explosiones causadas por la mezcla de gases explosivos en el sistema de alcantarillado, riesgo de envenenamiento por la mezcla de gases, riesgo de sofocación por la falta de oxígeno, riesgo de enfermedades por organismos patógenos presentes en las aguas residuales, riesgo de heridas físicas debido a caídas y deslizamientos, riesgo de ahogamiento, riesgo de impacto de objetos que puedan caer.”

- c. Muestreo**

El proceso consistió en “tomar una muestra representativa del flujo de aguas residuales en los puntos de muestreo, para ser analizados y determinar los parámetros establecidos. La muestra se debe tomar a un tercio del tirante del flujo. Además, se debe evitar el ingreso de partículas grandes y” o material flotante presentes en el punto de muestras (MVCS, 2013).

- **Medición de Parámetros en Campo y registro de información.**

Los parámetros a medir en campo son el pH y temperatura.

- **Toma de muestras de agua residual.**

“Se utilizó frascos de plásticos y vidrio (dependiendo del parámetro a analizar), de boca ancha con cierre hermético y limpio. Los frascos a utilizar en el muestreo se prepararán de acuerdo a los parámetros a evaluar.”

- **Preservación de muestras**

“Una vez tomada la muestra, en algunos de casos, el parámetro requerirá que se agregue un reactivo de preservación, el cual se debe agregar in situ inmediatamente después de la toma de la muestra de agua.”

- **Etiquetado y rotulado de las muestras de agua.**

“Los frascos que contienen a la muestra fueron etiquetados y rotulados, con letra clara y legible para su fácil identificación. De preferencia usar plumón indeleble y

cubrir la etiqueta con cinta adhesiva transparente conteniendo lo siguiente información:"

- Nombre del punto de muestreo
 - Número de muestra (referido al orden de toma de muestra)
 - Fecha y hora de la toma de muestra.
 - Preservación realizada, tipo de reactivo de preservación utilizado.
 - Encargado del muestreo.
- **Llenado del formato de cadena de custodia**

“Se llenó el formato de cadena de custodia indicando los parámetros a evaluar; tipo de frasco, tipo de muestra de agua, volumen de muestras, reactivo de preservación, condiciones de conservación, encargado del muestreo toda la información relevante” (MVCS, 2013).

- **Conservación y toma de muestras.**

Las muestras una vez recolectadas y rotuladas, se colocaron en una caja térmica con refrigerante (ice pake), para cumplir con la temperatura indicada para preservar la muestra. Para el caso de utilizar hielo se debe colocar en bolsas herméticas para evitar fuga en la caja. Así también, para los frascos de vidrios para evitar roturas en el transporte, se utilizarán bolsas de poli burbujas, cinta de embalaje o de cualquier otro material.

El transporte de muestras predecibles (coliformes, DBO5 y otros), al laboratorio para su análisis, cumplieron con el tiempo establecido en las recomendaciones para la preservación y conservación; y acompañada de su respectiva cadena de custodia (MVCS, 2013).

d. Método

En la presente investigación se usó el método Inductivo - Comparativo. La inducción es una forma de razonamiento en la que, se pasa del conocimiento

de casos particulares (contaminación de las aguas residuales de la Ciudad Universitaria de “Pampa Grande” de la Universidad Nacional de Tumbes) a un conocimiento más general, qué refleja lo que hay de común en los fenómenos individuales (aguas contaminadas de efluente de aguas residuales hacia el río Tumbes planta del Coloma); y es comparativo porque permitió conocer la totalidad de los hechos y fenómenos de la realidad (elementos contaminantes del agua residual de la Ciudad Universitaria), estableciendo sus semejanzas y diferencias en forma comparativa con los indicadores de la Normatividad Nacional, los resultados de las comparaciones metodológicas nos llevarán lógicamente a encontrar la verdad (niveles de contaminantes peligrosos de las aguas residuales de la Ciudad Universitaria) (Carrasco, 2019).

3.4.7. Técnicas e instrumentos de la recolección de datos

a. Técnicas

En la presente investigación se usó la técnica de la observación - objetiva, ya que como proceso sistemático e instrumental permitirá recoger datos objetivos, reales y confiables y los instrumentos a usar serán seleccionados con previsión y anticipación teniendo en cuenta la tabla de operacionalización de variables. (Carrasco 2019).

b. Instrumentos de la recolección de datos.

Instrumentos de recolección de datos,

Para la recogida de información de campo se utilizó:

- a.** “GPS
- b.** Cámara fotográfica
- c.** Equipo de protección personal para la toma de muestras; mascarillas guantes y chaleco.
- d.** Instrumentos para la toma de muestra: ficha de registro, cadena de custodia, papel secante, cinta adhesiva, plumón indeleble, frascos plásticos y vidrio, cooler, hielo o refrigerante y reactivos químico de conservación.

e. Equipo multiparámetro para tomar parámetros in situ.”

c. Para la fase de gabinete

a. Laptop

b. Impresora

c. planos de servicios existente (agua y desagüe).

d. Planos perimétricos de la ciudad universitaria

e. Útiles de escritorio

f. Software;

a. Microsoft Word para redacción Microsoft

b. Excel para análisis de datos y elaboración de tablas

c. Autocad para elaboración de planos

d. ARCGIS para el manejo de la información geográfica y elaboración de planos.

3.4.8. Procesamiento y análisis de datos

a. Procesamiento

Toda la información de campo fue recogida en la fichas de observación y registros, todos los datos que se generen como resultado del contacto directo entre el observador y la realidad que se observa (Carrasco, 2019).

La ficha será:

Ficha de observación	
Tema o asunto:	
Sujetos (s) de observación:	
Descripción de la observación:	
Lugar.....	hora.....
Fecha.....	
.....	

Recopilados los datos de campo se transformará en información utilizables para los objetivos del proyecto.

El procesamiento se realizó en tablas de entrada simple o de doble entrada, gráfico de barras, gráfico tipo queso.

b. Análisis de datos

Recolectados los datos, se hizo un examen del conjunto de datos con el propósito de sacar conclusiones sobre la información recolectada. El análisis de datos será cualitativo a fin de interpretarlos.

El análisis de datos fue cuantitativo estadístico. Se usarán las estadísticas descriptivas como las medidas de tendencia central (media) y medidas de variabilidad como la desviación estándar; así mismo, se usará de ser necesario la estadística inferencial a fin de realizar el contraste de hipótesis; ya sea aplicando un texto de hipótesis o prueba de significación, usándolas pruebas de Fisher o de Pearson. (Calzada 1970).

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados

4.1.1. Análisis cuatro fuentes de agua residual de cuatro diferentes bloques académicos administrativos de la ciudad universitaria de “Pampa Grande” de la UNTUMBES

Las aguas residuales de la Ciudad Universitaria de “Pampa Grande” de la UNTUMBES, son arrojadas primeramente a la red de desagüe público y posteriormente sin ningún tratamiento al cauce del Río Tumbes, que, junto con las otras aguas residuales, causan un gran problema de contaminación, a unos 500 metros aguas abajo del puente del Río Tumbes; aguas que son captadas por los Proyectos de Irrigación La Tuna y Romero para el riego de los cultivos como arroz y banano.

Dentro de la ciudad universitaria ni en la propia ciudad, no existen infraestructuras que permitan siquiera un pretratamiento físico, asegurando la detención de partículas sólidas en suspensión, como rejillas, rejillas o sedimentación primaria.

En la presente investigación se mostraron 4 puntos de muestreo, en 4 áreas diferentes del interior de la Ciudad Universitaria.

El muestreo, de los 4 puntos se realizaron en 2 fechas diferentes: una el 5 de julio de 2023, cuando las autoridades universitarias decretaron el inicio de las clases presenciales al 100%; y la otra toma de muestras se realizó 7 días después, el 12 de julio cuando se había asegurado el 100% de asistencia de alumnos, profesores y administrativos en la Ciudad Universitaria y además se había equilibrado la total atención al público.

Los parámetros requeridos para realizar la caracterización de las aguas residuales fueron: temperatura, pH, sólidos suspendidos totales, aceites y grasas, demanda

química de oxígeno, demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅) y coliformes termo tolerantes. La hora de muestreo se realizó para ambas fechas entre las 11am y 12pm; que, según la literatura, son las horas en las que se presentan los máximos caudales y concentración de contaminantes “Los gastos y concentración horaria de las aguas servidas alcanzan simultáneamente un aproximado alrededor de las doce horas” (Unda 2003).

Según (Unda 2003);

el máximo de artefactos utilizados en edificios es de aproximadamente para un máximo de 240 personas, 10 inodoros, 10 urinarios, 10 laboratorios y 10 duchas; en construcciones para un número superior a 240 personas, se agrega un artefacto por cada 30 personas en exceso sobre 240.

En la presente investigación para estimar el caudal promedio per cápita de aguas residuales se han seguido cuatro criterios, según el análisis siguiente:

a) Criterio de consumo de agua per cápita por día, de la cual el 80% se transforma en aguas residual.

Según el CIDBIMENA (Centro de información sobre desastres de la Biblioteca Médica Nacional, miembro activo de la Red Latinoamericana de centros de información en gestión de riesgo – RELACIGER, a la cual pertenece el Perú); indica que la cantidad de agua residuales domésticas es casi un 80% del consumo de agua.

b) Criterio de Pöpel, descrito por CIDBIMENA

Según la tabla 2, se puede apreciar el agua demandada y la descarga de agua residual. Según este criterio, la cantidad de aguas residuales domésticas, es igual al agua consumida de sistema de abastecimiento menos el agua utilizada para cocinar, beber, regar el césped y el jardín; las aguas residuales domésticas que se generan en los edificios públicos, entre otras son:

- La limpieza del edificio, la higiene personal, la preparación de alimentos y el lavado de la vajilla en las cafeterías (cuando existe).

- El uso de baños públicos
- El lavado de Superficies pavimentadas externas y automóviles.
- El uso de inodoros, lavatorios, urinarios y duchas.

Tabla 4

Cantidad y composición de las aguas residuales y demanda de agua en viviendas particulares (por persona al día) según Pöpel

Cantidad l/p.d	Tipos							Total
	Comidas y bebidas	Lavado de platos	Lavado de ropa	Higiene personal	Ducha Tina	Limpieza en casa	Inodoro Heces/orina	
Demanda de agua	3	4	20	10	20	3	20	80
Descarga de agua	-	4	19	10	20	3	22 *	78

Fuente: CIDBIMENA, 2023.

* Las heces y otros productos de desecho que se añaden a las aguas residuales llegan aproximadamente a sólo 1.4 kg por persona por día (Kg/p.d.).

c) Criterio OEFA

El Perú genera aproximadamente 2'217,943 m³ por día de agua residuales descargadas a la red de alcantarillado de la EPS saneamiento. El 32% de éstas recibe tratamiento y el otro porcentaje 68% son arrojadas directamente a otra fuente de agua (aquí se incluyen las aguas servidas de Tumbes). Cada habitante en el Perú genera un promedio de 142 litros de aguas residuales al día, siendo el promedio más alto en las en los habitantes de Costa 145 litros al día.

d) Criterio OMS

En el Perú, según la OMS, su población consume 163 litros de agua per cápita esto es por encima de “los 100 litros per cápita recomendados por la Organización Mundial de la Salud. Según la OMS, concretamente, por cada descarga de un inodoro se consume entre 7.5 y 26.5 litros de agua. Una ducha de 5 minutos, se utilizan entre 95 y 190 litros de agua. Lavado de cara, cepillado de dientes pueden exigir un consumo de agua muy elevado. Dentro de una casa media, el consumo de agua es de 73% en el baño, seguido de un 19% de la cocina y un 8% en otras partes de la casa. Dentro del cuarto de baño, la ducha/baño supone,” por sí sola un tercio de consumo, 34%.

Seguido del uso del inodoro, 21% y el gasto de agua en el lavado, 18%. De hecho, de acuerdo a este estudio, el baño consumimos casi las tres cuartas partes del agua (75%).

En la presente investigación partiendo del dato de la OMS, que el promedio de consumo de agua en el Perú es de 163 litros de agua per cápita, podemos tener el promedio del agua residual producido por persona y por día; de la forma y modo siguiente; tal como se muestra en la tabla 3, el promedio general con los cuatro criterios analizados, es que en la Ciudad Universitaria de “Pampa Grande de la UNTUMBES” se produce en promedio 118.91 l/pd (litros/persona-día).

Tabla 5

Promedio de agua residual producida por persona por día en la ciudad universitaria de “Pampa Grande de la UNTUMBES”, según los 4 criterios analizados

CRITERIO	Agua consumida diaria l/pd	% de agua residual	Agua residual producida l/pd
CIDBIMENA	163	80	130.4
PÖPEL	-	-	78
OEFA	-	-	145
OMS	163	75	122.25
	PROMEDIO		118.91

- **Análisis de la fuente de agua residual del bloque académico-Administrativo PM1**

En la tabla N° 1 se pueden ver las características del PM1 y en la tabla 4 se muestran la cantidad de artefactos sanitarios utilizados en los edificios que componen este punto de muestreo 1; un total de 15 inodoros para damas, 15 inodoros para varones, 16 lavatorios de, 15 de lavatorios de varones, 11 urinarios de varones; y un promedio 403 personas que entre las 8am a 4pm pernoctan en estos edificios.

Tabla 6

Artefactos sanitarios para uso de personal diario del PM1

Fuente de agua residual	Inodor o damas	Inodor o varone	Lavatori os damas	Lavatori os varones	Urinario s varones	Person al que usa
1. Rectorado	-	01	-	01	-	01
2. Secretaría	02	02	03	02	02	03
3. Secretaría	-	-	-	-	-	08
4. Mesa de Partes	-	-	-	-	-	05
5. Oficina	-	-	-	-	-	02
6. Asesoría	01	-	01	-	-	06
7. Imagen	01	02	01	02	-	05
8. Dirección De	-	-	-	-	-	04
9. OCI	01	-	01	-	-	10
10. Infraestruct	01	01	01	01	-	06
11. Sala	-	-	-	-	-	15
12. Taller	-	-	-	-	-	15
13. Vigilancia	-	-	-	-	-	03
14.08 Aulas	09	09	09	09	09	320
TOTAL	15	15	16	15	11	403

Fuente: elaboración propia, 2023

De acuerdo al criterio de UNDA (2003); para 240 personas se requieren 10 artefactos sanitarios; y mayor de 240, por cada 30 personas se tiene que colocar un artefacto adicional. Así tenemos que la presente investigación por medio de personas que convergen en PM1 es 403, que restado de 240; existen 163 personas y por tanto corresponde 5 artefactos sanitarios adicionales. Por lo que se puede observar en la tabla 4 a excepción de los urinarios para varones el resto sí cumple técnicamente con el número de artefactos sanitarios.

Si consideramos el promedio de producción de aguas residual de 118.91 l/p.d., se tendrá que en el PM1 se estarían produciendo un promedio de 47,920.73 l/día. El período de evaluar en la presente investigación es 8 horas al día (de 8am a 4pm, que se dan los mayores flujos de personas); por lo tanto, el caudal sería en promedio 1.67 l/seg (46.08 m³/día de 8 horas de evaluación).

- **Análisis de la fuente de agua residual del Bloque Académico-Administrativo PM2**

En la tabla N° 1 se pueden ver las características del PM2 y en la tabla 5 se muestran la cantidad de artefactos sanitarios utilizados en los edificios que componen ese punto de muestreo 2; un total de 14 inodoros para damas, 17 inodoros para varones, 15 lavatorios para damas, 17 lavatorios para varones, 09 urinarios para varones y un promedio de 214 personas que entre las 8am a 4pm pernoctan en estos edificios.

Tabla 7

Artefactos sanitarios para uso de personal diario del PM2

Fuente de agua residual	Inodoro damas	Inodoro varones	Lavatorios damas	Lavatorios varones	Urinarios varones	Residual que usa
1. Laboratorio	-	-	-	-	-	01
2. Laboratorio análisis	-	-	-	-	-	03
3. Sala de	-	2	-	2	-	10
4. Bienestar	1	-	1	-	-	05

Fuente de agua residual	Inodoro damas	Inodoro varones	Lavatorios damas	Lavatorios varones	Urinarios varones	Residual que usa
1. Laboratorio	-	-	-	-	-	01
5. Sala de	-	-	-	-	-	15
6. AEAPA	3	2	2	2	2	11
7. EIFMA	1	1	1	1	1	10
8. Vice	-	1	-	1	-	03
9. Vice	-	1	-	1	-	05
10. Gestión	-	1	-	1	-	08
11. TIC	-	-	-	-	-	08
12. DAQF	-	-	-	-	-	-
13. 08 aulas	9	9	11	9	6	135
TOTAL	14	14	15	17	01	214

Fuente: elaboración propia, 2023

De acuerdo al criterio de UNDA (2003); para 240 personas se requieren 10 artefactos sanitarios; en la presente investigación el promedio de personas que convergen en PM2 es 214; y por lo que se puede ver en la tabla 5, el número de personas en menor de 240, y el número de artefactos sanitarios es mayor de 10, lo que se puede decir que sí se cumple técnicamente con este indicador. Si consideramos el promedio de producción de agua residual de 118.91 l/pd; se tendría que en el PM2 se estarían produciendo un promedio de 25,446.74 l/día. El periodo evaluado en la presenta investigación es de 8 horas al día (de 8am a 4pm, que se dan los mayores flujos de personas); por lo tanto, el caudal sería en promedio 0.89 l/seg (25.632 m³/día de 8 horas de evaluación).

- **Análisis de la fuente de agua residual del Bloque Académico-Administrativo PM3**

En la tabla N° 1 se pueden ver las características del PM3 y en la tabla 6 se muestran la cantidad de artefactos sanitarios utilizados en los edificios que componen ese punto de muestreo 3; un total de 7 inodoros para damas, 4 inodoros

para varones, 7 lavatorios para damas, 4 lavatorios para varones, y un promedio de 196 personas que entre las 8am a 4pm pernoctan en estos edificios.

Tabla 8

Artefactos sanitarios para uso de personal diario del PM3

Fuente de agua residual	Inodoro damas	Inodoro varones	Lavatorios damas	Lavatorios varones	Urinarios varones	Residual que usa
1. Escuela de	2	-	2	-	-	14
2. Decanato	1	2	1	2	-	07
3. Laboratorio	1	-	1	-	-	03
4. Sala de	1	-	1	-	-	14
5. Laboratorio De	-	-	-	-	-	02
6. Laboratorio de	-	-	-	-	-	02
7. Laboratorio	-	-	-	-	-	02
8. Laboratorio de Biología	-	-	-	-	-	02
9. Laboratorio de	-	-	-	-	-	02
10. Laboratorio	-	-	-	-	-	02
11. Laboratorio de	-	-	-	-	-	02
12. SSHH	2	2	2	2	-	144
TOTAL	7	4	7	4	-	196

Fuente: elaboración propia, 2023

De acuerdo al criterio de UNDA (2003); para 240 personas se requieren 10 artefactos sanitarios; en la presente investigación el promedio de personas que convergen en PM3 es 196; y por lo que se puede ver en la tabla 6, entre un inodoro

de damas y varones hay 11 artefactos sanitarios por lo que se puede concluir que es aceptable este indicador.

Si consideramos el promedio de producción de agua residual de 118.91 l/pd; se tendría que en el PM3 se estarían produciendo un promedio de 23,306.36 l/día. El período evaluado en la presente investigación es de 8 horas al día (de 8am a 4pm, que se dan los mayores flujos de personas); por lo tanto, el caudal sería en promedio 0.81 l/seg (23.328 m³/día de 8 horas de evaluación).

- **Análisis de la fuente de agua residual del Bloque Académico-Administrativo PM4**

En la tabla N° 1 se pueden ver las características del PM4 y en la tabla 7 se muestran la cantidad de artefactos sanitarios utilizados en los edificios que componen ese punto de muestreo 4; un total de 34 inodoros para damas, 21 inodoros para varones, 22 lavatorios para damas, 18 lavatorios para varones, 03 urinarios para varones y un promedio de 816 personas que entre las 8am a 4pm pernoctan en estos edificios.

Tabla 9

Artefactos sanitarios para uso de personal diario del PM4

Fuente de agua residual	Inodoro damas	Inodoro varone	Lavatorios damas	Lavatorios varones	Urinari varone	Residu al que usa
1. Anfiteatro	6	6	6	6	-	18
2. Clínica	2	2	2	2	-	06
3. Dpto.	1	1	1	1	-	37
4. Escuela	1	-	1	-	-	03
5. Laboratori	-	-	-	-	-	02
6. Consejería	-	-	-	-	-	02
7. Escuela	-	-	-	-	-	02
8. Dpto.	-	-	-	-	-	19

Fuente de agua residual	Inodoro damas	Inodoro varone	Lavatorios damas	Lavatorios varones	Urinarios varone	Residual que usa
9. Laboratori	-	-	-	-	-	02
10. Laboratori	-	-	-	-	-	02
11. Laboratori	-	-	-	-	-	02
12. Laboratori	-	-	-	-	-	02
13. Dirección	-	-	-	-	-	05
14. 18 aulas	24	12	12	09	13	720
TOTAL	34	21	22	18	03	816

Fuente: elaboración propia, 2023

De acuerdo al criterio de UNDA (2003); para 340 personas se requieren 10 artefactos sanitarios; en la presente investigación el promedio de personas que convergen en PM4 es de 816; y por lo que se puede ver en la tabla 7, entre un inodoro de damas y varones hay 55 artefactos sanitarios por lo que se puede concluir que es aceptable este indicador. Si consideramos el promedio de producción de agua residual de 118.91 l/pd; se tendría que en el PM4 se estarían produciendo un promedio de 97,030.56 l/día. El periodo evaluado en la presenta investigación es de 8 horas al día (de 8am a 4pm, que se dan los mayores flujos de personas); por lo tanto, el caudal sería en promedio 3.36 l/seg (96.768 m³/día de 8 horas de evaluación).

En la tabla 8 se puede ver el total y el promedio de producción de agua residual por día de la zona de estudio.

Tabla 10

Producción total y promedio de agua residual en la zona de estudio

Punto	Q(8/seg)	Vol (m3/día x 8 horas)
PM1	1.67	46.080
PM2	0.89	25.632

PM3	0.81	23.328
PM4	3.36	96.368
Total	6.73	191.808
Promedio	1.6825	47.952

Fuente: elaboración propia, 2023

4.1.2. determinar la concentración promedio de contaminantes fisicoquímicos y microbiológicos de las aguas residuales de la ciudad universitaria de “pampa grande” de la UNTUMBES y comparar con la legislación nacional

Para la presente investigación se elegirán 4 puntos representativos de la ciudad universitaria de “Pampa Grande” de la UNTUMBES. En cada punto se realizaron 2 muestras de aguas residuales, en 2 fechas diferentes (05 y 12 de julio del año 2023, entre las 11am y 12pm); los resultados se muestran en el anexo Informes de ensayos N° 119-2023 y N° 120-2023, del laboratorio acreditado ECOBIOTECH LAB S.A.C.

Para fines de investigación de ver la concentración promedio de contaminantes fisicoquímicos y microbiológicos se analizaron 7 parámetros; a saber: Temperatura(°C), pH(Unidades), SST(mg/L), aceites y grasas(mg/L), DBO(mgO₂/L), DBO₅(mgO₂/L), y coliformes termotolerantes(NMP//100ml).

Pasaremos a analizar los resultados punto por punto y evaluar su concentración promedio de contaminantes y su variación entre ambas fechas del mismo punto y entre puntos.

- **Concentración promedio de contaminantes fisicoquímicos y microbiológicos de las aguas residuales en el punto PM1**

En la tabla 9 se muestra esta concentración de contaminantes del PM1.

Tabla 11**Concentración promedio de contaminantes físico químicos y microbiológicos de las aguas residuales de PM1**

Fecha	T (°C)	pH Unid .	SST (mg/L)	Aceite s y grasas (mg/L)	DBO (mgO ₂ /L)	DBO ₅ (mgO ₂ /L)	coliformes termotolerantes (NMP//100ml)
05.07.23	30	7.2	< 5	< 0.5	< 0.5	< 2.0	900
12.07.23	30	7.1	75	19.5	267.5	166.2	21,000

Fuente: elaboración propia, 2023

Como se puede ver en la tabla 9 **la temperatura** entre las dos fechas de muestra ha permanecido constante, en 30°C, ligeramente inferior al LMP recomendado por el D.S. N° 003-2010-MINAM, que es < 35°C, lo que se podría indicar que es un indicador aceptable para ambos muestreos.

Sin embargo, es normal indicar que la temperatura de un agua residual suele ser siempre más elevada que la del agua de suministro, hecho principalmente debido a la incorporación de agua caliente procedente de uso doméstico y de los diferentes usos industriales; sus valores oscilan entre 10°C y 21°C, siendo 15°C un valor medio normal” (<https://cidta.usual.es.cursos.uni03>); que comparado con el resultado de la temperatura en la presente investigación es prácticamente el doble del indicador medio normal.

UNDA (2003). Sostiene:

La temperatura de las “aguas negras, tienen influencia en los diferentes procesos de tratamiento, a mayor temperatura mayor velocidad de reacción y menor viscosidad. Por otra parte, el oxígeno disuelto se expresa en función

de porcentaje de saturación y por consiguiente se requiere conocer la temperatura” (UNDA 2003).

En la tabla 9 se visualiza la variación del **pH** de 7.2 ha bajado a 7.1, disminución muy ligera (-1.38%), pero dentro del LMP dado por el D.S. N° 003-2010-MINAM, que está entre 6.5 y 8.5; por lo cual se puede decir que este indicador si cumple con el estándar promedio recomendado por la legislación nacional y es aceptable para ambas fechas de muestreo.

El pH es el “logaritmo negativo del número de iones -ramos de hidrógeno por litro $\text{pH} = \log_{\text{H}^+} \frac{1}{\text{H}^+} = -\text{Log H}^+$. Un alto o bajo pH puede romper el balance de los químicos del agua y movilizar a los contaminantes causando condiciones tóxicas. Los organismos acuáticos pueden experimentar problemas haciendo que las poblaciones declinen” (<https://japac.gob.mx.2016/06/20>).

Agencias internacionales recuerdan que, el pH de las aguas servidas, tengan un pH entre 6.5 y 8.5 (esto mismo lo recomienda el D.S. N° 003-2010-MINAM); “el agua con un pH alto contiene más una gran concentración de niveles disueltos. El agua con un pH bajo, tiende a llevar grandes concentraciones de metales como el manganeso y hierro, la polución es uno de los factores que cambia el pH natural de las aguas” (<https://japac.gob.mx.2016/06/20>).

Con respecto a los **sólidos suspendidos totales (SST)** en la tabla 9 se pueden ver que de < 5 en la primera fecha de muestreo subió a 75 mg/L, una variación de 1,500%.

Los sólidos tratados se clasifican en sólidos suspendidos totales (SST), que son aquellos que quedan retenidos en el papel filtro; y sólidos filtrables (SFT), que, como su nombre indica, pasan a través del papel filtro (UNDA 2003).

Las aguas negras contienen generalmente una proporción inferior a 0.1 o 1000 ppm de sólidos totales, correspondiente a los a las sales originalmente presentes en el agua, más las sustancias orgánicas e inorgánicas derivadas del uso de ellas y de los residuos industriales. La arena, cascajo a otras sustancias provienen del lavado de vegetales, calles, patios,

infiltraciones, residuos, Etc. La mayor fuente de estas, sustancias son de origen inorgánico; pero incluyen además algunas sustancias orgánicas, tales como granos de café, sean ellas de frutas, Etc.

UNDA (2003). La materia putrescible es la de mayor interés, por cuanto tienen una fuerte demanda de oxígeno (jabón, grasa, celulosa, proteínas, bacterias, Etc.)

Desde el punto de desde el punto de vista físico, las aguas negras tienen aproximadamente 99.9% agua y 0.1% de sólidos totales (UNDA 2003).

Químicamente, las aguas negras contienen sustancias de origen vegetal animal y mineral. Las dos primeras constituyen la materia orgánica que corresponde aproximadamente el 50% de los sólidos. Los sólidos dispersos no solubles son a veces llamados fracción coloidal, de los cuales alrededor de 1/3 corresponde a coloide y 2/3 a tamaño mayores a dolo pseudocoloides. Los coloides de las aguas negras tienen su origen principalmente en precipitados de jabón, materiales fecales, sustancia orgánica finamente dividida proveniente del suelo, desperdicios, aceite, grasas, arcilla y residuos industriales. La cantidad de coloides, se incrementa con el tiempo junto con la descomposición progresiva de las aguas negras (UNDA 2003).

En la presente investigación su valor máximo obtenido de 75 mg/L, está por debajo del LMP recomendado por el D.S. N° 003-2010-MINAM y que es de 150 mg/L; lo que se puede decir que está dentro del rango permitido, pero pasó de < 5 mg/L a 75 mg/L del primer al segundo muestreo respectivamente; o sea aumentó en 1500%; pero dentro de los parámetros normales (0.1 a 1000 ppm y el 0.1 a 1000 mg/L).

La tabla 9, los **Aceites y grasas** para la primera fecha de muestreo su valor fue de < 0.5 mg/L; muy por debajo del LMP recomendado por el D.S. N° 003-2010-MINAM; pero en la segunda fecha de muestreo su valor se incrementó a 19.5 mg/L, o sea una subida de su concentración en un 3,900%, pero muy ligeramente inferior al LMP recomendado por el D.S. N° 003-2010-MINAM que indica un parámetro de 20 mg/L (UNDA 2003), indica que las grasas son compuestos de alcohol glicérico comúnmente llamado Glicerina. Se encuentran las grasas animales, comidas comúnmente en las carnes, en el

área germinal de las de los cereales y semillas, en ciertas frutas y nueces. Las grasas son los compuestos orgánicos más estables, y por lo tanto más difícil su descomposición bacteriana. Las grasas son solubles en éter.

Las grasas son un componente que está presente, en mayor o menor medida, en todas las aguas residuales urbanas. Sus concentraciones medias se sitúan entre los 40 y los 80 mg/L pudiendo superar en ocasiones los 100 mg/L. Esto supone que en una depuradora con un caudal de 12,000 m³/día, están entrando Entre 25 y 50 kg de aceites y grasas a la hora, sin tener en cuenta los vertidos puntuales que pueden provenir de actividades industriales (Club agua)

Las grasas y aceites fueron tienen tendencia a flotar, debido a que su densidad es inferior a la del agua, lo que genera capas en la superficie de los reactivos biológicos, dificultando la transferencia de oxígeno (Club agua).

Cada canje de grasa supone entre 2 y 2.5 kg de DQO, lo que implica que las grasas y aceites en su proceso oxidativo, consumen importantes cantidades de oxígeno disuelto en los reactivos biológicos, pudiendo generar situaciones puntuales de deficiencia (Club agua).

La **Demanda Química de Oxígeno (DQO)** según la tabla 9 para la primera fecha de muestras su valor fue de < 0.5 mgO₂/L muy por debajo del LMP del D.S. N° 003-2010-MINAM, cuyo parámetro es 200 mgO₂/L; sin embargo, para la segunda fecha de muestreo este valor se incrementa a 267.3 mgO₂/L, osea un crecimiento astronómico de 53,460% superando el LMP del D.S. N° 003-2010-MINAM, siendo una muestra aceptable en el primer muestreo, pero no aceptable en la segunda muestra.

La DQO, representa la cantidad de oxígeno necesaria para descontaminar el agua procedente de grandes ciudades, de viviendas individuales, de aguas pluviales, del alcantarillado o las fosas sépticas. (es.aviliguide.com).

De forma más general la DQO representa el conjunto de compuestos oxidables y la DBO₅ representa la fuente de materia orgánica biodegradables (es.aviliguide.com).

La diferencia entre la DQO y la DBO₅ representa la carga de materia orgánica poco o nada biodegradables. Para las aguas residuales domésticas, la relación es de 1.5 a 2, lo que corresponde una biodegradación fácil. Puede alcanzar los 2 a 3 sin inconvenientes graves. (es.aviliguide.com).

La DQO recogida durante un muestreo será siempre superior a la de DBO₅ (es.aviliguide.com).

Cuando mayor es la de DQO más contaminada está el agua (es.aviliguide.com). La de DQO en aguas industriales puede situarse entre 50 y 2000 mgO₂/L, aunque puede llegar aquí a 5000 mgO₂/L según el tipo de industria.

Los valores normales de DQO son agua pura entre 2 y 20 mgO₂/L, agua poco contaminada entre 20 y 100 mgO₂/L, agua medianamente contaminada entre 100 y 500 mgO₂/L. (es.aviliguide.com).

En la tabla 9 la **Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅)** para la primera fecha de muestreo fue < 2 mgO₂/L; y para el segundo muestreo se elevó a 166.2 mgO₂/L; osea un aumento del 8,310% sobrepasando el LMP recomendado por el D.S. N° 003-2010-MINAM, que es de 100 mgO₂/L. Según UNDA (2003) la DBO₅ es el oxígeno requerido para la descomposición de las aguas negras frescas, y corresponde a una medida indirecta del total de la materia orgánica capaz de entrar en descomposición. La DBO₅ es la cantidad de oxígeno libre consumido durante la estabilización aeróbica biológica en específicas condiciones de tiempo, temperatura y dilución. La DBO₅ se expresa en ppm y se acostumbra establecerla para un periodo de incubación de 5 días y 20°C.

Según Baires Analítica (<https://www.bairesanalitica.com>.)

en el agua un alto contenido de DBO demanda un alta consumo de oxígeno impidiendo su generación normal, matando así la vida acuática por asfixia. Habitualmente estos valores son utilizados como índices de contaminación, cuanto mayor sea su concentración más contaminada estará el agua.”

La debe DBO y la DQO pueden reducir el OD de lagos y ríos, y las concentraciones bajas pueden causar eutrofización y dañar la vida acuática.

Los valores normales de DBO en el agua analizada:

- a. “Agua pura, desde 0 a 20 mg/L.
- b. Agua levemente contaminada, desde 20 a 100 mg/L.
- c. Agua moderadamente contaminada, desde 100 a 500 mg/L.
- d. Agua muy contaminada desde 500 a 3000 mg/L.
- e. Agua extremadamente contaminada desde los 3000 mg/L.”

Los **coliformes termotolerantes**, “son las bacterias o coliformes fecales, son un subgrupo del grupo coliforme total. La especie predominante Escherichia coli. En las heces de humanos, animales de sangre caliente y aguas residuales, hay una gran cantidad de coliformes fecales, principalmente E.coli.” (<https://atlasagua.imta.mx.views.bcf>).

En la presente investigación y de acuerdo a la tabla 9 se aprecia que para el primer muestreo se obtuvo 900 NMP/100ml, y para segundo muestreo pasó a una concentración de 21,000 NMP/100ml, osea un 2,333%; sobrepasando el LMP del D.S. N° 003-2010-MINAM, cuyo indicador es 10,000 NMP/100ml.

El LMP para las descargas de agua residuales vertidas a aguas, así como las descargas vertidas al suelo (uso en riego agrícola) es de 1000 a 2000 como mínimo más probable (NMP) de coliformes fecales por cada 100 ml para el promedio mensual y diario respectivamente (<https://sigagalisco.gob.mx.ascets>) Norma Oficial Mexicana. NOM-001-ECOL-1996.

En la tabla 10, se puede observar la caracterización del agua residual del PM1, con respecto a los 7 parámetros analizados y comparados con los LMP dados por el D.S. N° 003-2010-MINAM.

Tabla 12

Caracterización del agua residual del PM1

Parámetro	Unidad	LMP D.S. N° 003- 2010- MINAM	Condición Primer Muestreo		Condición Segundo Muestreo		Variación %
			Acepta ble	No Acepta ble	Acepta ble	No Acepta ble	
T°	°C	< 35	30	-	30	-	0
pH	Unid.	6.5 – 8.5	7.2	-	71	-	-1.38
SST	mg/L	150	< 5	-	75	-	1,500
Aceites y grasas	mg/L	20	< 0.5	-	19.5	-	3,900
DQO	mgO ₂ /L	200	< 0.5	-	-	267.3	53,460
DBO ₅	mgO ₂ /L	100	< 2.0	-	-	166.2	8,310
Coliformes Termotolera ntes	NMP/10 0ml	10,000	900	-	-	21,000	2,333

Fuente: elaboración propia, 2023

Como se puede ver en la tabla 10, el agua residual del PM1, para los parámetros T°C, pH, SST y aceites y grasas se mantiene el primer muestreo y segundo muestreo como un agua aceptada; sin embargo, para el mismo período y para los parámetros DQO, DBO₅ y coliformes termotolerantes el agua residual pasa de ser aceptable para el primer muestreo o no aceptable para el segundo muestreo.

Mayormente esta agua residual está contaminada como consecuencia del aumento de las concentraciones vertiginosas de la DQO, DBO₅ y coliformes termotolerantes, en tan solo 7 días después; y con una relación promedio DQO/DBO₅ de 1.59, dentro del rango de aguas residuales domésticas (relación entre 1.5 a 2) y para ambos parámetros DQO y DBO₅ como un agua residual moderada y medianamente contaminada (parámetros entre 100 a 500 mg/L).

Asimismo, con respecto de la concentración de coliformes termotolerantes entre ambas muestras, esta agua residual del PM1 está muy contaminada, la cual no podría ser usada para el riego directo de cultivos ni ser arrojada sin un tratamiento a otras fuentes de agua o superficies del suelo.

- **Concentración promedio de contaminantes fisicoquímicos y microbiológicos de las aguas residuales en el punto PM2**

En la tabla 11 se muestra esta concentración de contaminantes del PM2.

Tabla 13

Concentración promedio de contaminantes físicoquímicos y microbiológicos de las aguas residuales de PM2

Fecha	T (°C)	pH Unid .	SST (mg/L)	Aceite	DBO (mgO ₂ /L)	DBO ₅ (mgO ₂ /L)	coliformes termotolerantes (NMP//100ml)
				s y grasas (mg/L)			
05.07.23	30	7.4	< 5	< 0.5	19.4	8.7	< 300
12.07.23	30	7.2	8	1.2	10.1	4.6	1,400

Fuente: elaboración propia, 2023

En la tabla 11, se puede ver que **la temperatura** permanece constante entre el primer y segundo muestreo con un valor ligeramente menor al LMP recomendado

por el D.S. N° 003-2010-MINAM, < 35°C, lo que se puede indicar que es un indicador aceptable; pero por encima del promedio del valor normal (15°C) prácticamente el doble de su valor.

Con respecto al **pH**; este indicador ha variado ligeramente hacia abajo, entre el primer y segundo muestreo, con una variación de -2.7%, pero dentro del LMP recomendado por el D.S. N° 003-2010-MINAM, que está entre 6.5 y 8.5; por lo cual se puede decir que este indicador si cumple con los parámetros dados por el dispositivo legal nacional y es aceptable para ambas fechas de muestreo; parámetros que también están dentro de lo recomendado por las agencias internacionales (6.5 y 8.5); es un agua residual aceptable.

Con respecto a los **sólidos suspendidos totales (SST)** en la tabla, 11 se pueden ver que de un valor < 5 en la primer muestreo ha pasado a 8 mg/L en el segundo muestreo, o sea una variación positiva del 60%; pero ambos casos dentro de los parámetros normales (0.1 a 1000 ppm, o 0.1 a 1000 mg/L), pero ambas fechas por debajo del LMP recomendado por el D.S. N° 003-2010-MINAM (150 mg/L).

Con respecto a la variación de **Aceites y grasas** de < 0.5 mg/L en el primer muestreo, pasó a 1.2 mg/L en el segundo muestreo, o sea una variación positiva a 140%, pero ambas fechas sus valores están por debajo de lo recomendado por la legislación nacional D.S. N° 003-2010-MINAM que indica un LMP de 20 mg/L; lo que hace que, esta agua residual aceptable para ambas fechas, inclusive por debajo de concentraciones medias recomendadas internacionalmente, entre los 40 y los 80 mg/L.

La **Demanda Química de Oxígeno (DQO)** de acuerdo a la tabla 11 de 19.4 mgO₂/L para el primer muestreo pasó 10.1 mgO₂/L, o sea una variación hacia abajo del -48%, pero en ambas muestras con valores menores recomendado como LMP del D.S. N° 003-2010-MINAM, 200 mgO₂/L; y de acuerdo a la clasificación como agua residual poco contaminada sobre todo en el primer muestreo que está con 19.4 mgO₂/L muy cercano al 20 mgO₂/L para este tipo de aguas residuales, pero se puede considerar para ambas fechas de muestreo como agua residual aceptable.

La **Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅)** para el primer muestreo fue de 8.7 mgO₂/L; y para la segunda fecha de muestreo fue de 4.6 mgO₂/L; o sea una

diferencia por debajo de -47% pero en ambas muestras valores por debajo del LMP recomendado por el D.S. N° 003-2010-MINAM, 100 mgO₂/L; osea es un agua aceptable y valores de agua pura (de 0 a 20 mgO₂/L).

De acuerdo a la tabla 11 los **coliformes termotolerantes**, pasaron de < 300 NMP/100ml el primer muestreo a 1,400 NMP/100ml, osea una variación positiva del 367%, pero sus valores para ambas muestras por debajo del LMP del D.S. N° 003-2010-MINAM, que es de 10,000 NMP/100ml; e inclusive es posible se podrían usar para el riego de cultivo y sean arrojadas libremente a otras fuentes de agua o a la misma superficie del suelo (entre 1000 a 2000 NMP/100ml), con aguas servidas aceptables.

En la tabla 12, se muestra la caracterización del agua residual del PM2, con respecto a los 7 parámetros analizados y comparados con los LMP dados por el D.S. N° 003-2010-MINAM.

Tabla 14

Caracterización del agua residual del PM2

Parámetro	Unidad	LMP D.S. N° 003- 2010- MINAM	Condición Primer Muestreo		Condición Segundo Muestreo		Variación %
			Aceptable	No Aceptable	Aceptable	No Aceptable	
T°	°C	< 35	30	-	30	-	0
pH	Unid.	6.5 – 8.5	7.4	-	7.3	-	-2.7
SST	mg/L	150	< 5	-	8.0	-	60
Aceites y grasas	mg/L	20	< 0.5	-	1.2	-	140
DQO	mgO ₂ /L	200	19.4	-	10.1	-	-48

DBO ₅	mgO ₂ /L	100	8.7	-	4.6	-	-47
Coliformes							
Termotolerantes	mgO ₂ /L	10,000	300	-	1,400	-	367

Fuente: elaboración propia, 2023

En la tabla 12, se puede apreciar que el agua residual del PM2, cumple para todos los parámetros dados como LMP del D.S. N° 003-2010-MINAM, lo que se podría considerar como un agua residual aceptable, considerándose como un agua muy poco contaminada, con una relación promedio DQO/DBO₅ de 2.21, dentro del rango de aguas residuales domésticas (relación entre 1.5 a 2) y para ambos parámetros DQO y DBO₅ como un agua residual pura o poco contaminada (parámetros entre 0 a 20 mgO₂/L).

- **Concentración promedio de contaminantes fisicoquímicos y microbiológicos de las aguas residuales en el punto PM3**

En la tabla 13 se muestra esta concentración de contaminantes del PM3.

Tabla 15

Concentración promedio de contaminantes fisicoquímicos y microbiológicos de las aguas residuales de PM3

Fecha	T (°C)	pH Unid .	SST (mg/L)	Aceite s y grasas (mg/L)	DBO (mgO ₂ /L)	DBO ₅ (mgO ₂ /L)	coliformes termotolerantes (NMP//100ml)
05.07.23	30	7.8	< 5	2.0	37.1	20.0	< 300
12.07.23	30	7.6	8	9.9	330.2	110.1	15,000

Fuente: elaboración propia, 2023

En la tabla 13, se puede ver que **la temperatura** permanece constante entre el primer y segundo muestreo con un valor ligeramente menor al LMP recomendado por el D.S. N° 003-2010-MINAM, $< 35^{\circ}\text{C}$, lo que se puede decir que es un indicador aceptable; pero por encima del promedio del valor normal (15°C) prácticamente el doble de su valor.

El **pH**; de acuerdo a la tabla 13 ha sufrido una variación entre el primer y segundo muestreo de 7.8 ha pasado a 7.6, osea una variación hacia debajo de -2.56%, pero dentro del LMP recomendado por el D.S. N° 003-2010-MINAM, que oscila entre 6.5 y 8.5; por lo tanto, esta agua residual sí cumple con los parámetros por las agencias nacionales e internacionales (6.5 y 8.5); es un agua residual aceptable.

En la tabla 13, se puede ver la variación de las 3 concentraciones de **SST**; de < 5 en el primer muestreo subió a 253 mg/L en el segundo muestreo, osea una subida vertiginosa de 5,060%. Para la primera fecha de muestreo, el valor de < 5 mg/L está muy por debajo del LMP estipulado por el D.S. N° 003-2010-MINAM (150 mg/L), lo que podríamos indicar que para este parámetro en la primera fecha de muestreo el agua era residual aceptable, pero en el segundo muestreo el valor se sube a 253 mg/L muy por encima del LMP indicado en el D.S. N° 003-2010-MINAM lo que le da ya la categoría de un agua residual no aceptable; si obtenemos el promedio será 129 mg/L muy cerca al LMP; pero dentro de los parámetros normales de SST para aguas residuales (0.1 a 1000 ppm).

Con respecto a la variación de **Aceites y grasas** de 2 mg/L obtenido en el primer muestreo, se elevó a 9.9 mg/L, osea una variación positiva a 395%, pero en ambas fechas sus valores están por debajo de lo recomendado por el D.S. N° 003-2010-MINAM, LMP de 20 mg/L; lo que hace que esta agua residual aceptable para ambas fechas, incluyendo su promedio de 5.9 mg/L, y por debajo de las recomendaciones internacionalmente entre 40 y los 80 mg/L.

La **DQO** tal como se puede ver en la tabla 13 de 37.1 mgO₂/L en el primer muestreo pasó a 330.2 mgO₂/L, osea una variación positiva del 790%, para la primera fecha de muestra indicador por debajo de lo recomendado por el D.S. N° 003-2010-MINAM, 200 mg/L; para la segunda fecha de muestra su valor de 330.2 mgO₂/L

está por encima del LMP de 200 mg/L; inclusive en el promedio 183.65 mgO₂/L es muy cercano al LMP por lo que se indica que es un agua residual medianamente contaminada (entre 100 a 500 mgO₂/L), no aceptable.

La **Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅)** para el primer muestreo fue de 20 mgO₂/L; y para la segunda fecha de muestreo fue de 110.1 mgO₂/L; o sea una variación positiva de 450.5%; pero en la primera fecha de muestra su valor fue de 20 mgO₂/L muy por debajo del LMP del D.S. N° 003-2010-MINAM, que es 100 mgO₂/L; pero en la segunda fecha se elevó ligeramente por encima del LMP, 110.1 mgO₂/L en el promedio de 65.05 mgO₂/L es alto y cercano al LMP, lo que le hace un agua residual levemente contaminada (20 - 100 mgO₂/L) a agua residual moderadamente contaminada; por tanto una residual no aceptable (100 - 500 mg/L).

Si se trabaja con el promedio de DQO (183.65 mgO₂/L) y el promedio de DBO₅ (65.05 mgO₂/L), se obtiene una relación de DQO/ DBO₅ de 2.82, relación que la hace estar dentro de las aguas residuales domésticas sin inconvenientes graves.

Los **coliformes termotolerantes**, de acuerdo a la tabla 13, pasaron de < 300 NMP/100ml el primer muestreo a 15,000 NMP/100ml en el segundo muestreo, o sea una variación positiva del 4,900%. Para el primer muestreo su valor de < 300 NMP/100ml está por debajo del LMP del D.S. N° 003-2010-MINAM, 10,000 NMP/100ml; pero para el segundo muestreo sí sube a 15,000 NMP/100ml por encima de LMP de la legislación nacional, 10,000 NMP/100ml, y con un promedio de 7,650 NMP/100ml está muy cerca al LMP y por tanto un residual contaminada, tal que no se podrá usar para el riego de cultivos, ni ser arrojadas directamente a los espejos de agua en el suelo (tolera entre 1000 a 2000 NMP/100ml), pero son aguas servidas aceptables.

En la tabla 14, se muestra la caracterización del agua residual del PM3, con respecto a los 7 parámetros analizados y comparados con los LMP dados por el D.S. N° 003-2010-MINAM.

Tabla 16

Caracterización del agua residual del PM3

Parámetro	Unidad	LMP D.S. N° 003- 2010- MINAM	Condición Primer Muestreo		Condición Segundo Muestreo		Variación %
			Aceptable	No Aceptable	Aceptable	No Aceptable	
T°	°C	< 35	30	-	30	-	0
pH	Unid.	6.5 – 8.5	7.8	-	7.6	-	-2.56
SST	mg/L	150	< 5	-	-	253	5060
Aceites y grasas	mg/L	20	2.0	-	9.9	-	395
DQO	mgO ₂ /L	200	37.1	-	-	330.0	700
DBO ₅	mgO ₂ /L	100	20	-	-	110.1	450.5
Coliformes Termotolera ntes	mgO ₂ /L	10,000	< 300	-	-	15,000	4,900

Fuente: elaboración propia, 2023

Como se puede ver en la tabla 14, en la primera fecha de muestreo el agua residual del PM3, cumple para todos los parámetros analizados, con los LMP considerados en el D.S. N° 003-2010-MINAM; por lo que se podría considerar un agua residual aceptable considerándose un agua levemente contaminada, pero pasados 7 días que se realizó el segundo muestreo, el agua del PM3 obtiene valores muy altos en los parámetros SST, DQO, DBO₅ y coliformes termotolerantes; pasando a ser un agua residual no aceptable.

Si se analiza solo para las variaciones de la DQO y DBO₅, vemos que esta agua, para su segunda etapa de muestreo es un agua medianamente contaminada (DQO entre 100 a 500 mgO₂/L); y agua residual moderadamente contaminada (DBO₅ entre 100 a 500 mgO₂/L); y con una relación DQO/DBO₅ para esta etapa de 2.99, característica de aguas residuales domésticas (relación entre 1.5 a 2); pero puede alcanzar los 2.5 a 3 sin inconvenientes graves.

Asimismo, con respecto a la concentración de coliformes termotolerantes, sobre todo para la segunda etapa de muestreo está muy contaminada sobrepasando el LMP del D.S. N° 003-2010-MINAM (10,000 NMP/100ml) lo que le hace un agua residual que no se puede usar para el riego de cultivos, ni ser vertida a superficies de agua y suelos.

- **Concentración promedio de contaminantes fisicoquímicos y microbiológicos de las aguas residuales en el punto PM4**

En la tabla 15 se muestra esta concentración de contaminantes del PM4.

Tabla 17

Concentración promedio de contaminantes físicoquímicos y microbiológicos de las aguas residuales de PM4

Fecha	T (°C)	pH Unid .	SST (mg/L)	Aceite s y grasas (mg/L)	DBO (mgO ₂ /L)	DBO ₅ (mgO ₂ /L)	coliformes termotolerante s (NMP//100ml)
05.07.23	32	7.3	< 5	< 0.5	9.90	5.0	400
12.07.23	31	7.2	19	9.5	214.4	100.5	11,000

Fuente: elaboración propia, 2023

En la tabla 15, se puede ver que **la temperatura** a variado de 32°C a 31°C, osea una disminución del -3.1%, estos valores de ambas fechas de muestreo están el

rango de LMP recomendado por el D.S. N° 003-2010-MINAM, < 35°C; por lo tanto, es un indicador aceptable; pero por encima del promedio del valor normal (15°C) prácticamente el doble de su valor.

Con respecto al **pH**; de acuerdo a la tabla 15 muestra una ligera disminución de 7.3 baja a 7.2, osea una disminución del -1.37%, pero dentro del LMP recomendado por el D.S. N° 003-2010-MINAM, que así como por las agencias internacionales (6.5 y 8.5); es un agua residual sí cumple con los parámetros por las agencias nacionales e internacionales (6.5 y 8.5); es un agua residual aceptable.

En la tabla 15, se observa la variación de los **SST**; que de < 5 en el pasó a 19 mg/L, osea un aumento del 280%. Para la primera fecha de muestreo, el valor de < 5 mg/L está muy por debajo del LMP que rige en el D.S. N° 003-2010-MINAM, 150 mg/L; por lo tanto, en la primera fecha de muestreo el agua residual es aceptable, pero en la segunda fecha de muestreo sube ligeramente, pero también muy por debajo del LMP de la legislación nacional; por lo que se le da la categoría de un agua residual aceptable.

Con respecto a la concentración de **Aceites y grasas** de < 0.5 mg/L a pasado 9.5, osea un aumento del 180%, pero en ambas fechas sus valores están por debajo del LMP exigido por el D.S. N° 003-2010-MINAM, 20 mg/L; lo que hace que esta agua residual sea aceptable; y muy por debajo de las recomendaciones internacionales entre 40 a 80 mg/L.

En la tabla 15 se puede observar que la variación de **DQO**, 9.90 mgO₂/L en la primera fecha de muestreo pasó a 330.2 mgO₂/L, osea una variación positiva del 790%, para la primera fecha de muestra indicador por debajo de lo recomendado por el D.S. N° 003-2010-MINAM, 200 mg/L; para la segunda fecha de muestra su valor de 330.2 mgO₂/L está por encima del LMP de 200 mg/L; inclusive en el promedio 183.65 mgO₂/L es muy cercano al LMP por lo que se indicar que es un agua residual medianamente contaminada (entre 100 a 500 mgO₂/L), no aceptable.

La **Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅)** para el primer muestreo fue de 5 mgO₂/L valor por debajo del LMP del D.S. N° 003-2010-MINAM; pero para el segundo muestreo se elevó a 100.5 mgO₂/L; superior a 100 mgO₂/L, recomendado por la legislación nacional; por tanto la DBO₅ se ve superada en el segundo

muestreo en 1,910%; es un agua residual levemente contaminada (20 - 100 mgO₂/L), se podría decir agua residual aceptable. Tomando en consideración los resultados de DQO y DBO₅ de la segunda fecha de muestreo; 214.4 y 100 mgO₂/L respectivamente se obtiene una relación DQO/DBO₅ de 2.13, relación que la hace estar dentro de las aguas residuales domésticas (1.5 a 2).

De acuerdo con los **coliformes termotolerantes**, su valor pasó de 400 NMP/100ml a 11,000 NMP/100ml un incremento del 2,650%. Para el primer muestreo su valor de 400 NMP/100ml está por debajo del LMP aprobado por el D.S. N° 003-2010-MINAM, 10,000 NMP/100ml; pero para el segundo muestreo sube a 11,000 NMP/100ml ligeramente superior al LMP de la legislación nacional, y por tanto se puede considerar como un agua residual contaminada, tal que no se podrá usar para el riego de cultivos, ni ser arrojadas directamente a superficies de agua en el suelo (tolera entre 1000 a 2000 NMP/100ml), pero son aguas servidas aceptables.

En la tabla 16, se muestra la caracterización del agua residual del PM4, con respecto a los 7 parámetros analizados y comparados con los LMP dados por el D.S. N° 003-2010-MINAM.

Tabla 18

Caracterización del agua residual del PM4

Parámetro	Unidad	LMP D.S. N° 003- 2010- MINAM	Condición Primer Muestreo		Condición Segundo Muestreo		Variación %
			Aceptable	No Aceptable	Aceptable	No Aceptable	
T°	°C	< 35	32	-	3.1	-	-3.1
pH	Unid.	6.5 – 8.5	7.3	-	7.2	-	-1.37
SST	mg/L	150	< 5	-	19	-	280

Aceites y grasas	mg/L	20	< 0.5	-	9.5	-	180
DQO	mgO ₂ /L	200	9.9	-	-	214.4	2066
DBO ₅	mgO ₂ /L	100	5.0	-	-	100.5	1910
Coliformes Termotolerantes	mgO ₂ /L	10,000	400	-	-	11,000	2650

Fuente: elaboración propia, 2023

En la tabla 16, se puede ver que la temperatura ha variado de 32°C a 31°C dentro del LMP de la legislación nacional, lo mismo se puede decir para el pH, los SST, los Aceites y Grasas; sin embargo después de 7 días de muestras la DQO y DBO₅ se ven aumentadas lo que se clasifica al agua residual medianamente contaminada (DQO entre 100 a 500 mgO₂/L); y agua residual moderadamente contaminada (DBO₅ entre 100 a 500 mgO₂/L); y con una relación entre DQO/DBO₅ de 2.13, característica de aguas residuales domésticas (relación entre 1.5 y 2).

Con respecto a la concentración de coliformes termotolerantes, sobre todo para la segunda fecha de muestreo, su valor de 11,000 NMP/100ml, ligeramente supera el LMP del D.S. N° 003-2010-MINAM, lo que hace que estas aguas residuales, no se puede emplear para el riego de cultivos, ni ser vertida a superficies de agua y del suelo.

4.1.3. Estimación de la carga contaminante; producida por día de la ciudad universitaria de “Pampa Grande” de la UNTUMBES

La carga contaminante se le define como el producto de la concentración de contaminante aportado por el caudal de la descarga. Para la presente investigación se tomará el caudal promedio obtenido en el objetivo específico N° 1 y la concentración de contaminante obtenida en los análisis de laboratorio en cada fecha de muestreo, considerando un día de 8 horas, de 8am a 4pm que son las horas donde éste esté el máximo movimiento de personas en los edificios instalados en cada punto de muestreo.

Los parámetros analizados, y que son aportantes de carga contaminante son las SST, los Aceites y Grasas, la DQO y la DBO₅, cuyos resultados se pueden apreciar en las tablas 17, 18, 19 y 20.

Tabla 19

Carga contaminante diaria producida en el PM1

Indicador	Fecha	Q (R/S)	Concentración (mg/L)	Carga contaminante/día (Kg)
SST (mg/L)	05/07	1.67	5	0.24
	12/07	1.67	7.5	8.60
Aceites y grasas (mg/L)	05/07	1.67	0.5	0.024
	12/07	1.67	19.5	0.94
DQO (mgO ₂ /L)	05/07	1.67	0.5	0.024
	12/07	1.67	267.3	12.85
DBO ₅ (mgO ₂ /L)	05/07	1.67	2	0.096
	12/07	1.67	166.2	8.00

Fuente: elaboración propia, 2023

Como se puede ver en la tabla 17 la carga contaminante diaria (8 horas de evaluación) se ha visto incrementada entre la primera fecha de muestra y la segunda fecha de muestreo para los 4 indicadores analizados; en porcentajes bastantes considerables: SST, (1,400%) A y G (3,816%), de DQO (53,441%) y DBO₅ (8,233%).

Tabla 20***Carga contaminante diaria producida en el PM2***

Indicador	Fecha	Q (R/S)	Concentración (mg/L)	Carga contaminante/día (Kg)
SST (mg/L)	05.07	0.89	5	0.13
	12.07	0.89	8	0.21
Aceites y grasas (mg/L)	05.07	0.89	0.5	0.013
	12.07	0.89	1.2	0.031
DQO (mgO ₂ /L)	05.07	0.89	19.4	0.5
	12.07	0.89	10.1	0.30
DBO ₅ (mgO ₂ /L)	05.07	0.89	8.7	0.22
	12.07	0.89	4.6	0.12

Fuente: elaboración propia, 2023

Como se puede ver la tabla 18, los indicadores SST y A y G se han visto incrementados en su carga contaminante por día entre las dos fechas de muestreo; los SST se han incrementado en un 62% y los A y G en un 138%. En cambio, la DQO y la DBO₅ se han visto disminuidas entre las dos fechas de muestreo; la DQO en un 40% y la DBO₅ en un 45%.

Tabla 21***Carga contaminante diaria producida en el PM3***

Indicador	Fecha	Q (R/S)	Concentración (mg/L)	Carga contaminante/día (Kg)
-----------	-------	------------	-------------------------	-----------------------------------

SST (mg/L)	05.07	0.89	5	0.12
	12.07	0.89	253	5.9
Aceites y grasas (mg/L)	05.07	0.89	2.0	0.05
	12.07	0.89	9.9	0.23
DQO (mgO ₂ /L)	05.07	0.89	37.1	0.90
	12.07	0.89	330.2	7.70
DBO ₅ (mgO ₂ /L)	05.07	0.89	20	0.50
	12.07	0.89	110.1	2.60

Fuente: elaboración propia, 2023

En la tabla 19, se puede ver que todos los parámetros analizados han incrementado su carga contaminante por día entre las dos fechas de muestreo; así tenemos que los SST han incrementado en un 4,816%, los A y G en un 360%, la DQO en un 756% y la DBO₅ en un 420%.

Tabla 22

Carga contaminante diaria producida en el PM4

Indicador	Fecha	Q (R/S)	Concentración (mg/L)	Carga contaminante/día (Kg)
SST (mg/L)	05.07	3.36	5	0.5
	12.07	3.36	19	1.8
Aceites y grasas (mg/L)	05.07	3.36	0.5	0.05
	12.07	3.36	9.5	0.92
DQO (mgO ₂ /L)	05.07	3.36	9.90	0.96
	12.07	3.36	214.4	21
DBO ₅ (mgO ₂ /L)	05.07	3.36	5.0	0.5
	12.07	3.36	100.5	9.72

Fuente: elaboración propia, 2023

En la tabla 20, se puede ver que todos los indicadores se han incrementado en su carga contaminante por día; así tenemos que los SST se han incrementado en un 260%, los A y G en un 1,740%, la DQO en un 2,088% y la DBO₅ en un 1,844%.

4.1.4. Propuesta de un pretratamiento físico que permita; de acuerdo a los resultados obtenidos, remover la carga de contaminantes y acercarlos a los valores estándares de la legislación nacional vigente del gobierno peruano

Los pretratamientos de agua residuales, implican la reducción de sólidos en suspensión o el acondicionamiento de las aguas residuales para su descarga bien en los receptores o para pasar a un tratamiento secundario a través de una neutralización u homogeneización. (Centro de investigación y desarrollo tecnológico del agua, <https://cidta.usual.es.edad.libros.logo.pdf>).

El pretratamiento es la etapa inicial de un sistema de tratamiento de aguas en la que se lleva a cabo la remoción de todo material sólido grueso, fino y abrasivo que pudiese dañar o afectar los equipos o procesos de etapas posteriores de ese mismo sistema (cleanwateraserwies.org <https://cleanw.aterservices.org/industrialdenegocios>).

Los tipos de tratamiento de aguas residuales generalmente son tratamientos precarios y secundarios.

Los tratamientos primarios, sobre todo son los pretratamientos que permiten reducir los sólidos que permitan reducir los sólidos en suspensión y Normalmente se hacen in situ; y los tratamientos secundarios normalmente se hacen en una Planta de Tratamiento de Aguas Servidas (PTAR) que no es el caso de la presente investigación si es de plantear una propuesta de un pretratamiento físico éste deberá ser de acuerdo a los resultados obtenidos sobre todo en los sólidos suspendidos totales (SST).

Para el PM1 los SST alcanzan un máximo de 75 mg/L (segundo muestreo) y siendo el LMP de 150 mg/L; por tanto, no será necesario plantear ningún pretratamiento físico.

Para el PM2 los SST alcanzan un máximo de 8 mg/L (segundo muestreo) y siendo el LMP de 150 mg/L; por tanto, no sería necesario plantear ningún pretratamiento físico.

Para el PM3 los SST alcanzan un máximo de 253 mg/L (segundo muestreo) y siendo el LMP de 150 mg/L; sí sería necesario plantear un pretratamiento físico.

Para el PM4 los SST alcanzan un máximo de 19 mg/L (segundo muestreo) y siendo el LMP de 150 mg/L; por tanto, no sería necesario plantear ningún pretratamiento físico.

Solo en el PM3 será necesario plantear un para tratamiento físico; por seguridad se plantean en todos los urinarios y lavatorios de ser posible colocar rejillas de finos con aberturas menores de 5 mm, generalmente fabricadas de malla metálica de acero y de esa manera prevenir el aporte de SST en la línea principal.

4.2. Discusión

4.2.1. Análisis de cuatro fuentes de agua residual de cuatro diferentes bloques académicos administrativos de la ciudad universitaria de “Pampa Grande” de la UNTUMBES

En la presente investigación tal como Sánchez, V.C. (2018); Nieto J. (2017) se realizaron análisis de agua residuales dentro de una ciudad universitaria analizándose, caudal, SST, T°C, pH, DQO, BBO, coliformes termotolerantes, y aceites y grasas.

En la presente investigación la hora de muestreo fue la recomendada por diferentes organizaciones de investigación entre las 11 a.m y 12 p.m, hora dónde está aprobado se producen los máximos caudales y los máximos

niveles de concentraciones de contaminantes. El número de artefactos utilizados en los edificios llámense inodoros, urinarios, lavatorios cumplen con las reglas internacionales o sea por cada 240 personas, 10 inodoros, 10 urinarios y 10 lavatorios, agregando un artefacto por cada 30 por personas en exceso sobre 240.

Para el cálculo promedio del caudal de agua residual se han seguido cuatro criterios como son CIDBIMENA, PÖPPEL OEFA y OMS; obteniendo un caudal promedio de 118.91 litros por persona por día (l/pd), siendo el día de 8 horas desde las 8 a.m a 4 p.m.

Para el PM1 considerando esta caudal promedio y un movimiento aproximado de 403 personas, le corresponde un promedio de 1.67 l/seg de caudal y un aporte de 46.08 m³/día de agua residual.

Para el PM2; bajo las mismas condiciones de caudal promedio y un movimiento aproximado de 214 personas, le corresponde un promedio de 0.89 l/seg de caudal y un aporte de 25.632 m³/día de agua residual.

Para el PM3; considerando el mismo caudal promedio de 118.91 litros por persona por día como caudal de producción de agua residual; y 196 personas en promedio que se analizaron, le corresponde un caudal promedio de 0.81 l/seg y un aporte de 23.328 m³/día de agua residual.

Para el PM4, con caudal de 118.91 l/pd y una movilización promedio de 816 personas por día, le corresponde un caudal de 96.768 m³/día de agua residual.

Por lo tanto, en toda la zona de estudios existe un promedio de 1.6825 l/seg y una contribución promedio de 47.952 m³/día.

4.2.2. Determinación de la concentración promedio de contaminantes fisicoquímicos y microbiológicos de las aguas residuales de la ciudad

universitaria de “Pampa Grande” de la UNTUMBES y comparar con la legislación nacional

- **Concentración promedio de contaminantes fisicoquímicos y microbiológicos de las aguas residuales en el punto PM1**

Para la presente investigación en lo que respecta a la temperatura, pH, SST y aceites y grasas si bien es cierto los dos últimos mostraron un incremento entre primero y segundo muestreo, sus valores máximos estuvieron entre 75 y 19.5 mg/L respectivamente, pero por debajo del LMP recomendado por el D.S. N° 003-2010-MINAM que es de 150 y 120 mg/L respectivamente; datos muy similares encontrados por Ancalle, C.; Ledesma, W. (2020) y comparados para el mismo dispositivo legal para el afluente de una PTAR. Asimismo, sobre todos los SST de la presente investigación están por debajo de los reportados por Nieto, J. (2017) para una ciudad universitaria, lo mismo por debajo de los datos de Correa, J.F. (2022), de Alvites (2018) y de Gálvez (2018), concluyéndose que el agua residual de la ciudad universitaria de la UNTUMBES es menos contaminada con los SST.

En la presente investigación, los valores de DQO, DBO₅, y coliformes termotolerantes si están altos por encima de los LMP recomendados por la legislación nacional como altos están los resultados obtenidos por Correa, J.F. (2022) para una ciudad; pero si en la presente investigación la relación DBO₅/ DQO que es de 0.62 un poco alta con respecto a la obtenida por Correa J.F. (2022) que fue de 0.53; pero ambas dentro del rango de aguas residuales domésticas.

- **Concentración promedio de contaminantes fisicoquímicos y microbiológicos de las aguas residuales en el punto PM2**

En la presente investigación todos los parámetros analizados tanto para el primer muestreo como para el segundo muestreo están por debajo de los LMP recomendados por la legislación nacional el D.S. N° 003-2010-

MINAM; y con una relación DBO_5/DQO de 0.45 por debajo de la relación obtenida por Correa, J.F. (2022) que fue de 0.53 pero ambas dentro de los límites de aguas residuales domésticas.

- **Concentración promedio de contaminantes fisicoquímicos y microbiológicos de las aguas residuales en el punto PM3**

En la presente investigación los SST resultaron muy elevados, lo mismo la DQO, DBO_5 , y los coliformes totales, por encima de la legislación nacional el D.S. N° 003-2010-MINAM; así para los SST fue de 253 mg/L cuando el LMP es de 150; la DQO fue de 330.2 mg/L cuando el LMP es de 200 mg/L, la DBO_5 fue de 110.1 mg/L cuando el LMP es de 100 mg/L y finalmente los coliformes termotolerantes fue de 15,000 NMP/100ml cuando el LMP es de 10,000 NMP/100ml; muy similar a los datos reportados por Correa, J.F. (2022), de Alvites (2018) y de Gálvez (2018), asimismo la relación, DBO_5/DQO es de 0.33 por debajo de los reportados por Correa, J.F. (2022) que fue de 0.53 pero ambas dentro del rango dentro de los límites de aguas residuales domésticas.

- **Concentración promedio de contaminantes fisicoquímicos y microbiológicos de las aguas residuales en el punto PM4**

Para la presente investigación la temperatura, el pH, los SST y los Aceites y Grasas están dentro de los límites máximos permisibles reportados por la legislación nacional el D.S. N° 003-2010-MINAM; siendo elevados los valores de DQO, DBO_5 y coliformes termotolerantes. La DQO, fue de 214.4 mg/L cuando el LMP es de 200 mg/L; la DBO_5 fue de 100.5 mg/L, cuando el LMP es de 100 mg/L; y los coliformes termotolerantes fue de 11,000 NMP/100ml, cuando el LMP es de 10,000 NMP/100ml; datos muy similares a los reportados por Correa, J.F. (2022), de Alvites (2018) y de Gálvez (2018), la relación DBO_5/DQO es de 0.47 por debajo de la relación obtenida por Correa, J.F. (2022) que fue de 0.53, pero ambas en los límites de aguas residuales domésticas.

4.2.3. estimación de la carga contaminante; producida por día de la ciudad universitaria de “Pampa Grande” de la UNTUMBES

En la presente investigación la carga contaminante se ha visto incrementada entre primer muestreo y segundo muestreo para todos sus parámetros físicoquímicos analizados, así como los microbiológicos; así tenemos para PM1, para el segundo muestreo que fue una fecha más estable sobre la concurrencia de las personas a la ciudad universitaria la carga contaminante por día en kilos fue: para SST, 360 kg; Aceites y Grasas, 0.94 kg; DQO, 12.85 kg; y DBO₅, 3 kg.

Para PM2, 0.21 kg de SST; 0.031 kg, para Aceites y Grasas, 0.30 kg, para DQO y 0.12 kg, para DBO₅.

Para PM3, 5.9 kg de SST; 0.23 kg, para Aceites y Grasas, 7.70 kg, para DQO y 2.60 kg, para DBO₅.

Para PM4, 1.8 kg de SST; 0.92 kg, para Aceites y Grasas, 21 kg, para DQO y 9.72 kg, para DBO₅.

4.2.4. Propuesta de un pretratamiento físico que permita; de acuerdo a los resultados obtenidos, remover la carga de contaminantes y acercarlos a los valores estándares de la legislación nacional vigente del gobierno peruano

De acuerdo a la conceptualización de un pretratamiento físico y por los resultados obtenidos sobre todo de SST; para PM1 no sería necesario plantear ningún tratamiento físico igual para PM 2 y PM 4 para el PM 3 Sí sería necesario plantear ningún pretratamiento físico, pero por seguridad se plantea que para todos los urinarios y laboratorios colocar rejilla de finos con aberturas menores de 5 mm fabricadas de malla metálica de acero.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES

1. El número de artefactos sanitarios para los cuatro puntos muestreados cumplen con las recomendaciones internacionales 10 por cada 240 personas, agregando un artefacto por cada 30 personas en exceso sobre 40.
2. El caudal promedio de agua residual producido en la ciudad universitaria “Pampa Grande” de la UNTUMBES es de 118.91 litros por persona por día.
3. El caudal promedio de agua residual en la ciudad universitaria “Pampa Grande” de la UNTUMBES es de 1.6825 l/seg con una contribución al sistema de la red pública de 47.952 m³/día.
4. Para el PM1, los parámetros temperatura, pH, SST y Aceites y Grasas están por debajo de los LMP según el D.S. N° 003-2010-MINAM; los valores DQO, DBO₅ y coliformes termotolerantes están por encima de los LMP según el D.S. N° 003-2010-MINAM y con una relación DBO₅/DQO de 0.62.
5. Para el PM2, todos los parámetros están por debajo de los LMP según el D.S. N° 003-2010-MINAM; con una relación DBO₅/DQO de 0.45.
6. Para el PM3 los SST, la DQO, la DBO₅ y los coliformes termotolerantes están por encima de los LMP según el D.S. N° 003-2010-MINAM; con una relación DBO₅/DQO de 0.33.
7. Para el PM 4 la temperatura, el pH, los SST y los Aceites y Grasas están dentro de los LMP según el D.S. N° 003-2010-MINAM. Los valores de DQO, la DBO₅ y los coliformes termotolerantes están por encima de los LMP según el D.S. N° 003-2010-MINAM con una relación DBO₅/DQO de 0.47.
8. Para el PM1 la carga contaminante de SST es de 360 kg, Aceites y Grasas 0.94 kg, DQO 12.85 kg y DBO₅ 8 kg.

9. Para el PM2 la carga contaminante es de 0.21 kg de SST; 0.031 kg, para Aceites y Grasas, 0.30 kg, para DQO y 0.12 kg, para DBO₅.
10. Para PM3 la carga contaminante fue de 5.9 kg de SST, 0.23 kg para Aceites y Grasas, 7.70 kg para DQO y 2.60 kg para DBO₅.
11. Para PM4 la carga contaminante fue de 1.8 kg de SST, 0.92 kg para Aceites y Grasas, 21 kg para DQO y 9.72 kg para DBO₅.
12. Debido a la poca cantidad de SST, se plantea un pretratamiento físico solo de rejillas de finos con aberturas menores de 5 mm fabricadas de malla metálica de acero en los lavatorios y urinarios.

CAPÍTULO VI

RECOMENDACIONES

1. En próximas investigaciones similares se deberían incluir los pabellones académicos y administrativos no considerados en la presente investigación.
2. Mantener evaluaciones de los parámetros de contaminación de agua residuales siquiera una por año.
3. Cuidar permanentemente que los urinarios y lavatorios se mantengan con rejillas para finos.
4. Realizar investigaciones para estimar la carga contaminante anual de toda la ciudad universitaria.
5. Plantear la construcción de una PTAR o pozas de tratamiento de aguas residuales tipo facultativas.
6. Implementar en forma horizontal en todas las facultades y escuelas profesionales de la UNTUMBES, capacitaciones sobre educación ambiental.

CAPÍTULO VIII

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ancalle, C; Ledesma, W. (2020) "Caracterización de las aguas residuales en el afluente y efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales del Distrito de Yauli - Huancavelica". Tesis para optar Ingeniero de Ambiental. Universidad Nacional de Huancavelica.
- Calzada, I. (1970). Métodos Estadísticos para la investigación - Editorial Jurídica S.A - Tercera Edición -Lima – Perú.
- Carrasco, S. (2019). Metodología de la Investigación Científica. Editorial San Marcos. Decima novena impresión. Lima – Perú
- CEFA (2014) – Fiscalización ambiental en aguas residuales – Ministerio del Ambiente – Perú.
- Correa, J.F. (2022), en su tesis "Caracterización de las aguas residuales de la localidad de Jesús y propuesta de tratamiento" tesis para optar el Título de Ingeniero Hidráulico. Universidad Nacional de Cajamarca-facultad de ingeniería. EAP de Ingeniería Hidráulica.
- Decreto Supremo N° 001-2010-AG (EP, 24-03-2010). Aprueban Reglamento de la Ley N° 29338, Ley de Recursos Hídricos.
- García, R. H. (2018). Caracterización y propuesta de tratamiento de las aguas residuales de la industria de galvanizado de lámina por inmersión en caliente. Tesis magister en ingeniería Sanitaria. Universidad de San Carlos de Guatemala - Facultad de Ingeniería. Guatemala.
- JAPAC – Junta Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Culiacan – México. Agua y Salud para todos.

- METCALF y EDDY, (1995). Ingeniería de aguas residuales: tratamiento, vertido y reutilización. Madrid: Mc. Graw Hill.
- Mongabay, (2022). Nuevo informe revela la cadena de daños que provocan las aguas residuales del planeta.
- MVCS (2013). Protocolo de monitoreo de la calidad en los efluentes de las Plantas de tratamiento de Agua Residuales y domésticas o municipales. Lima.
- Nieto, J. (2017). "Caracterización física, química y biológica de las aguas residuales de la Ciudad Universitaria Jorge Basadre Grohmann" de Tacna. Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann- Tacna.
- Noyola. Et. Al, (2013). Selección de Tecnologías para el Tratamiento de Aguas Residuales Municipales: "Guía de apoyo para ciudades pequeñas y medianas". México.
- RAMALHO, R. (1996). Tratamiento de aguas residuales. Barcelona – España: Editorial Reverte, S. A.
- RECIAMUC – 2021-196-207. Saberes del conocimiento. Artículo de investigación. Código UNESCO:20508-Calidad de las aguas. Niquén Inga, M.I., Vasquez Garcia, A.C., Hinojosa Niquen, Y.A. y Saldoya Tinedo, R.W.
- Romero R, J. (2002). Tratamiento de aguas residuales; teoría y principios de diseño. Colombia: Escuela Colombiana de Ingeniería.
- Sánchez. V, C (2018); en su tesis "Caracterización de agua de residuales en la Universidad Técnica Federico Santa María Sede Viña Del Mar José Miguel Carrera. Universidad Técnica Federico Santa María. Tesis Técnico Universitario en control del medio ambiente. Chile.
- Tuholske, C; y otros (2022) Mapping global inputs and impacts from of human sewage in coastal ecosystems.PLoS ONE 16 (11): e0258898. Doi, 10.1371/journal.pone.0258898.

Unda, F. (2003). Ingeniería Sanitaria aplicada a Saneamiento y Salud Pública. Editorial Limusa. Noriega. Editores – México.

4.3. Webgrafía

CIDBIMENA (s/f). Tipos y cantidades de agua residuales – <http://cibdimena-desastres.hm.pdf>

Club Agua – La importancia de la separación de aceites y grasas en el tratamiento del agua residual urbana <https://www.agua.es/noticias.tegne>

Diario correo- 01.09.2019. conflictos sociales latentes en la región Tumbes. Recuperado de <https://diariocorreo.pe/edicion/tumbes/tres-conflictos-sociales-latentes-en-la-region-tumbes-907864/>

<es.aviliguide.com>

<https://atlasagua.imta.mx.views.bcf>

http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_0375_MT.pdf

<https://cidta.usual.es.cursos.uni03>

<https://cidta.usual.es.edad.libros.logo.pdf>

<https://cleanwaterservices.org/>

<https://japac.gob.mx.2016/06/20>

<https://www.bairesanalitica.com.d>

La OEFA - seminario “La Fiscalización Ambiental del manejo y disposición final de las aguas residuales en el Perú”. Recuperado de <https://www.oefa.gob.pe/el-oefa-advierte-problematika-ambiental-por-deficit-de-tratamiento-de-las-aguas-residuales-a-nivel-nacional/ocac07/>

Larios, F., y otros (2016). Las aguas residuales y sus consecuencias en el Perú. Volumen2. Número 2, Saber y Hacer, 2 (2), 8–25. Recuperado a partir de <https://revistas.usil.edu.pe/index.php/syh/article/view/115>.

Norma oficial mexicana – NOM – 001 – ECOL - 1996 <https://sigajalisco.gob.mx.ascets>

OMS (s/f) – Consumo de agua per cápita en el mundo – Fundación Aquac – <https://www.fundacionaquac-org-c>

PROMART. net; <https://www.promart.net> – web-tecnología- equipos.

SPENA GROUP- Soluciones para el tratamiento de aguas. Recuperado de <https://spenagroup.com/tipos-tratamiento-agua-aguas-residuales/>

SUNASS. Diagnóstico de plantas de tratamiento de aguas residuales... <https://www.gob.pe/sunass>

ANEXOS

Anexo 1 Análisis 1



LABORATORIO DE ENSAYO

Informe de ensayo N° 120-2023

Página 1 de 1

1. DATOS DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA

Solicitante : Ángel Gregorio Germán Niquén Inga.
Domicilio legal : Tumbes.
Tipo de muestra : Agua residual doméstica.
Cantidad de muestra para el ensayo : 04 muestras.
Identificación de la muestra : Punto 1, punto 2, punto 3 y punto 4.
Forma de presentación : Agua en frascos plásticos estériles y frascos de vidrio, transportado en cadena de frío.
Fecha de recepción : 12/07/2023
Fecha de inicio del ensayo : 12/07/2023
Fecha de término del ensayo : 25/07/2023
Fecha de entrega del informe de ensayo : 08/08/2023
Ensayo realizado en : Área de Análisis Físico-químicos.
Código de registro : EBTLO223_228.
Validez del documento : Este documento es válido solo para la muestra descrita.
Referencia : Cotización N° 157-2023-EcobiotechLab.

2. TIPO DE ANÁLISIS REQUERIDO

Temperatura (Método termométrico).
pH (SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H + B, 23 rd Ed.).
Sólidos suspendidos totales (Solids, Total Suspended Solids Dried at 103-105°C, Method SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 23 rd Ed. 2017).
Aceites y grasas (Oil and Grease, Liquid-Liquid, Partition-Gravimetric Method SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5520 B, 23 rd Ed. 2017).
Demanda química de oxígeno (Chemical Oxygen Demand (COD), Method SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 23 rd Ed. 2017).
Demanda bioquímica de oxígeno DBO5 (Biochemical Oxygen Demand (BOD), Method SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23 rd Ed. 2017).
Coliformes termotolerantes (SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E(1), 23rd Ed. 2017, Multiple-tube fermentation technique for members of the coliform group, Fecal Coliform Procedure, Thermotolerant Coliform Test (EC Medium)), Part 5210 B, 23 rd Ed. 2017).

3. RESULTADO DEL ANÁLISIS

Código de registro	Identificación de la muestra	Temperatura (°C)	pH	SST (mg/L)	Aceites y grasas (mg/L)	DQO (mg O ₂ /L)	DBO ₅ (mg O ₂ /L)	Coliformes termotolerantes (NMP/100mL)
EBTL0223	Punto 1	30	7.1	75	19.5	287.3	188.2	21000
EBTL0224	Punto 2	30	7.2	8	1.2	10.1	4.8	1400
EBTL0225	Punto 3	30	7.8	283	9.9	330.2	110.1	15000
EBTL0226	Punto 4	31	7.2	19	9.5	214.4	100.5	11000
LMR		<35	6.5 - 8.5	150	20	200	100	10000

LMR = Límites máximos permisibles para los efluentes de plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas o municipales (Decreto Supremo N° 003-2010-MINAM).

SST = sólidos suspendidos totales.

DQO = demanda química de oxígeno.

DBO = demanda bioquímica de oxígeno.

Ángel Pablo Hernández Alfaro Aguilera
Coordinador de Laboratorio
Ecobiotech Lab S.A.C.

Este informe no es válido sin la firma y sello original de la coordinación de Ecobiotech Lab S.A.C.

Ecobiotech Lab S.A.C. Dirección: Urb. Andrés Araujo Morán Mz. 07 Lt. 10 - Tumbes (por el parque El Avión - Puyango) / Urb. San Judas Tadeo Mz. Ch Lt 2 - Trujillo - La Libertad (Entre Av. Colibri y Antenor Orrego, al costado del Hospital Coliseo). Celular +51992714119 / +51978729233. Correo electrónico: ventas@ecobiotechlab.com

Anexo 2 Análisis 2



LABORATORIO DE ENSAYO

Informe de ensayo N° 119-2023

Página 1 de 1

1. DATOS DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA

Solicitante : Ángel Gregorio Germán Niquén Inga.
Domicilio legal : Tumbes.
Tipo de muestra : Agua residual doméstica.
Cantidad de muestra para el ensayo : 04 muestras.
Identificación de la muestra : Punto 1, punto 2, punto 3 y punto 4.
Forma de presentación : Agua en frascos plásticos estériles y frascos de vidrio, transportado en cadena de frío.
Fecha de recepción : 05/07/2023
Fecha de inicio del ensayo : 06/07/2023
Fecha de término del ensayo : 19/07/2023
Fecha de entrega del informe de ensayo : 09/08/2023
Ensayo realizado en : Área de Análisis Físico-químicos.
Código de registro : EBTL0219_222.
Validez del documento : Este documento es válido solo para la muestra descrita.
Referencia : Cotización N° 157-2023-EcobiotechLab.

2. TIPO DE ANÁLISIS REQUERIDO

Temperatura (Método termométrico).
pH (SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H + B, 23 rd Ed.).
Sólidos suspendidos totales (Solids, Total Suspended Solids Dried at 103-105°C. Method SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 23 rd Ed. 2017).
Aceites y grasas (Oil and Grease, Liquid-Liquid, Partition-Gravimetric Method SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5520 B, 23 rd Ed. 2017).

Demanda química de oxígeno (Chemical Oxygen Demand (COD), Method SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 23 rd Ed. 2017).

Demanda bioquímica de oxígeno DBO5 (Biochemical Oxygen Demand (BOD), Method SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23 rd Ed. 2017).

Coliformes termotolerantes (SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E(1), 23rd Ed. 2017, Multiple-tube fermentation technique for members of the coliform group. Fecal Coliform Procedure, Thermotolerant Coliform Test (EC Medium)), Part 5210 B, 23 rd Ed. 2017).

3. RESULTADO DEL ANÁLISIS

Código de registro	Identificación de la muestra	Temperatura (°C)	pH	SST (mg/L)	Aceites y grasas (mg/L)	DQO (mg O ₂ /L)	DBO ₅ (mg O ₂ /L)	Coliformes termotolerantes (NMP/100mL)
EBTL0219	Punto 1	30	7.2	<5	<0.5	<0.5	<2.0	900
EBTL0220	Punto 2	30	7.4	<5	<0.5	19.4	8.7	<300
EBTL0221	Punto 3	30	7.8	<5	2.0	37.1	20.0	<300
EBTL0222	Punto 4	32	7.3	<5	<0.5	9.90	5.0	400
LMR		<35	6.5 - 8.5	150	20	200	100	10000

LMR = Límites máximos permisibles para los efluentes de plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas o municipales (Decreto Supremo N° 003-2010-MINAM).

SST = sólidos suspendidos totales.

DQO = demanda química de oxígeno.

DBO = demanda bioquímica de oxígeno.

Miguel Rubén Merán Alfaro Aguilera
Coordinador de Laboratorio
Ecobiotek Lab SAC

Este informe no es válido sin la firma y sello original de la coordinación de Ecobiotek Laboratory Laboratorio S.A.C.

Ecobiotek Lab S.A.C. Dirección: Urb. Andrés Araujo Morán Mz. 07 Lt. 10 - Tumbes (por el parque El Avión - Puyango) / Urb. San Judas Tadeo Mz. Ch Lt. 2 - Trujillo - La Libertad (Entre Av. Colibri y Antenor Orrego, al costado del Hostal Coliseo). Celular +51992714119 / +51978729233. Correo electrónico: ventas@ecobioteklab.com

Anexo 3 Matriz de Consistencia

Título	Problema General y Específicos	Objetivo General y Específicos	Variables e indicadores	Diseño de Investigación	Métodos y técnicas de Investigación	Población y Muestra de Estudio
Caracterización de aguas residuales comparación con Legislación Nacional y pretratamiento físico en Ciudad	<p>Problema General</p> El agua residual producida en la Ciudad Universitaria de “Pampa Grande” de UNTUMBES; ¿está contribuyendo a aumentar los niveles de contaminación de las aguas del río Tumbes, al ser	<p>Objetivo General</p> Caracterizar el agua residual de la Ciudad Universitaria de “Pampa Grande” de la UNTUMBES; para comparar con los parámetros legislados en la materia y proponer un tratamiento que contribuye a prevenir efectos negativos en la salud pública y el	<p>Variable Independiente</p> <p>Vi = V1</p> Caracterización de Aguas Residuales <p>Indicadores</p> Parámetros fisicoquímicos	La investigación se planteará como un diseño no Experimental, ya que su variable independiente (Caracterización del agua residual), carece de manipulación intencional y no posee	<p>Método</p> En la presente investigación se usará el método Inductivo - Comparativo. La inducción es una forma de razonamiento en la que, se pasa del conocimiento de casos particulares (contaminación de las aguas residuales de la Ciudad	<p>1. Población</p> La población, para esta investigación está constituida por todas las aguas residuales que se producen en la Ciudad Universitaria de “Pampa Grande” de la Universidad Nacional de Tumbes, ambiente

Título	Problema General y Específicos	Objetivo General y Específicos	Variables e indicadores	Diseño de Investigación	Métodos y técnicas de Investigación	Población y Muestra de Estudio
Universitaria "Pampa Grande" Universidad Nacional de Tumbes - 2023	arrojado sin ningún pretratamiento en la red de desagüe de Tumbes, poniendo en riesgo la salud pública y el medio ambiente de la población del distrito de Tumbes? Problemas Específicos La	medio ambiente en la población del distrito de Corrales por efecto de la contaminación de las aguas del río Tumbes. Objetivos Específicos Analizar cuánto cuatro fuentes de agua residual de cuatro diferentes	Parámetro Microbiológico. Variable dependiente Vd = V2	grupo de control ni mucho menos experimental, solo se realizará análisis de las muestras de agua residuales, para conocer su composición y de elementos físicos, químicos y biológicos y	Universitaria de "Pampa Grande" de la Universidad Nacional de Tumbes) a un conocimiento más general, qué refleja lo que hay de común en los fenómenos individuales (aguas contaminadas de efluente de aguas residuales hacia el río Tumbes planta del Coloma); y es comparativo porque	universitario en el cual funciona actividades administrativas y académicas en mayor porcentaje; con un promedio diario de asistencia de unas 2500 personas entre alumnos, profesores y administrativos y usuarios externos. En la

Título	Problema General y Específicos	Objetivo General y Específicos	Variables e indicadores	Diseño de Investigación	Métodos y técnicas de Investigación	Población y Muestra de Estudio
	<p>Ciudad Universitaria de “¿Pampa Grande” de UNTUMBES, a través de sus diferentes bloques académicos - administrativos producen aguas residuales en altos niveles de contaminación fisicoquímicos y microbiológicos?</p>	<p>bloques académicos administrativos de la Ciudad Universitaria de “Pampa Grande” de la UNTUMBES.</p> <p>Determinar la concentración promedio de contaminantes fisicoquímicos y microbiológicos de las aguas residuales de la Ciudad Universitaria de “Pampa Grande” de la UNTUMBES y</p>	<p>Pretratamiento</p> <p>Indicadores</p> <p>Físico</p> <p>Primario</p>	<p>poder caracterizarla y compararlos con los indicadores de la legislación nacional; así mismo será un Diseño Transeccional Explicativo Causal ya que con el análisis de laboratorio nos permitirá conocer en un tiempo y lugar</p>	<p>permitirá conocer la totalidad de los hechos y fenómenos de la realidad (elementos contaminantes del agua residual de la Ciudad Universitaria), estableciendo sus semejanzas y diferencias en forma comparativa con los (indicadores de la Normatividad Nacional), los resultados de las</p>	<p>ciudad universitaria de “Pampa Grande” funciona el Rectorado, Vicerrectores, Decanato de Ciencias de la Salud, Ciencias Sociales Derecho y Ciencias Políticas y algunas Escuelas Profesionales las cuales tienen aulas, laboratorios,</p>

Título	Problema General y Específicos	Objetivo General y Específicos	Variables e indicadores	Diseño de Investigación	Métodos y técnicas de Investigación	Población y Muestra de Estudio
	De acuerdo a la legislación peruana, en materia de aguas residuales; el agua residual producida en la Ciudad Universitaria de "Pampa Grande" de la UNTUMBES supera los Límites Máximos Permisibles de dicha legislación.	<p>comparar con la legislación nacional.</p> <p>Estimar la carga contaminante; producida por día de la Ciudad Universitaria de "Pampa Grande" de la UNTUMBES.</p> <p>Proponer un pretratamiento que permita; de acuerdo a los resultados obtenidos, remover la carga de contaminantes y</p>		<p>determinado, la situación problemática de la variable independiente y la causalidad que puede suceder al ser depositada en la red pública de desagüe de la ciudad (Carrasco 2019).</p> <p>Por lo tanto, el diseño será; NO</p>	<p>comparaciones metodológicas nos llevarán lógicamente a encontrar la verdad (niveles de contaminantes peligrosos de las aguas residuales de la Ciudad Universitaria) (Carrasco, 2019).</p>	<p>maestranzas, lugares deportivos etc. Existen alrededor de 10 puntos de control de agua residuales que dirigen sus aguas a la república.</p> <p>Muestra de Estudio</p> <p>Será una muestra No Probabilística, porque no todos los elementos de</p>

Título	Problema General y Específicos	Objetivo General y Específicos	Variables e indicadores	Diseño de Investigación	Métodos y técnicas de Investigación	Población y Muestra de Estudio
	<p>¿La carga contaminante producida en la Ciudad Universitaria de “Pampa Grande” es variable diariamente; dependiendo de la concentración poblacional universitaria compuesta por estudiantes, profesores, administrativos y</p>	<p>acercarlos a los valores estándares de la Legislación Nacional vigente del gobierno peruano.</p>		<p>EXPERIMENTAL - TRANSECCIONAL - EXPLICATIVO - CAUSAL</p>	<p>Técnica de Investigación</p> <p>En la presente investigación se usará la técnica de la observación - objetiva, ya que como proceso sistemático e instrumental permitirá recoger datos objetivos, reales y confiables y los instrumentos a usar serán seleccionados con previsión y</p>	<p>la población tienen la probabilidad de ser elegidos para formar parte de la muestra; así como será una muestra Intencionada, porque ella ha sido seleccionada por el investigador según su propio criterio, sin ninguna regla matemática o</p>

Título	Problema General y Específicos	Objetivo General y Específicos	Variables e indicadores	Diseño de Investigación	Métodos y técnicas de Investigación	Población y Muestra de Estudio
	<p>usuarios de servicios académicos - administrativos?</p> <p>¿El planteamiento de un pretratamiento físico, químico y biológico; permitirá disminuir la carga contaminante de los factores contaminantes que sobrepasan</p>				<p>anticipación teniendo en cuenta la tabla de operacionalización de variables. (Carrasco 2019).</p>	<p>estadística (Carrasco, 2019)</p>

Título	Problema General y Específicos	Objetivo General y Específicos	Variables e indicadores	Diseño de Investigación	Métodos y técnicas de Investigación	Población y Muestra de Estudio
	los Límites Máximos Permisibles de la legislación peruana y acercarlos a ellas?					

Anexo 4 Ubicación

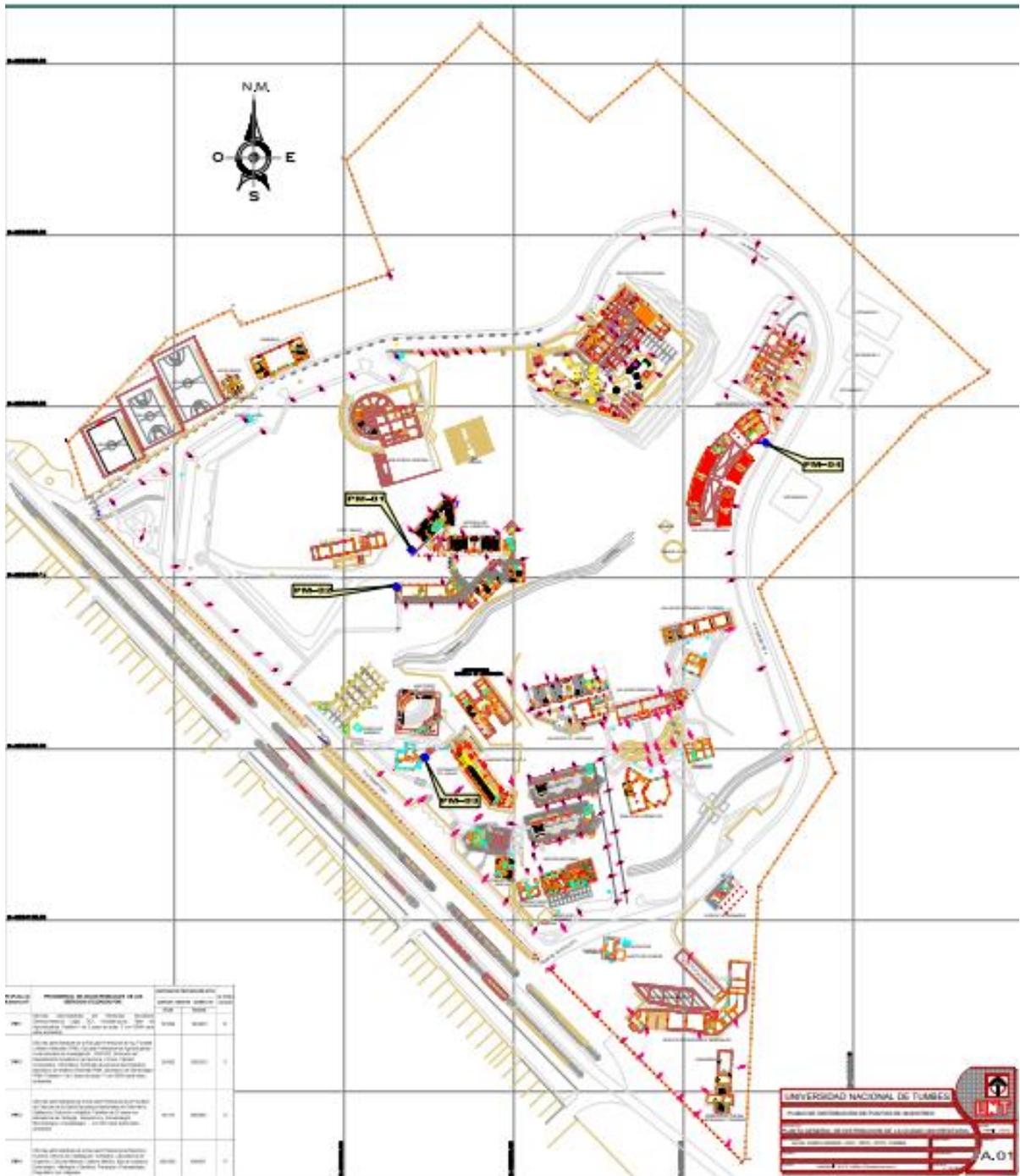
MAPA DEL PERU



MAPA DE REGION TUMBES



Anexo 5 Plano de distribución de puntos de muestreo 1



Anexo 7 Características de los puntos de muestreo

MEDICIONES EN LOS 4 PUNTOS DE MUESTREO DETERMINADOS EN LA CIUDAD UNIVERSITARIA PARA EL PROYECTO DE TESIS:

“CARACTERIZACIÓN AGUAS RESIDUALES COMPARACIÓN CON LEGISLACIÓN NACIONAL Y PRETRATAMIENTO FÍSICO EN CIUDAD UNIVERSITARIA “PAMPA GRANDE” UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUMBES - 2023

FECHA DE LAS MEDICIONES PARA EL PY DE TESIS: Tumbes, 12 de abril de 2023

MATERIALES UTILIZADOS:

GPS marca GARMIN 64S, palanca para abrir tapas de buzones, guantes, libreta de campo, bolígrafo,

PM (Punto de	PROCEDENCIA DE AGUAS RESIDUALES DE LOS SERVICIOS	SISTEMA DE		ALTURA, msnm
		ESTE	NORTE	
PM 1	Oficinas administrativas del Rectorado, Secretaría General, Asesoría Legal, OCI, Infraestructura, Taller de Agroindustrias, Pabellón I de 3 pisos de aulas F con SSHH para estos ambientes.	0561698	9603957	31
PM 2	Oficinas administrativas de la Escuela Profesional de Ing. Forestal y Medio Ambiente (IFMA), Escuela Profesional de Agroindustrias, Vicerrectorado de Investigación, VRACAD, Dirección del Departamento Académico de Química	0561693	9603933	32

	y Física, Calidad Universitaria, Informática, Sindicato de personal administrativo, laboratorio de análisis Ambiental-IFMA, laboratorio de Dendrología-IFMA, Pabellón II de 3 pisos de aulas F con SSHH para estos ambientes.			
PM 3	Oficinas administrativas de la Escuela Profesional de la Facultad de Ciencias de la Salud-Escuelas profesionales de Enfermería, Obstetricia, Nutrición y dietética, Pabellón de 02 pisos con laboratorios de: Biología, Bioquímica y Farmacología, Microbiología y Parasitología, Biología molecular, Enfermedades tropicales, Bioquímica y Bromatología; con SHH para todos estos ambientes.	0561701	9603833	29
PM 4	Oficinas administrativas de la Escuela Profesional de Medicina Humana, Oficina de Investigación, Anfiteatro, Laboratorios de: Anatomía, Clínicas Médicas, Oratoria Médica, sala de cadáveres, Embriología, Histología y Genética, Fisiología y Fisiopatología, Diagnóstico por imágenes, con SHH para todos estos ambientes.	0561909	9604007	39

OBSERVACIONES:

1.- Las aguas residuales de los buzones de los puntos de muestreo PM 1 al PM 2, concurren al buzón general de la Ciudad Universitaria, ubicado con las siguientes coordenadas:

0561698 9603954 (ref.: parte baja de la EPG)

Anexo 8 Álbum de fotos

Foto 1: Portada de la Ciudad Universitaria “Pampa Grande” UNTUMBES.



Foto 2: Punto de muestreo 1- PM₁



Foto 3: Punto de muestreo 2- PM₂



Foto 4: Punto de muestreo 3- PM₃



Foto 5: Puntos de muestreo 4- PM₄



Fotos 6: Muestreo Agua PM1 el 05.07.23







05.07.23 1er muestreo de aguas en el PUNTO Nro 02



Fotos 7: Muestreo agua PM2.05.07.23

05.7.23 1er muestreo de aguas en el PUNTO Nro 03



Fotos 8: Muestreo de agua PM3.05.07.23







Fotos 9: Muestreo de agua PM4. 05.07.23

12.07.23 - 2do muestreo de aguas en el PUNTO Nro. 01



Galaxy A23

12 de julio de 2023 11:43 a. m.

Fotos 10: Muestreo de agua PM1. 12.07.23



Foto 11: Muestreo de agua PM2. 12.07.23



Galaxy A23
12 de julio de 2023 11:55 a. m.

Foto 12: Muestreo de agua PM3. 12.07.23

12.07.23 - 2do muestreo de aguas en el PUNTO Nro. 03



Foto 13: Muestreo de agua PM4. 12.07.23

12.07.23 - 2do muestreo de aguas en el PUNTO Nro. 04



de impuestos o de derechos aduaneros de ninguna clase o denominación.

Artículo 5°.- La presente Resolución Suprema será refrendada por el Presidente del Consejo de Ministros.

Regístrese, comuníquese y publíquese.

ALAN GARCÍA PÉREZ
Presidente Constitucional de la República

JAVIER VELASQUEZ QUESQUÉN
Presidente del Consejo de Ministros

469446-6

AMBIENTE

Aprueba Límites Máximos Permisibles para los efluentes de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas o Municipales

DECRETO SUPREMO
N° 003-2010-MINAM

EL PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA

CONSIDERANDO:

Que, el artículo 3° de la Ley N° 28611, Ley General del Ambiente, dispone que el Estado, a través de sus entidades y órganos correspondientes, diseña y aplica, las políticas, normas, instrumentos, incentivos y sanciones que sean necesarias para garantizar el efectivo ejercicio de los derechos y el cumplimiento de las obligaciones y responsabilidades contenidas en dicha ley;

Que, el numeral 32.1 del artículo 32° de la Ley General del Ambiente define al Límite Máximo Permissible - LMP, como la medida de concentración o grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, que caracterizan a un efluente o una emisión, que al ser excedida causa o puede causar daños a la salud, al bienestar humano y al ambiente. Su determinación corresponde al Ministerio del Ambiente. Su cumplimiento es exigible legalmente por el Ministerio del Ambiente y los organismos que conforman el Sistema Nacional de Gestión Ambiental. Los criterios para la determinación de la supervisión y sanción serán establecidos por dicho Ministerio;

Que, el numeral 33.4 del artículo 33° de la Ley N° 28611 en mención dispone que, en el proceso de revisión de los parámetros de contaminación ambiental, con la finalidad de determinar nuevos niveles de calidad, se aplique el principio de la gradualidad, permitiendo ajustes progresivos a dichos niveles para las actividades en curso;

Que, el literal d) del artículo 7° del Decreto Legislativo N° 1013, Ley de Creación, Organización y Funciones del Ministerio del Ambiente - MINAM, establece como función específica de dicho Ministerio, elaborar los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) y Límites Máximos Permisibles (LMP), de acuerdo con los planes respectivos. Deben contar con la opinión del sector correspondiente, debiendo ser aprobados mediante Decreto Supremo;

Que, mediante Resolución Ministerial N° 121-2009-MINAM, se aprobó el Plan de Estándares de Calidad Ambiental (ECA) y Límites Máximos Permisibles (LMP) para el año fiscal 2009 que contiene dentro de su anexo la elaboración del Límite Máximo Permissible para los efluentes de Plantas de Tratamiento de fuentes domésticas;

Que el artículo 14° del Reglamento de la Ley del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA) aprobado mediante Decreto Supremo N° 019-2009-MINAM, establece que el proceso de evaluación de impacto ambiental comprende medidas que aseguren, entre otros, el cumplimiento de los Estándares de Calidad Ambiental, los Límites Máximos Permisibles y otros parámetros y requerimientos aprobados de acuerdo a la legislación ambiental vigente; del mismo modo, en su artículo 28° el citado reglamento señala que, la modificación del estudio ambiental o la aprobación de instrumentos de gestión ambiental complementarios,

implica necesariamente y según corresponda, la actualización de los planes originalmente aprobados al emitirse la Certificación Ambiental;

De conformidad con lo dispuesto en el numeral 8) del artículo 118° de la Constitución Política del Perú, y el numeral 3 del artículo 11° de la Ley N° 29158, Ley Orgánica del Poder Ejecutivo;

DECRETA:

Artículo 1°.- Aprobación de Límites Máximos Permisibles (LMP) para efluentes de Plantas de Tratamiento de Agua Residuales Domésticas o Municipales (PTAR)

Aprobar los Límites Máximos Permisibles para efluentes de las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas o Municipales, los que en Anexo forman parte integrante del presente Decreto Supremo y que son aplicables en el ámbito nacional.

Artículo 2°.- Definiciones

Para la aplicación del presente Decreto Supremo se utilizarán los siguientes términos:

- **Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas o Municipales (PTAR):** Infraestructura y procesos que permiten la depuración de las aguas residuales Domésticas o Municipales.

- **Límite Máximo Permissible (LMP):** Es la medida de la concentración o del grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, que caracterizan a una emisión, que al ser excedida causa o puede causar daños a la salud, al bienestar humano y al ambiente. Su cumplimiento es exigible legalmente por el MINAM y los organismos que conforman el Sistema de Gestión Ambiental.

- **Protocolo de Monitoreo:** Procedimientos y metodologías establecidas por el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento en coordinación con el MINAM y que deben cumplirse en la ejecución de los Programas de Monitoreo.

Artículo 3°.- Cumplimiento de los Límites Máximos Permisibles de Efluentes de PTAR

3.1 Los LMP de efluentes de PTAR que se establecen en la presente norma entran en vigencia y son de cumplimiento obligatorio a partir del día siguiente de su publicación en el Diario Oficial El Peruano.

3.2 Los LMP aprobados mediante el presente Decreto Supremo, no serán de aplicación a las PTAR con tratamiento preliminar avanzado o tratamiento primario que cuenten con disposición final mediante emisario submarino.

3.3. Los titulares de las PTAR que se encuentren en operación a la dación del presente Decreto Supremo y que no cuenten con certificación ambiental, tendrán un plazo no mayor de dos (02) años, contados a partir de la publicación del presente Decreto Supremo, para presentar ante el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento su Programa de Adecuación y Manejo Ambiental; autoridad que definirá el respectivo plazo de adecuación.

3.4 Los titulares de las PTAR que se encuentren en operación a la dación del presente Decreto Supremo y que cuenten con certificación ambiental, tendrán un plazo no mayor de tres (03) años, contados a partir de la publicación del presente Decreto Supremo, para presentar ante el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, la actualización de los Planes de Manejo Ambiental de los Estudios Ambientales; autoridad que definirá el respectivo plazo de adecuación.

Artículo 4°.- Programa de Monitoreo

4.1 Los titulares de las PTAR están obligados a realizar el monitoreo de sus efluentes, de conformidad con el Programa de Monitoreo aprobado por el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. El Programa de Monitoreo especificará la ubicación de los puntos de control, métodos y técnicas adecuadas; así como los parámetros y frecuencia de muestreo para cada uno de ellos.

4.2 El Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento podrá disponer el monitoreo de otros parámetros que no estén regulados en el presente Decreto Supremo, cuando existan indicios razonables de riesgo a la salud humana o al ambiente.

4.3 Sólo será considerado válido el monitoreo conforme al Protocolo de Monitoreo establecido por el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, realizado por Laboratorios acreditados ante el Instituto Nacional de Defensa del Consumidor y de la Propiedad Intelectual - INDECOPI.

Artículo 5°.- Resultados de monitoreo

5.1 El Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento es responsable de la administración de la base de datos del monitoreo de los efluentes de las PTAR, por lo que los titulares de las actividades están obligados a reportar periódicamente los resultados del monitoreo de los parámetros regulados en el Anexo de la presente norma, de conformidad con los procedimientos establecidos en el Protocolo de Monitoreo aprobado por dicho Sector.

5.2 El Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento deberá elaborar y remitir al Ministerio del Ambiente dentro de los primeros noventa (90) días de cada año, un informe estadístico a partir de los datos de monitoreo presentados por los Titulares de las PTAR, durante el año anterior, lo cual será de acceso público a través del portal institucional de ambas entidades.

Artículo 6°.- Fiscalización y Sanción

La fiscalización del cumplimiento de los LMP y otras disposiciones aprobadas en el presente Decreto Supremo estará a cargo de la autoridad competente de fiscalización, según corresponda.

Artículo 7°.- Refrendo

El presente Decreto Supremo será refrendado por el Ministro del Ambiente y por el Ministro de Vivienda, Construcción y Saneamiento.

DISPOSICIÓN COMPLEMENTARIA FINAL

Única.- El Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, en coordinación con el MINAM, aprobará el Protocolo de Monitoreo de Efluentes de PTAR en un plazo no mayor a doce (12) meses contados a partir de la vigencia del presente dispositivo.

Dado en la Casa de Gobierno, en Lima, a los dieciséis días del mes de marzo del año dos mil diez.

ALAN GARCÍA PÉREZ
Presidente Constitucional de la República

ANTONIO JOSÉ BRACK EGG
Ministro del Ambiente

JUAN SARMIENTO SOTO
Ministro de Vivienda, Construcción y Saneamiento

ANEXO

LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES PARA LOS EFLUENTES DE PTAR

PARÁMETRO	UNIDAD	LMP DE EFLUENTES PARA VERTIDOS A CUERPOS DE AGUAS
Aceites y grasas	mg/L	20
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 mL	10,000
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	100
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	200
pH	unidad	6.5-8.5
Sólidos Totales Suspensión	en mL/L	150
Temperatura	°C	<35

469446-2

Designan responsable de brindar información pública y del contenido del portal de internet institucional del Ministerio

RESOLUCIÓN MINISTERIAL N° 036-2010-MINAM

Lima, 16 de marzo de 2010

CONSIDERANDO:

Que, mediante Decreto Legislativo N° 1013, se aprobó la Ley de Creación, Organización y Funciones del Ministerio del Ambiente;

Que, la Ley de Transparencia y Acceso a la Información Pública, cuyo Texto Único Ordenado fue aprobado por Decreto Supremo N° 043-2003-PCM, tiene por finalidad promover la transparencia de los actos del Estado y regular el derecho fundamental del acceso a la información consagrado en el numeral 5 del artículo 2° de la Constitución Política del Perú;

Que, el artículo 3° de la citada Ley, señala que el Estado tiene la obligación de entregar la información que demanden las personas en aplicación del principio de publicidad, para cuyo efecto se designa al funcionario responsable de entregar la información solicitada;

Que, asimismo, de acuerdo a lo previsto en el artículo 5° de la mencionada Ley, las Entidades Públicas deben identificar al funcionario responsable de la elaboración de los Portales de Internet;

Que, mediante Resolución Ministerial N° 070-2008-MINAM, se designó a la señorita Cristina Miranda Beas, como funcionaria responsable de brindar información que demanden las personas, y responsable del contenido de la información ofrecida en el Portal de Internet del Ministerio del Ambiente;

Que, por razones del servicio y considerando la renuncia al cargo que desempeñaba en el Ministerio del Ambiente la servidora citada en el considerando precedente, resulta necesario designar al personal responsable de brindar información en el marco de la Ley de Transparencia y Acceso a la Información Pública y responsable del Portal de Internet Institucional;

Con el visado de la Secretaría General y de la Oficina de Asesoría Jurídica; y

De conformidad con lo establecido en el Decreto Legislativo N° 1013, Ley de Creación, Organización y Funciones del Ministerio del Ambiente; el Texto Único Ordenado de la Ley de Transparencia y Acceso a la Información Pública, aprobado por Decreto Supremo N° 043-2003-PCM; y el Decreto Supremo N° 007-2008-MINAM que aprueba el Reglamento de Organización y Funciones del Ministerio del Ambiente;

SE RESUELVE:

Artículo 1°.- Designar al abogado Hugo Milko Ortega Polar como Responsable de brindar la información pública del Ministerio del Ambiente y Responsable del contenido de la información ofrecida en el Portal de Internet Institucional, de conformidad con el Texto Único Ordenado de la Ley de Transparencia y Acceso a la Información Pública, aprobado por Decreto Supremo N° 043-2003-PCM.

Artículo 2°.- Todos los órganos del Ministerio del Ambiente, bajo responsabilidad, deberán facilitar la información y/o documentación que les sea solicitada como consecuencia de lo dispuesto en el artículo precedente, dentro de los plazos establecidos en la normatividad vigente.

Artículo 3°.- Disponer que la presente Resolución se publique en el Diario Oficial El Peruano y en Portal de Internet del Ministerio del Ambiente.

Artículo 4°.- Notificar la presente Resolución a todos los órganos del Ministerio del Ambiente, al Órgano de Control Institucional y al responsable designado.

Regístrese, comuníquese y publíquese.

ANTONIO JOSÉ BRACK EGG
Ministro del Ambiente

469445-1

Act

4.2 El Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento podrá disponer el monitoreo de otros parámetros que no estén regulados en el presente Decreto Supremo, cuando existan indicios razonables de riesgo a la salud humana o al ambiente.

4.3 Sólo será considerado válido el monitoreo conforme al Protocolo de Monitoreo establecido por el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, realizado por Laboratorios acreditados ante el Instituto Nacional de Defensa del Consumidor y de la Propiedad Intelectual - INDECOPI.

Artículo 5º.- Resultados de monitoreo

5.1 El Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento es responsable de la administración de la base de datos del monitoreo de los efluentes de las PTAR, por lo que los titulares de las actividades están obligados a reportar periódicamente los resultados del monitoreo de los parámetros regulados en el Anexo de la presente norma, de conformidad con los procedimientos establecidos en el Protocolo de Monitoreo aprobado por dicho Sector.

5.2 El Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento deberá elaborar y remitir al Ministerio del Ambiente dentro de los primeros noventa (90) días de cada año, un informe estadístico a partir de los datos de monitoreo presentados por los Titulares de las PTAR, durante el año anterior, lo cual será de acceso público a través del portal institucional de ambas entidades.

Artículo 6º.- Fiscalización y Sanción

La fiscalización del cumplimiento de los LMP y otras disposiciones aprobadas en el presente Decreto Supremo estará a cargo de la autoridad competente de fiscalización, según corresponda.

Artículo 7º.- Refrendo

El presente Decreto Supremo será refrendado por el Ministro del Ambiente y por el Ministro de Vivienda, Construcción y Saneamiento.

DISPOSICIÓN COMPLEMENTARIA FINAL

Única.- El Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, en coordinación con el MINAM, aprobará el Protocolo de Monitoreo de Efluentes de PTAR en un plazo no mayor a doce (12) meses contados a partir de la vigencia del presente dispositivo.

Dado en la Casa de Gobierno, en Lima, a los dieciséis días del mes de marzo del año dos mil diez.

ALAN GARCÍA PÉREZ
Presidente Constitucional de la República

ANTONIO JOSÉ BRACK EGG
Ministro del Ambiente

JUAN SARMIENTO SOTO
Ministro de Vivienda, Construcción y Saneamiento

ANEXO

LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES PARA LOS EFLUENTES DE PTAR

PARÁMETRO	UNIDAD	LMP DE EFLUENTES PARA VERTIDOS A CUERPOS DE AGUAS
Aceites y grasas	mg/L	20
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 mL	10,000
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	100
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	200
pH	unidad	6.5-8.5
Sólidos Totales en Suspensión	mL/L	150
Temperatura	°C	<35

469446-2

Designan responsable de brindar información pública y del contenido del portal de internet institucional del Ministerio

RESOLUCIÓN MINISTERIAL Nº 036-2010-MINAM

Lima, 16 de marzo de 2010

CONSIDERANDO:

Que, mediante Decreto Legislativo Nº 1013, se aprobó la Ley de Creación, Organización y Funciones del Ministerio del Ambiente;

Que, la Ley de Transparencia y Acceso a la Información Pública, cuyo Texto Único Ordenado fue aprobado por Decreto Supremo Nº 043-2003-PCM, tiene por finalidad promover la transparencia de los actos del Estado y regular el derecho fundamental del acceso a la información consagrado en el numeral 5 del artículo 2º de la Constitución Política del Perú;

Que, el artículo 3º de la citada Ley, señala que el Estado tiene la obligación de entregar la información que demanden las personas en aplicación del principio de publicidad, para cuyo efecto se designa al funcionario responsable de entregar la información solicitada;

Que, asimismo, de acuerdo a lo previsto en el artículo 5º de la mencionada Ley, las Entidades Públicas deben identificar al funcionario responsable de la elaboración de los Portales de Internet;

Que, mediante Resolución Ministerial Nº 070-2008-MINAM, se designó a la señorita Cristina Miranda Beas, como funcionaria responsable de brindar información que demanden las personas, y responsable del contenido de la información ofrecida en el Portal de Internet del Ministerio del Ambiente;

Que, por razones del servicio y considerando la renuncia al cargo que desempeñaba en el Ministerio del Ambiente la servidora citada en el considerando precedente, resulta necesario designar al personal responsable de brindar información en el marco de la Ley de Transparencia y Acceso a la Información Pública y responsable del Portal de Internet Institucional;

Con el visado de la Secretaría General y de la Oficina de Asesoría Jurídica; y

De conformidad con lo establecido en el Decreto Legislativo Nº 1013, Ley de Creación, Organización y Funciones del Ministerio del Ambiente; el Texto Único Ordenado de la Ley de Transparencia y Acceso a la Información Pública, aprobado por Decreto Supremo Nº 043-2003-PCM; y el Decreto Supremo Nº 007-2008-MINAM que aprueba el Reglamento de Organización y Funciones del Ministerio del Ambiente;

SE RESUELVE:

Artículo 1º.- Designar al abogado Hugo Milko Ortega Polar como Responsable de brindar la información pública del Ministerio del Ambiente y Responsable del contenido de la información ofrecida en el Portal de Internet Institucional, de conformidad con el Texto Único Ordenado de la Ley de Transparencia y Acceso a la Información Pública, aprobado por Decreto Supremo Nº 043-2003-PCM.

Artículo 2º.- Todos los órganos del Ministerio del Ambiente, bajo responsabilidad, deberán facilitar la información y/o documentación que les sea solicitada como consecuencia de lo dispuesto en el artículo precedente, dentro de los plazos establecidos en la normalidad vigente.

Artículo 3º.- Disponer que la presente Resolución se publique en el Diario Oficial El Peruano y en Portal de Internet del Ministerio del Ambiente.

Artículo 4º.- Notificar la presente Resolución a todos los órganos del Ministerio del Ambiente, al Órgano de Control Institucional y al responsable designado.

Regístrese, comuníquese y publíquese.

ANTONIO JOSÉ BRACK EGG
Ministro del Ambiente

469445-1

Activ
VOC

Anexo 10 10: R.M.273-2013-VIVIENDA



Resolución Ministerial

N°273-2013-VIVIENDA

Lima, 24 OCT. 2013

VISTOS:

Los Informes N° 059-2013-VIVIENDA-VMCS-OMA y N° 002-2013-VIVIENDA/VMCS-OMA-UGIIA-RBC de la Oficina del Medio Ambiente del Viceministerio de Construcción y Saneamiento;

CONSIDERANDO:

Que, el artículo 3 de la Ley N° 28611, Ley General del Ambiente, dispone que el Estado, a través de sus entidades y órganos correspondientes, diseña y aplica las políticas, normas, instrumentos, incentivos y sanciones que sean necesarios para garantizar el efectivo ejercicio de los derechos y el cumplimiento de las obligaciones y responsabilidades contenidos en dicha Ley;

Que, el numeral 32.1 del artículo 32 de la Ley N° 28611, modificado por el Decreto Legislativo N° 1055, define al Límite Máximo Permisible - LMP, como la medida de la concentración o grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, que caracterizan a un efluente o una emisión, que al ser excedida, causa o puede causar daños a la salud, al bienestar humano y al ambiente;

Que, el numeral 4.1 del artículo 4 del Decreto Supremo N° 003-2010-MINAM que aprueba los Límites Máximos Permisibles para los efluentes de las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas o Municipales - PTAR, establece que los titulares de las PTAR están obligados a realizar el monitoreo de sus efluentes, de conformidad con el Programa de Monitoreo aprobado por el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento; y que dicho Programa especificará la ubicación de los puntos de control, métodos y técnicas adecuadas, así como los parámetros y frecuencia de muestreo para cada uno de ellos;

Que, el numeral 4.3 del artículo 4 del citado Decreto Supremo dispone que sólo será considerado válido el monitoreo conforme al Protocolo de Monitoreo establecido por el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, realizado por Laboratorios acreditados ante el Instituto Nacional de Defensa del Consumidor y de la Propiedad Intelectual - INDECOPI;

Que, el numeral 5.1 del artículo 5 del Decreto Supremo N° 003-2010-MINAM establece que el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento es responsable de la administración de la base de datos del monitoreo de los efluentes de las PTAR, por lo que, los titulares de las actividades están obligados a reportar periódicamente los resultados del monitoreo de los parámetros regulados en el Anexo del citado



Acti
Va 21

decreto supremo, de conformidad con los procedimientos establecidos en el Protocolo de Monitoreo aprobado por este Sector;

Que, mediante Informe N° 059-2013-VIVIENDA/VMCS-OMA, la Oficina del Medio Ambiente del Viceministerio de Construcción y Saneamiento propone la aprobación del Protocolo de Monitoreo de la Calidad de los Efluentes de las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas o Municipales – PTAR, el cual cuenta con la opinión favorable del Ministerio del Ambiente; y,

En virtud de lo establecido en la Ley N° 27792, Ley de Organización y Funciones del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento; el Decreto Supremo N° 002-2002-VIVIENDA, que aprueba el Reglamento de Organización y Funciones del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento; y, el Decreto Supremo N° 003-2010-MINAM, que aprueba los Límites Máximos Permisibles para los efluentes de las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas o Municipales;



SE RESUELVE:

Artículo 1.- Aprobar el Protocolo de Monitoreo de la Calidad de los Efluentes de las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas o Municipales – PTAR; que en Anexo forma parte integrante de la presente Resolución.



Artículo 2.- Designar a la Oficina del Medio Ambiente del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento como responsable de la administración de la base de datos del monitoreo de los efluentes de las PTAR, debiendo elaborar y remitir al Ministerio del Ambiente, dentro de los primeros noventa (90) días de cada año, un informe estadístico a partir de los datos de monitoreo presentados por los titulares de las PTAR durante el año anterior, de conformidad con lo dispuesto en el numeral 5.2 del artículo 5 del Decreto Supremo N° 003-2010-MINAM.

Artículo 3.- Disponer que la Oficina del Medio Ambiente del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, en el marco de sus funciones, coordine la supervisión y evaluación del monitoreo de efluentes de las PTAR.

Artículo 4.- Disponer que los titulares de las PTAR en un plazo máximo de ciento cincuenta (150) días calendario, contados desde el día siguiente de la publicación de la presente Resolución, identifiquen y adecúen los puntos de monitoreo y la infraestructura para la medición de caudales, conforme al Protocolo de Monitoreo aprobado.

Artículo 5.- Disponer que los titulares de las PTAR en un plazo máximo de ciento ochenta (180) días calendario, contados desde el día siguiente de la publicación de la presente Resolución, remitan el reporte inicial conforme al Capítulo 9.1 del



Resolución Ministerial

Protocolo de Monitoreo. La ejecución del monitoreo e informe será posterior al reporte inicial y se realizará de acuerdo a la frecuencia aplicable.



Artículo 6.- Disponer que los titulares de las PTAR en un plazo máximo de ciento ochenta (180) días calendario, contados desde el día siguiente de la publicación de la presente Resolución, elaboren e implementen el "Plan de aseguramiento de la calidad del monitoreo", conforme al Capítulo 6.5.1 del Protocolo de Monitoreo, debiendo encontrarse disponible una copia de dicho Plan en el lugar de la PTAR.

Artículo 7.- Disponer la publicación del Protocolo de Monitoreo en el Portal Electrónico del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, el mismo día de la publicación de la presente Resolución en el Diario Oficial El Peruano.



Regístrese, comuníquese y publíquese.

.....
RENÉ CORNEJO DÍAZ
Ministro de Vivienda,
Construcción y Saneamiento

Oficina de Medio Ambiente (OMA)
Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS)

**PROTOCOLO DE MONITOREO DE LA CALIDAD DE
LOS EFLUENTES DE LAS PLANTAS DE
TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES
DOMÉSTICAS O MUNICIPALES**



Anexo N° I
UBICACIÓN DEL PUNTO DE MONITOREO

Nombre de EPS/Municipio:			
Nombre de PTAR:			
Ubicación de PTAR:			
Localidad	Distrito	Provincia	Departamento
IDENTIFICACIÓN DE PUNTOS DE MONITOREO			
AFLUENTE			
Denominación del punto de muestreo (afluente)			
COORDENADAS U.T.M. (WGS84)			
Norte	Este	Zona UTM	Altitud
CAUDAL DE OPERACIÓN (promedio diario)		Método de medición	
EFLUENTE			
Denominación del punto de muestreo (efluente)			
COORDENADAS U.T.M. (WGS84)			
Norte	Este	Zona UTM	Altitud
CAUDAL DE OPERACIÓN (promedio diario)		Método de medición	
Datos del GPS (marca, modelo, número de serie, precisión del equipo)			

En páginas aparte:

- Croquis de ubicación del punto de monitoreo 1.
2 fotografías del punto de monitoreo 1 (tomadas a 10m de distancia del punto de monitoreo y la segunda más cercana al mismo).
- Croquis de ubicación del punto de monitoreo 2.
2 fotografías del punto de monitoreo 2 (tomadas a 10m de distancia del punto de monitoreo y la segunda más cercana al mismo).
- Flujograma de procesos de tratamiento con la información básica de cada uno de ellos.
- Caudal medio anual de la PTAR, registrado según la frecuencia indicada en el anexo II.

Para el reporte inicial y en caso de ausencia de registros según la frecuencia indicada en el Anexo N° II, indicar el caudal promedio anual sustentado con resultados de medición según otra frecuencia o con otro sustento técnico, por ejemplo, información del diseño de la PTAR. Indicar frecuencia de monitoreo aplicable según el Anexo N° II.



Activar W

de del 20

Anexo N° II
FRECUENCIA DE MONITOREO

Para determinar la frecuencia de monitoreo de la PTAR se debe tomar como referencia el caudal promedio anual del año calendario precedente.

Rango de caudal promedio anual de la PTAR	Frecuencia de monitoreo	Frecuencia mínima de medición de caudal
> 300 L/s	Mensual	Lecturas horarias, 365 días
> 100 a 300 L/s	Trimestral	Lecturas horarias por 24 horas, una vez por mes
> 10 a 100 L/s	Semestral	Lecturas horarias por 24 horas, una vez por trimestre
< 10 L/s	Anual	Lecturas horarias, por 24 horas, una vez por semestre

La frecuencia de monitoreo indicada es aplicable siempre y cuando el instrumento de gestión ambiental aprobado de la PTAR no indique una frecuencia mayor.

El Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento podrá disponer otra frecuencia del monitoreo para todos los parámetros inclusive que no estén regulados en el D.S. N° 003-2010-MINAM, cuando existan indicios razonables de riesgo a la salud humana o al ambiente.



Anexo N° III
REQUISITOS PARA TOMA DE MUESTRA DE AGUA RESIDUAL Y PRESERVACIÓN DE LAS MUESTRAS PARA EL MONITOREO

Determinación/Parámetro	Recipiente	Volumen mínimo de muestra (1)	Preservación y concentración	Tiempo máximo de duración
Fisicoquímico				
Temperatura	P,V	1000 mL	No es posible	15 min
pH (2)		50 mL	No es posible	15 min
DBO ₅ (3)	P,V	1000 mL	Refrigerar a 4°C	48 horas
DQO (3)	P,V	100 mL	Analizar lo más pronto posible, o agregar H ₂ SO ₄ hasta pH<2; refrigerar a 4°C	28 días
Aceites y grasas	V, ámbar boca ancha calibrado	1000 mL	Agregar HCl hasta pH<2, refrigerar a 4°C	28 días
Sólidos suspendidos Totales (SST)	P,V	100 mL	Refrigerar a 4°C	7 días
Microbiológico				
Coliformes termotolerantes (NMP)	V, esterilizado	250 mL	Refrigerar a 4°C Agregar tiosulfato en plantas con cloración	6 horas

- (1) No hay restricción para el volumen máximo de la muestra.
- (2) En el caso de lagunas de estabilización, la medición del efluente debe realizarse entre las 10:00 y las 11:00 horas para evitar la interferencia del desequilibrio del sistema carbonatado por alta actividad fotosintética que se da en las horas de mayor radiación solar.
- (3) En caso de lagunas de estabilización, filtrar las muestras de los efluentes (filtro no mayor a 1 micra de porosidad, lo cual debe ser reportado con los resultados del ensayo) para eliminar la interferencia de algas, determinando de este modo la DBO y DQO, soluble o filtrada. No se debe filtrar las muestras si los efluentes son vertidos en cuerpos de agua lenticos (lagunas, lagos, bahías, etc.).



Leyenda: P = frasco de plástico o equivalente;
 V = frasco de vidrio

Activar

Anexo 11 Cotización Laboratorio ECOBIOTECH LAB SAC



LABORATORIO DE ENSAYO
Cotización N° 091-2023-EcobiotechLab

Tumbes, 12 de abril de 2023.

RUC 20606772468

Página 1 de 1

1. DATOS DEL CLIENTE

Solicitante : Ángel Gregorio Germán Niquén Inga.
Domicilio legal : Tumbes
RUC : No indica
E-mail : No indica

2. DATOS DEL PROVEEDOR

Empresa : Ecobiotechnology Laboratorio S.A.C.
Dirección : Urb. Andrés Araujo Morán Mz. 07 Lt. 10 - Tumbes.
RUC : 20606772468
Teléfonos : 992714119 / 978729233
Contacto : Mlgo. Rubén Alfaro Aguilera.

Ítem	Descripción del servicio	Unidad	Cantidad	Precio unitario (S/)	Precio total (S/)
1	Coliformas termotolerantes (SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E(1), 23rd Ed. 2017. Multiple-tube fermentation technique for members of the coliform group. Fecal Coliform Procedure. Thermotolerant Coliform Test (EC Medium)).	Servicio	8	40.00	320.00
2	Demanda bioquímica de oxígeno DBO5 (Biochemical Oxygen Demand (BOD), 5-Day BOD Test SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23 rd Ed. 2017).	Servicio	8	65.00	520.00
3	Demanda química de oxígeno (Chemical Oxygen Demand (COD), Closed Reflux, Colorimetric Method SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 23 rd Ed. 2017).	Servicio	8	65.00	520.00
4	Aceites y grasas (Oil and Grease, Liquid-Liquid, Partition-Gravimetric Method SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5520 B, 23 rd Ed. 2017).	Servicio	8	48.00	384.00
5	Sólidos suspendidos totales (Solids, Total Suspended Solids Dried at 103-105°C).	Servicio	8	30.00	240.00
6	pH (SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H + B, 23 rd Ed.).	Servicio	8	8.00	64.00
7	Temperatura (Método termométrico).	Servicio	8	0.00	0.00
8	Incluye material estéril para colecta de muestras y caja térmica para traslado de muestras en cadena de frío. Incluye colecta de muestras por dos días.	Servicio	1	560.00	560.00
Propuesta económica (Base imponible)					2210.17
IGV					397.83
Total incluye IGV					2608.00
Son: Dos mil seiscientos ocho con 00/100 soles					

Tiempo de entrega de resultados del servicio: 15 días hábiles después de recepcionada las muestras en el laboratorio.

Tiempo de validez de la cotización: 15 días calendario.

Forma de pago: pago al contado, por medio de depósito en cuenta corriente en soles del BCP N° 570-8751622-0-95 a nombre de Ecobiotechnology Laboratorio S.A.C.

Código de cuenta interbancario (CCI) N°: 00257500896224904599

Precios en soles e incluye impuestos de ley


MLGO. RUBÉN ALFARO AGUILERA
GERENTE GENERAL
ECOBIOLOGY LABORATORY S.A.C.

Ecobiotech Lab S.A.C. Dirección: Av. Piura N° 500 2do piso Int. 13 - Tumbes. Urb. San Judas Tadeo Mz. Ch Lt. 2 - Trujillo - La Libertad (Entre Av. Colibri y Antenor Orrego, al costado del Hostal Coliseo). Celular 992714119 / 978729233. Correo electrónico: ventas@ecobiotechlab.com