

**UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
FACULTAD DE INGENIERÍA**

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



TESIS

**“PROPUESTA DE MEJORA DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO
DE AGUAS RESIDUALES DEL MATADERO MUNICIPAL DE
TACNA”**

PARA OPTAR:

TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO AMBIENTAL

PRESENTADO POR:

Bach. Yannela Dayanna Huarachi Núñez

TACNA – PERÚ

2020

UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Tesis

**"PROPUESTA DE MEJORA DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO
DE AGUAS RESIDUALES DEL MATADERO MUNICIPAL DE
TACNA"**

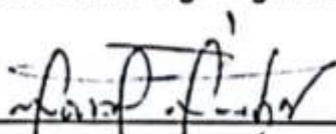
Tesis sustentada y aprobada el 7 de julio de 2020; estando el jurado calificador integrado por:

PRESIDENTE:



Dr. Noribal Jorge Zegarra Alvarado

SECRETARIA:



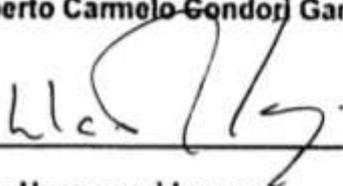
Msc. Marisol Mendoza Aquino

VOCAL:



Msc. Alberto Carmelo Gondorj Gamarra

ASESOR:



Dr. César Huanacuni Lupaca

DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Yo, Yannela Dayanna Huarachi Núñez, en calidad de bachiller de la Escuela de Ingeniería Ambiental de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Privada de Tacna, identificado(a) con DNI 70469267

Declaro bajo juramento que:

1. Soy autor (a) de la tesis titulada:

“Propuesta de mejora del sistema de tratamiento de aguas residuales del matadero municipal de Tacna” la misma que presento para optar el:

Título Profesional de Ingeniero Ambiental

2. La tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente, para la cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas.

3. La tesis presentada no atenta contra derechos de terceros.

4. La tesis no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.

5. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falsificados, ni duplicados, ni copiados.

Por lo expuesto, mediante la presente asumo frente a LA UNIVERSIDAD cualquier responsabilidad que pudiera derivarse por la autoría, originalidad y veracidad del contenido de la tesis, así como por los derechos sobre la obra y/o invención presentada. En consecuencia, me hago responsable frente a LA UNIVERSIDAD y a terceros, de cualquier daño que pudiera ocasionar, por el incumplimiento de lo declarado o que pudiera encontrar como causa del trabajo presentado, asumiendo todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse de ello en favor de terceros con motivo de acciones, reclamaciones o conflictos derivados del incumplimiento de lo declarado o las que encontrasen causa en el contenido de la tesis, libro y/o invento. De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que el trabajo de investigación haya sido publicado anteriormente; asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normatividad vigente de la Universidad Privada de Tacna.

Tacna, 19 de junio de 2020



Yannela Dayanna Huarachi Núñez

DNI: 70469267

DEDICATORIA

A Dios,

por acompañarme y darme a las personas correctas, en el momento correcto, porque Él tiene un plan para nosotros.

A mis padres, hermanas y sobrinos,

por el esfuerzo, por no dejar que me rinda en esta aventura llamada vida y apostar por mí cada momento.

A mis primos y amigos,

sé que dentro del plan de Dios estaba previsto darme muchos momentos felices, así que me dio a ustedes para hacerlos posibles.

AGRADECIMIENTO

Agradecer a Dios por la fuerza dada en cada paso, y permitir que mis metas estuvieran dentro de sus planes.

A toda mi familia, por la confianza puesta en mí, algunas veces fueron mi única razón para seguir adelante, son las personas a las que debo mantener orgullosas, nunca me dejen.

A los docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental de la Universidad Privada de Tacna, que me apoyaron en la formulación y ejecución de esta tesis.

A mis docentes de la Universidad Santo Tomas Sede Villavicencio y la Escuela Militar de Ingeniería, por apoyar a este, en su momento llamado, proyecto de grado, sus conocimientos, en conjunto con su vocación a la enseñanza, hicieron que tenga todo este cariño por la carrera y la investigación.

A la Administración del Matadero Municipal Mario Reynaldo Eyzaguirre Yañez por las facilidades prestadas desde el primer día, en especial a los compañeros en planta quienes me brindaron gran parte del conocimiento plasmado en esta tesis.

A mis amigas y amigos del colegio, al ir búsqueda de nuevos retos antes, ahora y en un futuro hacen que mi admiración de forma personal y académica hacia ustedes crezca sin medida.

A los amigos que hice en la etapa universitaria, amigos distribuidos por todo el mundo me dan a entender que algo tuve que hacer bien para merecerlos a ustedes.

Y finalmente, a las personas que hacen que salga de mi zona de confort día a día, gracias por mi dosis diaria de realidad.

INDICE GENERAL

PÁGINA DE JURADOS	1
DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD	2
DEDICATORIA.....	3
AGRADECIMIENTO.....	4
INDICE GENERAL.....	5
INDICE DE FIGURAS	7
INDICE DE TABLAS	8
RESUMEN.....	9
ABSTRACT	10
INTRODUCCIÓN	11
CAPÍTULO I PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	12
1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	12
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	12
1.2.1. Problema general	12
1.2.2. Problemas específicos	13
1.3. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN	13
1.4. OBJETIVOS.....	15
1.4.1. Objetivo general.....	15
1.4.2. Objetivos específicos.....	15
1.5. HIPÓTESIS	15
1.5.1. Hipótesis general.....	15
1.5.2. Hipótesis específica.....	15
CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO	16
2.1. ANTECEDENTES DEL ESTUDIO	16
2.1.1. Ámbito internacional:	16
2.1.2. Ámbito nacional:	16
2.1.3. Ámbito local:	17
2.2. BASES TEÓRICAS	17
2.2.1. Mataderos Municipales.....	17
2.2.2. Etapas del proceso de beneficio	18
2.2.3. Agua residual.....	23

2.2.4. Caracterización de Aguas Residuales	24
2.2.5. Toma de muestra de Aguas Residuales	30
2.2.6. Tratamiento de aguas residuales	31
2.2.7. Planta de Tratamiento de aguas residuales(PTAR)	31
2.2.8. Aguas residuales de mataderos municipales	37
2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS	39
CAPÍTULO III MARCO METODOLÓGICO	43
3.1. TIPO Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	43
3.2. POBLACIÓN Y/O MUESTRA DE ESTUDIO	43
3.3. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	44
3.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS	45
3.5. PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS	47
CAPÍTULO IV RESULTADOS	48
4.1. DESCRIPCIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES:	48
4.2. APLICACIÓN DE LISTA DE CHEQUEO	48
4.3. CAUDAL AFLUENTE DE LA PTAR DEL MATADERO MUNICIPAL DE TACNA	50
4.4 CALIDAD DE AGUA RESIDUAL	51
4.5. EVALUACIÓN Y SELECCIÓN DEL TRATAMIENTO PARA LOS EFLUENTES	54
4.6. ALTERNATIVAS DE MANEJO DE RESIDUOS	59
4.6.1. Manejo y aprovechamiento de sangre	60
4.6.2. Manejo y aprovechamiento de contenido ruminal	61
4.6.3. Manejo de decomisos.....	61
CAPÍTULO V DISCUSIÓN.....	62
CONCLUSIONES.....	63
RECOMENDACIONES	64
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	66
ANEXOS.....	69

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Interrelación entre sólidos presentes en el agua residual	25
Figura 2. Esquema de ubicación de unidades del tratamiento de aguas residuales del proceso de beneficio animal del Matadero Municipal “Mario Reynaldo Eyzaguirre Yañez”	43
Figura 3. Diagrama del sistema de tratamiento de aguas residuales del proceso de beneficio del Matadero Municipal de Tacna	46
Figura 4. Variación del caudal afluente al tratamiento de aguas residuales	50
Figura 5 Curvas de distribución del caudal semanal	50
Figura 6 Variación de la concentración de la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)(mg/l) en el sistema de tratamiento de aguas residuales	52
Figura 7 Variación de la concentración de Demanda Química de Oxígeno (DQO) (mg O ₂ /L) en el sistema de tratamiento de aguas residuales.....	52
Figura 8 Variación de la concentración de Sólidos Suspendidos Totales (mg/l) en el sistema de tratamiento de aguas residuales.....	53
Figura 9 Variación de la concentración de Aceites y Grasas (mg/l) en el sistema de tratamiento de aguas residuales.....	53
Figura 10. Variación de la concentración de Nitrógeno Amoniacal, Amoniaco (mg NH ₃ -N/L)	54
Figura 11 Resultados de la evaluación de tipos de tratamientos	56
Figura 12 Diagrama del Proceso de Tratamiento de Aguas Residuales Propuesto para las aguas residuales del proceso de beneficio del Matadero Municipal de Tacna	58

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Porcentaje de remoción de parámetros aplicando haciendo uso de pre tratamiento	32
Tabla 2 Porcentaje de remoción de parámetros haciendo uso de tratamiento primario	33
Tabla 3 Porcentaje de remoción de parámetros haciendo uso de tratamiento secundario.....	33
Tabla 4 Rendimiento en el tratamiento de agua residual por medio de filtros percoladores.....	36
Tabla 5 Principales parámetros que definen las características químicas del agua residual de una planta de beneficio relacionada con las fuentes.	38
Tabla 6 Principales parámetros que definen las características químicas del agua residual de una planta de beneficio relacionada con las fuentes.	39
Tabla 7 Operacionalización de variables	44
Tabla 8 Determinación del factor de corrección Fc para el cálculo de caudales por el método del flotador	45
Tabla 9 Resultados de aplicación de Lista de Chaqueo	49
Tabla 10 Composición del agua residual cruda y posterior a cada proceso del sistema de tratamiento	51
Tabla 11 Análisis entre factores ponderados	55
Tabla 12 Rango de calificación.....	55
Tabla 13 Calificación de los factores para cada tratamiento analizado	56
Tabla 14 Características del Reactor anaerobio de Flujo Ascendente(RAFA)	59
Tabla 15 Alternativas de Manejo de Residuos generados en el proceso de beneficio	59
Tabla 16 Volumen de sangre que puede ser obtenida en el proceso de beneficio	60

RESUMEN

El presente informe de tesis tiene como objetivo dar una propuesta de mejora al sistema de tratamiento de aguas residuales provenientes del proceso de beneficio animal del Matadero Municipal de Tacna, Mario Reynaldo Eyzaguirre Yañez, con el fin de reducir los impactos generados por esta actividad.

El diagnóstico situacional del área en estudio se realizó por medio de una lista de chequeo y control aplicado al sistema de tratamiento de aguas residuales, acorde a lo estipulado por el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) OS. 0.90 Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR), la cual mostró la ausencia de manuales de operación y mantenimiento, estructuras de rebose, cerco perimétrico, cribas, desarenador, medidor de caudal y sedimentador secundario.

La caracterización de los afluentes y efluentes del tratamiento de aguas residuales del proceso de beneficio se hizo mediante la toma de muestras en 4 puntos de la PTAR, muestras las cuales fueron analizadas por un laboratorio acreditado, dando como resultado para el parámetro DBO_5 una concentración en el afluente de 4630 mg/l y en el efluente de 8417 mg/l, en el parámetro DQO, 6400 mg/l y 15667 mg/l, SST 2136 mg/l y 4753 mg/l, Aceites y Grasas, 1797 mg/l y 26.20 mg/l y Nitrógeno amoniacal 9.825 mg/l y 600.5 mg/L, determinando que, únicamente el parámetro de Grasas y Aceites cumple con lo estipulado en el D.S. N°010-2019-VIVIENDA; a su vez, para la medición de caudal se hizo uso de la metodología propuesta por el Ministerio de Agricultura y Riego en su publicación: Manual N°5 Medición de agua, dando como resultado un caudal promedio de 0.82 l/s, caudal mínimo 0.45 l/s y 1.99 l/s de caudal máximo.

Con el fin de elegir un tratamiento adecuado, se hizo uso del método de factores ponderados, el cual determinó los reactores anaerobios de flujo ascendente como el tratamiento adecuado para este tipo de aguas residuales, siendo este, acompañado por las unidades necesarias para un buen desempeño, tales como: cribas, sedimentador primario, trampa de grasas, sedimentador secundario y nitrificación-des nitrificación.

Finalmente se propone una serie de alternativas para la reducción de residuos al tratamiento de aguas residuales del beneficio animal.

Palabras claves:

Aguas Residuales, Mataderos, Beneficio animal, Valores máximos admisibles, Manejo de residuos líquidos.

ABSTRACT

The objective of this thesis report is to give a proposal for the improvement of the wastewater treatment system from the Slaughter of animal's process of the Municipal Slaughterhouse of Tacna, Mario Reynaldo Eyzaguirre Yañez, in order to reduce the impacts generated by this activity.

The situational diagnosis of the area under study was carried out by means of a checklist and control applied to the wastewater treatment system, in accordance with the provisions of the National Building Regulations (RNE) OS. 0. 90 Wastewater Treatment Plant (WWTP), which showed the absence of operation and maintenance manuals, overflow structures, perimetric fence, sewage screens, desander, flow meter and secondary sedimentation.

The characterization of the tributaries and effluents of the wastewater treatment of the Slaughter of animals process was done by taking samples in 4 points of the WWTP, samples which were analyzed by an accredited laboratory, resulting in the parameter BOD5 a concentration in the tributary of 4630mg/l and the effluent of 8417 mg/l, in the parameter COD, 6400 mg/l and 15667 mg/l, TSS 2136 mg/l and 4753 mg/l, Oils and Fats, 1797 mg/l and 26. 20 mg/l and ammonia nitrogen 9. 825 mg/l and 600. 5 mg/l, determining that only the parameter of Fats and Oils meets the provisions of the D.S. N°010-2019-VIVIENDA, in turn, for the measurement of flow was used the methodology proposed by the Ministerio de Agricultura y Riego in its publication: Manual No. 5 Measurement of water, resulting in an average flow of 0. 82 l/s, minimum flow 0. 45 l/s and 1. 99 l / s maximum flow.

In order to choose a suitable treatment, the weighted factor method was used, which determined the Upflow Anaerobic Sludge Blanket as the appropriate treatment for this type of wastewater, this being accompanied by the units necessary for good performance, such as: screens, primary sedimentation, grease trap, secondary sedimentation and nitrification-denitrification.

Finally, a series of alternatives for waste reduction is proposed to the treatment of wastewater from the Slaughter of animals.

Key Words:

Wastewater, Slaughterhouses, Slaughter of animals, Maximum admissible values, Liquid waste management.

INTRODUCCIÓN

Uno de los problemas ambientales que ha cobrado importancia a nivel mundial son los volúmenes elevados de aguas residuales sin tratamiento, tanto urbanas como industriales, relacionado a este factor, se debe considerar el acelerado crecimiento poblacional en regiones de Costa y Sierra, donde, por ende, se desarrollan mayores actividades industriales.

La Región de Tacna, en Perú, cuenta con una población de 296 788 (Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2018), donde diariamente existe una gran demanda de productos cárnicos, es por eso, que el Matadero Municipal de Tacna incrementa el beneficio de animales destinados al abasto público, dando lugar a un aumento de la generación de residuos sólidos y líquidos los cuales son vertidos sin previo adecuado tratamiento, siendo esto una fuente de contaminación ambiental.

El Matadero Municipal de Tacna Mario Reynaldo Eyzaguirre Yañez, produce residuos líquidos tales como sangre, aguas de lavado, orines de animales, entre otros, los cuales son vertidos en el alcantarillado público luego de ser tratada por un sistema que consta de un sedimentador, percolador y un pozo séptico, los cuales, según informe emitido por la Empresa Prestadora de Servicios (EPS) no cumplen con la remoción suficiente para dar cumplimiento al anexo 1 del D.S. N°10-2019-VIVIENDA- Decreto Supremo que aprueba el Reglamento de Valores Máximos Admisibles (VMA) para las descargas de aguas residuales no domésticas en el sistema de alcantarillado sanitario, dando lugar pagos por exceso de concentración por parte de dicha empresa .

Considerando la falta de procesos en la planta de tratamiento de aguas residuales se presenta problemas tales como: colmatación de unidades (sedimentador, percolador y pozo séptico), foco de proliferación de vectores y malos olores, generando en conjunto malestar a los usuarios, trabajadores, vecinos y visitantes.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción del problema

Las actividades económicas tienden a deteriorar la calidad de suelo, aire y agua en diferente medida, una de las actividades a considerar en este punto son las de beneficio animal, la cual, a la vez de generar problemas ambientales, produce problemas sociales y económicos siendo por tales motivos necesario de evaluación.

Llevando esta problemática a nivel local, se identifica al matadero municipal de Tacna “Mario Reynaldo Eyzaguirre Yañez” como único matadero con autorización del Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria (SENASA) para brindar el servicio de beneficio a bovinos, porcino, ovinos y caprinos en la provincia de Tacna.

Considerando las actas de supervisión ambiental emitidas por las entidades de Fiscalización Ambiental, tales como: Unidad de Gestión de Conservación y Fiscalización Ambiental de la Municipalidad Provincial de Tacna y la Unidad de Fiscalización y Control Municipal de Municipalidad Distrital de Pocollay, las cuales constataron en forma reiterativa el mal manejo de las aguas residuales del proceso de beneficio,

La PTAR de las aguas residuales provenientes del beneficio animal, consta de un sedimentador, un pozo percolador y un pozo séptico, los cuales luego de 10 años desde su construcción, muestran problemas de mantenimiento y operación, lo cual no permite una correcta remoción de contaminantes trayendo esto como problema principal el no cumplimiento con los VMA establecidos por D.S. N°10-2019-VIVIENDA y como problemas secundarios a la proliferación de vectores y emanación de malos olores.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema General

¿Cuáles son las propuestas para la mejora del tratamiento de las aguas residuales de la actividad de beneficio del matadero municipal de Tacna “Mario Reynaldo Eyzaguirre Yañez”?

1.2.2. Problemas específicos

- ¿Cuáles son las concentraciones de DBO₅, DQO, GyA, Sólidos suspendidos totales y Nitrógeno Amoniacal de los efluentes de las actividades de beneficio del matadero municipal de Tacna?
- ¿Cuál es el tratamiento adecuado de las aguas residuales de la actividad de beneficio del matadero municipal?
- ¿Cuáles son las soluciones más viables para la reducción de factores que influyan en el mal funcionamiento del tratamiento de aguas residuales del matadero municipal?

1.3. Justificación e importancia de la Investigación

Teniendo en cuenta que la PTAR del matadero municipal de Tacna tiene como unidades un sedimentador, un pozo séptico y un percolador , se debe saber que, por errores de diseño, poco mantenimiento o mal uso del tratamiento, el proceso puede no trabajar de una la manera esperada, generando que las unidades del tratamiento colapsen y/o no remueva los contaminante de la forma esperada, dando lugar al no cumplimiento del D.S N°010-2019-VIVIENDA Decreto Supremo que aprueba el reglamento de V.M.A. de las descargas de aguas residuales no domésticas en el Sistema de Alcantarillado Sanitario.

- Ámbito académico:

El presente trabajo, da a conocer las condiciones actuales de funcionamiento del tratamiento de aguas residuales provenientes del proceso de beneficio animal, debido a que es inapropiado dar conjeturas de la funcionabilidad del tratamiento al no haberse realizado una investigación previa.

Denuncias presentadas al Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA), informes por parte de la Municipalidad Provincial de Tacna y Municipalidad Distrital de Pocollay, dieron como deducción el mal funcionamiento del tratamiento en cuestión, siendo esto corroborado por visitas al área de estudio donde se evidencia la emisión de malos olores, presencia de vectores y notoria infiltración de aguas no tratadas.

- Ámbito económico:

La implementación de mejoras en el tratamiento de las aguas residuales por parte de la administración del matadero municipal ayudaría a

reducir -en comparación a la multa previamente impartida por la Empresa Prestadora de Servicio Tacna - e incluso eliminar futuros pagos por vertimiento con exceso de concentraciones al servicio de alcantarillado público, a su vez, al dar un correcto tratamiento a las aguas residuales, se dará cumplimiento a los compromisos acordados con el OEFA y la Municipalidad Distrital de Pocollay, evitando así la clausura temporal o definitiva del matadero por parte de estas entidades lo cual generaría un déficit en los gastos propios, causando daños económicos a la Municipalidad Provincial de Tacna al no tener los ingresos usuales, los cuales cubren costos por pagos a personal que labora en planta.

- **Ámbito ambiental:**

Según informes presentados por la Unidad de Gestión de Conservación y Fiscalización Ambiental de la Municipalidad Provincial de Tacna, la Unidad de Fiscalización y Control Municipal de la Municipalidad Distrital de Pocollay y actas de verificación sanitaria a mataderos realizadas por SENASA, se recomienda a la administración del Matadero Municipal de Tacna implementar una PTAR adecuada para las aguas generadas en la actividad de beneficio ya que se evidenció la presencia de vectores y malos olores, dicha implementación, reduciría los impactos ambientales generados los cuales traen consigo afectaciones a la salud pública.

- **Ámbito Social:**

Diversas denuncias en diarios locales y nacionales muestran la disconformidad de la población aledaña a la presencia del matadero municipal en la zona, siendo esto por la insuficiente preocupación de la Municipalidad Provincial de Tacna al matadero municipal, al no implementar las correctas medidas de mitigación de los impactos ambientales generados por el tratamiento de aguas residuales, tales como emanación de olores desagradables y presencia de vectores en zonas aledañas.

Por los motivos ya señalados, es que nace la necesidad de dar una propuesta de mejora al tratamiento de aguas residuales, logrando con esto, la reducción de las concentraciones de los parámetros en el vertimiento al alcantarillado y la disminución de vectores, siendo, en definitiva, el medio ambiente y la sociedad en general, los beneficiarios de estas mejoras.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Elaborar una propuesta de mejora del sistema de tratamiento de aguas residuales del matadero municipal de Tacna.

1.4.2. Objetivos específicos

- Caracterizar las aguas residuales afluentes y efluentes del tratamiento de aguas residuales del matadero municipal.
- Realizar una selección adecuada de alternativa de tratamiento de aguas residuales del matadero municipal.
- Plantear una propuesta de reducción a los factores que influyen en el funcionamiento del tratamiento de aguas residuales del matadero municipal de Tacna.

1.5. Hipótesis

1.5.1. Hipótesis general

Implementar las propuestas de mejora del sistema de tratamiento de aguas residuales del matadero municipal de Tacna "Mario Reynaldo Eyzaguirre Yañez" permite que las descargas de residuos líquidos al alcantarillado no excedan los Valores Máximos Admisible (VMA)

1.5.2. Hipótesis específica

- Las concentraciones fisicoquímicas de los efluentes del tratamiento de las aguas residuales provenientes de la actividad de beneficio son superiores a los permitidos por normativa peruana vigente.
- La elección adecuada de unidades en el tratamiento de aguas residuales permite la remoción adecuada de los parámetros fisicoquímicos.
- La implementación de las propuestas de reducción permitirán la mejora del tratamiento de aguas residuales del matadero municipal de Tacna.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes del estudio

2.1.1. **Ámbito internacional:**

Según Morán (2014) con la tesis “Diseño de Planta de Tratamiento de Aguas Residuales para el Municipio de San Juan Chamelco, Alta Verapaz”, la implementación de una PTAR da como resultados la disminución de diversos parámetros por medio de percoladores, tales como: DBO₅ de 216,0 mg/l a 24,58 mg/l, Grasas y Aceites de 22,3 mg/l a 0 mg/l cumpliendo con esto la normativa de Guatemala.

Según Benavides (2006) en la tesis “Evaluación de la planta de tratamiento de aguas residuales de la central de sacrificio de Túquerres (Nariño) existe una remoción de un 33,31% de DQO, 15,00% de DBO₅ y 11,46% de Grasas y Aceites, por medio de lodos activados como tratamiento secundario.

2.1.2. **Ámbito nacional:**

Según Quille & Donaire (2013) en el artículo “Tratamiento de efluentes líquidos y sólidos de camal municipal llave”, el tratamiento de aguas residuales provenientes del beneficio animal por medio de tratamiento mixto de Cal-Floculación, da resultados positivos, con una remoción de un 75% de DBO₅, un 73% de DQO y un 99% de reducción de los sólidos suspendidos totales.

Así mismo, según Espinoza (2017) , en la tesis “Alternativas de tratamiento de aguas residuales del camal municipal del distrito de Tumán” presentado en la Universidad de Lambayeque, nos presenta que dichas aguas pueden ser tratadas hasta el punto de poder ser reutilizadas para riego de plantas de tallo corto mediante el uso de tratamiento biológico, mostrando resultados positivos, tales como la remoción de DBO₅ de 2209,33 a 7,36 mg/L, DQO de 2602,66 a 24,77mg/L, SST 44,5 a 0,36 mg/L/h, Grasas y Aceites de 37,7 a 0,82 mg/L.

Finalmente, según Rubio & Padilla (2009) en la tesis “Tratamiento de aguas residuales provenientes de un camal, mediante un sistema de lodos activados a escala de laboratorio” presentado en la Universidad Nacional de Ingeniería, demostraron que, con el uso del sistema biológico ya nombrado, se logra la remoción de un 53,9% de materia orgánica y 48,72% de DQO.

2.1.3. Ámbito local:

La Municipalidad Provincial de Tacna por medio de unidad de Gestión de Conservación y Fiscalización emitió informes los cuales manifiestan la necesidad de implementar una planta de tratamiento de aguas residuales luego de la supervisión dada a dicho local, se informa a su vez el mal estado del tratamiento y su mala disposición final de los lodos generados, siendo esto reiterado en actas de supervisión ambiental emitidas por la misma institución.

A su vez, en Actas de verificación sanitaria a Mataderos emitidas por el Servicio Nacional de Sanidad Agraria (SENASA), se pone en conocimiento la presencia de vectores alrededor del matadero, siendo esta observación dada de forma reiterativa.

Finalmente, la Municipalidad de Pocollay por medio de la Unidad de Fiscalización y Control Municipal, corrobora en Actas de Constatación Municipal la presencia de vectores, canaletas descubiertas y residuos sólidos en el tratamiento de aguas residuales

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Mataderos Municipales

Son las instalaciones de procesamiento de carne administradas por autoridades locales, las cuales tienen como propósito brindar a la población productos cárnicos que cumplan con las normativas de sanidad y calidad para el consumo humano seguro. (Taveras, María A, et al, 2011)

De acuerdo con la FAO (1993), “La finalidad de un matadero es, producir carne preparada de manera higiénica mediante la manipulación humana de los animales en lo que respecta al empleo de técnicas higiénicas para el sacrificio de los animales y la preparación de canales mediante una división estricta de operaciones “limpias” y “sucias”. Y al mismo tiempo facilitar la inspección adecuada de la carne y el manejo apropiado de los desechos resultantes, para eliminar todo peligro potencial de que carne infestada pueda

llegar al público o contaminar el medio ambiente” (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación., 2012)

2.2.2. Etapas del proceso de beneficio

2.2.2.1. Ganado bovino

- Recepción de animales:

En la puerta de ingreso se toman los siguientes datos: datos del usuario a ingresar, procedencia, cantidad y sexo de los animales a ser beneficiados, finalmente y como requisito obligatorio, se recepciona el Certificado Sanitario de Tránsito Interno para Animales, Productos y Sub Productos de Origen Animal (CSTI), documento expedido por el SENASA.

- Alojamiento de los animales

Seguido a la descarga de animales de los vehículos, los animales son ingresados en los corrales donde permanecen encerrados de 6 a 12 horas antes de ser sacrificados, siendo este tiempo indicado en normativa; durante este tiempo al animal sólo se le proporciona agua.

- Inspección Ante Mortem:

Esta etapa tiene como finalidad la verificación del estado de salud de los animales, son realizados en los corrales por el médico veterinario del Matadero Municipal

- Lavado de animales para faenado

Esta etapa es aquella dada con la finalidad de eliminar impurezas que puedan tener el animal a ser beneficiado y así evitar la contaminación de la carcasa, a su vez ayuda a la relajación del animal dando como resultado la vasoconstricción facilitando el desangrado en futuras etapas.

- Insensibilización (Aturdimiento)

En esta etapa el animal debe entrar en estado de inconciencia que se prolongue hasta la muerte por desangrado con el fin de evitar dolor e innecesario estrés

- Caída de Animal

Luego de ser aturdido el animal, se abre el cajón de aturdimiento y el cuerpo cae al suelo.

- Izado del Animal

EL cuerpo del animal es elevado de la pata derecha posterior por un gancho y colocado en el riel de sangría.

- Degüello

El operario con manos limpias y cuchillos afilados y desinfectados procede a realizar el degüello por medio de una incisión de carácter profundo a la entrada del pecho de manera que se seccione los grandes vasos próximos al corazón.

El cuerpo del animal suspendido se desangra, sobre una poza la cual está conectada al tratamiento de aguas residuales.

- Desprendimiento de Apéndices

Se realiza operaciones de faena como desuelle, corte de patas y cabeza, siendo estas luego de 2 min finalizado el desangre.

- Desollado

En este proceso se desprende el cuero del animal bajo todas las medidas de sanidad indicadas por el médico veterinario.

- Corte de Pecho

Una vez desollada la res se procede a realizar el corte de pecho del animal con la finalidad de facilitar la remoción de las vísceras abdominales y vísceras torácicas.

- Evisceración

En esta etapa se procede a retirar las vísceras (estómagos e intestinos) de la cavidad abdominal y se extrae los órganos de la cavidad torácica (pulmones y corazón).

- Inspección Post Mortem

El médico veterinario identifica patologías en las carcasas divididas, vísceras y órganos que puedan constituir un riesgo para la salud pública.

- División de la carcasa

Esta etapa tiene como objetivo la facilitación de la manipulación y limpieza de la carne, por lo cual se divide las carcasas en dos partes con ayuda de una sierra eléctrica.

- Limpieza de la carcasa

Se remueve los restos de huesos generados en la división de las carcasas, coágulos de sangre y restos de grasa.

- Sellado de carcasas

Esta etapa, a cargo del veterinario del matadero municipal, consiste en la inspección visual de las carcasas y seguido sellado de las mismas según el sello de calidad que corresponda.

- Pesado

Corresponde al pesado de cada media carcasa, siendo estos datos registrados en una plantilla de registro la cual es archivada diariamente.

- Oreo

Las respectivas carcasas se dejan oreando para eliminar los restos de agua de lavado y lograr la transformación de músculo en carne.

2.2.2.2. Ganado porcino:

- Recepción de Animales

Recepción de animales que serán beneficiados, los cuales llegan en vehículos particulares (el transporte se realiza por cuenta de los propietarios), el ingreso de estos vehículos se realiza por una puerta exclusiva para este fin. Los camiones a

su ingreso pasan obligatoriamente por un rodiluvio para la desinfección de llantas.

- Alojamiento del animal

Seguido a la descarga de animales de los vehículos, los animales son ingresados en los corrales donde permanecen encerrados un tiempo no mayor a 24 horas antes de ser sacrificados, siendo este tiempo indicado en normativa; durante este tiempo al animal sólo se le proporciona agua.

- Inspección Ante Mortem

Esta etapa tiene como finalidad la verificación del estado de salud de los animales, son realizados en los corrales por el médico veterinario del Matadero Municipal

- Lavado del animal

Esta etapa es aquella dada con la finalidad de eliminar impurezas que puedan tener el animal a ser beneficiado y así evitar la contaminación de la carcasa, a su vez ayuda a la relajación del animal dando como resultado la vasoconstricción facilitando el desangrado en futuras etapas.

- Insensibilización del animal

Esta etapa se realiza haciendo uso de una pinza de descarga, la cual es colocada detrás de las orejas, emitiendo una descarga que aturde al animal y lo hace caer al suelo.

- Caída del animal

Luego de la insensibilización el animal cae al suelo y se procede al deguello

- Deguello

El operario con manos limpias y cuchillos afilados y desinfectados procede a realizar el degüello por medio de una incisión de carácter profundo a la entrada del pecho de manera que se seccione los grandes vasos próximos al corazón.

El cuerpo del animal suspendido se desangra, sobre una poza la cual está conectada al tratamiento de aguas residuales.

- Izado del animal

Es animal es izado por la parte distal del miembro superior por medio de una cadena con ganchos, se produce la suspensión y colgado al sistema de rieles.

- Escaldado

Ya muerto el animal es introducido a una tina de escaldado con agua suficientemente caliente para producir el desprendimiento de la primera capa de piel del porcino.

- Decerdado

Comprende del desprendimiento de la primera capa de piel por medio del uso de una máquina peladora de cerdas que con uñas recorren el cuerpo raspándolo.

- Despredimiento de Patas

Se procede a retirar las patas con el fin de colocar el gancho correspondiente

- Descerdado con cuchillo

Trabajo realizado por operarios que terminan la limpieza de las cerdas del cuerpo mediante un cuchillo afilado.

- Evisceración

Se procede al retiro de las vísceras abdominales y vísceras torácicas.

- Inspección post mortem

El médico veterinario identifica patologías en las carcasas, vísceras y órganos, que puedan constituir un riesgo para la salud pública.

- División de la carcasa

Este corte es realizado a porcinos mayores de 80 kilos, y tiene como objetivo la facilitación de la manipulación y limpieza de la carne.

- Limpieza de la carcasa

En esta etapa se remueve los restos de huesos generados en la división de las carcasas, coágulos de sangre y restos de grasa.

- Sellado

Esta etapa, a cargo del veterinario del matadero municipal, consiste en la inspección visual de las carcasas y seguido sellado de las mismas según el sello de calidad que corresponda.

- Pesado

Corresponde al pesado de carcasa, siendo estos datos registrados en una plantilla de registro la cual es archivada diariamente.

- Oreo

Las respectivas carcasas se dejan oreando para eliminar los restos de agua de lavado y lograr la transformación de músculo en carne. (Municipalidad Provincial de Tacna, 2015)

2.2.3. Agua residual

Se puede definir como agua residual a toda aquella agua cuyas características originales fueron modificada por la actividad humana, por lo cual requieren de un tratamiento antes de poder ser reutilizada o vertida a un cuerpo natural o que por diferentes medios son transportados por un sistema de alcantarillado. (OEFA, 2017)

Según su procedencia, las aguas residuales se pueden clasificar en tres tipos, tales como domésticas, municipales e industriales, siendo estas aguas de diferente complejidad entre ellas. (Romero Rojas , 1999)

La complejidad de las aguas residuales industriales es el principal problema al determinar las unidades de un tratamiento de aguas residuales, es por eso se debe determinar las características del agua residual. (D'Alessandri Romero, 2012)

2.2.4. Caracterización de Aguas Residuales

El poder determinar las características de las aguas residuales es fundamental para poder determinar los procesos del tratamiento de agua que vaya a implementarse.

Es conveniente saber que ciertos parámetros, están relacionados entre sí, tomando como ejemplo la relación de la propiedad física de temperatura en la actividad biológica y la cantidad de gases disueltos dentro del agua residual

2.2.4.1. Características Físicas

A. Sólidos Totales

Son materiales suspendidos y disueltos en el agua, obtenidos luego de someter al agua a un proceso de evaporación entre 103 a 106°C, comprenden el material orgánico e inorgánico que no llegará a evaporarse a la temperatura mencionada.

Este parámetro está sub dividido en diferentes tipos de sólidos; para esta investigación es necesario resaltar los sólidos sedimentables, los cuales se definen como aquellos que se sedimentan al fondo del Cono Imhoff en el periodo de 60 minutos, lo cual nos da una medida aproximada de la cantidad de fango el cual se obtendría en la decantación primaria del agua residual. (Metcalf & Eddy, INC, 1995)

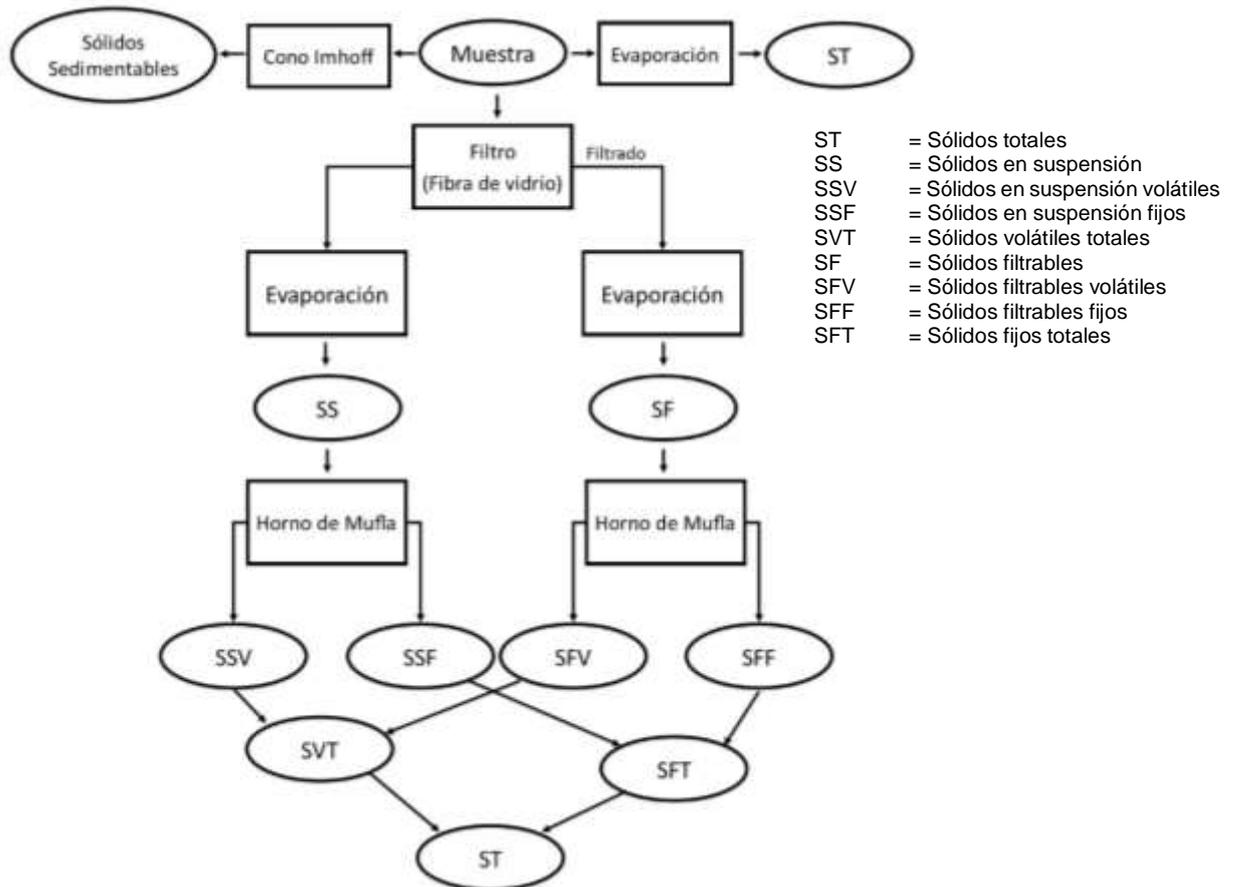


Figura 1. Interrelación entre sólidos presentes en el agua residual

Adaptado de "Ingeniería de aguas residuales tratamiento, vertido y reutilización" por Metcalf & Eddy, 1995

B. Olores

Los olores tienden a ser debido a los gases que han sido liberados en el proceso de descomposición de materia orgánica. La presencia de Sulfuro de hidrógeno, el cual es producido al reducirse los sulfatos a sulfitos en los tratamientos anaerobios, es el usual causante de la producción de olores en los tratamientos de aguas residuales, siendo esta uno de los principales causales del rechazo de la construcción de PTARs. (Romero Rojas , 1999)

C. Temperatura

La temperatura del agua es un parámetro importante, al estar relacionado a parámetros tales como concentración de oxígeno disuelto y la actividad bacteriana.

La temperatura del agua residual industrial tiende a ser más elevada que el agua suministrada debido a la incorporación de agua con mayor temperatura por sus procesos a su vez por las reacciones bioquímicas dadas por la degradación de materia orgánica. (Romero Rojas , 1999)

D. Color

El agua residual doméstica tiende a tener un color grisáceo, dicha agua, luego de ser transportada por las redes de alcantarillado, tiende a cambiar gradualmente de gris a un gris oscuro hasta finalmente ser de color negro.

Algunas industrias pueden añadir color a las aguas residuales, en caso de los centros de beneficio animal un color rojo, característico por la presencia de la sangre. (D'Alessandri Romero, 2012)

2.2.4.2. Características Químicas

A. La materia orgánica

Son sólidos que provienen de reino animal y vegetal a su vez de las actividades del ser humano que estén relacionadas con compuestos orgánicos, los cuales están formados por combinaciones de C, N y O y en menor presencia de Azufre, Fósforo o Hierro, los cuales encontramos en 3 principales grupos; proteínas, hidratos de carbono y grasas y aceites a su vez en menor cantidad en urea, la cual es el principal constituyente de la orina, agentes tenso activos y pesticidas de uso agrícola.

La materia orgánica representa la parte más importante de la contaminación, al ser aquella que agota el Oxígeno Disuelto (OD).

La materia orgánica en aguas residuales se puede dividir en los siguientes grupos:

- **Proteínas**

Componen del 40 al 60 % de las aguas residuales. Son el principal constituyente de los organismos animales, está

asociado a los aminoácidos y tiene un peso molecular muy alto (entre 20 000 y 20 millones).

- **Carbohidratos**

Constituyen del 25 al 50% de las AR. Principalmente provienen de la materia de origen vegetal, incluye los azúcares, almidones y celulosa. Los almidones, si bien son estables, pueden ser convertidos a azúcares por actividad microbial; los azúcares se descomponen fácilmente a diferencia de las fibras las cuales son insolubles (especialmente la celulosa) y son muy resistentes a la descomposición en aguas residuales.

- **Aceites y Grasas**

Este grupo de materia orgánica está compuesta de alcohol y glicerol. En aguas residuales domésticas provienen principalmente de aceites vegetales.

Son difíciles de descomponer por las bacterias presentes en las aguas residuales al ser muy estables, siendo esta la razón por la cual debe ser removida previo al tratamiento biológico. (Orozco Jaramillo, 2005)

B. Medidas del contenido orgánico

Con el fin de determinar el contenido orgánico de las aguas residuales se han desarrollado diversos ensayos, los cuales se dividen en dos grupos: los que son usados para determinar concentraciones de contenido orgánico alto, es decir mayor a 1mg/l y los que determinan la concentración de contenido orgánico bajo, es decir a concentraciones traza en un intervalo de 0,001mg/l a 1mg/l.

En el primer grupo, y usados para este informe, encontramos ensayos tales como: Demanda bioquímica de oxígeno (DBO), demanda química de oxígeno (DQO) y carbono orgánico(COT).

A su vez encontramos los ensayos tales como determinación de nitrógeno total, nitrógeno orgánico y amoniacal y oxígeno consumido.

- **Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)**

El parámetro más empleado aplicado a aguas residuales como a superficiales, es el DBO₅. La determinación de dicho parámetro está relacionado al oxígeno disuelto que consumen los microorganismos en el proceso de oxidación (estabilización) de la materia orgánica. al existir una relación cuantitativa entre el oxígeno consumido y la concentración del material orgánico (Menéndez Gutierrez & Pérez Olmo, 1991)

En condiciones normales de laboratorio esta demanda se cuantifica a 20°C luego de 5 días de incubación y se conoce como DBO₅ con unidades de mg/L O₂ (Romero Rojas , 1999)

La DBO se propuso en el año de 1912 como un método indirecto para medir la MO. Hoy día la DBO₅ se efectúa a 5 días y a 20° C, y se denota con el símbolo DBO₅. Sin embargo, pueden realizarse a diferentes tiempos, por ejemplo, la DBO₇ es la demanda medida a los 7 días, y la DBO_u (DBO última o total) es la medida hasta el agotamiento total de la MO, lo que usualmente toma de 20 a 30 días. (Orozco, 2005)

- **Demanda Química de Oxígeno (DQO)**

Este parámetro mide la cantidad de oxígeno que es necesario para oxidar de forma química la materia orgánica que se encuentra en el agua.

La DQO surgió como respuesta a la necesidad de medir la demanda de Oxígeno de manera efectiva, pensando en su momento que reemplazaría a la DBO.

A diferencia de la DBO que descompone la materia orgánica mediante el metabolismo bacterial, que utiliza la respiración como medio para obtener el Oxígeno, en la DQO se utiliza un fuerte agente oxidante en un medio ácido. El agente oxidante más utilizado es el dicromato de Potasio, en presencia del sulfato de plata como catalizador a alta temperatura.

La DQO es generalmente mayor que la DBO puesto que muchos compuestos que pueden ser oxidados de forma química no pueden serlo de forma biológica, por medio de la biodegradación bacteriana.

A menudo las sustancias creadas de forma artificial de gran peso molecular son compuestos no biodegradables. (Orozco, 2005)

C. Materia inorgánica

Los componentes inorgánicos de las aguas residuales son de importancia para el control de la calidad de agua, las concentraciones de dichos componentes aumentan según el uso que se dé al agua puesto que se acumulan.

- Fósforo

El monitoreo de este parámetro en tratamiento de aguas residuales es esencial para el crecimiento y plantas, siendo esta la razón por la cual se debe controlar al ser causantes de crecimiento de algas y microorganismos en aguas residuales. (Tchobanoglous & Metcalf Eddy, 1996)

Es un nutriente esencial para las bacterias y algas, a su vez es un factor determinante para la eutrofización. (Orozco Jaramillo, 2005)

- Nitrógeno

El monitoreo de nitrógeno, el cual encontramos bajo la forma de nitrógeno amoniacal, nitritos y nitratos, es necesario para evaluar si las aguas residuales a trabajar son aptas para serlo bajo tratamiento biológicos, en vista que una cantidad insuficiente de nitrógeno no promueve el crecimiento biológico y una cantidad elevada genera eutrofización. Se denomina NTK nitrógeno total Kjeldhal, al nitrógeno orgánico más el nitrógeno amoniacal.

D. Gases

Los gases que se encuentra con mayor frecuencia en las aguas residuales son el nitrógeno (N_2), el oxígeno (O_2) el dióxido de carbono (CO_2), el sulfuro de hidrógeno (H_2S), el amoníaco (NH_3), y el metano (CH_4), los tres primeros son de

común presencia en la atmósfera. Los tres últimos proceden de la descomposición de la materia orgánica presente en las aguas residuales

- **El oxígeno disuelto**

Es uno de los parámetros más importantes en el tratamiento de aguas residuales al ser de necesaria presencia para la respiración de microorganismos aerobios y demás formas de vida. Este parámetro está relaciona a otros como la temperatura y sólidos en suspensión.

Es el principal indicador del grado de contaminación de las aguas residuales, en vista que la materia orgánica tiene efecto directo en el consumo de oxígeno disuelto.

El oxígeno es un gas poco soluble en el agua, al no reaccionar con ella y su solubilidad depende de la presión parcial.

Por debajo de un 1 mg/L aproximadamente en las masas de agua, se considera zonas anaerobias (que no contienen Oxígeno) trayendo como consecuencia emisión de malos olores, cuando la concentración llega a cero, la descomposición anaerobia es generalizada, y la presencia de malos olores también. (Orozco Jaramillo, 2005)

- **Metano**

Es un hidrocarburo de gran valor energético, incoloro e inodoro. No se encuentra en grandes cantidades en el agua residual. El metano se produce en ocasiones como resultado de un proceso de descomposición anaerobia, los cuales podemos encontraren los procesos de tratamiento anaeróbicos empleados para la estabilización de los fangos residuales.

2.2.5. Toma de muestra de Aguas Residuales

Para la determinación de las características de las aguas residuales se requiere una adecuada técnica que asegure los resultados representativos. Para que una muestra sea representativa se prefiere que el sitio a elegir sea sitios de muestreo con flujo turbulento para así tener un agua residual bien mezclada,

otras variables en consideración para la toma de muestras de agua son variables tales como variación del caudal y disponibilidad de recursos económicos.

2.2.5.1. Muestras simples

Este tipo de muestras son deseables cuando el flujo de agua residual es intermitente o cuando la característica de un parámetro varía de manera significativa a lo largo del periodo de muestreo. En general este tipo de muestreo es para análisis tales como: OD, cloro residual, pH, temperatura, grasas y aceites, entre otros. (Romero Rojas , 1999)

2.2.5.2. Muestras compuestas

Las muestras compuestas son una mezcla de muestras individuales, por efecto se toman muestras simples a intervalos constantes de tiempo, por lo regular una hora, los cuales deben ser refrigerados y al final del periodo de muestro se mezcla en proporción directa al caudal aforado consiguiendo con esto un resultado promedio de las características de las aguas. (Romero Rojas , 1999)

2.2.6. Tratamiento de aguas residuales

El tratamiento de aguas residuales tiene como objetivo proteger la salud de los individuos de la sociedad, puesto que al arrojar aguas residuales crudas a un cuerpo de agua excediendo la capacidad de asimilación de contaminantes de aguas receptoras, disminuyendo con esto su calidad y aptitud de uso para el hombre, siendo por eso necesario la adaptación a la normativa nacional.

Un tratamiento completo de las aguas residuales garantiza la remoción de diversos parámetros, tales como: DQO, SS, Nitrógeno, entre otros, es por eso que es necesario el uso de diversas operaciones unitarias. (Romero Rojas , 1999)

2.2.7. Planta de Tratamiento de aguas residuales(PTAR)

Dentro de una planta de tratamiento de aguas residuales podemos encontrar diferentes etapas, las cuales se agregan dependiendo de las características de las aguas residuales, calidad requerida del efluente, la disponibilidad del área, costos, y facilidad de optimización del proceso. (Romero Rojas , 1999)

2.2.7.1. Pretratamiento de las aguas residuales

El pre tratamiento de las aguas se define como el proceso de eliminación de constituyentes que pudieran causar problemas de mantenimiento de los procesos y/ sistemas auxiliares. Podemos nombrar procesos tales como:

- Desbaste. Retención de los sólidos más gruesos, como troncos, piedras, plásticos, papeles, etc., comúnmente se usan rejillas.

- Desarenado. Tiene lugar en un compartimento especial, donde las arenas se depositan en el fondo por la acción de la gravedad.

- Desengrase. Este procedimiento, opuesto al anterior, concentra en la superficie del agua las partículas en suspensión de baja densidad, especialmente aceites y grasas.

Tabla 1

Porcentaje de remoción de parámetros aplicando haciendo uso de pre tratamiento

Pre tratamiento	Remoción (%)			
	DBO5	DQO	SST	A y G
Cribado fino	5 - 10	5 - 10	5 - 20	5 - 20
Trampa de grasa	20 - 35	15 - 22	10 - 35	10 - 15
Desarenador	-	-	20 - 45	-

Nota. Adaptado de “Alternativa de tratamiento de aguas residuales del camal municipal del distrito de Tumbán-Lambayeque”, por S. Espinoza, 2017

2.2.7.2. Tratamiento primario de las aguas residuales

Este tratamiento de eliminación es encargado de eliminar una fracción de los sólidos en suspensión y de la materia orgánica del agua residual, lo cual se logra por operaciones físicas, tales como sedimentación y tamizado.

A. Sedimentación

Este proceso tiene como función remover sólidos sedimentables y materiales flotantes de las aguas residuales siendo esto posible por medio de, básicamente, 3 tipos de tanques de sedimentación: Tanques de flujo horizontal, tanques de flujo radial y tanques de flujo ascensional. (Romero Rojas , 1999)

B. Filtración

Esta operación consiste en hacer pasar el agua residual por un medio poroso con el fin de retener material en suspensión.

Tabla 2
Porcentaje de remoción de parámetros haciendo uso de tratamiento primario

Tratamiento	Remoción (%)			
	DBO5	DQO	SST	A y G
Sedimentación	25-40	30-45	40-80	15-50
Precipitación química	50-85	60-70	70-90	-
Coagulación-Floculación	70-80	70-80	90-95	>95

Nota. Adaptado de "Alternativa de tratamiento de aguas residuales del camal municipal del distrito de Tután-Lambayeque" por S. Espinoza, 2017

2.2.7.3. Tratamiento secundario

Este tratamiento esta direccionado a la eliminación de sólidos en suspensión y de los compuestos orgánicos biodegradables, a su vez de incluir usualmente desinfección como parte de este tratamiento

Se incluye en el tratamiento secundario el tratamiento biológico con reactores, fangos activados, sistemas de lagunaje y sedimentación secundaria. (Metcalf & Eddy, INC, 1995)

Tabla 3
Porcentaje de remoción de parámetros haciendo uso de tratamiento secundario

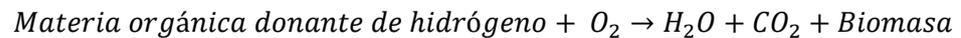
Tratamiento	Remoción (%)			
	DBO5	DQO	SST	A y G
Percoladores	75-95	50-80	70-90	-
Reactor biológico	80-95	80-90	90-95	30-80
Lodos activados	80-95	80-90	80-90	85-95
Lagunas de estabilización	70-90	60-80	70-80	-
Anaeróbicas	60-90	60-70	85-95	-
Aeróbica	80-90	60-70	85-95	-
Facultativas	85-95	60-70	85-95	-

Nota. Adaptado de "Alternativa de tratamiento de aguas residuales del camal municipal del distrito de Tután-Lambayeque" por S, Espinoza, 2017

Dentro de los tratamientos secundarios encontramos a los tratamientos aeróbicos, este proceso es realizado por bacterias aerobias, las cuales son los organismos más importantes en el tratamiento de aguas

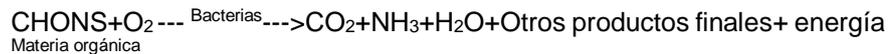
residuales, al ser capaces de crecer en dichas aguas y oxidar materia orgánica siendo necesaria la presencia de O₂ libre, para la oxidación biológica en CO₂. (D'Alessandri Romero, 2012) (Romero Rojas , 1999)

Si bien las reacciones involucradas en el metabolismo microbial para el proceso de oxidación aerobia son complejas, se puede representar dicho proceso de la siguiente forma.

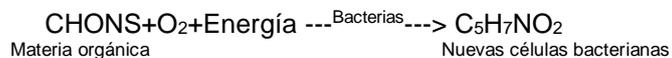


Existen 3 tipos de reacciones esenciales en el proceso aeróbico, las cuales son las siguientes:

- Catabolismo (oxidación o descomposición)



- Anabolismo (síntesis o asimilación)



- Autolisis (Respiración endógena o auto oxidación)



La fórmula C₅H₇NO₂ representa la composición promedio celular bacterial. De la ecuación anterior se deduce que se requiere 160 gramos de oxígeno para oxidar 113 gramos de biomasa, deduciendo con esto que para oxidar un gramo de biomasa se requiere 1,42 gramos de oxígeno.

Del total de la DBO un tercio de este es usado en reacciones catabólicas y la diferencia en reacciones anabólicas. (Romero Rojas , 1999)

a. Factores que intervienen en el tratamiento biológico

Previo a la elección de este tipo de tratamiento, se debe considerar algunas variables, siendo una de ellas, el índice de biodegradabilidad, el cual, es la relación adimensional entre la DBO₅ y la DQO, lo que indica la posibilidad de que dicha agua residual sea tratada por métodos biológicos o no (Cisterna Osorio & Peña, 2000), es por eso, que este tipo de tratamiento es usado ,en su mayoría, para tratar aguas residuales domésticas ya que cumple la consideración nombrada, a diferencia de aguas industriales, donde los desafíos

suelen ser mayores, al contar, con concentraciones de carbono y nutrientes más altos de lo necesitado.

Otras variables a considerar, son las fuentes de carbono, energía y elementos inorgánicos, puesto que, los microorganismos dependen de estas para poder crecer o reproducirse, y, en caso de no contenerlas, el agua debe ser adecuada a dichas condiciones nutricionales, mediante la adición de compuestos, para lograr un efectivo tratamiento de dichas aguas. (Tchobanoglous & Metcalf Eddy, 1996) (Torkian, 2003)

b. Proceso de los percoladores

Un modelo de tratamiento biológico para aguas residuales, son los percoladores, que, si bien en la actualidad no son tan usados (ya que, existen nuevos sistemas por los que el agua recibe un mejor tratamiento), es usual encontrarlo en ciudades con poblaciones entre 2000 y 30000 habitantes o por industrias con efluentes equivalentes (Montoya, 2009) .

Dichos percoladores, están constituidos por rocas o cantos rodados con diámetros entre 5 a 10 cm, en los últimos años incrementó el uso de discos plásticos como reemplazo para estos materiales, lo que permite una mayor superficie de contacto para el crecimiento microbiológico (Montoya, 2009) (Ramalho, 2003).

El agua residual, al entrar en contacto con partículas de limo biológico, que crecen en el material especificado, permite que, haga uso de los compuestos orgánicos, y así obtenga: energía, necesaria para sintetizar masa celular, oxígeno, para las reacciones de oxidación bioquímica y nutrientes, indispensables para síntesis celular. Como resultado, logra la remoción de material orgánico, mediante la transformación a biomasa, CO_2 y H_2O .

La biomasa se acumula en la superficie del medio hasta a un límite, al cabo del cual, se desprende y es arrastrado con el efluente del filtro percolador, dando esto motivo a que sea necesario un sedimentador luego del proceso para remover la biomasa arrastrada. (Montoya, 2009)

Los sistemas de filtros percoladores permiten una remoción alta de materia orgánica tal y como se muestra en la tabla 4.

Con

	Tasa Baja	Tasa intermedia	Tasa Alta	Super alta tasa	Rugoso	Dos etapas
Medio Filtrante	Roca, escoria	Roca, escoria	Roca	Plástico	Plástico, madera roja	Roca, Plástico
Carga hidráulica m ³ /(m ² .d)	0.9-3.7	3.7-9.4	9.4-37.4	14.0-84.2	46.8-187.1 (no incluye recirculación)	9.4-37.4 (No incluye recirculación)

Tabla 4

Rendimiento en el tratamiento de agua residual por medio de filtros percoladores

	Tasa baja	Tasa intermedia	Tasa alta	Super alta tasa	Rugoso	Dos etapas
Medio filtrante	Roca, escoria	Roca, escoria	Roca	Plástico	Plástico, madera roja	Roca, plástico
Carga hidráulica, m ³ /(m ² .d)	0.9 - 3.7	3.7 - 9.4	9.4 - 37.4	14.0 - 84.2	46.8 - 187.1 (no incluye recirculación)	9.4 - 37.4 (no incluye recirculación)
Carga orgánica, kgDBO ₅ /(m ³ .d)	0.1 - 0.4	0.2 - 0.5	0.5 - 1.0	0.5 - 1.6	1.6 - 8.0	1.0 - 1.9
Profundidad, m	1.8 - 2.4	1.8 - 2.4	0.9 - 1.8	3.0 - 12.2	4.6 - 12.2	1.8 - 2.4
Tasa de recirculación	0	0 - 1	1 - 2	1 - 2	1 - 4	0.5 - 2
Eficiencia de remoción de DBO ₅ , %	80 - 90	50 - 70	65 - 85	65 - 80	40 - 65	85 - 95
Efluente	Bien nitrificado	Parcialmente nitrificado	Poca nitrificación	Poca nitrificación	No nitrificación	Bien nitrificado
Desprendimiento	Intermitente	Intermitente	Continuo	Continuo	Continuo	Continuo

Nota. Adaptado "Diseño de plantas de tratamiento de aguas residuales municipales" CONAGUA, 2015

c. Control de procesos en el tratamiento por percoladores

Con base en estudios de variables que influyen en el proceso de remoción, se considera pertinente para este tipo de sistemas, los

siguientes: temperatura del agua, por su influencia al metabolismo de las bacterias responsables de la depuración del agua (Celia Ruiz Bernal, 2013), pH, ya que la actividad biológica se desarrolla en un intervalo de 6,5 a 8,5 , aunque algunos microorganismos presentes en el sistema suelen ser estrictas con este parámetro, nitrógeno, esencial para el crecimiento de microorganismos y plantas; la limitación de nitrógeno puede producir cambios en la composición bioquímica de los organismos, y reducir sus tasas de crecimiento, aunque en concentraciones elevadas es causante de agotamiento de oxígeno y eutrofización en el sistema y oxígeno disuelto, necesario para la vida de todos los organismos aerobios, es por ello que, el crecimiento incontrolado de organismos y microorganismos en aguas residuales, puede conducir a su agotamiento. (Ruiz, 2013)

2.2.8. Aguas residuales de mataderos municipales

Las aguas residuales de las plantas de beneficio animal, se caracterizan por tener una composición compleja, ya que, tanto el volumen como las concentraciones de los contaminantes, son mucho mayores a los efluentes domésticos comunes (Carrasquero, 2015) (Bustillo-Lecompte, 2015).

En los efluentes se de este tipo de industria se suele encontrar: sangre, rumen, pelos, grasas y proteínas, lo que conlleva a elevadas concentraciones de materia orgánica, coliformes totales, sólidos suspendidos, grasas, nitrógeno y fósforo, esto ocasionado por las actividades de beneficio, lavado de carcazas y limpieza de equipos e instalaciones (Gilberto Salas C., 2008) (Camarota, 2006), y si bien estos valores son altos, son adecuados por tener un contenido de compuestos orgánicos altos lo que aumenta el índice de biodegradabilidad (Mittal, 2006).

Todos los parámetros nombrados suelen estar relacionados a fuentes exactas, la tabla 5 explica con mayor exactitud las principales fuentes y los parámetros que influye.

Tabla 5

Principales parámetros que definen las características químicas del agua residual de una planta de beneficio relacionada con las fuentes.

Parámetros	Principales Fuentes
Materia orgánica	Sangre, aguas de escaldado, purines/estiércol, contenido estomacal, etc.
Sólidos en suspensión	Aguas de escaldado, contenidos estomacales, pelos, restos de carne
Aceites y grasas	Agua de escaldados, lavado de canales
Amonio y urea	Purín/estiércol, sangre
Fosfato, nitrógeno y sales	Purín/ estiércol, contenidos estomacales, sangre, productos detergentes y desinfectantes
Detergentes y desinfectantes	Productos detergentes y desinfectantes
Conductividad eléctrica	Sangre

Nota: Adaptado de “Los vertidos de los mataderos e industrias cárnicas” por Escuela Organización Industrial ,2008

Una forma de clasificación de las aguas residuales de esta industria, es según el origen del contaminante, siendo esta la siguiente:

a. Aguas de limpieza de instalaciones y equipos:

Las características de este tipo de vertido son, variación del pH, sólidos en suspensión, materia orgánica, aceites y grasas y detergentes. Se estima que, entre el 25% - 55% del total de la carga contaminante de los vertidos de los mataderos, medidas en DBO5, son arrastradas por las aguas de limpieza.

b. Aguas procedentes de aseos y sanitarios:

Estas aguas tienden a contener materia orgánica, sólidos en suspensión, amoníaco y detergentes.

c. Aguas pluviales:

Con contenido de sólidos en suspensión y material sedimentable.

d. Aguas del escaldado de las reses de porcino y del lavado de las reses de ganado vacuno y porcino

Se caracteriza por contener sólidos en suspensión y materia orgánica. (BALAO, 2008)

Las aguas de este tipo de industria tienden a tener parámetros habituales y concentraciones promedios, estos, son presentados en la tabla 6.

Tabla 6

Parámetros más significativos de las aguas residuales de plantas de beneficio animal.

Parámetros	Unidades	Valores
DBO₅	mg/L	1800-2500
DQO	mg/L	4000-6000
S.S.	mg/L	1500-3000
Grasas	mg/L	100-200
NTK	mg/L	150-500
P	mg/L	20-30

Nota: Adaptado de "Adaptado de: Tecnología de Mataderos" por R. López, 2004

2.3. Definición de términos

- AERÓBICA

Transformación de la materia orgánica por acción de microorganismos que requieren oxígeno libre para su desarrollo.

- BACTERIA

(Organismo microscópico con una organización celular primitiva). Se alimentan de materia orgánica descomponiendo los sólidos orgánicos para obtener alimento y energía. Algunas producen enfermedades (las patógenas), mientras que otras son beneficiosas para el hombre.

- BENEFICIO

Actividad por la cual se mata a un animal

- BIODEGRADABLE

Que se descompone por la acción biológica. Material de residuos que puede ser llevado a sus componentes básicos por acción de las bacterias.

- BIOMASA

Cantidad de materia viva. Es la cantidad de materia en los organismos por unidad de superficie o volumen expresado en unidad de peso, masa de material viviente. Es la cantidad de materia en los organismos por unidad de superficie o volumen expresada en unidad de peso. Cantidad total de material vivo de un cuerpo de agua particular.

- CARGA ORGÁNICA

producto de la concentración de DBO o la DQO por el caudal; se expresa en kilogramos por día (kg/d).

- CONTAMINACIÓN

Se refiere a la alteración perjudicial hecha o inducida por el hombre en las características físicas, químicas o biológicas del ambiente y que puede afectar la vida humana y de otras especies.

- CUERPO DE AGUA RECEPTOR

Masa de agua marina o continental, individualizable por sus características naturales, sus usos o por sus límites administrativos.

- DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO (DBO₅):

cantidad de oxígeno usado en la estabilización de la materia orgánica carbonácea y nitrogenada por acción de los microorganismos en condiciones de tiempo y temperatura especificados generalmente cinco días y 20° C. Mide indirectamente el contenido de materia orgánica biodegradable.

- DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO DQO

medida de la cantidad de oxígeno requerido para oxidación química de la materia orgánica del agua residual, usando como oxidantes sales inorgánicas de permanganato o dicromato en un ambiente ácido y a altas temperaturas.

- DEGRADACIÓN

capacidad de descomposición biológica o química de los compuestos orgánicos. Se desarrolla principalmente, en razón de los procesos metabólicos de microorganismos.

- EFLUENTE

Que emana o se desprende de algo. Aguas contaminadas descargadas.

- FILTRO PERCOLADOR

Sistema en el que se aplica el agua residual sedimentada sobre un medio filtrante de piedra gruesa o material sintético. La película de microorganismos que se desarrolla sobre el medio filtrante estabiliza la materia orgánica del agua residual.

- GRASAS Y ACEITES

son compuestos orgánicos constituidos principalmente por ácidos grasos de origen animal y vegetal recuperado en la forma de una sustancia soluble en el solvente

- IMPACTO AMBIENTAL

La alteración positiva o negativa de la calidad ambiental, provocada o inducida por cualquier acción del hombre

- MATERIA ORGÁNICA

Cantidad de sustancia orgánica en el efluente que ejerce un efecto adverso en el cuerpo receptor de agua.

- MICROORGANISMO

Organismo pequeño que no se ve a simple vista (bacteria, virus).

- NITRÓGENO AMONIACAL

Todo nitrógeno que existe como Ion amonio o en el equilibrio se considera nitrógeno amoniacal, el nitrógeno que proviene de la descomposición de vegetales, animales y excrementos pasa por una serie de transformaciones. En el caso de los vegetales y animales, el nitrógeno se encuentra en forma orgánica. Al llegar al agua, es rápidamente transformado en nitrógeno amoniacal, pasando después para a nitritos y finalmente a nitratos.

- pH

Potencial de Hidrógeno, sirve para determinar lo ácido o básico de una solución. El agua residual con concentración de ion hidrógeno presenta elevadas dificultades de tratamiento con procesos biológicos y el efluente puede modificar la concentración de ion hidrogeno en las aguas naturales si ésta no se modifica antes de la evacuación de las aguas.

- PLANTA DE TRATAMIENTO

Es aquella instalación industrial que realiza el procesamiento y tratamiento de los residuos asegurando su posterior inocuidad.

- PTAR

Planta de Tratamiento de Aguas Residuales.

- SEDIMENTACIÓN

Proceso en el cual las sustancias en suspensión se depositan en el fondo

- SEDIMENTO

Material (minerales, materia orgánica, etc.) que, habiendo estado suspendido en un líquido, se deposita en el fondo.

- SÓLIDOS SUSPENDIDOS

Son aquellos que se encuentran suspendidos en el líquido y son visibles a simple vista. Incluyen partículas flotantes como polvo, arcilla, materia fecal, etc.

- SÓLIDOS TOTALES

Es la suma de los sólidos disueltos y los sólidos en suspensión.

- TEMPERATURA

Grado o nivel térmico de un cuerpo, la temperatura del agua es un parámetro muy importante dada su influencia en el desarrollo de la vida acuática

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1. Tipo y diseño de la investigación

El presente informe de tesis es de tipo exploratorio y diseño de campo.

3.2. Población y/o muestra de estudio

EL matadero municipal de Tacna, se encuentra ubicado en el sector Vilauta, distrito de Pocollay, provincia de Tacna, región Tacna, República de Perú (Municipalidad Provincial de Tacna, 2015). A latitud -17.980418 y longitud -70209644, en el Lote 27 frente a la Av. Los Ángeles, cuenta con un área total de, 21504.99 metros cuadrados (m²), donde anualmente, en promedio, se sacrifican 9 600 cabezas de ganado bovino, 39 500 de porcino, 350 de ovino y 200 de caprinos, según estadística de beneficio del año 2019 (Ver Anexo 02 – Plano de Ubicación)

Con respecto a la planta de tratamiento de aguas residuales industriales, esta consta de 3 unidades: un sedimentador, un percolador, un pozo séptico, una caja derivadora y 2 unidades que cumplen la función de almacenamiento (Municipalidad Provincial de Tacna, 2015), tal como se muestra en la Figura 2

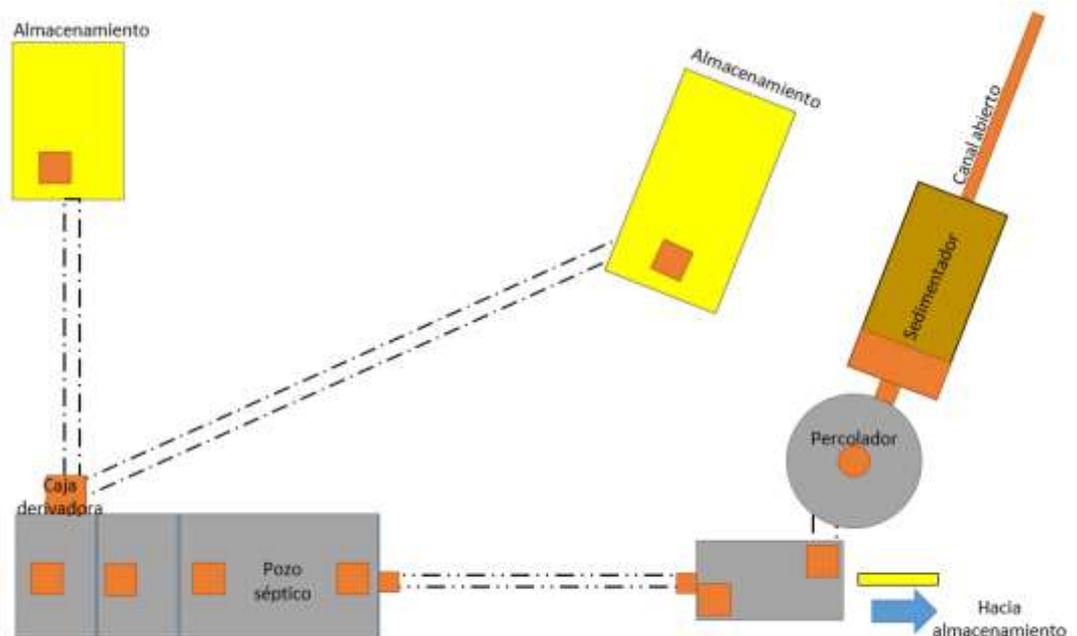


Figura 2. Esquema de ubicación de unidades del tratamiento de aguas residuales del proceso de beneficio animal del Matadero Municipal "Mario Reynaldo Eyzaguirre Yañez"

3.3. Operacionalización de variables

Tabla 7
Operacionalización de variables

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIÓN	INDICADOR
DEPENDIENTE			
DBO5	Parámetro relacionado al oxígeno disuelto que consumen los microorganismos en el proceso de oxidación (estabilización) de la materia orgánica	Concentración de DBO5	500 mg/L O2
DQO	Cantidad de oxígeno que es necesario para oxidar de forma química la materia orgánica que se encuentra en el agua.	Concentración de DQO	1000 mg/L O2
Sólidos Suspendidos totales	Son aquellos que se encuentran suspendidos en el líquido y son visibles a simple vista. Incluyen partículas flotantes como polvo, arcilla, materia fecal, etc.	Concentración de Sólidos Suspendidos totales	500 mg/L
Temperatura	Grado o nivel térmico de un cuerpo	Temperatura	<35 °C
Grasas y Aceite	Compuestos orgánicos constituidos principalmente por ácidos grasos de origen animal y vegetal recuperado en la forma de una sustancia soluble en el solvente	Grasas y Aceite	100 mg GyA/L
Nitrógeno amoniacal	Todo nitrógeno que existe como ion amonio o en el equilibrio	Concentración de nitrógeno amoniacal	80 mg/l
INDEPENDIENTE			
Tratamiento de agua residual	Instalación industrial que realiza el procesamiento y tratamiento de los residuos asegurando su posterior inocuidad	Remoción	% de remoción

Notas: Valores mencionados en indicadores fueron adaptados del D.S. N°010-2019-VIVIENDA Decreto Supremo que aprueba el Reglamento de Valores Máximos Admisibles(VMA) para las descargas de aguas residuales no domésticas en el sistema de alcantarillado sanitario, Elaboración propia

3.4. Técnicas e instrumentos para la recolección de datos

Para dar cumplimiento al objetivo general, se consideró necesario la realización de diferentes actividades, las cuales responden a los objetivos específicos planteados.

Es por tal motivo que se consideró necesaria la realización de un diagnóstico del área en estudio el cual constó de los siguientes pasos:

- Identificación de las unidades que componen PTAR de las aguas del proceso de beneficio mediante la observación de los mismos.
- Aplicación de una lista de chequeo a la PTAR, a fin de identificar la presencia o ausencia de diversos puntos estipulados por el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) OS. 090 Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales.
- Medición del caudal del agua residual cruda (afuente) de la PTAR por el método del flotador, realizando el procedimiento del Manual N° 5 Medición de agua del Ministerio de Agricultura y Riego del año 2015, donde se hizo uso de la siguiente expresión matemática

$$Q = F_c * A * \frac{L}{T}$$

Donde:

Q = caudal (m³ /s)

L = longitud entre el Pto. A y B (m)

A = área, (m)

T = tiempo promedio (s)

F_c = factor de corrección, donde F_c es un factor de corrección relacionado con la velocidad.

El valor de F_c fue seleccionado según los valores de la siguiente tabla:

Tabla 8
Determinación del factor de corrección F_c para el cálculo de caudales por el método del flotador

Tipo de Cauce	FACTOR DE CORRECCIÓN (F _c)
Canal revestido en concreto, profundidad del agua >15	0,8
Canal en Tierra, profundidad del agua > 15 cm	0,7
Riachuelos profundidad del agua > 15 cm	0,5
Canales de tierra profundidad del agua < 15 cm.	0,25 – 0,5

Nota: Adaptado de "Manual N°5 Medición de agua" por Ministerio de agricultura y riego, 2015

- La evaluación de calidad de agua tratada, la misma que se realizó según lo estipulado por D.S. 010-2019- VIVIENDA en el capítulo IV artículo 12 referido a las tomas de muestras, Los puntos establecidos para la toma de muestra fueron los siguientes: Aguas crudas (Punto 1), salida del sedimentador (Punto 2), salida del Percolador (Punto 3) y Salida del tratamiento (Punto 4); los puntos se muestran en la figura 3:

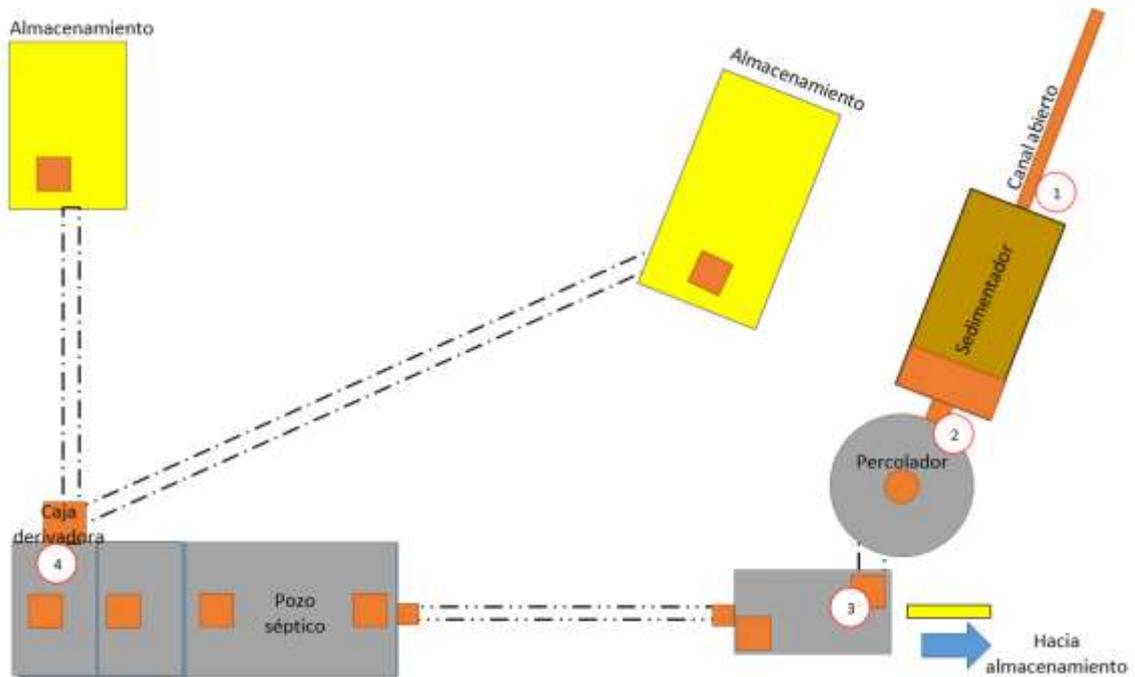


Figura 3. Diagrama del sistema de tratamiento de aguas residuales del proceso de beneficio del Matadero Municipal de Tacna

Las muestras tomadas fueron enviadas al laboratorio ALS LS Perú S.A.C, lugar donde se hizo la evaluación de los siguientes parámetros: DBO, DQO, G y A, Sólidos Disueltos y Nitrógeno amoniacal, siendo estos parámetros comparados con los VMA estipulados en el D.S N° 010-2019 – VIVIENDA Decreto Supremo que aprueba el reglamento de Valores Máximos Admisibles (VMA) para las descargas de aguas residuales no domésticas en el alcantarillado sanitario y R.M. 360-2016-VIVIENDA

- Uso del método de factores ponderados para la elección del tratamiento de aguas residuales, el cual comenzó con la identificación de factores relevantes para la toma de decisiones, seguido de la ponderación entre ellos según su importancia relativa, culminando con la puntuación de la alternativa para cada uno de estos criterios bajo la escala determinada, obteniéndose con esto una calificación global de las alternativas.

- Finalmente, en bases a las observaciones en el área de beneficio animal, se dio alternativas para la reducción de residuos que pudieran influir en la planta de tratamiento de aguas residuales

3.5. Procesamiento y análisis de datos

Para el análisis de los datos se utilizará el análisis descriptivo como criterio para la recopilación de información.

La información hallada será procesada por programas tales como Excel para la generación de tablas, figuras, dando esto como resultado una base de datos.

Con la información obtenida se elaborará las recomendaciones o propuestas planteadas para la optimización del tratamiento de aguas residuales del matadero municipal de Tacna.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1. Descripción de la planta de tratamiento de aguas residuales:

A. Ubicación:

La PTAR del matadero municipal de Tacna “Mario Reynaldo Eyzaguirre Yañez” se encuentra ubicado dentro de las instalaciones del mismo, a una distancia aproximada de 25 metros de la zona de beneficio y a aproximada de 30 metros de las viviendas aledañas.

B. Afluente:

Las aguas residuales del proceso de beneficio son direccionadas hacia la PTAR por medio de canaletas de 30 cm. de ancho cubiertas con rejillas en platina de $\frac{3}{4}$ (Dentro de la zona de beneficio), las cuales conducen el agua a un canal de concreto de 30 cm de ancho, 30 cm de profundidad y 10 de grosor (Fuera de la zona de beneficio); el canal recorre un aproximado de 15 metros no lineales desde la salida del área de beneficio hasta el ingreso al sedimentador.

C. Componentes de la PTAR:

La PTAR es compuesta por un sedimentador primario de dimensiones: 5 m. de largo, 1.5 m. de ancho y 1m. de profundidad, con una capacidad no especificada en documentos proporcionados por la administración del matadero municipal; un pozo percolador de 3,00 m de diámetro y 4,42 de profundidad; seguido de un pozo séptico de dimensiones: 9m. de largo y 3,20 m. de ancho, con una profundidad aproximada de 2 m.

D. Disposición del Agua residual Tratada

El retiro del agua residual tratada es por medio de una cisterna, cuyo contenido es vertido en el último buzón de la troncal que se encuentra bajo la Av. Collpa.

4.2. Aplicación de lista de chequeo

La aplicación de una lista de chequeo, adaptada del Reglamento Nacional de Edificaciones OS. 090 Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales (adjuntada en Anexo 08), a los procesos del tratamiento de aguas residuales mostraron los resultados plasmados en la siguiente tabla:

Tabla 9
Resultados de aplicación de Lista de Checkeo

VISITA DE INSPECCIÓN TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE MATADERO MUNICIPAL DE TACNA "MARIO REYNALDO EYZAGUIRRE YAÑEZ"				
FECHA DE VISITA:	15/10/2019	REALIZADO POR:	Bach. Yannela Huarachi Núñez	
DEPARTAMENTO	Tacna	Ubicación: Matadero Municipal de Tacna - Pago Vilauta S/N		
OBJETIVO DE LA VISITA	Evaluar la remoción del tratamiento de aguas residuales de la actividad de beneficio animal del matadero municipal de Tacna			
TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL PROCESO DE BENEFICIO DE MATADERO MUNICIPAL DE TACNA	ITEM	CUMPLIMIENTO		OBSERVACIONES
	Manual de Operaciones		No	No se presenta manual de operaciones indicado en el ítem 4.2.3.2 y 5.1.4.1 del RNE OS.090
	Planos del tratamiento de aguas residuales	Si		Presenta planos del percolador, planos donde se detalla dimensionamiento de canal abierto y caja derivadora
	Estructura de excesos		No	no presenta estructura de rebose previo al tratamiento estipulado por RNE OS. 090 ítem 5.1.2
	Cerco perimétrico		No	no presenta cerco perimétrico estipulado por RNE OS. 090 ítem 4.2.5
	Cribas		No	No presenta criba de inclusión obligatoria previa a filtros percoladores según ítem 5.5.4.2 del RNE OS. 090
	Medidor de caudal		No	No cuenta con medidor de caudal, unidad de incluir obligatoria luego de cribas y desarenadores según ítem 5.3.3.1 del RNE OS.090
	Desarenadores		No	No presenta desarenador de inclusión obligatoria para tratamientos que cuentan con sedimentadores según ítem 5.3.2.1 de la OS. 090
	Sedimentación primaria	Si		Presenta sedimentación primaria de inclusión obligatoria previa a filtros percoladores según ítem 5.5.4.2 de la norma técnica OS. 090
	Filtros percoladores	Si		No presenta mantenimiento
	Sedimentación secundaria		No	Presenta sedimentación secundaria de inclusión obligatoria posterior a filtros percoladores según ítem 5.5.4.2 de la norma técnica OS. 090
	Tanque séptico	Si		Se evidencia falta de mantenimiento y tapas de concreto

Nota: Elaboración propia

La aplicación de la lista de chequeo evidenció el cumplimiento del 36.4 % de los ítems estipulados en el Reglamento Nacional de Edificaciones OS. 090 Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales.

4.3. Caudal afluente de la PTAR del Matadero Municipal de Tacna

Se realizó la medición de caudales afluentes de la PTAR por una semana, de la información recolectadas podemos determinar que el caudal promedio que ingresa a la PTAR. Los resultados obtenidos se muestran en la siguiente Figura:

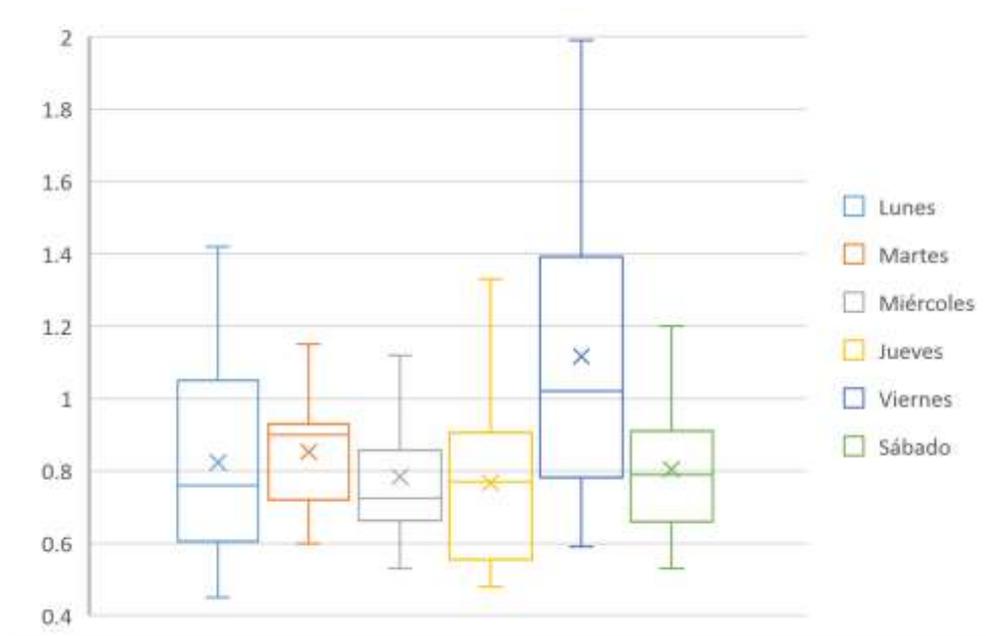


Figura 4. Variación del caudal afluente al tratamiento de aguas residuales

Según los datos hallados, podemos determinar que el día con mayor caudal afluente registrado y con más alto caudal promedio es el día viernes, con un valor máximo de 1.9 l/s, el día con menor caudal registrado, diferente a cero, es el día lunes con 0.45 l/s.

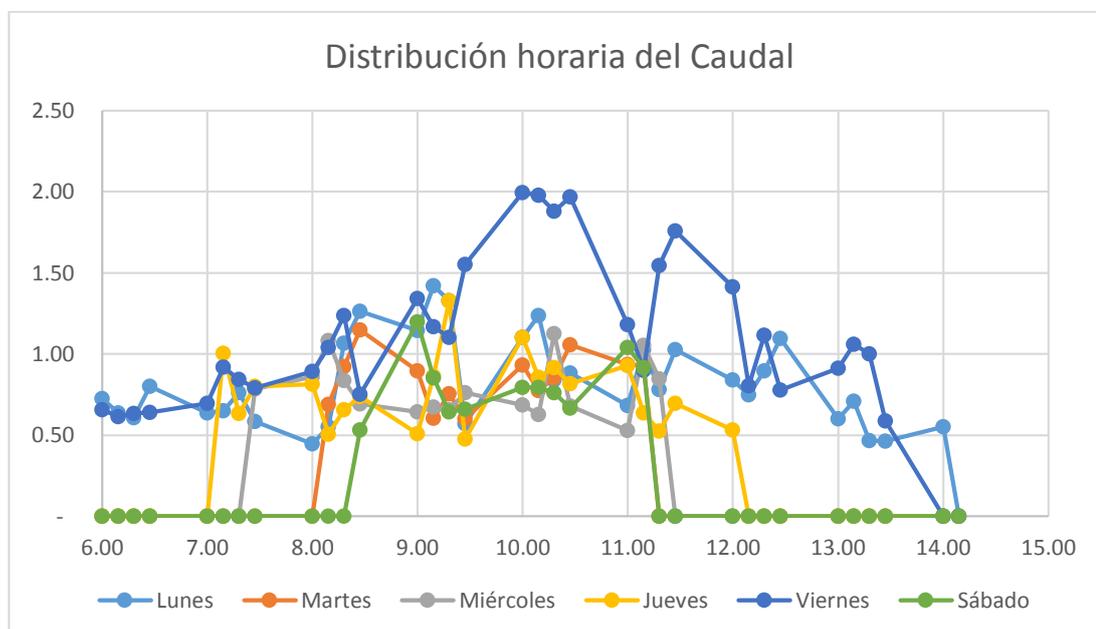


Figura 5 Curvas de distribución horaria del caudal semanal

Los caudales varían usualmente entre 0.5 l/s y 1.0 l/s, sin embargo, existe una varianza entre las 10 y las 11 horas con un caudal superior al mencionado, se presume que se trata de ingreso de agua a causa de la actividad de lavado de vísceras y/o vertido de agua de escaldado. Se afirma que el comportamiento de los caudales horarios es muy errático.

4.4. Calidad de agua residual

La tabla 10 muestra los resultados del análisis de laboratorio

Tabla 10
Composición del agua residual cruda y posterior a cada proceso del sistema de tratamiento

Parámetros establecidos por normativa	Unidad	Aguas residuales crudas	Salida del sedimentador primario	Salida del Percolador	Salida de pozo séptico
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	mg/l	4630	5195	7733	8417
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/l	6400	12127	12753	15667
Sólidos Suspendidos totales (SST)	mg/l	2136	1046	2763	4753
Aceites y Grasas (A y G)	mg/l	1797	16.23	249,4	26,20
Nitrógeno Amoniacal (NH⁴)	mg/l	9,825	54,30	29,48	600,5

Nota: Elaboración propia

Las siguientes figuras muestran la variación de concentraciones de los parámetros en estudio; los puntos de muestreo AR-1, AR-2, AR-3 y AR-4 corresponden a las aguas residuales crudas, salida del sedimentador primario, salida de percolador y salida de pozo séptico respectivamente.

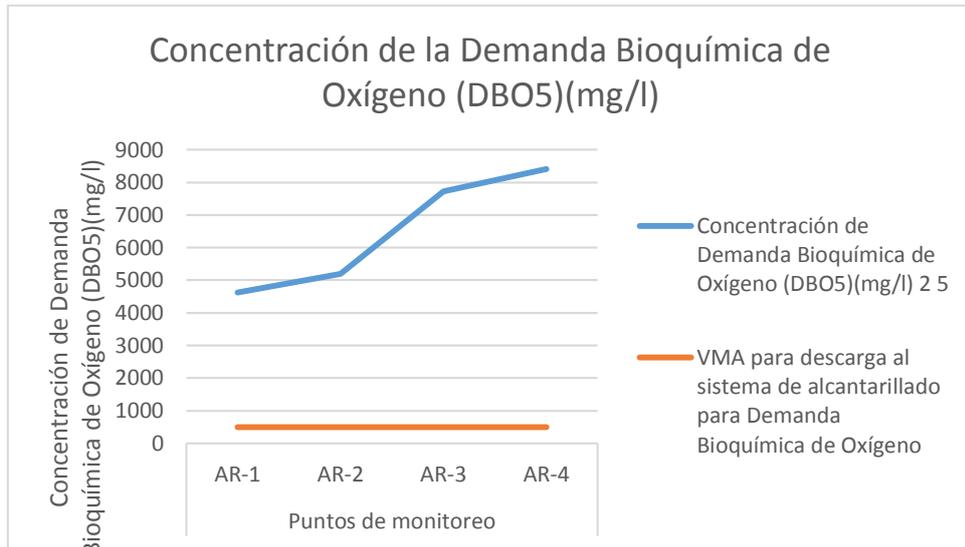


Figura 6 Variación de la concentración de la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)(mg/l) en el sistema de tratamiento de aguas residuales

Observamos el incremento progresivo de la concentración de la Demanda Bioquímica de Oxígeno, superando, de comienzo a final del tratamiento, los Valores Máximos Admisibles.

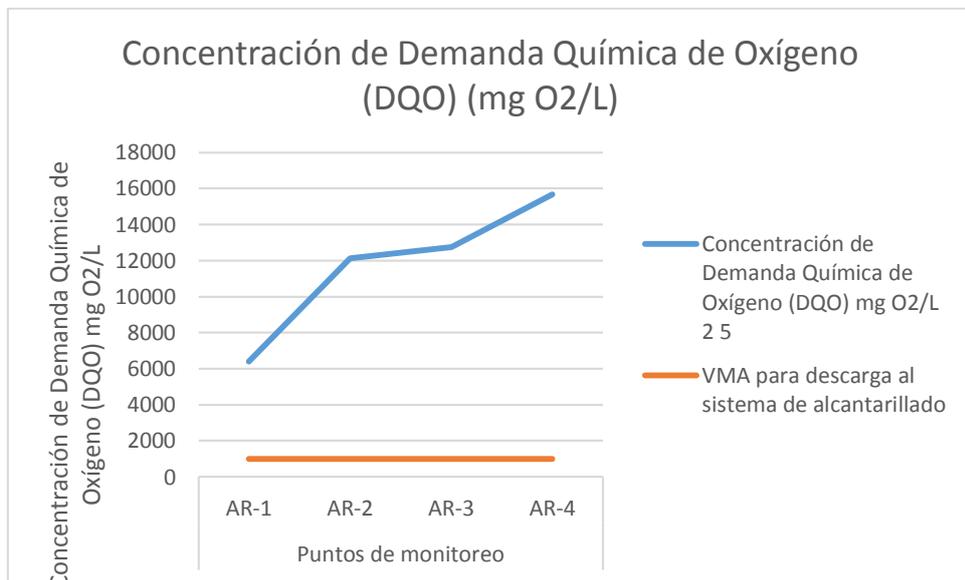


Figura 7 Variación de la concentración de Demanda Química de Oxígeno (DQO) (mg O2/L) en el sistema de tratamiento de aguas residuales

Observamos el incremento progresivo de la concentración de la Demanda Química de Oxígeno, superando, de comienzo a final del tratamiento, los Valores Máximos Admisibles

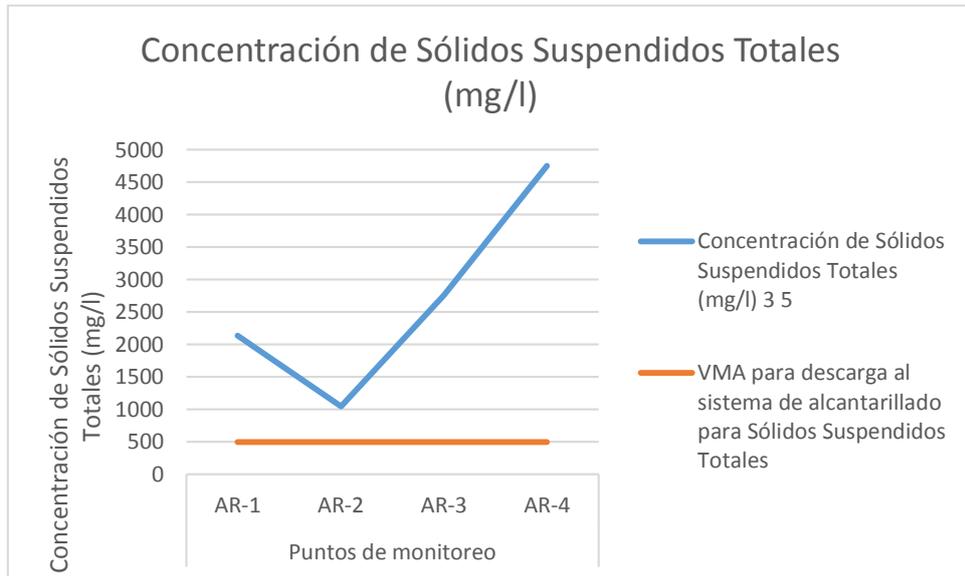


Figura 8 Variación de la concentración de Sólidos Suspendedos Totales (mg/l) en el sistema de tratamiento de aguas residuales

Observamos la disminución de concentración del parámetro al pasar por el sedimentador primario, seguido del aumento en los siguientes procesos, siendo la concentración, de comienzo a final del tratamiento, mayor a lo establecido los Valores Máximos Admisibles.

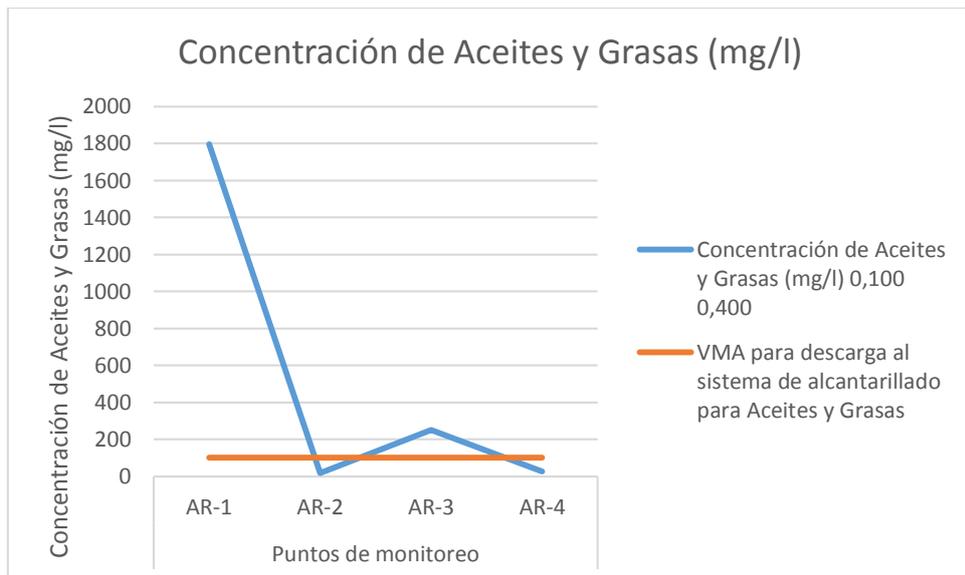


Figura 9 Variación de la concentración de Aceites y Grasas (mg/l) en el sistema de tratamiento de aguas residuales

Se observó la disminución y aumento intercalado de la concentración de grasas y aceites al pasar por los diferentes procesos de la PTAR, presentando el agua residual al final del tratamiento una concentración menor a lo establecido por los Valores Máximos Admisibles.

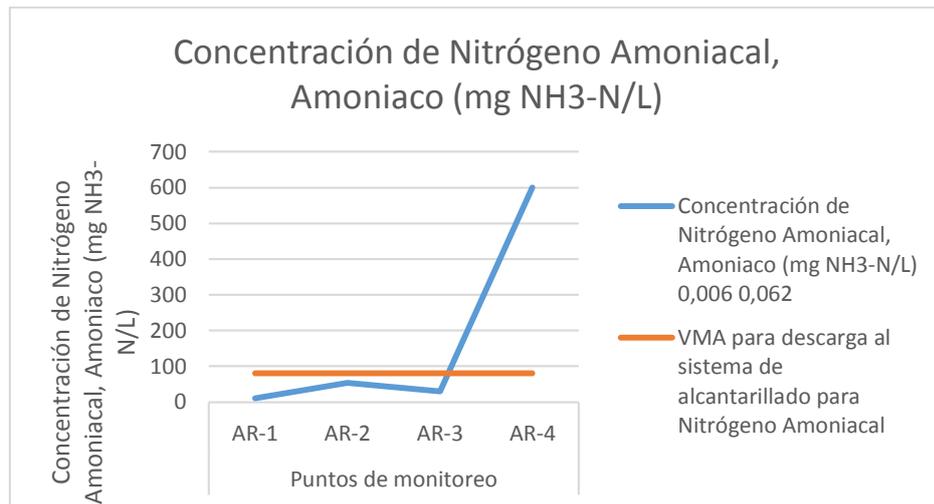


Figura 10. Variación de la concentración de Nitrógeno Amoniacal, Amoniac (mg NH₃-N/L)

Se observó el aumento y disminución intercalado de la concentración de nitrógeno amoniacal al pasar por los procesos de la PTAR, conteniendo el agua residual al final del tratamiento una concentración mayor a lo establecido por los Valores Máximos Admisibles

De la evaluación de los resultados emitido por Informe N° 514/2020 e Informe N°515/2020, los parámetros establecidos en el D.S.N°010-2019-VIVIENDA tales como: Demanda Bioquímica de Oxígeno, Demanda Química de Oxígeno, Sólidos Suspendidos Totales y Nitrógeno Amoniacal tienen una concentración superior a lo especificado por la norma teniendo como causa probable la falta de unidades de pre y post tratamiento a su vez de la falta de dimensionamiento de las unidades en base a una caracterización de las aguas provenientes del beneficio animal.

4.5. Evaluación y Selección del tratamiento para los efluentes

Se consideró las ventajas y desventajas del tratamiento por escoger, por tal motivo se determinó los siguientes factores:

A. Eficiencia de remoción:

Disminución de concentración de DBO, DQO y SST

B. Costos de operación y mantenimiento:

Dentro de los parámetros a considerar en la elección de un tratamiento es la evaluación de costos de mano de obra, costos de energía, herramientas y materiales.

C. Área de trabajo:

Área requerida para la instalación de un tratamiento de aguas residuales lo cual debe ser menor al área disponible en el matadero municipal.

D. Consumo de energía:

Factor importante en la toma de decisión en consideración del reducido presupuesto designado al tratamiento de aguas residuales.

E. Mano de Obra:

El mantenimiento de tratamientos de aguas requiere de la presencia de personal calificado para la materia, lo cual elevaría el presupuesto designado.

F. Generación de lodos:

Este factor determina la cantidad de residuos sólidos generados por el tratamiento, necesario la consideración de este factor al poder necesitar un presupuesto para su disposición final o posible reutilización, siendo la cantidad de residuos sólidos y presupuesto directamente proporcional.

La confrontación de factores se realizó aplicando el criterio de relación, siendo esto determinado por medio de relación y conexión, dando el valor de 1 en caso hubiera relación entre factores y el valor 0 en caso de no existir relación.

Tabla 11
Análisis entre factores ponderados

Factores	A	B	C	D	E	F	CONTEO	PONDERADO (%)
A	-	1	1	1	1	1	5	22.73
B	1	-	1	1	1	1	5	22.73
C	1	1	-	0	1	1	4	18.18
D	1	1	0	-	0	0	2	9.09
E	1	1	1	0	-	0	3	13.64
F	1	1	1	0	0	-	3	13.64
TOTAL							22	100

Nota: Elaboración propia

Tabla 12
Rango de calificación

ESCALA	PUNTAJE
EXCELENTE	100
MUY BUENA	80
BUENA	60
REGULAR	40
MALA	20

Nota: Elaboración propia

Los factores ponderados se calificaron según la escala y rango determinados en las tablas anteriores, dando como resultado la siguiente tabla:

Tabla 13
Calificación de los factores para cada tratamiento analizado

Factor	Ponderado (%)	Lagunas de estabilización		Lodos activados		Biofiltros		Humedales artificiales		R.A.F.A		Filtros Percoladores	
		Calif.	Puntaje	Calif.	Puntaje	Calif.	Puntaje	Calif.	Puntaje	Calif.	Puntaje	Calif.	Puntaje
A	22,73	60	13,64	80	18,18	60	13,64	40	9,09	60	13,64	60	13,64
B	22,73	80	18,18	40	9,09	40	9,09	60	13,64	60	13,64	40	9,09
C	18,18	60	10,91	40	7,27	80	14,55	40	7,27	80	14,55	80	14,55
D	9,09	100	9,09	40	3,64	60	5,45	60	5,45	80	7,27	80	7,27
E	13,64	40	5,45	60	8,18	60	8,18	60	8,18	60	8,18	80	1,91
F	13,64	20	2,73	40	5,45	60	8,18	60	8,18	80	10,91	60	8,18
TOTAL		60,00		51,82		59,09		51,82		68,18		63,64	

Nota: Elaboración propia

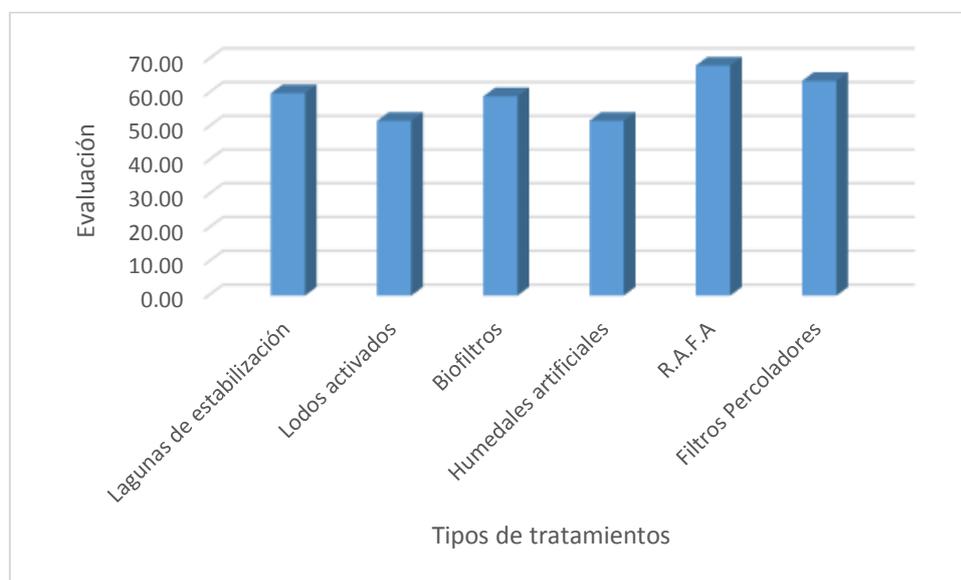


Figura 11 Resultados de la evaluación de tipos de tratamientos

El tratamiento seleccionado como adecuado fueron los Reactores Anaerobios de Flujo Ascendente, al recibir mayor puntaje en comparación a los demás tratamientos.

En todo tratamiento de aguas residuales es de necesaria implementación el tratamiento preliminar, ayudando esto a la separación del agua residual de cualquier material que pueda generar problemas tales como atoro de tuberías, entre otros. Es

por tal motivo la necesaria inclusión de rejillas de desbaste de tipo manual o automático, lo cual ayudaría a la remoción de trozos de grasa, pelos, restos de huesos, coágulos, ente otros; como siguiente unidad necesaria al PTAR encontramos a la Trampa de grasas, lo cual permitiría la eliminación de grasas y aceites a su vez de material flotante de menor densidad; en consideración a la elección de tratamiento secundario a un reactor anaerobio de flujo ascendente, en base a la norma OS.090 y a los resultados de la caracterización de las aguas residuales, es necesario la inclusión de un sedimentador primario previo al tratamiento secundario y un sedimentador secundario post RAFA.

Teniendo en cuenta el exceso de concentración de Nitrógeno amoniacal para dar cumplimientos de los VMA, es que es necesaria la implementación de un tratamiento terciario tal como Nitrificación – Des nitrificación.

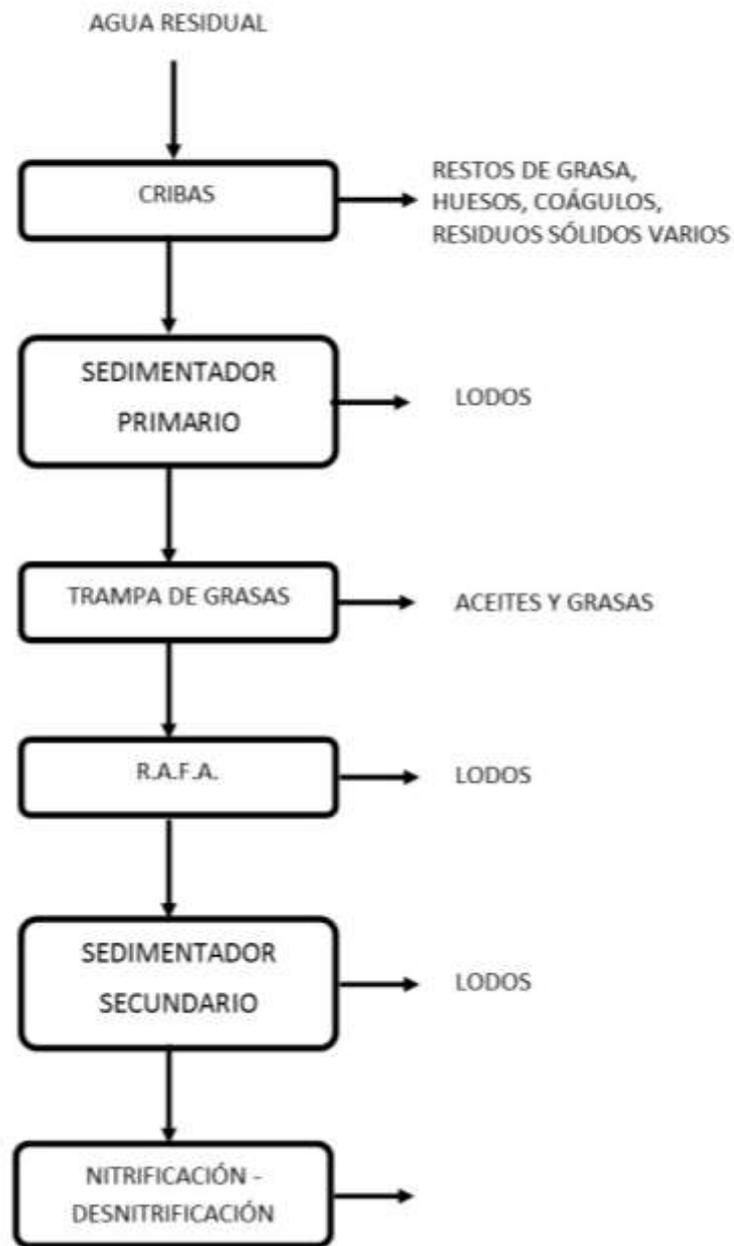


Figura 12 Diagrama del Proceso de Tratamiento de Aguas Residuales Propuesto para las aguas residuales del proceso de beneficio del Matadero Municipal de Tacna

Considerando la elección de Reactores anaerobios de flujo ascendente como tratamiento secundario de las aguas residuales provenientes de la actividad de beneficio, se presenta la siguiente tabla con las características de dichos reactores.

Tabla 14

Características del Reactor anaerobio de Flujo Ascendente(RAFA)

Reactor Anaerobio de Flujo Ascendente	
Factor	Características
Área de construcción	El área necesaria para la construcción de la infraestructura es pequeña
Costos de Construcción	Costo elevado, al ser necesario el uso de material de buena calidad
Costos de Mantenimiento	Costo bajo, requerimiento de limpieza de unidad y retiro de lodos
Limitantes ambientales	Producción de olores y presencia de vectores
Limitantes Climáticas	Necesidad de clima templado para % de remoción altos
Residuos Producidos	Lodos y biogás
Compuestos químicos	Ninguno
Necesidad de Energía Eléctrica	Ninguno
Unidades pre – post necesarias	Según OS. 090 requiere Cribas, sedimentador primario y sedimentador secundario
Personal capacitado	Necesidad de personal capacitado
Grado de complejidad	Intermedio, necesaria presencia de personal capacitado

Adaptado de “Plan de Gestión, Manejo, Tratamiento de vertimientos líquidos y subproductos de la Planta de Beneficio de Ganado Municipio de San Francisco, Cundinamarca” por T. Bolaños, 2016

4.6. Alternativas de manejo de residuos

Diversos residuos sólidos no son valorados, por tal motivo se presenta la siguiente tabla, la cual señala alternativas para los mismos.

Tabla 15

Alternativas de Manejo de Residuos generados en el proceso de beneficio

	Compostaje	Biodigestión	Relleno Sanitario	Incineración
Sangre		x	x	
Estiércol	x	x		
Residuos de alimentos	x	x		

Contenido				
Ruminal	x	x		
Grasas	x	x	x	
Cuernos, pezuñas y otros no comestibles				x
Órganos decomisados				x
Animales muertos				x

Nota: Adaptado de "Guía para el manejo de residuos sólidos en rastros y mataderos municipales" por M.Bonilla, 2007

Para el manejo de ciertos residuos, se propone las siguientes alternativas:

4.6.1. Manejo y aprovechamiento de sangre

El volumen de la sangre de un animal es aproximadamente la siguiente:

Tabla 16

Volumen de sangre que puede ser obtenida en el proceso de beneficio

ESPECIE	% DE SANGRE DEL PESO VIVO
BOVINO	4-5%
PORCINO	2-3%
OVINO	2-3%

Nota: Adaptado de "Manejo y Aprovechamiento de Subproductos y Residuos en Plantas de Beneficio Animal" por Corporación Autónoma Regional de Cundicamarca, 2008

Considerando la cantidad al día generada por el proceso de beneficio se recomienda la recolección de sangre, la cual debe ser hecha con un cuchillo hueco conectado a una bolsa de plástico o a una manguera, la cual conducirá a un recipiente en buen estado y limpio.

Entre los usos que se puede dar a la sangre encontramos:

- Usos de la sangre para consumo humano
 - Elaboración de morcilla: producto cárnico en base a sangre, grasa, productos vegetales y condimentos
- Preparación de sopas con suero sanguíneo
 - Elaboración de harina de sangre

- Usos de sangre para nutrición animal

Elaboración de harina de sangre como complemento alimenticio para porcinos.

4.6.2. Manejo y aprovechamiento de contenido ruminal

Entre los usos que se puede dar al contenido ruminal encontramos:

- Uso de contenido ruminal para alimentación animal.

El contenido ruminal en un porcentaje de 15%, con la adición de raspadura de rumen, melaza, sebo y afrecho en porcentajes 25, 5,3 y 52 % respectivamente da como resultado la composición de un ensilado para aves.

- Uso del contenido gastrointestinal en lombricultura

En camas conformadas de un 70% contenido ruminal y estiércol y 30% de desechos vegetales es factible la crianza de lombrices, siendo la de mayor utilidad la Roja Californiana, permitiendo este medio la cuadruplicación de la población de las mencionadas lombrices cada 120 días, obteniendo como producto humus, el cual es un abono 100% orgánico.

- Producción de abono

El contenido ruminal en conjunto con estómagos, intestinos y sangre pueden ser aprovechados para la producción económica de abono por medio de un proceso de fermentación.

4.6.3. Manejo de decomisos

El matadero municipal debe disponer de envases y áreas ubicados en lugares lo suficientemente alejados para evitar que los comisos que sean depositados no sean una fuente de contaminación ambiental.

Una vez completada la faena los decomisos deben incinerarse tal como es indicado en el D.S. 016-2012-AG, Decreto Supremo que Aprueba el Reglamento del Manejo de los Residuos Sólidos del Sector Agrario en el capítulo VII, artículo 29, inciso 29.2 Residuos de establecimientos de beneficio de animales mayores

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN

- La aplicación de las propuestas de reducción en los factores que influyen en el funcionamiento de la PTAR lograría una reducción considerable de la carga orgánica de las aguas residuales dando como resultado un mejor funcionamiento de la PTAR, menor de generación de olores, disminución en la acumulación de residuos sólidos en los procesos y reducción de presencia de vectores, siendo el principal beneficiario de dichos cambios el medio ambiente a su vez de la población aledaña al área de estudio, la cual reduciría en gran medida su desaprobación a las actividades realizadas por el matadero.
- Se encontraron concentraciones superiores en los parámetros de DBO₅, DQO, SST y Nitrógeno Amoniacal, los mismos que son establecidos por el D.S N°010-2019-VIVIENDA, coincidiendo con Oficio N°1260-2019/300.700/EPS TACNA S.A. el cual notifica el exceso de concentración de los VMA., por tal motivo es que se determina que existe la colmatación y/o mal diseño de las actuales unidades de la PTAR.
- La selección adecuada de alternativas de tratamiento de aguas residuales, es de vital importancia para la remoción correcta concentraciones de parámetros como DBO₅, DQO, SST y Nitratos, los cual evitará el exceso de concentración de los VMA e incluso como lo indica Peralta (2017), el uso de las aguas residuales tratadas de un matadero municipal para el riego de plantas de tallo corto bajo los parámetros sugeridos por la Organización Mundial de la Salud.
- El dar un valor agregado a los residuos generados en el proceso de beneficio, traería múltiples ventajas: el uso de la sangre para la elaboración de morcilla, harina de sangre, entre otros, disminuiría la carga orgánica de las aguas residuales, ya que la sangre no ingresaría a la PTAR junto con las aguas crudas. La valorización del contenido ruminal daría como resultado una menor presencia de los mismos en la PTAR, evitando esto problemas usuales como la obstrucción de los canales y la colmatación de las unidades (sedimentador, percolador y pozo séptico).

CONCLUSIONES

- Se plasmó la propuesta de mejora al funcionamiento del sistema de tratamiento de las aguas residuales de la actividad de beneficio del matadero municipal de Tacna "Mario Reynaldo Eyzaguirre Yañez", el cual consistió en recomendación de unidades que deben ser incluidos en la PTAR, a su vez de recomendaciones para la valorización de los residuos generados en el beneficio animal.
- La caracterización de los afluentes y efluentes del tratamiento de aguas residuales del proceso de beneficio, dieron como resultado para el parámetro DBO_5 una concentración en el afluente de 4630mg/l y del efluente de 8417 mg/l, en el parámetro DQO, 6400 mg/l y 15667 mg/l, SST 2136 mg/l y 4753 mg/l, Aceites y Grasas, 1797mg/l y 26.20 mg/l y Nitrógeno amoniacal 9.825 mg/l y 600.5 mg/L; a su vez se determinó un caudal promedio de 0.82 l/s, caudal mínimo 0.45 l/s y 1.99 l/s de caudal máximo.
- En base al caudal y la calidad del agua proveniente del beneficio animal, es que se determinó como necesarias las siguientes unidades: cribas, sedimentador primario, trampa de grasas, R.A.F.A., sedimentador secundario y nitrificación-nitrificación.
- Se planteó una propuesta para la reducción de ingreso de residuos al tratamiento de aguas residuales del beneficio animal, siendo este plasmado en una serie de recomendaciones para la valorización y correcto manejo de residuos generados en el proceso de beneficio.

RECOMENDACIONES

De acuerdo a la observación y desarrollo del presente informe de tesis, es que podemos dar las siguientes recomendaciones:

- Reemplazar el agua arrojada en baldes en el proceso de evisceración por el uso de pistolas de agua a presión.
- La sangre generada en el proceso de desollado puede ser almacenada en almacenes adecuados con el fin de poder ser aprovechada, pudiéndose convertir en morcilla, harina de sangre y/o complemento alimenticio para porcinos.
- Es recomendable la sensibilización a usuarios y matarifes en evitar el arrojado de sólidos (vísceras, cachos, botellas plásticas, entre otros) a las canaletas que conducen el agua sin tratar.
- Se recomienda cambiar el cubrimiento del canal por rejillas de platina en su totalidad o por alguna estrategia similar, reemplazando la placa de concreto que existe en la actualidad, la cual no permite visualizar los lugares donde los residuos sólidos obstruyen el canal (especialmente vísceras y cachos) hecho que podría provocar en un futuro el desborde del canal.
- Se recomienda la implementación de una planta de tratamiento de aguas residuales donde se considere como unidades mínimas: cribas, sedimentador primario, trampa de grasas, un tratamiento secundario (ya sea aerobio o anaerobio), sedimentador secundario y un tratamiento terciario de nitrificación-des nitrificación.
- Dar mantenimiento periódico a las unidades existentes, retirando los lodos generados y residuos sólidos varios que llega a la PTAR, debiendo ser esta actividad realizada por personal con los elementos de protección personal, tales como mandiles, guantes y mascarillas adecuadas, lo cual evitará el contacto de los trabajadores con el agua residual y gases.

- Se recomienda que se implemente un cronograma anual de mantenimiento a la cisterna encargada del transporte y vertimiento de las aguas residuales, permitiendo esto, prevenir posibles problemas mecánicos o de hermeticidad de la cisterna.
- Para dar cumplimiento a la normativa relacionada a Seguridad y Salud en el Trabajo y evitar posibles multas, se recomienda la entrega de elementos de protección personal adecuados a los trabajadores encargados de la disposición final, tales como guantes, mascarillas, overoles, entre otros; a su vez, brindarles información respecto a los riesgos a los que están expuestos.
- Se recomienda realizar una caracterización detallada del agua residual generada en planta en futuras investigaciones, a fin de determinar la diferencia de concentraciones de parámetros al momento de beneficio y limpieza de planta, primordialmente, el grado de concentración de cloro, el cual podría afectar la cantidad de microorganismo en un tratamiento biológico.
- A su vez, se recomienda que en el diseño de un nuevo sistema de tratamiento de aguas residuales se considere el crecimiento de la población y por ende del consumo de carne con el fin de evitar un colapso del tratamiento a futuro, siendo este diseñado por un especialista en el material tal como un ingeniero sanitario.
- Dar cumplimiento al plan de fumigación y desratización.
- Mantener la estrategia para mitigar olores del tratamiento de aguas residuales en base a cal.
- Adicionar las buenas prácticas hacia el medio ambiente en el reglamento interno bajo el que se rige el matadero municipal.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BALAO, J. A. (01 de Enero de 2008). *Escuela de Organización Industrial* . Recuperado el 16 de Octubre de 2017, de <https://www.eoi.es/es/savia/publicaciones/19962/los-vertidos-de-los-mataderos-e-industrias-carnicas>
- Benavides Benavides, L. d. (2006). *Evaluación de la planta de tratamientos de aguas residuales de la central de sacrificio de Túquerres (Nariño)*. Manizales.
- Bolaños Gomez, T. M. (2016). *Plan de gestión, manejo, tratamiento de vertimientos líquidos y subproducción de la planta de beneficio de ganado Municipio de San Francisco, Cundinamarca*. Bogotá.
- Bonilla Padilla, M. (2007). *Guía para el manejo de residuos en rastros y mataderos municipales*. México.
- Bustillo-Lecompte, C. F. (15 de Septiembre de 2015). Slaughterhouse wastewater characteristics, treatment, and management in the meat processing industry: A review on trends and advances. *Journal of Environmental Management*, 161, 287-302. Recuperado el 14 de Octubre de 2017, de <http://www.sciencedirect.com.bdatos.usantotomas.edu.co:2048/science/article/pii/S0301479715301535>
- Cammarota, M. ,. (2006). A review on hydrolytic enzymes in the treatment of wastewater with high oil and grease content. *Bioresource Technology*, 97(17), 2195-2210.
- Celia Ruiz Bernal, C. O. (Diciembre de 2013). *Repositorio Institucional UNI*. Recuperado el Octubre de 2017, de <http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/1613>
- Cisterna Osorio, P., & Peña, D. (2000). *Biblioteca Virtual de desarrollo sostenible y salud ambiental - Organización Panamericana de la Salud*. Recuperado el 15 de Octubre de 2017, de <http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/chile13/trab-12.pdf>
- D´Alessandri Romero, M. C. (2012). *Caracterización y tratamiento de agua residual proveniente de las plantas de producción*.

- Espinoza Peralta, S. (2017). *Alternativas de tratamiento de agua residuales del camal municipal del Distrito de Tumbán*. Chiclayo.
- Facultad de Ingeniería . (2017). *Manual para la presentación de planes e informes de investigación*. Tacna: Universidad Privada de Tacna.
- Gilberto Salas C., C. C. (2008). TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES DE UN CENTRO DE BENEFICIO O MATADERO DE GANADO. *Revista Peruana de Química e Ingeniería Química*, XI(1), 29-35. Recuperado el 16 de Octubre de 2017
- Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2010). *Clasificación Industrial Internacional Uniforme*. Lima .
- Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2018). *Resultados Definitivos de los Censos Nacionales 2017-Tacna (Vol. I)*. Obtenido de https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1564/
- Menéndez Gutierrez, C., & Pérez Olmo, J. (1991). *Procesos para el tratamiento biológico de aguas residuales industriales*. Cuba.
- Metcalf & Eddy, INC. (1995). *Ingeniería de Aguas Residuales - Tratamiento, Vertido y Reutilización (Vol. I)*. Madrid.
- Ministerio de Agricultura y Riego. (2015). *Manual N°5 Medición de agua*. Lima.
- Mittal, G. (2006). Treatment of wastewater from abattoirs before land application. *Bioresource Technology*, 97(9), 1119-1135.
- Montoya, G. V. (2009). *Biblioteca virtual de desarrollo de desarrollo sostenible y salud ambiental- Organización Panamericana de la Salud*. Recuperado el 14 de Octubre de 2017, de <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/scan2/05862/05862-09.pdf>
- Municipalidad Provincial de Tacna. (2015). *Mantenimiento del camal municipal "Mario Eyzaguirre Yañez" de Tacna*. Plan de Trabajo, Municipalidad Provincial de Tacna, Tacna.
- OEFA. (2017). *Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental*. Recuperado el Julio de 2019, de https://www.oefa.gob.pe/?wpfb_dl=7827
- Orozco Jaramillo, A. (2005). *Bioingeniería de aguas residuales - Teoría y Diseño* .

- Ramalho, R. S. (2003). *Introduction to Wastewater Treatment Processes* (Segunda ed.). Sevilla, España: Reverté, S.A. Recuperado el 15 de Octubre de 2017, de <https://books.google.com.co/books?id=30etGjzPXyWC&pg=PA472&lpg=PA472&dq=biol%C3%B3gicos+aerobios+descritos+anteriormente+suponen+la+presencia+de+un+crecimiento+biol%C3%B3gico+que+se+mantiene&source=bl&ots=OCpgBYcAn5&sig=PF8H7rQEIY6x9vUWTul8CXsC1og&hl=es-4>
- Romero Rojas , J. A. (1999). *Tratamiento de aguas residuales. Teoría y principios de diseño*. Bogotá: Escuela Colombiana de Ingeniería.
- Taveras, M. A., Silva, M., Flores Chang, F., & de León, M. (2011). *Guía para Buenas Prácticas Ambientales en Mercados y Mataderos*. República Dominicana .
- Tchobanoglous, G., & Metcalf Eddy, E. (1996). *Ingeniería de aguas residuales: Tratamiento, vertido y reutilización* (Tercera ed., Vol. 1). México: Mc Graw Hill.
- Torkian, A. E. (2003). The effect of organic loading rate on the performance of UASB reactor treating slaughterhouse effluent. *Resources, Conservation and Recycling*, 40(1), 1-11.

ANEXOS

Anexo 1

Matriz de consistencia

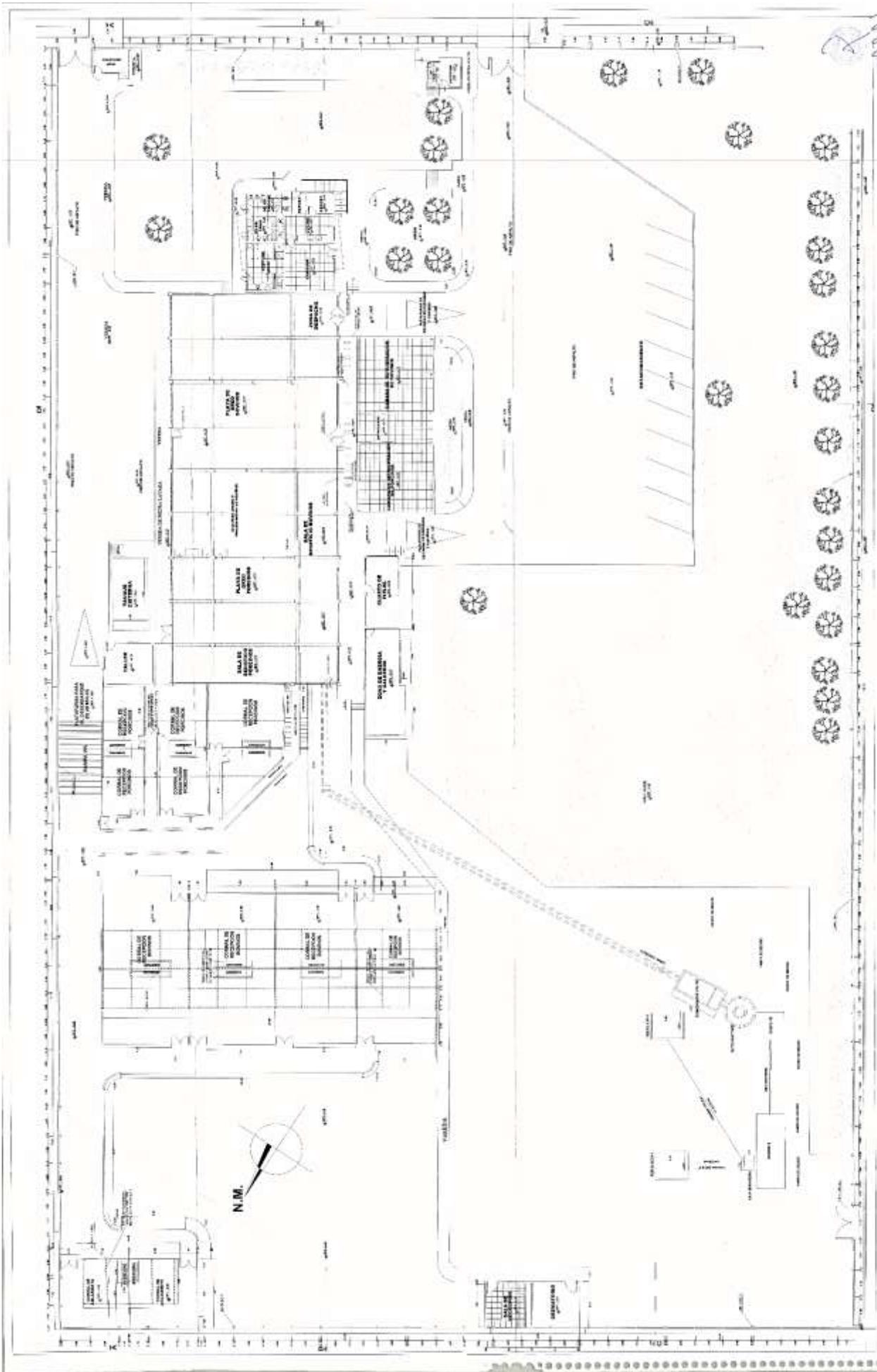
Interrogante del Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Indicadores	Métodos	Prueba Estadística o Estrategia
<p>Problema General:</p> <p>¿Cuáles son las propuestas para la mejora del tratamiento de las aguas residuales de la actividad de beneficio del matadero municipal de Tacna "Mario Reynaldo Eyzaguirre Yañez" ?</p>	<p>Objetivo general:</p> <p>Proponer mejoras al tratamiento de aguas residuales de la actividad de beneficio del matadero municipal de Tacna "Mario Reynaldo Eyzaguirre Yañez"</p>	<p>Hipótesis general:</p> <p>Implementar las propuestas de mejora del sistema de tratamiento de aguas residuales del matadero municipal de Tacna "Mario Reynaldo Eyzaguirre Yañez" permite que las descargas de residuos líquidos al alcantarillado no excedan los VMA</p>	<p>Variables dependientes:</p> <p>Concentración de DBO5</p> <p>Concentración de DQO</p> <p>Concentración de Sólidos Suspendidos totales</p> <p>Grasas y Aceites</p> <p>Concentración de Nitrógeno amoniacal</p> <p>Variables independientes:</p> <p>Tratamiento de aguas residuales</p>	<p>mg/L</p> <p>Mg o2/L</p> <p>mg/L</p> <p>mg/L</p> <p>mgNH3-N/L</p>	<p>SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23rd Ed. 2017</p> <p>SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 23rd Ed. 2017</p> <p>SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 23rd Ed, 2017.</p> <p>ASTM D7066-04</p> <p>SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500NH3 D, 22nd Ed. 2012</p>	<p>Monitoreo a los efluentes según protocolo nacional de la calidad de los recursos hídricos superficiales(Autoridad Nacional del Agua ,2018)</p>

Problemas específicos:	Objetivos específicos	Hipótesis específicas:				
¿Cuáles serán las concentraciones de DBO, DQO, GyA, Sólidos suspendidos totales y Nitrógeno Amoniacal de los efluentes de las actividades de beneficio del matadero municipal de Tacna?	Caracterizar las aguas residuales afluentes y efluentes del tratamiento de aguas residuales del matadero municipal.	Las concentraciones fisicoquímicas de los efluentes del tratamiento de las aguas residuales provenientes de la actividad de beneficio son superiores a los permitidos por normativa peruana vigente				
¿Cuál será el tratamiento adecuado de las aguas residuales de la actividad de beneficio del matadero municipal?	Realizar una selección adecuada de alternativa de tratamiento de aguas residuales del matadero municipal.	La elección adecuada de unidades en el tratamiento de aguas residuales permite la remoción adecuada de los parámetros fisicoquímicos				
¿Cuáles serán las soluciones más viables para la reducción de factores que influyen en el mal funcionamiento del tratamiento de aguas residuales del matadero municipal?	Plantear una propuesta de reducción a los factores que influyen en el funcionamiento del tratamiento de aguas residuales del matadero municipal de Tacna.	La implementación de las propuestas de reducción permitirán la mejora del tratamiento de aguas residuales del matadero municipal de Tacna.				

Anexo 2

Plano de Ubicación

**Anexo 3 Planimetría
General del Matadero
Municipal de Tacna**



PLANIMETRÍA GENERAL

Anexo 4

Registro Fotográfico



















Anexo 5

Informes de Ensayo



INFORME DE ENSAYO: 514/2020

RESULTADOS ANALITICOS

Muestras del ítem: 1

N° ALS	5455/2020-10
Fecha de Muestreo	03/01/2020
Hora de Muestreo	10:40:00
Tipo de Muestra	Agua Residual Industrial
Identificación	AR1

Parámetro	Ref. Mét.	Fecha de Ensayo	Unidad	LD	LQ	Resultado
003 ENSAYOS FISICOQUIMICOS						
Demanda Bioquímica de Oxígeno	1828	04/01/2020	mg/L	2	5	4630
Demanda Química de Oxígeno	12336	09/01/2020	mg O ₂ /L	2	5	6400
Nitrógeno Amoniacal	11620	08/01/2020	mg NH ₃ -N/L	0,006	0,062	9,825
Sólidos Suspendidos Totales	20513	05/01/2020	mg/L	3	5	2136
005 ENSAYOS POR CROMATOGRAFIA						
Aceites y Grasas*	12261	06/01/2020	mg/L	1,0	5,0	1797

Observaciones

- (*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA.
- LD: Límite de detección.
- LQ: Límite de cuantificación.
- Ref. Mét.: Código interno que referencia a la metodología de análisis.
- Las fechas de ejecución del análisis para los ensayos en campo realizados por ALS LS Perú S.A.C., se refiere a las fechas indicadas como fecha de muestreo. No Aplica para datos proporcionados por el cliente.

DESCRIPCION Y UBICACION GEOGRAFICA DE LAS ESTACIONES DE MONITOREO

Estación de Muestreo	Resp.del Muestreo	Tipo de Muestra	Fecha de Recepción	Fecha de Muestreo	Ubicación Geográfica UTM WGS84	Zona	Condición de la muestra	Descripción de la Estación de Muestreo
AR1	Cliente	Agua Residual Industrial	04/01/2020	03/01/2020	—	-	Proporcionado por el cliente	Canaleta de salida de canal (antes de Ingreso a sedimentador)

REFERENCIA DE LOS METODOS DE ENSAYO

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA

Ref. Mét.	Sede	Parámetro	Método de Referencia	Descripción
12261	LME	Aceites y Grasas*	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5520 B, 23rd Ed.2017	Oil and Grease. Liquid-Liquid, Partition-Gravimetric Method
1828	AQP	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23rd Ed. 2017	Biochemical Oxygen Demand (BOD): 5 Days BOD Test
12336	LME	Demanda Química de Oxígeno (DQO)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 23rd Ed. 2017	Chemical Oxygen Demand (COD): Closed Reflux, Colorimetric Method
11620	LME	Nitrógeno Amoniacal, Amoniaco (Skalar)	ISO 11732 (Validado), 2nd. Ed. 2005	Water quality - Determination of ammonium nitrogen - Method by flow analysis (CFA and FIA) and spectrometric detection
20513	AQP	Sólidos Suspendidos Totales	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 23rd Ed, 2017. (Validado).	Solids: Total Suspended Solids Dried at 103-105°C



INFORME DE ENSAYO: 515/2020

RESULTADOS ANALITICOS

Muestras del item: 1

N° ALS LS							5452/2020-1.0
Fecha de Muestreo							03/01/2020
Hora de Muestreo							10:58:00
Tipo de Muestra							Agua Residual Industrial
Identificación							AR-2
Parámetro	Ref. Mét.	Fecha de Ensayo	Unidad	LD	LQ	Resultado	
003 ENSAYOS FISICOQUÍMICOS							
Aceites y Grasas	20493	07/01/2020	mg/L	0,100	0,400	16,23	
Demanda Bioquímica de Oxígeno	1828	04/01/2020	mg/L	2	5	5195	
Demanda Química de Oxígeno	12336	09/01/2020	mg O2/L	2	5	12127	
Nitrógeno Amoniacal	11620	08/01/2020	mg NH3-N/L	0,006	0,062	54,30	
Sólidos Suspendidos Totales	20513	05/01/2020	mg/L	3	5	1046	

N° ALS LS							5453/2020-1.0
Fecha de Muestreo							03/01/2020
Hora de Muestreo							11:07:00
Tipo de Muestra							Agua Residual Industrial
Identificación							AR-3
Parámetro	Ref. Mét.	Fecha de Ensayo	Unidad	LD	LQ	Resultado	
003 ENSAYOS FISICOQUÍMICOS							
Aceites y Grasas	20493	07/01/2020	mg/L	0,100	0,400	249,4	
Demanda Bioquímica de Oxígeno	1828	04/01/2020	mg/L	2	5	7733	
Demanda Química de Oxígeno	12336	09/01/2020	mg O2/L	2	5	12753	
Nitrógeno Amoniacal	11620	08/01/2020	mg NH3-N/L	0,006	0,062	29,48	
Sólidos Suspendidos Totales	20513	05/01/2020	mg/L	3	5	2763	

N° ALS LS							5454/2020-1.0
Fecha de Muestreo							03/01/2020
Hora de Muestreo							11:15:00
Tipo de Muestra							Agua Residual Industrial
Identificación							AR-4
Parámetro	Ref. Mét.	Fecha de Ensayo	Unidad	LD	LQ	Resultado	
003 ENSAYOS FISICOQUÍMICOS							
Aceites y Grasas	20493	07/01/2020	mg/L	0,100	0,400	26,20	
Demanda Bioquímica de Oxígeno	1828	05/01/2020	mg/L	2	5	8417	
Demanda Química de Oxígeno	12336	09/01/2020	mg O2/L	2	5	15667	
Nitrógeno Amoniacal	11620	08/01/2020	mg NH3-N/L	0,006	0,062	600,5	
Sólidos Suspendidos Totales	20513	05/01/2020	mg/L	3	5	4753	

Observaciones

- LD: Límite de detección.
- LQ: Límite de cuantificación.
- Ref. Mét.: Código interno que referencia a la metodología de análisis.
- Las fechas de ejecución del análisis para los ensayos en campo realizados por ALS LS Perú S.A.C., se refiere a las fechas indicadas como fecha de muestreo. No Aplica para datos proporcionados por el cliente.

Anexo 6

Ficha de campo para la
recolección de datos
para la determinación de
caudal por método del
flotador

Universidad Privada de Tacna
Facultad de Ingeniería
Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental



FICHA DE CAMPO

CÁLCULO DE CAUDAL POR MÉTODO DEL FLOTADOR					
Realizado por:	Bach. Yannela Dayanna Huarachi Núñez			Fecha:	
Cantidad de animales beneficiados:	Bovinos:	Porcinos:		Caprinos:	Ovinos:
Factor de Corrección:	0.3	Distancia recorrida	9 metros		

Hora	Tiempo (s)					Altura(m)
	REP 1	REP2	REP3	REP4	REP5	
6.00						
6.15						
6.30						
6.45						
7.00						
7.15						
7.30						
7.45						
8.00						
8.15						
8.30						
8.45						
9.00						
9.15						
9.30						
9.45						
10.00						
10.15						
10.30						
10.45						
11.00						
11.15						
11.30						
11.45						
12.00						
12.15						
12.30						
12.45						
13.00						
13.15						
13.30						
13.45						
14.00						

Anexo 7

Resultados de aplicación
de ficha de campo para
la determinación de
Caudal

Cálculo de Caudal por método de flotador(Fc: 0.3)										
Realizado por:	Bach. Yannela Dayanna Huarachi Núñez				Fecha:	Lunes, 08 de Abril de 2019			Intervalo de toma: 15 min	
Cantidad de animales Beneficiados:	Bovinos:	60	Porcinos:	125	Caprinos:	13	Ovinos:	4		

Hora	Tiempo (s)						Altura(m)	Acho(m)	Área (m2)	Velocidad (m/s)	Caudal(m3/s)	Caudal (L/s)
	REP 1	REP2	REP3	REP4	REP5	PROM						
6.00	16.82	17.93	17.87	19.06	17.77	17.89	0.016	0.3	0.0048	0.50	0.0007244	0.72
6.15	15.37	17.64	15.43	16.72	17.43	16.52	0.013	0.3	0.0039	0.54	0.0006375	0.64
6.30	16.93	17.34	16.98	18.38	17.09	17.34	0.013	0.3	0.0039	0.52	0.0006071	0.61
6.45	16.48	17.05	19.54	16.03	16.75	17.17	0.017	0.3	0.0051	0.52	0.0008020	0.80
7.00	19.04	16.75	19.09	17.69	16.41	17.80	0.014	0.3	0.0042	0.51	0.0006372	0.64
7.15	18.60	16.46	18.65	17.35	16.07	17.43	0.014	0.3	0.0042	0.52	0.0006508	0.65
7.30	18.15	16.17	18.20	17.01	15.73	17.05	0.016	0.3	0.0048	0.53	0.0007600	0.76
7.45	17.71	15.87	17.76	16.67	15.39	16.68	0.012	0.3	0.0036	0.54	0.0005827	0.58
8.00	17.26	17.56	17.86	18.16	19.85	18.14	0.010	0.3	0.0030	0.50	0.0004466	0.45
8.15	16.82	18.45	19.08	17.38	16.31	17.61	0.012	0.3	0.0036	0.51	0.0005520	0.55
8.30	16.38	16.34	16.30	16.26	10.77	15.21	0.020	0.3	0.0060	0.59	0.0010651	1.07
8.45	15.93	10.23	14.52	12.15	11.23	12.81	0.020	0.3	0.0060	0.70	0.0012644	1.26
9.00	15.49	11.11	16.74	15.70	11.69	14.15	0.020	0.3	0.0060	0.64	0.0011452	1.15
9.15	15.28	10.54	9.30	10.49	11.41	11.40	0.020	0.3	0.0060	0.79	0.0014206	1.42
9.30	11.70	13.05	14.89	11.23	10.08	12.19	0.020	0.3	0.0060	0.74	0.0013290	1.33
9.45	18.36	17.09	15.40	16.94	17.36	17.03	0.012	0.3	0.0036	0.53	0.0005708	0.57
10.00	13.10	13.45	14.70	16.64	15.50	14.68	0.020	0.3	0.0060	0.61	0.0011037	1.10
10.15	12.36	14.78	14.32	12.99	11.00	13.09	0.020	0.3	0.0060	0.69	0.0012376	1.24
10.30	12.82	16.44	16.67	16.78	14.45	15.43	0.016	0.3	0.0048	0.58	0.0008398	0.84
10.45	12.38	17.33	15.66	17.82	14.91	15.62	0.017	0.3	0.0051	0.58	0.0008816	0.88
11.00	15.94	16.22	18.64	16.86	15.37	16.61	0.014	0.3	0.0042	0.54	0.0006829	0.68
11.15	13.49	15.11	17.63	16.90	15.83	15.79	0.020	0.3	0.0060	0.57	0.0010258	1.03
11.30	16.05	19.17	16.61	14.94	16.29	16.61	0.016	0.3	0.0048	0.54	0.0007802	0.78
11.45	14.60	14.88	15.60	17.98	15.75	15.76	0.020	0.3	0.0060	0.57	0.0010278	1.03
12.00	15.97	17.62	17.47	14.09	16.90	16.41	0.017	0.3	0.0051	0.55	0.0008391	0.84
12.15	16.90	16.18	17.76	18.51	17.32	17.33	0.016	0.3	0.0048	0.52	0.0007477	0.75
12.30	15.84	14.75	18.05	14.93	17.75	16.26	0.018	0.3	0.0054	0.55	0.0008964	0.90
12.45	14.77	13.32	17.34	14.34	14.18	14.79	0.020	0.3	0.0060	0.61	0.0010953	1.10
13.00	13.71	16.89	18.63	19.76	18.61	17.52	0.013	0.3	0.0039	0.51	0.0006010	0.60
13.15	16.10	15.66	18.50	17.12	18.28	17.13	0.015	0.3	0.0045	0.53	0.0007092	0.71
13.30	16.34	15.59	18.72	17.25	18.68	17.32	0.010	0.3	0.0030	0.52	0.0004678	0.47
13.45	16.57	15.52	18.95	17.37	19.07	17.50	0.010	0.3	0.0030	0.51	0.0004630	0.46
14.00	16.81	15.44	19.17	17.49	19.47	17.68	0.012	0.3	0.0036	0.51	0.0005499	0.55
Σ										9.68	0.02	15.37
Promedio										0.60	0.00	0.96
											MAX	1.42
											MIN	0.45

Cálculo de Caudal por método de flotador(Fc: 0.3)

Realizado por:	Bach. Yannela Dayanna Huarachi Núñez	Fecha:	Martes. 09 de Abril de 2019	Intervalo de toma:	15 min
Cantidad de animales Beneficiados:	Bovinos: 12	Porcinos:	96	Caprinos:	0
		Ovinos:			0

Hora	Tiempo (s)						Altura(m)	Acho(m)	Área (m2)	Velocidad (m/s)	Caudal(m3/s)	Caudal (L/s)
	REP 1	REP2	REP3	REP4	REP5	PROM						
6.00												-
6.15												-
6.30												-
6.45												-
7.00												-
7.15												-
7.30												-
7.45												-
8.00												-
8.15	13.38	13.43	15.51	16.23	17.86	15.28	0.013	0.3	0.0039	0.59	0.0006890	0.69
8.30	14.56	15.68	15.80	16.58	16.58	15.84	0.018	0.3	0.0054	0.57	0.0009205	0.92
8.45	15.74	13.20	14.66	13.45	13.45	14.10	0.02	0.3	0.0060	0.64	0.0011489	1.15
9.00	16.92	15.75	16.58	16.07	16.07	16.28	0.018	0.3	0.0054	0.55	0.0008957	0.90
9.15	16.10	14.64	16.18	16.72	16.72	16.07	0.012	0.3	0.0036	0.56	0.0006048	0.60
9.30	15.28	14.48	15.57	15.40	14.40	15.03	0.014	0.3	0.0042	0.60	0.0007547	0.75
9.45	16.46	16.53	14.17	14.77	18.77	16.14	0.012	0.3	0.0036	0.56	0.0006022	0.60
10.00	17.72	16.34	15.67	17.52	15.38	16.53	0.019	0.3	0.0057	0.54	0.0009313	0.93
10.15	16.26	15.55	16.18	16.25	14.32	15.71	0.015	0.3	0.0045	0.57	0.0007733	0.77
10.30	16.81	16.42	15.70	15.20	16.70	16.17	0.017	0.3	0.0051	0.56	0.0008518	0.85
10.45	17.60	15.18	14.76	13.33	11.91	14.56	0.019	0.3	0.0057	0.62	0.0010573	1.06
11.00	15.91	16.22	14.53	12.84	14.15	14.73	0.017	0.3	0.0051	0.61	0.0009348	0.93
11.15	14.32	16.53	15.04	14.19	13.97	14.81	0.017	0.3	0.0051	0.61	0.0009298	0.93
11.30												-
11.45												-
12.00												-
12.15												-
12.30												-
12.45												-
13.00												-
13.15												-
13.30												-
13.45												-
14.00												-
Σ										7.58	0.01	11.09
Promedio										0.58	0.00	0.69
											MAX	1.15
											MIN	0.60

Cálculo de Caudal por método de flotador(Fc: 0.3)

Realizado por:	Bach. Yannela Dayanna Huarachi Núñez	Fecha:	Miércoles, 10 de Abril de 2019	Intervalo de toma:	15 min
Cantidad de animales Beneficiados:	Bovinos: 23	Porcinos:	80	Caprinos:	0
		Ovinos:			0

Hora	Tiempo (s)						Altura(m)	Acho(m)	Área (m2)	Velocidad (m/s)	Caudal(m3/s)	Caudal (L/s)
	REP 1	REP2	REP3	REP4	REP5	PROM						
6.00												-
6.15												-
6.30												-
6.45												-
7.00												-
7.15												-
7.30												-
7.45	13.26	10.37	16.31	9.93	12.18	12.41	0.012	0.3	0.0036	0.73	0.0007832	0.78
8.00	15.92	16.40	16.05	15.54	16.19	16.02	0.017	0.3	0.0051	0.56	0.0008596	0.86
8.15	15.19	14.35	16.84	13.59	14.89	14.97	0.020	0.3	0.0060	0.60	0.0010820	1.08
8.30	15.75	14.83	17.55	14.02	15.40	15.51	0.016	0.3	0.0048	0.58	0.0008356	0.84
8.45	14.05	16.31	15.31	14.46	15.91	15.21	0.013	0.3	0.0039	0.59	0.0006924	0.69
9.00	15.25	17.54	16.26	15.77	16.91	16.35	0.013	0.3	0.0039	0.55	0.0006442	0.64
9.15	15.39	18.57	16.21	16.52	17.58	16.85	0.014	0.3	0.0042	0.53	0.0006728	0.67
9.30	15.53	15.63	16.05	16.25	16.60	16.01	0.013	0.3	0.0039	0.56	0.0006576	0.66
9.45	14.68	15.32	15.96	16.60	17.24	15.96	0.015	0.3	0.0045	0.56	0.0007613	0.76
10.00	15.82	13.45	15.87	15.09	16.45	15.34	0.013	0.3	0.0039	0.59	0.0006866	0.69
10.15	15.96	14.70	15.78	15.3	15.86	15.52	0.012	0.3	0.0036	0.58	0.0006263	0.63
10.30	14.10	15.63	15.69	16.73	17.11	15.85	0.022	0.3	0.0066	0.57	0.0011241	1.12
10.45	16.24	15.32	15.60	15.08	15.09	15.47	0.013	0.3	0.0039	0.58	0.0006808	0.68
11.00	13.38	13.43	15.51	16.23	17.86	15.28	0.010	0.3	0.0030	0.59	0.0005300	0.53
11.15	15.52	15.36	15.42	15.33	15.34	15.39	0.020	0.3	0.0060	0.58	0.0010524	1.05
11.30	14.09	14.68	15.33	15.94	16.57	15.32	0.016	0.3	0.0048	0.59	0.0008458	0.85
11.45												-
12.00												-
12.15												-
12.30												-
12.45												-
13.00												-
13.15												-
13.30												-
13.45												-
14.00												-
Σ										8.62	0.01	11.75
Promedio										0.57	0.00	0.73
											MAX	1.12
											MIN	0.53

Cálculo de Caudal por método de flotador(Fc: 0.3)

Realizado por:	Bach. Yannela Dayanna Huarachi Núñez	Fecha:	Jueves, 11 de Abril de 2019	Intervalo de toma:	15 min
Cantidad de animales Beneficiados:	Bovinos: 22	Porcinos:	145	Caprinos:	0
		Ovinos:			0

Hora	Tiempo (s)						Altura(m)	Acho(m)	Área (m2)	Velocidad (m/s)	Caudal(m3/s)	Caudal (L/s)
	REP 1	REP2	REP3	REP4	REP5	PROM						
6.00												-
6.15												-
6.30												-
6.45												-
7.00												-
7.15	13.16	13.18	12.86	12.2	13.16	12.91	0.016	0.3	0.0048	0.70	0.0010037	1.00
7.30	12.82	13.12	12.64	12.24	13.15	12.79	0.010	0.3	0.0030	0.70	0.0006331	0.63
7.45	12.62	12.05	12.3	11.49	12.16	12.12	0.012	0.3	0.0036	0.74	0.0008017	0.80
8.00	14.05	13.26	10.37	9.93	12.18	11.96	0.012	0.3	0.0036	0.75	0.0008128	0.81
8.15	16.31	15.92	16.40	15.54	16.19	16.07	0.010	0.3	0.0030	0.56	0.0005040	0.50
8.30	16.05	15.19	14.35	13.59	14.89	14.81	0.012	0.3	0.0036	0.61	0.0006561	0.66
8.45	16.84	15.75	14.83	14.02	15.4	15.37	0.014	0.3	0.0042	0.59	0.0007379	0.74
9.00	17.55	16.31	15.31	14.46	15.91	15.91	0.010	0.3	0.0030	0.57	0.0005092	0.51
9.15	15.28	13.54	16.30	15.49	14.41	15.00	0.016	0.3	0.0048	0.60	0.0008638	0.86
9.30	11.70	13.05	14.89	11.23	10.08	12.19	0.020	0.3	0.0060	0.74	0.0013290	1.33
9.45	18.36	17.09	15.40	16.94	17.36	17.03	0.010	0.3	0.0030	0.53	0.0004756	0.48
10.00	13.10	13.45	14.70	16.64	15.50	14.68	0.020	0.3	0.0060	0.61	0.0011037	1.10
10.15	12.84	12.26	12.52	11.71	12.12	12.29	0.013	0.3	0.0039	0.73	0.0008568	0.86
10.30	14.23	13.35	11.23	10.93	12.12	12.37	0.014	0.3	0.0042	0.73	0.0009166	0.92
10.45	16.42	15.66	15.40	15.54	16.19	15.84	0.016	0.3	0.0048	0.57	0.0008181	0.82
11.00	12.70	17.15	16.61	19.39	21.35	17.44	0.020	0.3	0.0060	0.52	0.0009289	0.93
11.15	17.36	18.85	20.34	21.83	23.32	20.34	0.016	0.3	0.0048	0.44	0.0006372	0.64
11.30	17.10	18.55	20.00	21.45	22.90	20.00	0.013	0.3	0.0039	0.45	0.0005265	0.53
11.45	12.84	12.25	11.66	11.07	10.48	11.66	0.010	0.3	0.0030	0.77	0.0006947	0.69
12.00	12.65	13.95	15.25	16.55	17.85	15.25	0.010	0.3	0.0030	0.59	0.0005311	0.53
12.15												-
12.30												-
12.45												-
13.00												-
13.15												-
13.30												-
13.45												-
14.00												-
Σ										9.76	0.01	12.37
Promedio										0.61	0.00	0.77
											MAX	1.33
											MIN	0.48

Cálculo de Caudal por método de flotador(Fc: 0.3)

Realizado por:	Bach. Yannela Dayanna Huarachi Núñez	Fecha:	Viernes, 12 de Abril de 2019	Intervalo de toma:	15 min
Cantidad de animales Beneficiados:	Bovinos: 68	Porcinos:	107	Caprinos:	0
		Ovinos:			0

Hora	Tiempo (s)						Altura(m)	Acho(m)	Área (m2)	Velocidad (m/s)	Caudal(m3/s)	Caudal (L/s)
	REP 1	REP2	REP3	REP4	REP5	PROM						
6.00	16.19	16.42	16.3	15.67	15.73	16.06	0.013	0.3	0.0039	0.56	0.0006556	0.66
6.15	15.17	16.18	16.07	15.93	15.7	15.81	0.012	0.3	0.0036	0.57	0.0006148	0.61
6.30	15.15	15.95	15.85	14.83	14.76	15.31	0.012	0.3	0.0036	0.59	0.0006350	0.63
6.45	15.13	15.72	15.63	14.72	14.71	15.18	0.012	0.3	0.0036	0.59	0.0006402	0.64
7.00	15.12	15.48	15.41	14.62	15.2	15.17	0.013	0.3	0.0039	0.59	0.0006943	0.69
7.15	14.1	14.25	14.19	13.81	14.18	14.11	0.016	0.3	0.0048	0.64	0.0009188	0.92
7.30	14.1	15.02	14.96	13.41	14.52	14.40	0.015	0.3	0.0045	0.62	0.0008436	0.84
7.45	14.6	14.78	14.74	13.3	14.42	14.37	0.014	0.3	0.0042	0.63	0.0007893	0.79
8.00	13.40	13.55	14.52	13.20	13.36	13.61	0.015	0.3	0.0045	0.66	0.0008930	0.89
8.15	11.44	15.29	14.63	13.09	11.85	13.26	0.017	0.3	0.0051	0.68	0.0010385	1.04
8.30	12.36	14.78	14.32	12.99	11.00	13.09	0.020	0.3	0.0060	0.69	0.0012376	1.24
8.45	12.27	14.28	14.02	12.88	11.30	12.95	0.012	0.3	0.0036	0.69	0.0007506	0.75
9.00	12.53	12.70	12.92	11.30	10.98	12.09	0.020	0.3	0.0060	0.74	0.0013404	1.34
9.15	15.45	16.90	15.65	14.80	13.45	15.25	0.022	0.3	0.0066	0.59	0.0011685	1.17
9.30	9.91	11.73	12.73	14.78	13.23	12.48	0.017	0.3	0.0051	0.72	0.0011037	1.10
9.45	9.61	10.19	11.17	10.73	10.48	10.44	0.020	0.3	0.0060	0.86	0.0015523	1.55
10.00	10.57	11.02	11.63	8.39	9.16	10.15	0.025	0.3	0.0075	0.89	0.0019943	1.99
10.15	11.88	11.70	13.50	13.06	13.32	12.69	0.031	0.3	0.0093	0.71	0.0019784	1.98
10.30	13.70	11.72	12.82	13.42	12.95	12.92	0.030	0.3	0.0090	0.70	0.0018805	1.88
10.45	9.13	9.88	10.92	10.95	10.61	10.30	0.025	0.3	0.0075	0.87	0.0019664	1.97
11.00	14.02	13.29	12.41	14.80	14.04	13.71	0.020	0.3	0.0060	0.66	0.0011814	1.18
11.15	14.05	15.63	12.05	13.24	12.71	13.54	0.015	0.3	0.0045	0.66	0.0008976	0.90
11.30	7.80	8.09	8.38	9.76	10.56	8.92	0.017	0.3	0.0051	1.01	0.0015441	1.54
11.45	12.22	12.07	12.74	12.05	13.10	12.44	0.027	0.3	0.0081	0.72	0.0017586	1.76
12.00	13.09	12.79	12.26	12.71	12.13	12.60	0.022	0.3	0.0066	0.71	0.0014147	1.41
12.15	16.32	14.35	15.00	14.79	15.16	15.12	0.015	0.3	0.0045	0.60	0.0008034	0.80
12.30	12.17	12.31	12.6	12.45	12.20	12.35	0.017	0.3	0.0051	0.73	0.0011153	1.12
12.45	12.30	12.24	13.52	12.19	12.12	12.47	0.012	0.3	0.0036	0.72	0.0007792	0.78
13.00	13.16	12.18	13.5	11.20	12.13	12.43	0.014	0.3	0.0042	0.72	0.0009120	0.91
13.15	13.00	12.12	12.64	11.24	12.15	12.23	0.016	0.3	0.0048	0.74	0.0010597	1.06
13.30	12.62	12.05	12.3	11.49	12.16	12.12	0.015	0.3	0.0045	0.74	0.0010021	1.00
13.45	14.05	13.26	13.37	13.93	14.18	13.76	0.010	0.3	0.0030	0.65	0.0005887	0.59
Σ										11.86	0.02	22.29
Promedio										0.74	0.00	1.39
											MAX	1.99
											MIN	0.59

Cálculo de Caudal por método de flotador(Fc: 0.3)

Realizado por:	Bach. Yannela Dayanna Huarachi Núñez	Fecha:	Sábado, 08 de Abril de 2019	Intervalo de toma:	15 min
Cantidad de animales Beneficiados:	Bovinos: 0	Porcinos:	83	Caprinos:	13
		Ovinos:			0

Hora	Tiempo (s)						Altura(m)	Acho(m)	Área (m2)	Velocidad (m/s)	Caudal(m3/s)	Caudal (L/s)
	REP 1	REP2	REP3	REP4	REP5	PROM						
6.00												-
6.15												-
6.30												-
6.45												-
7.00												-
7.15												-
7.30												-
7.45												-
8.00												-
8.15												-
8.30												-
8.45	19.11	19.38	17.33	18.77	16.61	18.24	0.012	0.3	0.0036	0.49	0.0005329	0.53
9.00	19.33	11.56	11.34	13.11	12.33	13.53	0.020	0.3	0.0060	0.66	0.0011970	1.20
9.15	17.55	18.74	23.01	17.45	18.05	18.96	0.020	0.3	0.0060	0.47	0.0008544	0.85
9.30	17.10	15.92	22.90	15.12	17.10	17.63	0.014	0.3	0.0042	0.51	0.0006433	0.64
9.45	16.32	15.60	15.74	14.46	17.82	15.99	0.013	0.3	0.0039	0.56	0.0006586	0.66
10.00	15.54	15.28	18.58	13.80	18.54	16.35	0.016	0.3	0.0048	0.55	0.0007928	0.79
10.15	14.76	14.96	13.42	13.14	15.26	14.31	0.014	0.3	0.0042	0.63	0.0007926	0.79
10.30	13.98	14.64	14.26	14.48	16.98	14.87	0.014	0.3	0.0042	0.61	0.0007627	0.76
10.45	13.20	14.32	17.10	16.82	17.70	15.83	0.013	0.3	0.0039	0.57	0.0006653	0.67
11.00	16.42	14.00	14.94	15.16	17.42	15.59	0.020	0.3	0.0060	0.58	0.0010393	1.04
11.15	14.64	16.68	15.78	16.50	16.14	15.95	0.018	0.3	0.0054	0.56	0.0009142	0.91
11.30												-
11.45												-
12.00												-
12.15												-
12.30												-
12.45												-
13.00												-
13.15												-
13.30												-
13.45												-
14.00												-
Σ										6.20	0.01	8.85
Promedio										0.56	0.00	0.55
											MAX	1.20
											MIN	0.53

Anexo 8

Ficha de visita de inspección al tratamiento de aguas residuales

VISITA DE INSPECCIÓN TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE MATADERO MUNICIPAL DE TACNA "MARIO REYNALDO EYZAGUIRRE YAÑEZ"				
FECHA DE VISITA:	15/10/2019	REALIZADO POR:	Bach. Yannela Huarachi Núñez	
DEPARTAMENTO	Tacna	Ubicación: Matadero Municipal de Tacna - Pago Vilauta S/N		
OBJETIVO DE LA VISITA	Evaluar la remoción del tratamiento de aguas residuales de la actividad de beneficio animal del matadero municipal de Tacna			
TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL PROCESO DE BENEFICIO DE MATADERO MUNICIPAL DE TACNA	ITEM	CUMPLIMIENTO		OBSERVACIONES
	Manual de Operaciones		No	No se presenta manual de operaciones indicado en el ítem 4.2.3.2 y 5.1.4.1 del RNE OS.090
	Planos del tratamiento de aguas residuales	Si		Presenta planos del percolador, planos donde se detalla dimensionamiento de canal abierto y caja derivadora
	Estructura de excesos		No	no presenta estructura de rebose previo al tratamiento estipulado por RNE OS. 090 ítem 5.1.2
	Cerco perimétrico		No	no presenta cerco perimétrico estipulado por RNE OS. 090 ítem 4.2.5
	Cribas		No	No presenta criba de inclusión obligatoria previa a filtros percoladores según ítem 5.5.4.2 del RNE OS. 090
	Medidor de caudal		No	No cuenta con medidor de caudal, unidad de incluir obligatoria luego de de cribas y desarenadores según ítem 5.3.3.1 del RNE OS.090
	Desarenadores		No	No presenta desarenador de inclusión obligatoria para tratamientos que cuentan con sedimentadores según ítem 5.3.2.1 de la OS. 090
	Sedimentación primaria	Si		Presenta sedimentación primaria de inclusión obligatoria previa a filtros percolal RNE OS. 090
	Filtros percoladores	Si		No presenta mantenimiento
	Sedimentación secundaria		No	Presenta sedimentación secundaria de inclusión obligatoria posterior a filtros percoladores según ítem 5.5.4.2 de la norma técnica OS. 090
	Tanque séptico	Si		Se evidencia falta de mantenimiento y tapas de concreto