

**UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE
MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**



**PROPUESTA DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO
DE LOS EFLUENTES LÍQUIDOS RESIDUALES
GENERADOS EN EL MATADERO DISTRITAL DE
PÁTAPO PARA REDUCIR EL IMPACTO
AMBIENTAL**

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO INDUSTRIAL

AUTOR
RAMIREZ GASTULO, JUAN ALEJANDRO

Chiclayo 19 de Diciembre de 2017

**PROPUESTA DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO
DE LOS EFLUENTES LÍQUIDOS RESIDUALES
GENERADOS EN EL MATADERO DISTRITAL DE
PÁTAPO PARA REDUCIR EL IMPACTO
AMBIENTAL**

POR:

JUAN ALEJANDRO RAMIREZ GASTULO

**Presentada a la Facultad de Ingeniería de la
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
para optar el título de
INGENIERO INDUSTRIAL**

JURADO INTEGRADO POR

Ing. Diana Peche Cieza

Ing. Vanessa Castro Delgado

Ing. María Luisa Espinoza García Urrutia

DEDICATORIA

A mi madre por todo su incondicional amor, sacrificio y apoyo que he recibido a lo largo de mi vida, sin los cuales no estaría en este lugar.

AGRADECIMIENTOS

Al Matadero Distrital de Pátapo por permitirme ingresar y brindarme todas las facilidades las cuales me ayudaron para la realización de mi tesis, en especial al Sr. Gerente y Administrador Demetrio Delgado Monteza.

A mi asesora: Ing. María Luisa Espinoza García Urrutia, por todo su apoyo que recibí durante la investigación del presente proyecto de investigación.

A la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo y a cada uno de los docentes que me brindaron sus enseñanzas, las cuales fueron fundamentales para mi formación académica y la realización de la presente investigación.

RESUMEN

La industria de beneficio de ganado bovino genera gran cantidad de aguas residuales, estos efluentes contienen elevadas concentraciones de Fósforo, Nitrógeno, DBO, DQO, Sólidos Suspendidos Totales y coliformes, los cuales son altamente contaminantes para el ambiente.

El Matadero Distrital de Pátapo no cuenta con un sistema de tratamiento de efluentes líquidos residuales, por lo que estos son directamente vertidos a la red de alcantarillado público.

La presente investigación propone un sistema de tratamiento para las aguas residuales generadas en el Matadero Distrital de Pátapo con el fin de reducir su impacto ambiental. Para ello, se realizó la caracterización físico – química y biológica del agua residual determinando que los parámetros no cumplen con la normatividad establecida por el MINAM. Se identificó que el método de tratamiento más apropiado teniendo en cuenta las características obtenidas en el análisis fisicoquímico, porcentaje de remoción de los parámetros contaminantes, y la viabilidad económica y técnica; es el tratamiento anaerobio mediante un biodigestor de líquidos y sólidos (dalys), alcanzándose una eficiencia de remoción aproximada del 90% de los agentes contaminantes. Además del cumplimiento de los Límites Máximos Permisibles, y reducción del impacto ambiental.

Finalmente, la relación Beneficio – Costo (B/C) oscila entre 1,36 a 2,07, por lo que se debe considerar el proyecto. Además de un ahorro entre el 26,88% al 52,24% respecto a los valores promedio del beneficio.

Palabras clave: Tratamiento, aguas residuales, Límites Máximos Permisibles, Biodigestor dalys, matadero.

ABSTRACT

The cattle industry generates large amounts of wastewater; these effluents contain high concentrations of Phosphorus, Nitrogen, BOD, COD, Total Suspended Solids and coliforms, which are highly polluting for the environment.

The District Slaughterhouse of Pátapo does not have a system of treatment of residual liquid effluents, reason why these are directly discharged to the network of public sewage system.

The present research proposes a treatment system for the wastewater generated in the District Slaughterhouse of Pátapo in order to reduce its environmental impact. For this, the physical - chemical and biological characterization of the residual water was carried out, determining that the parameters do not comply with the regulations established by MINAM. It was identified that the most appropriate treatment method taking into account the characteristics obtained in the physicochemical analysis, the percentage of removal of the pollutant parameters, and the economic and technical viability; Is the anaerobic treatment by means of a biodigestor of liquids and solids (dalys), reaching an efficiency of approximately 90% removal of pollutants. In addition to compliance with the Maximum Permissible Limits, and reduction of environmental impact.

Finally, the Benefit - Cost (B / C) ratio ranges from 1.36 to 2.09, so the project should be considered. In addition to saving between 26.88% and 52.24% compared to the average values of the benefit.

Key words: Treatment, wastewater, Maximum allowable limits, Biodigestor dalys, slaughterhouse.

ÍNDICE

CARÁTULA	I
CARÁTULA CON JURADO	II
DEDICATORIA	III
AGRADECIMIENTOS	IV
RESUMEN	V
ABSTRACT	VI
ÍNDICE	VII
I. INTRODUCCIÓN	13
II. MARCO TEÓRICO	15
2.1. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA.	15
2.2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS	18
2.2.1. MATADERO	18
2.2.1.1. Volemia	19
2.2.2. AGUAS RESIDUALES	19
2.2.2.1 Clasificación de las Aguas Residuales	19
2.2.2.2 Parámetros de calidad de las aguas	19
2.2.3. TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES	21
2.2.3.1.- Tecnologías convencionales	21
2.2.3.2.- Tratamientos Biológicos:	21
2.2.4. MARGO LEGAL.	25
2.2.5. DECLARACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL (DIA)	26
2.2.6. CONTAMINACIÓN	28
2.2.6.1. Tipos de Contaminación	28
III. RESULTADOS	29
3.1. CUANTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LOS EFLUENTES LÍQUIDOS	29
3.1.1. DESCRIPCIÓN DEL MATADERO DISTRITAL DE PÁTAPO	29
3.1.2. CUANTIFICACIÓN DEL AGUA RESIDUAL	32
3.1.3. CARACTERIZACIÓN DEL AGUA RESIDUAL	34
3.1.4. IMPACTO AMBIENTAL	37
3.1.4.1. Identificación de impactos ambientales a través de la Matriz de Leopold	37
3.1.4.2. Valoración de impactos	
3.1.4.3. Análisis y evaluación de impactos	40
3.1.4.4. Plan de Manejo Ambiental (PMA)	42
3.2. DETERMINACIÓN DEL TIPO DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES GENERADAS EN EL MATADERO DISTRITAL DE PÁTAPO	43

3.2.1. DETERMINACIÓN DEL TIPO DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES GENERADAS EN EL MATADERO DISTRITAL DE PÁTAPÓ EN BASE A FACTORES PREDOMINANTES	46
3.2.1.1 Parámetros Tecnológicos	46
3.2.1.2. Espacio de la Tecnología	47
3.2.1.3 Costos de tecnología	48
3.2.1.4 Aspectos Tecnológicos	48
3.2.1.5 Confrontación de los factores	49
3.3. DISEÑO DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES GENERADAS EN EL MATADERO DISTRITAL DE PÁTAPÓ	50
3.3.1 Pronóstico del agua residual	50
3.3.2 Cálculo del volumen de CH ₄ :	54
3.3.3 Propuesta de los equipos para el sistema de tratamientos de aguas residuales	54
3.3.3.1 Canal de entrada	54
3.3.3.2 Dimensionamiento del desbaste por rejillas	55
3.3.3.3 Dimensionamientos del tanque de homogeneización	58
3.3.3.4 Diseño y construcción del digestor de sólidos y líquidos (dalys)	60
3.3.3.5. Dimensionamiento inicial del biodigestor, a partir del volumen de diseño para almacenamiento de la biomasa durante el tiempo de retención	61
3.3.3.6. Dimensionamiento del tanque de sedimentación secundario	65
3.3.3.7. Estructuras auxiliares	65
	68
3.3.4 BALANCE DE MATERIA	
3.3.5. Resultados del balance de materia de los procesos del sistema de tratamiento propuesto	76
3.3.6. Cálculo de áreas superficiales mediante el Método de Guerchet	76
3.3.7. INDICADORES DE PRODUCCIÓN DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE EFLUENTES RESIDUALES	78
3.4. ANÁLISIS COSTO – BENEFICIO Y AMBIENTAL	79
3.4.1. COSTOS DE INVERSIÓN DE MEJORA	79
3.4.2. ACCESORIOS Y EQUIPOS NECESARIOS PARA EL FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES	80
3.4.3. INVERSIONES	81
3.4.3.1. Inversión Intangible:	81
3.4.3.2. Capital de Trabajo	81
3.4.3.3. Inversión Total	82
3.4.3.4. Gastos administrativos para implantar los cambios	82

3.4.4. ANÁLISIS COSTO – BENEFICIO	83
3.4.4.1. Sanciones y multas impuestas por contaminar los recursos hídricos	84
3.4.4.2. Estado de ganancias y pérdidas del sistema de tratamiento de los efluentes residuales generados en el Matadero Distrital de Pátapo	84
3.4.4.3. Relación Beneficio/Costo (B/C)	86
3.4.4.4. Beneficio Ambiental	87
IV. CONCLUSIONES	89
V. RECOMENDACIONES	90
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	91
VII. ANEXOS	97
ANEXO 01	97
ANEXO 02	116
ANEXO 03	134
ANEXO 04	133
ANEXO 05	139
ANEXO 06	142
ANEXO 07	144
ANEXO 08	145
ANEXO 09	148
ANEXO 10	149
ANEXO 11	150

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N°01: Volemia en las principales especies de animales domésticos	19
Tabla N°02: Parámetros físicos y químicos del agua	20
Tabla N°03: Aplicación de los tratamientos de agua residuales para eliminación de materiales en suspensión	22
Tabla N°04: Aplicación de los tratamientos de agua residuales para eliminación de materia disuelta	23
Tabla N°05: Tecnologías para el Tratamiento Biológico	24
Tabla N°06: Límites máximos permisibles (LMP) para la descarga de efluentes líquidos de la actividad en promedio diario.	25
Tabla N°07: Requisitos para toma de muestra de agua residual y preservación de las muestras para el monitoreo	26
Tabla N° 08: Tipos de contaminación	28
Tabla N°09: Número y peso total de reses sacrificadas periodo 2010 – 2016	32
Tabla N°10: Volemia total del ganado vacuno entre el periodo 2010 – 2016.	33
Tabla N° 11: : Utilización de agua anual para el ganado vacuno entre el periodo 2010 – 2016	33
Tabla N°12: Cantidad de agua residual generada en el matadero del distrito de Pátapo entre el periodo 2010 – 2016.	34
Tabla N°13: Parámetros analizados en el laboratorio químico de la USAT	34
Tabla N°14: Resultados del análisis fisicoquímico del agua residual generada en el matadero distrital de Pátapo	35
Tabla N°15: Comparación entre los resultados obtenidos del análisis fisicoquímico del agua residual y los límites máximos permisibles (LMP)	35
Tabla N° 16: Valoración según Carácter del impacto	37
Tabla N° 17: Valoración según intensidad	37
Tabla N° 18: Valoración según Extensión	38
Tabla N°19: Aspectos e impactos ambientales presentes en el faenamiento de ganado vacuno	38
Tabla N°20: Matriz de Leopold: Matadero Distrital de Pátapo	39
Tabla N°21: Aspectos e Impactos Ambientales evaluados	40
Tabla N°22: Porcentaje de Riesgo Ambiental respecto al entorno humano	41
Tabla N°23: Porcentaje de Riesgo Ambiental respecto al entorno natural	41
Tabla N°24: Porcentaje de Riesgo Ambiental respecto al entorno socioeconómico	42
Tabla N°25: Caracterización del riesgo ambiental	42
Tabla N° 26: Ventajas y desventajas de procesos aerobios y anaerobios	46
Tabla N° 27: Factores y variables a considerar en el proceso de selección del tratamiento de aguas residuales del faenamiento de ganado vacuno	47
Tabla N° 28: Porcentajes de eficiencias de remoción de cada tipo de tratamiento evaluado	47
Tabla N° 29: Tiempo de retención hidráulica de cada tipo de tratamiento evaluado	48
Tabla N° 30: Carga hidráulica de cada tipo de tratamiento evaluado	48

Tabla N° 31: Costos de tecnologías para el tratamiento de aguas residuales	49
Tabla N° 32: Confrontación de los factores para su ponderación	49
Tabla N° 33: Escala de Calificación	49
Tabla N° 34: Calificación de los factores de mayor importancia por cada sistema de tratamiento analizado	50
Tabla N° 35: Pronóstico de las cantidades de ganado vacuno a sacrificar en el matadero distrital de Pátapo	51
Tabla N° 36: Pronóstico del peso del ganado vacuno a faenar	51
Tabla N° 37: Volemia pronosticada del ganado vacuno a sacrificar en los próximos 6 años	52
Tabla N°38: Utilización de agua pronosticada para el faenamiento de ganado vacuno en los próximos 6 años	52
Tabla N°39: Cantidad pronosticada de agua residual (l) a generarse en el matadero distrital de Pátapo dentro de los próximos 6 años	54
Tabla N°40: Parámetros necesarios para el cálculo de la producción de biogás	55
Tabla N° 41: Parámetros para el diseño de las rejillas	57
Tabla N° 42: Especificaciones finales para el diseño de las rejillas	59
Tabla N° 43: Medidas del tanque de homogeneización	59
Tabla N°44: Cálculo de los parámetros del biodigestor para $V_{cf} = 0,8(V_d)$	66
Tabla N°45: Medidas del biodigestor de líquidos y sólidos	66
Tabla N°46: Cantidad de material cribado según espaciado de las barras	69
Tabla N°47: Porcentaje de remoción en un tanque de homogeneización	70
Tabla N°48: Porcentaje de remoción en un digestor de líquidos y sólidos	72
Tabla N°49: Valores de los parámetros iniciales y finales del efluente, porcentajes de remoción y LMP	77
Tabla N°50: Método de Guerchet para el cálculo del área total requerida para el sistema de tratamiento	78
Tabla N°51: Obras civiles y costos para la construcción del sistema de tratamiento	80
Tabla N°52: Especificaciones de accesorios y equipos	81
Tabla N°53: Inversión Intangible	81
Tabla N°54: Capital de Trabajo	82
Tabla N°55: Inversión total	82
Tabla N°56: Áreas y Puesto de trabajo	83
Tabla N°57: Sueldos Anuales	83
Tabla N° 58 Costos de mantenimiento	84
Tabla N°59: Infracciones y multas según nivel de gravedad	85
Tabla N°60: Pérdidas por pagos y multas	86
Tabla N°61: Comparación de multas e inversion total	86
Tabla N° 62: Relación Beneficio/Costo	87
Tabla N°63: Matriz de Leopold aplicada posteriormente al sistema de tratamiento de aguas residuales	89

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 01: Diagrama de flujo de faenamiento de ganado vacuno	31
Fig. 02: Comportamiento del efluente residual generado en el proceso de faenado de ganado vacuno en el matadero distrital de Pátapo.	51
Fig. 03: Comportamiento de la cantidad de agua residual total pronosticada en los próximos 6 años en el matadero distrital de Pátapo.	54
Fig. 04: Especificaciones para el diseño del canal de entrada.	56
Fig. 05: Modelo tridimensional del canal de entrada y tanque homogeneizador	61
Fig. 06: Lectura del factor de corrección para el tiempo de retención.	63
Fig. 07: Válvula de seguridad de biogás.	68
Fig. 08: Biogas storage	69
Fig. 09: Diagrama de flujo del sistema de tratamiento de aguas residuales propuesto	70

I. INTRODUCCIÓN

Según la Ley de Recursos Hídricos, el agua es un recurso natural escaso, renovable, indispensable para la vida y el ejercicio de la inmensa mayoría de las actividades económicas; además de ser irremplazable, fácilmente vulnerable y estratégico para el desarrollo sostenible, el mantenimiento de los sistemas que las sustentan, y la seguridad de la Nación. Sin embargo, el incremento diario en volumen de carga, concentración y diversidad de los residuos líquidos tanto industriales como domésticos al momento de verterlos a los cuerpos receptores también generan incrementos en el grado de contaminación y efectos nocivos sobre las distintas formas de vida presentes en estas corrientes.

Entre la diversidad de actividades industriales, la industria alimentaria, específicamente las plantas de beneficio animal o también llamados mataderos municipales se caracterizan por contener un elevado potencial contaminante, debido a los vertimientos líquidos, emisiones gaseosas y sobrecargas de nutrientes a los suelos, cuyo impacto sobre las redes de alcantarillado sanitarias y desagüe son más notorias en poblaciones medianas y pequeñas, tal es el caso del Distrito de Pátapo, situación que obliga a realizar tratamientos antes de su descarga. Estos efluentes contienen sustancias contaminantes de naturaleza orgánica e inorgánica; las sustancias orgánicas están asociadas al material orgánico biodegradable que propicia el cultivo y crecimiento de microorganismos de alto potencial patógeno (*Campylobacter jejuni*, *Salmonella typhimurium* y *Eschirechia coli*) y provienen de la ejecución de tareas propias de este proceso productivo como lavado de estiércol acumulado, limpieza en las fases de matanza y desangrado, despresado y extracción de vísceras, etc. Mientras que el componente inorgánico está constituido por compuestos derivados de productos usados en la limpieza y desinfección de pisos, equipos y maquinaria industrial y se presenta como material inerte en suspensión y sustancias en dilución (fosfatos, nitratos, etc.). (DIGESA, 2010).

El matadero del Distrito de Pátapo, ubicado en la Avenida Chongoyape N°20, es una instalación de procesamiento de carne (ganado vacuno, caprino y porcino) el cual pertenece a un propietario, además de ser supervisada periódicamente por la municipalidad de dicho distrito. Tiene como finalidad brindar a la población productos cárnicos, que cumplan con las normativas de sanidad, inocuidad y calidad necesarias y requeridas para el consumo humano. Estos productos son comercializados en el mercado principal del distrito para el abasto de los pobladores del distrito mismo y anexos a este. Diariamente se sacrifican un promedio de 3 a 5 reses, por lo que en el periodo de Enero a Diciembre del año 2016, se sacrificaron un total de 801 reses, para las cuales se utilizaron 400,5 m³ de agua que sumados a la volemia total (cantidad de sangre) de 7,1 m³ a 9,1 m³, se eliminó como agua residual total en el periodo 2015 un promedio de 407,67 m³ a 409,69 m³.

El mayor problema generado en el matadero de Pátapo es el vertimiento de estas aguas residuales directamente hacia el alcantarillado de la propia ciudad durante el faenado y procesamiento de carne, ya que no cuentan con un tratamiento previo, causando posibles efectos en la salud de las personas que laboran en el establecimiento quienes están en contacto directo con estas aguas residuales y sangre, así como los pobladores vecinos a este, debido a la proliferación de moscas, las cuales podrían generar diversas

enfermedades infecciosas y el incremento de los niveles de contaminación de las aguas superficiales, debido a la disposición de residuales líquidos a los cuerpos receptores, en este caso el alcantarillado público del distrito de Pátapo.

A su vez, no se está cumpliendo con los Valores Máximos Admisibles (VMA) establecidos por el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, valores de concentración de sustancias o parámetros fisicoquímicos característicos de efluentes líquidos no domésticos, ni con los Límites Máximos Permisibles establecidos por el Ministerio del Ambiente, los cuales exigen el cumplimiento de ciertas medidas y parámetros presentes en los efluentes líquidos provenientes de establecimientos tales como camales y mataderos.

Es por ello que las autoridades del Servicio Nacional de Sanidad Agraria (SENASA) monitorean constantemente la continuación de la implementación del plan de adecuación del matadero, según el Reglamento Sanitario de Faenado de Animales de Abasto, D.S. N°015-2012-AG para el cumplimiento de las normas ambientales establecidas.

Ante lo expuesto se plantea el siguiente problema: ¿Cuál es el tratamiento de los efluentes líquidos generados en el matadero del distrito de Pátapo para reducir el impacto ambiental?

Para dar solución al problema planteado, se formuló como objetivo general el proponer un sistema de tratamiento para los efluentes líquidos generados en el matadero del distrito de Pátapo con el fin de reducir el impacto ambiental.

Asimismo para lograr el objetivo general se formularon como objetivos específicos el determinar la cantidad y características fisicoquímicas de los efluentes líquidos generados en el matadero del distrito de Pátapo y su impacto ambiental, identificar el tratamiento para estos efluentes, diseñar el sistema de tratamientos y finalmente, realizar el análisis costo – beneficio y ambiental para la implementación del sistema de tratamiento.

Finalmente, dado que la conservación de los recursos hídricos, el ambiente en general y los demás factores y aspectos que incurren hacia un desarrollo limpio y sustentable, actualmente son una prioridad; la normativa de hoy en día exhorta a todo tipo de industria la utilización de mecanismos, los cuales contribuyan con la prevención y minimización del impacto ambiental que estas generan. Sin embargo en el Perú, los vertimientos de aguas residuales, principalmente de las plantas de beneficio animal tales como camales y mataderos municipales, no son tomados seriamente, es decir, se les dan poca o nula importancia, por lo que el vertimiento de efluentes líquidos debe de ser tratados y manejados con métodos adecuados e idóneos. Es por eso que el Ministerio del Ambiente ha establecido Límites Máximos Permisibles que este tipo de empresas obligatoriamente deben cumplir, debido a que la presencia de contaminantes es muy elevada al no efectuarse ningún tratamiento previo.

Por tanto, es necesaria la realización de esta investigación, la cual ayudará a contribuir con la minimización de los contaminantes, mediante un tratamiento adecuado de los efluentes líquidos residuales, contribuyendo a su vez con la reducción del impacto ambiental, y posteriormente a un desarrollo limpio y sostenible en el distrito de Pátapo.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA.

José Carrasquero, et al. (Abril 2015) en su investigación “Remoción de nutrientes en aguas residuales de un matadero de reses usando un reactor biológico secuencial” evaluaron la tratabilidad del agua residual de un matadero de reses localizado en el estado venezolano de Zulia a través de un reactor por carga secuencial (SBR) a escala laboratorio con un volumen de 2l, el cual fue operado bajo una secuencia operacional anaeróbica/aeróbica/anóxica, en un tiempo de retención celular de 25 días y dos tiempos de retención hidráulica de 11h y 15h generando dos tratamientos T_1 y T_2 respectivamente, para lograr la remoción simultánea de materia orgánica, nitrógeno y fósforo presentes en este tipo de efluentes líquidos residuales, para posteriormente analizar la descarga final del sistema de tratamiento con respecto a las normas venezolanas. Los parámetros medidos al inicio fueron Demanda Química de Oxígeno Total (DQO_T), nitrógeno total (N_T) nitrógeno total Kjeldahl (NTK), nitrógeno amoniacal ($N-NH_4^+$), nitritos ($N-NO_2^-$), nitratos ($N-NO_3^-$), pH, alcalinidad total y fósforo total (P_T). Obteniéndose como resultados la remoción simultánea de nutrientes y materia orgánica, debido a la flexibilidad del reactor para adaptarse a distintas condiciones de operación dando como resultados remociones superiores al 95% para la DQO_T , 69% para el N_T y 29% para el P_T .

No hubo diferencias significativas ($p > 0,05$) para la remoción de DQO_T durante los dos tratamientos evaluados, por lo cual el tiempo de retención hidráulica (TRH) no afectó la remoción de estos parámetros. Caso contrario ocurrió con la remoción de NTK, N_T y P_T , donde sí resultaron diferencias significativas entre los tratamientos aplicados. Existieron diferencias significativas ($p \leq 0,05$) en las eficiencias de nitrificación y desnitrificación para los dos tratamientos evaluados, por lo que la variación en el TRH de 12 a 15 h afectó estos procesos. El aumento en el tiempo de retención hidráulica conllevó a un aumento tanto en la eficiencia de nitrificación como en la eficiencia de desnitrificación, por el alargamiento de las fases aeróbica y anóxica en la etapa de reacción.

El tratamiento T_2 , con un tiempo de retención hidráulica (TRH) de 15 horas y una secuencia de operación anaeróbica-aeróbica y anóxica, generó mayores rendimientos en cuanto a la eliminación simultánea de DQO_T (95,39 %), NTK (90,42 %), N_T (84,95 %) y P_T (44,07 %) que el tratamiento T_1 , que tuvo un TRH igual a 11 horas.

Elba Castillo Borge, et al. (Julio 2012) en su investigación “Remoción de materia orgánica en aguas residuales de rastro por el proceso de contactor biológico rotacional”, trataron las aguas residuales mediante el diseño y construcción de un contactor biológico rotacional (en escala piloto). En Yucatán, estado de México, los acuíferos son la única fuente para obtener agua dulce, además de ser el receptor de las aguas residuales generadas por la población. La generación constante de aguas residuales en el sacrificio de los animales, representa una alta carga contaminante para el manto freático, considerando el número de rastros que existen en el estado de Yucatán.

Actualmente, la normatividad aplicable en dicho país es muy estricta, y difícilmente las aguas residuales producto de estas actividades, logren mantenerse por debajo de los límites máximos permisibles de contaminantes para su disposición (descarga) a las aguas o bienes nacionales.

Debido a lo anterior, se vio la necesidad de buscar la manera en la que puedan optimizarse los métodos de tratamiento para este tipo de aguas residuales, de modo que no representen un factor de riesgo para la calidad del agua del acuífero en Yucatán.

Se diseñó y construyó un reactor (escala piloto) para determinar la eficiencia del tratamiento en el que se probaron las cargas orgánicas de 6,6 g, 12,2 g y 11,6 g DQO s/ /d a 30 rpm a las que les correspondieron tiempos de retención hidráulicos (TRH) de 47,4, 31,6 y 23,7 horas. Los resultados demostraron que la carga orgánica más eficiente fue la de 12,2 g DQO, con una remoción de DQO de 98,35%, una Demanda Bioquímica de Oxígeno medida luego de 5 días de reacción (DBO_5) de 97,96%, 62,11% de remoción de nitrógeno total, eliminación de 37,81% de sólidos totales, 48,33% de remoción de sólidos suspendidos totales y 70,0% de reducción (consumo) de alcalinidad.

Marco Antonio Garzón y Gerardo Buelna (Febrero 2013) en su investigación "Caracterización de aguas residuales porcinas y su tratamiento por diferentes procesos en México", presentaron un estudio respecto a la variación en la composición de las aguas residuales en granjas porcinas, específicamente 14 efluentes, en México y la eficiencia de diferentes procesos de tratamiento, exactamente cinco procesos, aplicados a escala real.

Con respecto a los sistemas de tratamiento actualmente aplicados se determinó que el sistema que presenta la mejor eficiencia fue el digestor anaerobio de líquido y sólidos (dalys) operado con un tiempo de retención hidráulico ($TRH \leq 60$ d, con el cual, al tratar los efluentes de dos granjas grandes, se obtuvieron las siguientes eficiencias de remoción: sólidos suspendidos totales ($SST \geq 92,5$ %; $DQO \geq 97$ %; $DBO_5 \geq 96$ %; Fósforo Total ($P_T \geq 66$ % y 2 unidades logarítmicas de Coliformes (CF). Sin embargo, a pesar de las altas eficiencias de remoción que presentaron los dalys, la calidad del efluente no es adecuada para ser descargado en cuerpos de agua ni para ser reutilizado en riego agrícola, por lo que se requiere un sistema que continúe el tratamiento y que remueva principalmente nitrógeno, SST, CF y DQO, para lo cual se recomienda un sistema aerobio. Como conclusión se tuvo, que la mejor opción fue un sistema de tratamiento de bajo costo de operación y mantenimiento que no requiere personal altamente capacitado para ser operado, que presente altas eficiencias de remoción y que genere efluentes tratados que cumplen con la regulación mexicana, el cual es el sistema de filtración por percolación sobre materiales de empaque orgánicos con bajas tasas de filtración.

Edris Bazrafshan, et al. (June 2012) in their investigation "Wastewater treatment of a slaughterhouse by Chemical Coagulation Combined and Electrocoagulation process" is aimed to investigate the feasibility of treating livestock wastewater from a slaughterhouse located in the city of Zahedan in Iran, through the combined chemical coagulation process, using polyaluminum chloride, and electrocoagulation in order to achieve the required standards. The influence of operating variables such as the dose of coagulant, electric potential and the reaction time yields elimination of major pollutants was determined.

The pollutant removal rate increased linearly with increasing doses of PACl and the applied voltage. The elimination of more than 99% of COD and BOD_5 was obtained by the addition of 100 mg/l PACl, besides applying a voltage of 40 V. A time of preliminary establishment of 24 h had an effect on BOD_5 , COD, TSS and NKT with removal efficiency up to 14%, 29%, 64% and 33%, respectively.

The experiments demonstrated the efficacy of chemical and electrochemical treatment of sewage slaughter techniques. Consequently, the combined processes are inferred to be superior to single electrocoagulation for removing organic and inorganic compounds from wastewater slaughterhouse.

Edris Bazrafshan, et al. (Junio 2012) en su investigación "Tratamiento de aguas residuales de un matadero por coagulación química combinada y proceso de electrocoagulación" investigaron la viabilidad de tratar las aguas residuales de ganado de un matadero localizado en la ciudad de Zahedan, Irán, a través del proceso de coagulación química combinada, usando cloruro de polialuminio (PACl), y electrocoagulación con el fin de alcanzar los estándares requeridos. Se determinó la influencia de las variables de funcionamiento tales como la dosis de coagulante, potencial eléctrico y el tiempo de reacción en los rendimientos de eliminación de los principales contaminantes.

La velocidad de eliminación de contaminantes aumentó linealmente con el incremento de dosis de PACl y el voltaje aplicado. Se obtuvo la eliminación de más de 99% de DQO y DBO₅ mediante la adición de 100 mg/l PACl, además de aplicar una tensión de 40 V.

Un tiempo de establecimiento preliminar de 24 horas tuvo un efecto sobre la DBO₅, DQO, Sólidos Suspendidos Totales (SST) y Nitrógeno Total Kjeldah (NTK) con rendimiento de eliminación de hasta el 14%, 29%, 64% y 33%, respectivamente.

Los experimentos demostraron la eficacia de las técnicas químicas y electroquímicas para el tratamiento de las aguas residuales del matadero. En consecuencia, los procesos combinados se infieren para ser superior a la electrocoagulación solo para la eliminación de compuestos orgánicos e inorgánicos de las aguas residuales del matadero.

Pradyut Kundu, et al. (July 2013) in their investigation "Treatment of wastewater from a slaughterhouse sequence in a batch reactor. Performance evaluation and Biodegradation kinetic" was aimed to determine the effectiveness of performance the Sequential Batch Reactor (SBR) technology, a pilot scale for the simultaneous removal of soluble carbonaceous organic matter and ammonianitrogen from wastewater from a slaughterhouse located in the village of Nazira, India, in addition to determining the biokinetic constants for oxidation carbon, nitrification and denitrification reaction under different combinations (aerobic/anoxic).

The cycle period for SBR operation was taken as 10 hours, with a period of 0,5 hours filling generally reacts with a period of 8,0 hours, filling period 1,0 h, and the period sleep / decanting of 0,5 hours.

The reactor was operated in three different variants of anoxic aerobic-sequence, (4 + 4), (5 + 3), and (3 + 5) h. the total period, reacting in two sets different soluble COD (SCOD) and ammonianitrogen (NH₄ + -N).

Level 1 000 ± 50 mg/l, and 90 ± 10 mg/l 1 000 ± 50 mg/l and 180 ± 10 mg/l, respectively. It was determined that the removal of 86 to 95% of COD is carried out at the end of 8,0 h of total reaction time. In the case of operating cycle (4 + 4) aerobic-anoxic a reasonable degree of nitrification was obtained 90,12 and 74,75% for its initials in NH₄ + -N value of 96,58 and 176,85 mg/l, respectively. Biokinetic coefficients (*k*, *K_s*, *Y*, *kd*) were also determined for evaluating the performance of SBR reactor for the expansion of large-scale operation in the future.

Was obtained finally result in thesequencingbatch reactor (SBR) is a variable and effectiveforthetreatment of wastewaterfromslaughterhousesbiologicalmethod. The total reactionperiod 8 hours (4 hours and 4 hours aerobic anoxic) producedoptimalcarbonoxidation, nitrification, denitrification and forthetreatment of carbonaceous and nitrogenouswastewater.

Pradyut Kundu, et al. (Julio 2013) en su investigación “Tratamiento de las aguas residuales de una secuencia de matadero en un reactor discontinuo: Evaluación del desempeño y la cinética de biodegradación” determinaron la eficacia del rendimiento de la tecnología SequentialBatch Reactor (SBR), a escala piloto, para la eliminación simultánea de materia orgánica carbonosa soluble y nitrógeno amoniacal de las aguas residuales de un matadero localizado en el pueblo de Nazira, India, además de determinar las constantes biocinéticas para la oxidación de carbono, nitrificación y desnitrificación bajo diferentes combinaciones de reacción (aerobia/anóxica).

El periodo de ciclo para la operación de SBR se tomó como 10 horas, con un período de llenado de 0,5 horas, en general reacciona con un período de 8,0 horas, periodo de llenado de 1,0 h, y el período de reposo/decantación de 0,5 horas.

El reactor se hizo funcionar en tres diferentes variantes de secuencia aeróbico-anóxica, (4 + 4), (5 + 3), y (3 + 5) h. del periodo total, reaccionando en dos conjuntos diferentes DQO soluble (SCOD) y nitrógeno amoniacal (NH_4^+ - N).

Nivel de $1\ 000 \pm 50$ mg/l, y 90 ± 10 mg/l, $1\ 000 \pm 50$ mg/l y 180 ± 10 mg/l, respectivamente. Se pudo determinar que la eliminación de 86 a 95% de DQO se lleva a cabo al final de 8,0 h del total del período de reacción. En el caso del ciclo de operaciones (4 + 4) aeróbico-anóxica, se obtuvo un grado razonable de la nitrificación 90,12 y 74,75% correspondiente a sus iniciales en NH_4^+ - Nvalor de 96,58 y 176,85 mg/l, respectivamente. Los coeficientes biocinéticos (k , K_s , Y , kd) también se determinaron para la evaluación del desempeño de SBR para la ampliación del reactor a gran escala en un funcionamiento futuro.

Finalmente, se obtuvo como resultado que el reactor discontinuo secuencial (SBR) es un método biológico variable y eficaz para el tratamiento de aguas residuales de mataderos. El periodo total de reacción de 8 horas (4 horas aeróbico y 4 horas anóxico) produjo la oxidación óptima de carbono, nitrificación, desnitrificación y para el tratamiento de aguas residuales carbonosas y nitrogenadas.

2.2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

2.2.1. MATADERO

Según Veall (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 al mismo tiempo facilitar la inspección adecuada de la carne y el manejo apropiado de los desechos resultantes, para eliminar todo peligro potencial en la carne infestada y evitar que llegue al público o contaminar el ambiente.

Los mataderos se pueden clasificar en los siguientes tipos:

- De la administración pública local (municipales)
- Cooperativas de productores
- Empresa comercial privada

2.2.1.1. Volemia

Según García (2012), la volemia (cantidad de sangre) de los principales animales domésticos está dada de acuerdo al peso del animal, la cual la relación es directamente proporcional (véase Tabla N°01)

Tabla N°01: Volemia en las principales especies de animales domésticos

VOLEMIA EN LAS DIFERENTES ESPECIES	
ESPECIE	VOLEMIA (ml/kg)
Equino	75 – 90
Bovino	64 – 82
Ovino y Caprino	60 – 70
Canino	72 – 74
Felino	65 – 70
Porcino	50 – 90

Fuente: García, 2012.

2.2.2. AGUAS RESIDUALES

Se puede definir como agua residual aquella que procede del empleo de un agua natural o de la red en un uso determinado. La eliminación del agua residual se conoce como vertido.

El agua residual, debido a su composición, puede originar problemas medioambientales muy severos, la presencia de materia orgánica junto con nutrientes puede provocar alteraciones en la microbiota de un sistema, llegándose a producir eutrofización del medio, con presencia de sustancias tóxicas que pueden causar daños muy graves, incluso a los seres humanos, si se utiliza esta agua. (Osorio, Torres y Sánchez, 2010)

2.2.2.1 Clasificación de las Aguas Residuales

Zambrano, Saltos y Villamar (2009), clasifican a las aguas residuales en cinco tipos: Aguas residuales domésticas, pecuarias agrícolas, industriales y de escorrentía; siendo en las aguas residuales pecuarias donde se ubican los efluentes líquidos residuales provenientes de los mataderos.

2.2.2.2 Parámetros de calidad de las aguas

Los parámetros de calidad del agua se utilizan en el control de los procesos de tratamiento, además necesitan ser considerados en el diseño y la operación de un sistema de provisión y tratamiento.

Los parámetros se pueden calificar en físicos y químicos. (Véase Tabla N°02)

Tabla N°02: Parámetros físicos y químicos del agua

Parámetros físicos	
Turbiedad	Mide la claridad óptica del agua, es provocada por la dispersión y absorción de la luz por las partículas suspendidas en el agua. La Organización Mundial de la Salud (OMS) reporta que una turbiedad < 5NTU (Unidades Nefelométricas de Turbiedad) es en general aceptable, pero puede variar según la disponibilidad y recursos para el tratamiento.
Partículas	Son sólidos más grandes que las moléculas. Pueden adsorber metales tóxicos o químicos inorgánicos sintéticos. El tratamiento de aguas considera las partículas en un rango de 0,0001 – 100 µm. Las partículas más grandes de 1 µm se llaman sólidos suspendidos, mientras que las partículas entre alrededor de 0,0001 y 1 µm pueden considerarse como partículas coloidales. Los constituyentes menores a 0,0001 µm son llamados partículas disueltas.
Color	El color es dado al agua por materia orgánica disuelta, iones metálicos como el hierro, el manganeso y la turbiedad.
Sabor y Olor	Pueden originarse de constituyentes orgánicos o inorgánicos naturales y las fuentes biológicas presentes en el agua, también pueden ser resultado de un proceso de tratamiento de aguas residuales.
Temperatura	Las temperaturas de las aguas superficiales pueden variar de 0,5°C a 3°C en el invierno y de 23°C a 27°C en el verano.
Parámetros químicos	
pH	Es una medida de naturaleza ácida y alcalina de la solución acuosa que puede afectar a los usos específicos del agua.
Dureza	Se debe a la presencia de sales disueltas del calcio y magnesio, mide la capacidad de agua para producir incrustaciones.
Sólidos Disueltos	Es una medida de la cantidad de materia disuelta en el agua, determinada por evaporación de un volumen de agua previamente filtrada.
Sólidos en suspensión (SS)	Es una medida de los sólidos sedimentables (no disueltos) que suelen ser retenidos en un filtro. La suma de estos con los Sólidos Disueltos se denomina Sólidos Totales.
Nitratos	Forma sales muy solubles y bastante estables aunque en medio reductor puede pasar a nitrito, nitrógeno o amoníaco.
Fosfato	Forma sales muy poco solubles y precipita fácilmente como fosfato de calcio. Al corresponder a un ácido débil contribuye a la alcalinidad de agua
Demanda Bioquímica de oxígeno (DBO ₅)	Mide la cantidad de oxígeno consumido en la eliminación de la materia orgánica del agua y se mide en ppm de O ₂ . Un contenido superior, es indicativo de contaminación.
Demanda química de oxígeno	Expresa la cantidad de oxígeno equivalente necesario para oxidar las sustancias presentes en las aguas residuales, mediante un agente químico fuertemente oxidante, como el permanganato potásico (KMnO ₄), utilizado en aguas limpias y el bicromato potásico (K ₂ Cr ₂ O ₇), utilizado en aguas residuales, se mide en ppm de O ₂ .

Fuente: Mihelcic, 2013.

2.2.3. TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

Según Rodríguez, et al. (2006) El tratamiento de efluentes líquidos residuales consta de un conjunto de operaciones físicas, biológicas y químicas, las cuales persiguen eliminar la mayor cantidad posible de contaminación antes de su vertido, de tal manera que los niveles de contaminación que queden en los efluentes tratados cumplan los límites y valores admisibles legales existentes, además de poder ser asimilados de forma natural por los cauces receptores.

2.2.3.1.- Tecnologías convencionales

a) Tratamiento para la eliminación de materiales en suspensión

A continuación se describen las operaciones unitarias más habituales. La utilización de una u otra es función de las características de las partículas (tamaño, densidad, forma, etc.) así como de la concentración de las mismas. (Véase en la Tabla N°03)

b) Tratamientos para la eliminación de materia disuelta

Al igual que en el caso de la materia en suspensión, la materia disuelta puede tener características y concentraciones muy diversas: desde grandes cantidades de sales inorgánicas disueltas (salmueras), orgánicas (materia orgánica biodegradable en industria de alimentación), hasta extremadamente pequeñas cantidades de inorgánicos (metales pesados) y orgánicos (pesticidas) pero necesaria su eliminación dado su carácter peligroso. (Véase Tabla N°04)

2.2.3.2. Tratamientos Biológicos:

Constituyen una serie de importantes procesos de tratamiento que tienen en común la utilización de microorganismos (entre las que destacan las bacterias) para llevar a cabo la eliminación de componentes indeseables del agua, aprovechando la actividad metabólica de los mismos sobre esos componentes y la utilización de tecnologías (véase en la Tabla N°05). La aplicación tradicional consiste en la eliminación de materia orgánica biodegradable, tanto soluble como coloidal, así como la eliminación de compuestos que contienen elementos nutrientes (N y P). Es uno de los tratamientos más habituales, no solo en el caso de aguas residuales urbanas, sino en buena parte de las aguas industriales.

En el metabolismo bacteriano juega un papel fundamental el elemento aceptor de electrones en los procesos de oxidación de la materia orgánica. Este aspecto, además, tiene una importante incidencia en las posibilidades de aplicación al tratamiento de aguas. Atendiendo a cual es dicho aceptor de electrones distinguimos casos:

- ✓ **Sistemas aerobios:** La presencia de O_2 hace que este elemento sea el aceptor de electrones, por lo que se obtienen unos rendimientos energéticos elevados, provocando una importante generación de fangos, debido al alto crecimiento de las bacterias aerobias.
- ✓ **Sistemas anaerobios:** En este caso el aceptor de electrones puede ser el CO_2 o parte de la propia materia orgánica, obteniéndose como producto de esta reducción el carbono en su estado más reducido, CH_4 . La ventaja de este sistema es obtener un gas combustible.

- ✓ **Sistemas anóxicos:** Se denominan así los sistemas en los que la ausencia de O₂ y la presencia de NO₃ hacen que este último elemento sea el aceptor de electrones, transformándose, entre otros, en N₂, elemento completamente inerte. Por tanto es posible, en ciertas condiciones, conseguir una eliminación biológica de nitratos (desnitrificación).

Tabla N°03: Aplicación de los tratamientos de agua residuales para eliminación de materiales en suspensión

TRATAMIENTO	APLICACIÓN
Desbaste	Es una operación en la que se trata de eliminar los sólidos de mayor tamaño que habitualmente tienen las partículas que arrastran las aguas. El objetivo es eliminarlos y evitar que dañen equipos posteriores del resto de tratamientos. Suele ser un tratamiento previo a cualquier otro. El equipo que se suele utilizar son rejillas por las que se hace circular el agua, construidas por barras metálicas de 6 o más mm, dispuestas paralelamente y espaciadas entre 10 y 100 mm. Se limpian con rastrillos que se accionan normalmente de forma mecánica.
Sedimentación	Operación física en la que se aprovecha la fuerza de la gravedad que hace que una partícula más densa que el agua tenga una trayectoria descendente, depositándose en el fondo del sedimentador. Esta operación será más eficaz cuanto mayor sea el tamaño y la densidad de las partículas a separar del agua, es decir, cuanto mayor sea su velocidad de sedimentación, siendo el principal parámetro de diseño para estos equipos. A esta operación de sedimentación se le suele denominar también decantación.
Filtración	Operación en la que se hace pasar el agua a través de un medio poroso, con el objetivo de retener la mayor cantidad posible de materia en suspensión. El medio poroso tradicionalmente utilizado es un lecho de arena, de altura variable, dispuesta en distintas capas de distinto tamaño de partícula, siendo la superior la más pequeña y de entre 0,15 y 0,3 mm. Es una operación muy utilizada en el tratamiento de aguas potables, así como en el tratamiento de aguas para reutilización, para eliminar la materia en suspensión que no se ha eliminado en anteriores operaciones (sedimentación). Para mejorar la eficacia, es habitual realizar una coagulación – floculación previa.
Flotación	Operación física que consiste en generar pequeñas burbujas de gas (aire), que se asociarán a las partículas presentes en el agua y serán elevadas hasta la superficie, de donde son arrastradas y sacadas del sistema. Esta forma de eliminar materia en suspensión será adecuada en los casos en los que las partículas tengan una densidad inferior o muy parecida a la del agua.
Coagulación- Floculación	Es una operación en suspensión que con la adición de ciertos reactivos químicos que en primer lugar desestabilicen la suspensión coloidal (coagulación), y a continuación favorezcan la floculación de las mismas para obtener partículas fácilmente sedimentables. Se utilizan los siguientes reactivos: Sales de Fe ³⁺ , Sales de Al ³⁺ y Polielectrolitos.

Fuente: Rodríguez, et al. 2006

Tabla N°04: Aplicación de los tratamientos de agua residuales para eliminación de materia disuelta

TRATAMIENTO PARA LA ELIMINACIÓN DE MATERIA DISUELTA	APLICACIÓN
Precipitación	Consiste en la eliminación de una sustancia disuelta indeseable, por adición de un reactivo que forme un compuesto insoluble con el mismo, facilitando así su eliminación por cualquiera de los métodos descritos en la eliminación de la materia en suspensión. Un reactivo muy frecuente utilizado es el Ca^{2+} , dada la gran cantidad de sales insolubles que forma, por ejemplo es el método utilizado para la eliminación de fosfatos (nutriente).
Procesos Electroquímicos	Está basado en la utilización de técnicas electroquímicas, haciendo pasar una corriente eléctrica a través del agua (que necesariamente ha de contener un electrolito) y provocando reacciones de oxidación-reducción tanto en el cátodo como en el ánodo. Por tanto se utiliza energía eléctrica como vector de descontaminación ambiental, siendo su costo uno de las principales desventajas de este proceso. Sin embargo como ventajas cabe destacar la versatilidad de los equipos, la ausencia tanto de la utilización de reactivos como de la presencia de fangos y la selectividad, pues controlar el potencial de electrodo permite seleccionar la reacción electroquímica dominante deseada.
Intercambio Iónico	Es una operación en la que se utiliza un material, habitualmente denominado resinas de intercambio iónico, que es capaz de retener selectivamente sobre su superficie los iones disueltos en el agua, los mantiene temporalmente unidos a la superficie, y los cede frente a una disolución con un fuerte regenerante.
Adsorción	El proceso de adsorción consiste en la captación de sustancias solubles en la superficie de un sólido. Un parámetro fundamental es este caso será la superficie específica del sólido, dado que el compuesto soluble a eliminar se ha de concentrar en la superficie del mismo. Es considerado como un tratamiento de refino, por lo que al final de los sistemas de tratamientos más usuales, especialmente con posterioridad a un tratamiento biológico. Se utilizan como alternativas del carbón activo: zeolitas, arcillas
Desinfección	La desinfección pretende la destrucción o inactivación de los microorganismos que puedan causarnos enfermedades, dado que el agua es uno de los principales medios por el que se transmiten. Para llevar a cabo la desinfección se pueden utilizar distintos tratamiento físico (calor, radiación), ácidos o bases, etc., pero fundamentalmente se utilizan agentes oxidantes, entre los que cabe destacar el clásico Cl_2 y algunos de sus derivados, o bien procesos de oxidación avanzada (O_3 , fotocátalisis homogénea). La utilización de desinfectantes persigue tres finalidades: producir agua libre de patógenos u organismos vivos, evitar la producción de subproductos indeseables de la desinfección y mantener la calidad bacteriológica en la red conducción posterior.

Fuente: Rodríguez, et al. 2006.

Tabla N°05: Tecnologías para el Tratamiento Biológico

Procesos biológicos aerobios	
Filtros percoladores	También denominados filtros biológicos o lechos bacterianos. Suelen ser lechos fijos de gran diámetro, rellenos con rocas o piezas de plástico o cerámica con formas especiales para desarrollar una gran superficie. Sobre la superficie crece una fina capa de biomasa, sobre la que se dispersa el agua residual a tratar, que moja en su descenso la superficie.
Contactores Biológicos Rotatorios (RBC):	Consisten en una serie de placas o discos, soportados en un eje y parcialmente sumergidos (40%) en una balsa que contiene el agua residual. El eje junto con los discos, gira lentamente. Sobre la superficie de los disco crece la biopelícula, que sucesivamente, se “moja” y entra en contacto con el aire, produciéndose la degradación de la materia orgánica.
Procesos biológicos Anaerobios	
Reactor de contacto	Consiste un tanque cerrado con un agitador donde tiene una entrada para el agua residual a tratar y dos salidas, una para el biogás generado y otra para la salida del efluente. Este efluente se lleva a un decantador donde es recirculada la biomasa de la parte inferior del decantador al reactor, para evitar la pérdida de la misma.
Reactor de manto de lodos y flujo ascendente (UASB)	Estos reactores solucionan el problema de recirculación de lodos al aumentar la concentración de biomasa en el reactor manteniéndola en su interior. Se consigue una alta concentración de biomasa dentro del reactor que conlleva una elevada velocidad de eliminación de materia orgánica con rendimientos elevados de depuración. Estos tipos de reactores han conseguido una muy alta implantación en el mercado, mostrándose como los más fiables para todo tipo de aguas residuales de alta carga, especialmente las que tiene un bajo contenido de sólidos en suspensión.
Filtro Anaerobio (FA)	En este caso, los microorganismos anaerobios se desarrollan sobre la superficie de un sólido formando una biopelícula de espesor variable. El sólido permanece inmóvil en el interior del equipo, habitualmente una columna, constituyendo un lecho fijo. El agua residual se hace circular a través del lecho, bien con flujo ascendente o bien descendente, donde entra en contacto con la biopelícula. Son sistemas tradicionalmente utilizados en muchas depuradoras de aguas residuales industriales con alta carga orgánica. Resisten muy bien alteraciones de carga en el influente pero no aceptan gran cantidad de sólidos en suspensión con el influente.

Fuente: Rodríguez, et al. 2006.

2.2.4. MARGO LEGAL.

El Ministerio del Ambiente (MINAM) estableció la siguiente norma legal para la protección de los recursos hídricos en el año 2009.

Límites Máximos Permisibles (LMP) para efluentes de actividades agroindustriales tales como planta de camales y plantas de beneficio.

Con el objetivo de mitigar los efluentes negativos al medio ambiente por las actividades agroindustriales tales como plantas de camales y plantas de beneficio, así como los riesgos a la salud de la población se establecen Límites Máximos permisibles.

De acuerdo a los Límites Máximos permisibles los efluentes líquidos tratados de las actividades agroindustrias hacia los cuerpos de agua naturales no excederán los valores indicados (Véase en la tabla N°06):

Tabla N°06: Límites máximos permisibles (LMP) para la descarga de efluentes líquidos de la actividad en promedio diario.

Parámetros	Unidad	LMP
pH	Unidad	6,0 - 9,0
Sólidos suspendidos totales	mg/l	300
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO)	mg/l	250
Demanda química de oxígeno (DQO)	mg/l	500
Fósforo Total	mg/l	40
Nitrógeno	mg/l	50

Fuente: MINAM, 2009.

Para fines de la presente norma se entenderá por límite máximo permisible promedio diario, los valores, rangos y concentraciones de los parámetros que debe cumplir el las descarga, en función del análisis de muestras compuestas de las aguas residuales.

Existen ciertos requisitos establecidos por el Ministerio de Vivienda para la toma correcta de muestras de aguas residuales y preservación de estas para su monitoreo (Véase Tabla N°07).

Tabla N°07: Requisitos para toma de muestra de agua residual y preservación de las muestras para el monitoreo

Determinación / Parámetros	Recipiente	Volumen mínimo de muestra	Presentación y conservación	Tiempo máximo de duración
Fisicoquímico				
Temperatura	P.V	1 000 ml	No es posible	15 min
pH		50 ml	No es posible	15 min
DBO ₅	P.V	1 000 ml	Refrigerar a 4 °C	48 horas
DQO	P.V	100 ml	Analizar lo más pronto posible o agregar H ₂ SO ₄ hasta pH menos 2 , refrigerar 4°C	28 días
Aceites y grasas	V, ámbar boca ancha calibrado	1 000 ml	Agregar HCl hasta pH menor 2 , refrigerar a 4 ° C	28 días
Sólidos suspendidos Totales (SST)	P.V	100 ml	Refrigerar a 4 °C	7 días
Microbiológicos				
Coliformes y termotolerantes (NMP)	V, esterilizado	250 ml	Refrigerar a 4 °C Agregar tiosulfato en plantas con cloración	6 horas

Fuente: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2013.

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

2.2.5. DECLARACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL (DIA)

Es el documento resultado del proceso de análisis de una propuesta de acción desde el punto de vista de su efecto sobre el ambiente y los recursos naturales, y en el cual se enuncian sus efectos, positivos y negativos, así como las medidas de mitigación, prevención o compensación necesarias y el Programa de Manejo y Adecuación Ambiental. Este documento sirve de base para la evaluación de aquellos proyectos de impacto bien conocidos y que no requieren de estudios ambientales más detallados. (Espinoza, 2006).

Según el decreto supremo N° 1909-2008 MINAM, el cual aprueba el reglamento de la ley N°27446, Ley del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental; define Declaración de Impacto Ambiental como el documento con carácter de declaración jurada a través del cual se expresa que un proyecto o actividad cumple con la legislación ambiental y es susceptible de generar impactos ambientales negativos poco significativos, de acuerdo con los criterios de protección ambiental y la normativa ambiental vigente.

De acuerdo al formato que el Ministerio de la Producción establece, la Declaración de Impacto Ambiental cuenta con las siguientes partes:

I. Datos Generales: Los datos de la empresa u organización a la cual se le evalúa, ubicación de esta, además del tamaño y duración del proyecto basado en un cronograma de actividades de cada etapa (construcción y operación).

II. Objetivos del Proyecto: Breve descripción de lo que se quiere lograr con esta declaración de Impacto Ambiental.

III. Descripción del Proyecto: Breve descripción del proceso industrial indicando sus fases, diagramas de flujo, materias primas utilizadas, productos y subproductos elaborados, además del abastecimiento de agua y energía.

IV. Características del entorno: En base a la matriz de riesgo se describe las características del entorno tales como fisicoquímicas, biológicas, económicas, sociales y culturales. Además se señalan los principales problemas ambientales del entorno del proyecto y el tipo de zonificación de este.

V. Identificación y Evaluación de los Impactos: Se describe brevemente los principales impactos ambientales generados en las etapas de construcción y operación, además de sus principales actividades.

VI. Evaluación de Riesgos Ambientales: Se adjunta la matriz de riesgos debidamente absuelta.

VII. Plan de Manejo Ambiental: Se describen las medidas de prevención, corrección y/o mitigación para cada etapa (construcción y operación). Además de un programa de control y monitoreo para cada fase. Finalmente se incluyen las medidas de contingencia a aplicar y los responsables de su implementación, y se especifica las medidas a ejecutarse en caso de cierre de la empresa.

2.2.6.-CONTAMINACIÓN

Es toda materia o sustancia, sus combinaciones o compuestos, los derivados químicos o biológicos, así como toda forma que al incorporarse o actuar en la atmósfera, agua, suelo, flora, fauna o cualquier elemento ambiental; alteren o modifiquen su composición y afecten a la salud humana. (Solís, 2003).

2.2.6.1. Tipos de Contaminación

La contaminación puede afectar diversos medios en el ambiente y presentarse de diferentes características, a continuación se presenta una lista con los diferentes tipos de contaminación existentes.

Tabla N° 08: Tipos de contaminación

Tipo	Definición	Causas
AGUA	La contaminación del agua es la adición de materia extraña indeseable a la misma que deteriora su calidad. La materia extraña contaminante podrá ser o materia inerte como de los compuestos de plomo o mercurio, o materia viva como la de microorganismos.	a) Domésticos: Detergentes, insecticidas, jabones, grasas, materia orgánica, virus de diversos tipos o parásitos en materia fecal, sangre, entre otros. b) Industriales : Colorantes , disolventes , ácido , grasas, sales , metales y diversas sustancias
SUELO	Se denomina cuando se introduce material extraño y dañino en las capas terrestres. Estos contaminantes producen un desequilibrio físico, químico y biológico en el suelo.	- Arrojo de residuos sólidos domésticos e industriales. - Arrojo de aceites usados. - Uso indiscriminado de agroquímicos. - Deforestación. - Derrames de petróleo.
AIRE	Se denomina a la adición de elementos tóxicos como el CO. Este tipo de contaminación afecta al bienestar de las personas, animales y plantas de forma negativa.	- Humos de los tubos de escape de los carros. - Humos de las chimeneas de las fábricas. - Quema de basuras. - Polvos industriales (cemento, yeso, concentrado de minerales, etc.). - Incendios forestales. - Erupciones volcánicas.

Fuente: Solís, 2003

III. RESULTADOS

3.1. CUANTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LOS EFLUENTES LÍQUIDOS

3.1.1. DESCRIPCIÓN DEL MATADERO DISTRITAL DE PÁTAPO

El matadero particular distrital de Pátapo, ubicado en la avenida Chongoyape N° 20, provincia de Chiclayo y departamento de Lambayeque, cuenta con una instalación de procesamiento de carne de ganado (vacuno, caprino y porcino) además de un dueño o propietario del mismo, bajo supervisión periódica de la Municipalidad Distrital de Pátapo; tiene propósito de brindar a la población el faenamiento de ganado vacuno, el cual cumpla con las normativas de sanidad, inocuidad y calidad necesarias y requeridas para el consumo humano, los cuales son comercializados en el mercado principal del distrito para el abasto de los pobladores del distrito mismo y anexos a este.

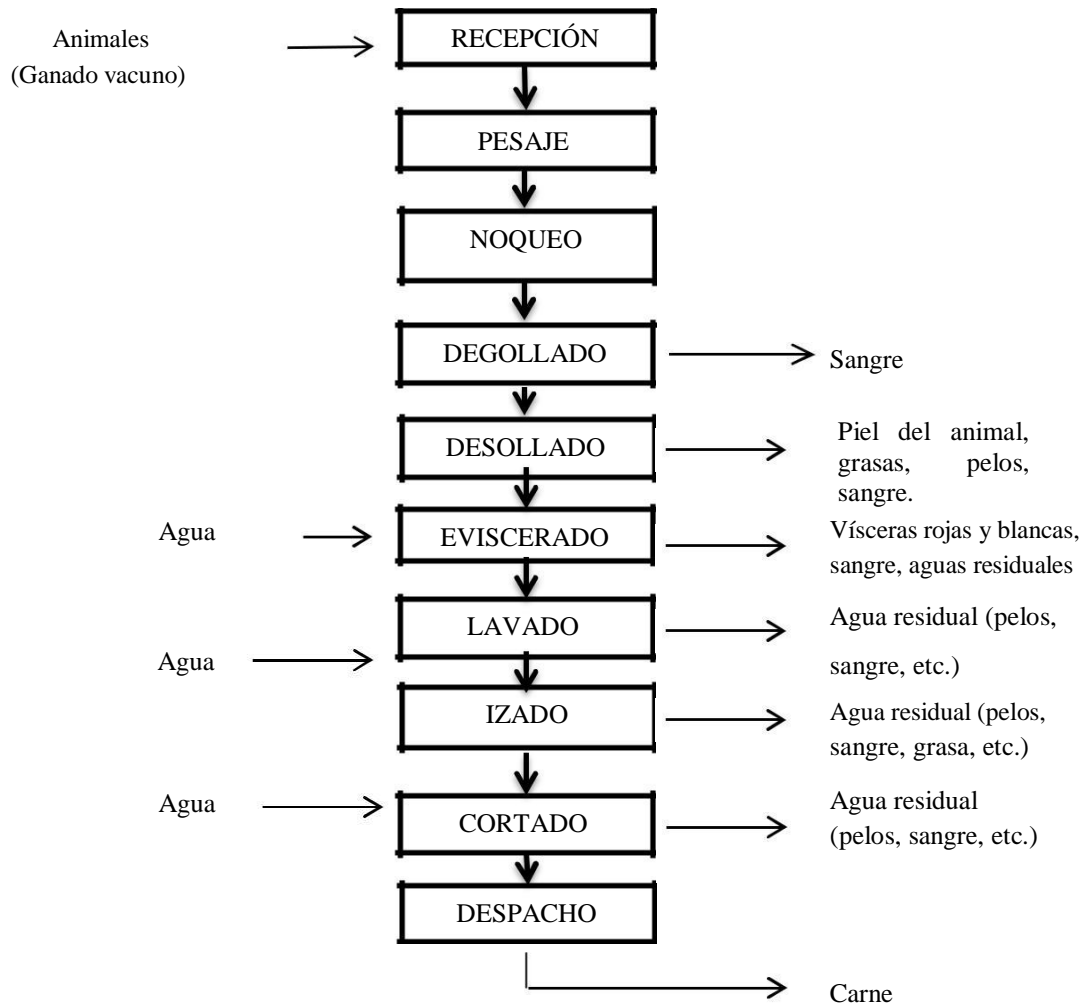
Se trabaja en un sólo turno de 2:00pm a 5:30pm de lunes a domingo, el cual es realizado por 9 operarios, además de la inspección constante de un médico veterinario presente siempre en el establecimiento.

A continuación se muestra el diagrama de flujo del procesamiento y faenado de carne (Véase figura N°01).

- ✓ **Recepción del animal:** El ganado vacuno llega al establecimiento en vehículos acondicionados desde los diferentes lugares del distrito, posteriormente los animales son inspeccionados en reposo y de pie. Se sacrifica al animal cuando el médico veterinario haya finalizado la inspección.
Los animales autorizados para su sacrificio esperarán el turno para su respectivo proceso.
Finalmente, los trabajadores arrear al animal por la rampa de ingreso a la planta de faenamiento, específicamente a la zona de noqueo o aturdimiento.
- ✓ **Pesaje:** Se determina el peso del animal.
- ✓ **Noqueo:** El noqueo, o también llamado aturdimiento, consiste en la insensibilización de los animales de abasto, y tiene como propósito evitar su sufrimiento innecesario de todos los factores estresantes previos al sacrificio.
- ✓ **Degollado:** El trabajador inserta el cuchillo cerca de la cabeza del animal y corta a través del cuello, con esta acción se corta todos los tejidos blandos entre la espina dorsal y el frente del cuello, al mismo tiempo se corta también las arterias carótidas y ambas venas yugulares. Finalmente la cabeza del animal es separada del cuerpo.
Después del degüello, se deja que el animal se desangre antes de continuar con el faenamiento por un promedio de un minuto. La sangre es vertida directamente a los tubos colectores.

- ✓ **Desollado:** El desollado se realiza por partes, las patas delanteras y traseras son cortadas primero, luego se separa el cuero de las piernas hasta el esternón, posteriormente se separa el cuero de la parte posterior desde las piernas hasta los brazos y finalmente, utilizando un tecla, se jala el cuero desde el sector de la nuca y hombros hasta la punta de la cola.
- ✓ **Eviscerado:** Inicialmente se realiza un corte largo por toda la línea media del vacuno, después se procede al retiro de todo el paquete de vísceras blancas y rojas contenida en la cavidad abdominal, estómagos e intestino. Las vísceras blancas (testículos, molleja, intestino delgado, recto y sesos) retiradas son enviadas hacia la zona de lavado de vísceras blancas en donde se procede a retirar todo el contenido, luego son lavadas; mientras que las vísceras rojas (hígado, riñón, estómago, lengua y corazón) son enviadas a la zona de lavado especialmente para estas. Los efluentes líquidos residuales son vertidos directamente al alcantarillado del establecimiento.
- ✓ **Lavado:** El trabajador empieza por la pierna del animal, siguiendo luego por la parte de las costillas y finalmente termina en los brazos, se realiza el lavado tanto de las partes internas como de las externas.
- ✓ **Izado:** El animal se eleva para facilitar su sangría y cortes posteriores de brazos, piernas, entre otras partes del cuerpo.
- ✓ **Cortado:** En esta etapa se corta el cuerpo del animal mediante herramientas tales como serruchos, cuchillos y hachas, de forma manual.
- ✓ **Despacho:** Etapa final en la cual se entrega la carne para su posterior venta en el mercado de abastos.

Fig. 01: Diagrama de flujo de faenamiento de ganado vacuno



Fuente: Matadero Distrital de Pátapo

Se presentan una serie de inconvenientes en el matadero distrital, uno de los problemas más resaltantes es el vertimiento diario de grandes cantidades de agua residual, sin ningún tratamiento, las cuales van directamente a los tubos colectores de la propia ciudad y alcantarillado público, los cuales posteriormente se mezclan con los demás drenajes de la ciudad, haciendo un mismo recorrido hasta llegar al punto final de vertimiento.

Cabe resaltar que el agua utilizada para el beneficio del ganado vacuno, comprende desde la entrada del mismo hacia el establecimiento hasta su salida, es decir, carne procesada, dicha agua contiene diferentes sustancias y partículas, tales como, pelos, excrementos, orina, sangre, aceites y grasas, entre otras, lo que contamina significativamente al ambiente, debido a que no se le brinda el tratamiento necesario para su misma reutilización en dicho matadero y/o posterior vertimiento, el cual a su vez genera una serie de estancamientos, obstrucciones y filtraciones en el alcantarillado y tubos colectores de dicha zona, además de malos olores, provocando el malestar de la población cercana a dicho establecimiento.

Es por ello que las autoridades del Servicio Nacional de Sanidad Agraria (SENASA), constantemente notifican la continuación de la implementación del plan de adecuación del matadero, según el reglamento sanitario de faenado de animales de abasto, D.S. N°015-2012-AG para el cumplimiento de las normas ambientales establecidas.

3.1.2. CUANTIFICACIÓN DEL AGUA RESIDUAL

Para la cuantificación del agua residual fue necesario determinar en primer lugar la cantidad de reses sacrificadas en el periodo 2010 a 2016, las cuales fueron un total de 7932 reses. (Véase Tabla N°09). Es preciso señalar que para la determinación del peso total, se tuvo en cuenta el peso unitario aproximado de una res, el cual es de 130 kg.

Cabe resaltar que a partir del año 2014 la cantidad de reses sacrificadas disminuyeron debido a los trabajos de remodelación y ampliación total que se efectuaron en las instalaciones del Matadero Distrital, previa orden del Servicio Nacional de Sanidad Agraria (SENASA).

Tabla N°09: Número y peso total de reses sacrificadas periodo 2010 – 2016

AÑO	NÚMERO DE RESES SACRIFICADAS	PESO TOTAL (kg) DE RESES SACRIFICADAS
2010	1326	170750
2011	1425	179200
2012	1293	159350
2013	1269	190029
2014	954	136750
2015	801	112 088
2016	864	126 235

Fuente: Matadero Distrital de Pátapo, 2016.

Lo que generó un promedio de sangre entre 68,761 m³ a 88,100 m³ y una utilización de agua promedio de 3966 m³. (Véase Tablas N°10 y N°11).

Para el cálculo de la utilización de agua, se basó en el Reglamento Sanitario del Faenado de Animales de Abasto establecido por SENASA es decir la utilización permisible del agua es de 500 l/res, normatividad que el Matadero Distrital cumple.

Tabla N°10: Volemia total del ganado vacuno entre el periodo 2010 – 2016.

CANTIDAD VOLUMÉTRICA ANUAL DE SANGRE DEL VACUNO		
(1)		
AÑO	PESO TOTAL (kg)	Volemia Total (6,4% a 8,2% del peso)
2010	170 750	12 464,75
2011	179 200	13 081,6
2012	159 350	11 632,55
2013	190 029	14 090,1
2014	136 750	10 197,35
2015	112 088	8 182,43
2016	126 235	9 215,16

Fuente: Matadero Distrital de Pátapo, 2016

Tabla N°11: Utilización de agua anual para el ganado vacuno entre el periodo 2010 – 2016.

Utilización de Agua			
AÑO	N° de Animales	m³	L
2010	1326	663	663 000
2011	1425	712,5	712 500
2012	1296	646,5	646 500
2013	1269	634,5	634 500
2014	954	477	477 000
2015	801	400,5	400 500
2016	864	432	432 000

Fuente: Matadero Distrital de Pátapo, 2016.

Por tanto, al sumar las cantidades de aguas utilizadas con las respectivas cantidades de sangre provenientes del ganado vacuno, se obtiene una cantidad promedio de agua residual de 4044,87 m³ (véase Tabla N°12), lo cual fue vertida directamente al alcantarillado y colectores sin ningún tratamiento previo entre el periodo 2010 a 2016.

Tabla N°12: Cantidad de agua residual generada en el matadero del distrito de Pátapo entre el periodo 2010 – 2016.

AÑO	CANTIDAD DE AGUA RESIDUAL (l)
2010	675 464,75
2011	725 582,6
2012	658 132,55
2013	648 590,1
2014	487 197,35
2015	408 682,4
2016	441 215

Fuente: Matadero Distrital de Pátapo, 2016.

3.1.3. CARACTERIZACIÓN DEL AGUA RESIDUAL

En un inicio, se realizó un análisis preliminar en el laboratorio de química de la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo (véase anexo N°06), para determinar la cantidad de Sólidos Totales, Sólidos Totales Volátiles y pH (Tabla N°13), cumpliendo con el siguiente protocolo: *Métodos normalizados para el análisis de aguas potables y residuales*, American Public Health Association 1992.

Tabla N°13: Parámetros analizados en el laboratorio químico de la USAT

Parámetro	Unidad	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3
ST	ppm	4 175	5 111	4 854
STV	ppm	2 619	3 516	3 279
pH	Unidad	7	7	7

Tal y como se puede observar, la cantidad de ST se encuentran en un rango de 4 000 a 5 111 ppm, lo que origina a su vez una gran concentración de sólidos totales volátiles. Sin embargo, el pH (7 – neutro) es el único parámetro que cumple con la normatividad mencionada anteriormente.

Posteriormente, se procedió a tomar una muestra de 6 litros de agua residual, en envases de 1 litro cada uno. Dicha muestra se tomó en el punto final de vertimiento del matadero, es decir en el alcantarillado (véase Anexo N°08), con el fin de analizar los siguientes parámetros: Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅), Demanda Química de Oxígeno (DQO), N y P, aceites y grasas, Sólidos Suspendidos Totales (SST), Sólidos Sedimentables, pH y Coliformes termotolerantes, los cuales posteriormente fueron enviados correctamente refrigerados a los laboratorios fisicoquímicos y microbiológicos de Certificaciones del Perú (CERPER) ubicados en la Perla – Callao.

Los envases para el análisis de DBO₅ y aceites y grasas contuvieron 5ml de ácido sulfúrico, el cual actúa como preservante, dado que el tiempo máximo de conservación de la muestra una vez tomada es de 24 horas. Mientras que para el análisis de DQO se utilizó como preservante 5 ml de tiosulfato de sodio al 3%.

En la Tabla N° 14 se muestran los resultados obtenidos del análisis del agua residual generada en el matadero distrital de Pátapo y en la Tabla N°15 se compara con los Límites Máximos Permisibles establecidos por el Ministerio del Ambiente (MINAM).

Tabla N°14: Resultados del análisis fisicoquímico y microbiológico del agua residual generada en el matadero distrital de Pátapo

Característica	Unidad	Resultado
Coliformes termotolerantes	NMP	33 000 000
Aceites y grasas	mg/l	118
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/l	2500
Demanda Química de Oxígeno	mgO ₂ /l	6904
Sólidos Suspendidos Totales	mg/l	1844
Sólidos Sedimentables	mg/l	8,5
Nitrógeno Total Kjeldahl	mg/l	391,3
Fósforo Total	mg/l	26,4
pH	Unidad	6,94

Fuente: Laboratorio Ambiental/Microbiología de CERPER

Tabla N°15: Comparación entre los resultados obtenidos del análisis fisicoquímico – microbiológico del agua residual y los límites máximos permisibles (LMP) según MINAM

Parámetros	Resultados obtenidos	Límites Máximos Permisibles según MINAM	Unidad
Demanda Bioquímica de Oxígeno	2500	250	mg/l
Demanda Química de Oxígeno	6904	500	mg/l
Sólidos Suspendidos Totales	1844	300	mg/l
Nitrógeno Total Kjeldahl	391,3	50	mg/l
Fósforo Total	26,4	40	mg/l
pH	6,94	6,0 - 9,0	Unidad

La implicancia de los parámetros analizados en la caracterización fisicoquímica y microbiológica se muestra a continuación.

Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅)

Cuando los niveles de la DBO son altos, los niveles de oxígeno disuelto serán bajos, ya que los microorganismos están consumiendo ese oxígeno en gran cantidad. Al haber menos oxígeno disponible en el agua, los seres vivos acuáticos tendrán menos posibilidad de sobrevivir. (Sánchez, *et al*, 2007)

Demanda Química de Oxígeno (DQO)

Parámetro importante y lo suficientemente rápido para determinar el grado de contaminación del agua, además puede ser empleada para estimar la eficiencia de una planta de tratamiento de aguas residuales. (Ramírez, 2008).

Nitrógeno y Fósforo

El exceso de nitrógeno y fósforo en el agua provoca que las plantas y otros organismos crezcan. Cuando mueren, se pudren y llenan el agua de malos olores y le dan un aspecto nauseabundo, disminuyendo su calidad. Durante su crecimiento y su putrefacción, consumen una gran cantidad del oxígeno disuelto y las aguas dejan de ser aptas para la mayor parte de los seres vivos. El resultado final es un ecosistema casi destruido. (Revista Ambientum, 2002)

Si el agua residual no contiene suficiente nitrógeno pueden ocurrir problemas por deficiencia de nutrientes durante el tratamiento secundario. Pero también el nitrógeno es un contribuyente especial para el agotamiento del oxígeno y la eutrofización de las aguas cuando se encuentra en elevadas concentraciones.

La descarga tanto de fósforo como de nitrógeno debe ser controlada, ya que puede provocar un crecimiento excesivo de algas en las aguas receptoras causando disminución del oxígeno disuelto y, a largo plazo, serios problemas de contaminación. (Universidad de Salamanca, 2014)

Aceites y grasas

El efecto que causan en los sistemas de tratamiento de aguas residuales o en las aguas naturales se debe a que interfieren con el intercambio de gases entre el agua y la atmósfera. No permiten el libre paso del oxígeno hacia el agua, ni la salida del CO₂ del agua hacia la atmósfera; en casos extremos pueden llegar a producir la acidificación del agua junto con bajos niveles del oxígeno disuelto, además de interferir con la penetración de la luz solar. (Toapanta, 2007).

Su presencia complica el transporte de los residuos por las tuberías, su eliminación en unidades de tratamiento biológico y su disposición en las aguas receptoras. (Barba, 2002).

Sólidos Suspendidos Totales (SST) y Sólidos Sedimentables

El contenido de sólidos de un agua afecta directamente la cantidad de lodos que se produce en el sistema de tratamiento o disposición. Se considera como sólidos totales de un agua el residuo de la evaporación y secado a 103 – 105 Vc. Los sólidos sedimentables son una medida del volumen de sólidos asentados al fondo de un cono imhoff, en un período de una hora, y representan la cantidad de lodo removible por sedimentación simple; se expresan comúnmente en ml/l. Los sólidos disueltos representan el material soluble y coloidal, el cual requiere usualmente para su remoción, oxidación biológica o coagulación y sedimentación. (Barba, 2002).

pH

Normalmente, el margen de pH adecuado para el tratamiento biológico es de 6,9. Por encima y por debajo de estos límites hay dificultades para la adaptación de los microorganismos. (USAL, 2014)

Por tanto, los resultados del análisis fisicoquímico y microbiológico dieron como resultado que el agua residual arrojada directamente a la red de alcantarillado

público no cumple con todos los límites permisibles establecidos por el MINAM, existiendo grandes diferencias, tales como la DQO, DBO, Sólidos Suspendidos Totales y Nitrógeno Total cuyos valores son 14, 10, 6 y 8 veces más que los permisibles respectivamente. Sin embargo, cumple con dos parámetros, Fósforo Total y pH cuyos valores se encuentran dentro de los límites.

3.1.4. IMPACTO AMBIENTAL

3.1.4.1. Identificación de impactos ambientales a través de la Matriz de Leopold

El análisis del impacto ambiental requiere la definición de dos aspectos de cada una de las acciones que puedan tener un impacto sobre el medio ambiente. El primer aspecto es la magnitud del impacto sobre sectores específicos del medio ambiente. El término magnitud especifica el grado, tamaño, o escala de la alteración ambiental. El segundo aspecto es la importancia de las acciones propuestas sobre las características y condiciones ambientales específicas. La magnitud del impacto puede ser evaluada en base a hechos; sin embargo, la importancia del impacto se basa generalmente en un juicio de valor. Los valores numéricos de magnitud (cuantitativos) e importancia (cualitativos) reflejan un estimado de los impactos de cada acción.

Dado que existen una variedad de métodos utilizados para identificar los efectos que un proyecto puede tener sobre los elementos del ambiente, en esta investigación se utilizó el más conocido y aplicado: la matriz de Leopold. Con la cual se determinó el impacto generado en cada una de las etapas del faenamiento de ganado vacuno.

Previo a la evaluación de impactos, se determinaron los procesos y etapas con el fin de establecer los aspectos e impactos ambientales significativos generados en el faenamiento de ganado vacuno. (Véase Tabla N°19)

3.1.4.2. Valoración de los impactos

Una vez identificados y descritos los impactos ambientales se procede a su valoración. Para esta valoración, se emplea los siguientes criterios.

Tabla N°16: Valoración según Carácter del impacto

Carácter del Impacto (CI)	
Positivo	(+)
Negativo	(-)
Previsto pero de difícil calificación	(x)

Fuente: Sbarato, 2009

Tabla N°17: Valoración según Intensidad

Intensidad (I)	
Baja	1
Media	2 – 4
Alta	5 – 7
Muy Alta	8 – 9
Total	10

Fuente: Sbarato, 2009

Tabla N°18: Valoración según extensión

Extensión (EX)		
Puntual	Efecto localizado	1
Parcial	Efecto con incidencia en parte del entorno del proyecto	2
Extenso	Efecto con incidencia en la mayor parte del proyecto	3 – 4
Total	Efecto con influencia generalizada en el entorno del proyecto	5 – 8
Crítico	Efecto con influencia generalizada en el entorno	+4

Fuente:Sbarato, 2009

Tabla N°19: Aspectos e impactos ambientales presentes en el faenamiento de ganado vacuno

Proceso	Etapas	Aspecto	Impacto
FAENAMIENTO	Recepción, pesaje y noqueo del ganado vacuno	- Generación de residuos sólidos (estiércol) - Generación de olores (aminas, amoniaco y compuestos azufrados)	Contaminación del aire Contaminación del suelo
	Degollado, desollado y eviscerado	Consumo de agua Generación de aguas residuales con sangre, orina y estiércol	Agotamiento del recurso Contaminación del agua
	Lavado e izado	Consumo de agua Generación de aguas residuales	Agotamiento del recurso Contaminación del agua
	Cortado y despacho	Generación de aguas residuales	Agotamiento del recurso Contaminación del agua
LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN	Limpieza del matadero	Consumo de agua Generación de aguas residuales (lejía, sangre, excretas)	Agotamiento del recurso Contaminación del agua

Tabla N°20: Matriz de Leopold: Matadero Distrital de Pátapo

			Etapas del proceso de faenado						TOTAL	
			Recepción del ganado vacuno	Pesaje y noqueo	Degollado y desollado	Eviscerado	Lavado e izado	Cortado y despacho		Limpieza y desinfección del matadero
FÍSICO	Aire	Generación de olores	-1/4	0	-1/6	-1/7	0	0	-1/7	-24
		Ruido	0	0	-1/4	-1/2	-1/2	0	0	-8
		Polvo	0	0	0	0	0	0	-1/5	-5
		Calidad de aire	-1/3	0	-1/3	-1/4	0	0	-1/7	-17
	Agua	Agotamiento del recurso	0	0	-1/7	-1/7	-1/8	-1/4	-1/7	-33
		Calidad del agua	0	0	-1/7	-1/8	-1/8	-1/4	-1/8	-35
		Ríos	0	0	-1/6	-1/7	-1/8	-1/3	-1/7	-31
	Suelo	Calidad del suelo	-1/3	-1/3	-1/6	-1/7	-1/6	-1/5	-1/7	-38
BIOLÓGICO	Fauna	Aves	0	0	0	0	0	-1/4	-1/3	-7
		Especies terrestres	0	0	-1/4	-1/4	-1/4	-1/3	-1/3	-18
		Especies acuáticas	0	0	-1/5	0	-1/6	-1/4	-1/7	-22
		Especies en peligro	0	0	0	0	0	0	0	0
	Flora	Árboles	0	0	-1/2	-1/2	-1/5	0	-1/3	-12
		Estrato herbáceo	0	0	-1/2	-1/2	-1/5	0	-1/3	-12
	Paisaje	Vista paisajística	0	0	-1/3	-1/4	-1/3	0	-1/3	-13
SOCIOECONÓMICO	Territorio	Valor de la tierra	0	0	0	0	0	0	0	
	Económico	Empleo	0	0	0	0	0	0	0	
	Población	Participación pública	0	0	0	0	0	0	0	0
		Vectores de enfermedades	-1/4	-1/3	-1/6	-1/7	-1/7	0	0	-27
TOTAL			-14	-6	-61	-61	-62	-27	-70	

Posteriormente, se realizó la matriz de Leopold para los ambientes físico, biológico y socioeconómico con el fin de determinar qué actividades generan mayor impacto significativo al ambiente de acuerdo a su magnitud e importancia.

Una vez aplicada la matriz de Leopold, posteriormente se procede a evaluarla de manera vertical, obteniendo como resultado al lavado e izado, y limpieza y desinfección del matadero como las actividades que mayor impacto generan con un valor de -62 y -70 respectivamente; debido a que en estas etapas del proceso de faenamiento, se generan altas cantidades de agua residual mezcladas con sangre, excretas, y otros residuos con contenido rumial. Por lo que es un impacto ambiental relevante que demuestra la contaminación del agua, la cual afecta principalmente al Río Chancay, lugar donde desembocan las aguas del alcantarillado.

Las etapas de eviscerado, y degollado y desollado obtuvieron un valor de -61, el cual refleja el grado de negatividad relevante como impacto ambiental.

Al evaluar de manera horizontal, se puede observar que los principales ambientes afectados son la calidad del agua la calidad del suelo, ambos presentes en el ambiente físico, con un valor de -35 y -38 respectivamente. De manera que se debe actuar de inmediato con el fin de mitigar el impacto.

Respecto al ambiente socioeconómico, dentro de sus parámetros a evaluar el más afectado es vectores de enfermedades con un valor negativo de -27, por lo que debe de mitigarse de inmediato ese daño con el fin de salvaguardar la salud de los propios trabajadores del matadero.

Finalmente, en el ambiente biológico el parámetro más afectado es el de la fauna, específicamente las especies acuáticas, con un valor de -22.

3.1.4.3. Análisis y evaluación de impactos

De acuerdo a lo establecido por el Ministerio del Ambiente (2008), se elaboró una Declaración de Impacto Ambiental (véase Anexo N°01) en el matadero distrital de Pátapo, en la que se evaluaron los impactos más relevantes previamente ya identificados a través de la matriz de Leopold:

Tabla N°21: Aspectos e Impactos Ambientales evaluados

Aspectos Ambientales	Impactos Ambientales
Generación de malos olores	Contaminación del aire
Vectores de enfermedades	Afectación en la salud humana
Vertimiento de Aguas residuales	Contaminación del agua Contaminación del suelo
Utilización de agua	Agotamiento del recurso
Vertidos de limpieza	Contaminación del agua Contaminación del suelo
Generación de residuos sólidos	Contaminación del agua Contaminación del suelo

Se evaluaron los elementos de riesgo teniendo en cuenta la exposición potencial de agua, aire, suelo y recursos humanos en base a los entornos humano, natural y socioeconómico, además de la frecuencia de probabilidades para cada uno de ellos.

Se estimó la gravedad de las consecuencias respecto a los entornos humanos, naturales y socioeconómicos, basados en la Guía de Evaluación de Riesgos Ambientales establecidos por la Dirección General de Calidad Ambiental del Viceministerio de Gestión Ambiental.

Una vez estimadas las consecuencias de cada entorno descrito anteriormente, se evaluó el riesgo ambiental de los mismos.

Cabe señalar que se estimaron la frecuencia de probabilidades, consecuencias y riesgos ambientales teniendo en cuenta en primer lugar la situación actual del matadero, es decir sin ningún tipo de sistema de tratamiento para las aguas residuales; y posteriormente teniendo en cuenta el mismo.

Por lo que se obtuvieron las siguientes caracterizaciones de riesgos ambientales:

Tabla N°22: Porcentaje de Riesgo Ambiental respecto al entorno humano

Escenario	% de Riesgo Ambiental (Situación actual)	% de Riesgo Ambiental (Sistema de tratamiento Implementado)
	Entorno humano	
Generación de malos olores	40	16
Vertidos de aguas residuales	80	60
Sangre de ganado vacuno	20	20
Vertidos de limpieza	60	60
Generación de residuos sólidos	20	20
Vectores de enfermedades	40	4
TOTAL	43,33	30

Tabla N°23: Porcentaje de Riesgo Ambiental respecto al entorno natural

Escenario	% de Riesgo Ambiental (Situación actual)	% de Riesgo Ambiental (Sistema de tratamiento Implementado)
	Entorno natural	
Generación de malos olores	20	8
Vertidos de aguas residuales	80	40
Agotamiento de recurso	20	20
Vertidos de limpieza	60	40
Generación de residuos sólidos	20	20
Flora	8	4
Fauna	8	4
TOTAL	30,86	19,43

Tabla N°24: Porcentaje de Riesgo Ambiental respecto al entorno socioeconómico

Escenario	% de Riesgo Ambiental (Situación actual)	% de Riesgo Ambiental (Sistema de tratamiento Implementado)
	Entorno socioeconómico	
Variación de tasa laboral	16	16
Incremento de costo de vida	16	16
Vectores de enfermedades	24	8
TOTAL	18,67	13,3

Tabla N°25: Caracterización del riesgo ambiental

Caracterización del riesgo (%)	
Situación actual	Sistema de tratamiento implementado
30,95	20,91

Se puede apreciar que hubo una disminución del 32,44% del riesgo ambiental respecto a la situación actual y una vez implementado el sistema de tratamiento.

3.1.4.4. Plan de Manejo Ambiental (PMA)

El Plan de Manejo Ambiental propuesto describirá los programas necesarios para mitigar, corregir, y prevenir o eliminar los impactos negativos generados por la contaminación del agua, la mala disposición de residuos, la falta de capacitación, los riesgos y peligros a los que están expuestos los trabajadores en el matadero distrital de Pátapo.

Los programas que contendrá el Plan de Manejo Ambiental son:

- a) **Sistema de Tratamiento de aguas residuales:** El objetivo de proponer un sistema de tratamiento de aguas residuales en el matadero distrital de Pátapo es reducir los agentes contaminantes presentes en esta con el fin de reducir el impacto ambiental además de cumplir con la normatividad impuesta por el MINAM.
- b) **Programa de Manejo de Residuos Sólidos:** Este programa de tiene como objetivo realizar un apropiado manejo de los residuos sólidos generados en el faenamiento del ganado vacuno en el matadero distrital de Pátapo.

- c) **Programa de Capacitación:** Este programa está dirigido a los trabajadores del Matadero Distrital de Pátapo tanto los trabajadores recientes como los de mayor experiencia, de modo que se encuentren con mejor preparación para el desarrollo y desempeño en sus actividades cotidianas con el fin de cumplir con los objetivos trazados.
- d) **Programa de control de vectores causantes de enfermedades:** Este programa tiene como objetivo controlar la presencia de vectores tales como, moscas, roedores, etc., aplicando las acciones necesarias para su control.
- e) **Programa de control y monitoreo para cada fase:** Tiene por objetivos conocer el efecto real causado por las actividades del matadero distrital de Pátapo, verificar la efectividad de las medidas de mitigación propuestas; verificar el cumplimiento de las normas ambientales aplicables y detectar de manera temprana efectos imprevistos e indeseados a fin de controlarlos.
- f) **Plan de Contingencia:** Establecerá las acciones que deberá seguir el matadero distrital de Pátapo en caso de emergencias relacionadas con las características de la calidad del agua y suelo, de modo tal que el personal de la empresa se encuentre en capacidad de responder efectivamente, además de situaciones de emergencia tales como incendios, sismos y accidentes de trabajo.

Finalmente se especifican las medidas a ejecutarse en caso de cierre de la empresa con el fin de garantizar la restitución de las condiciones iniciales del área del proyecto.

3.2. DETERMINACIÓN DEL TIPO DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES GENERADAS EN EL MATADERO DISTRITAL DE PÁTAPO

Para la elección del tratamiento, en primer lugar se tomaron en cuenta las ventajas y desventajas de los sistemas aerobios y anaerobios, los cuales se muestran a continuación:

Algunas ventajas del tratamiento anaerobio sobre el aerobio son las siguientes (Rubens, *et al*2003):

- a) Debido a que no emplea equipo de aireación, se produce ahorro de costo de inmobilizado, así como de consumo energético y no requiere de mano de obra calificada, ambos insumos son el mayor impacto en la operación de las plantas de tratamiento de aguas residuales.
- b) El coeficiente de producción de biomasa Y para los procesos anaerobios es mucho menor que para los sistemas aerobios. Esto significa que se produce menos biomasa por unidad de reducción de sustrato y en consecuencia se presentan ahorros considerables en los procesos de manejo y evacuación del

exceso de lodo (purga). Esto significa también un menor requisito de nutrientes (nitrógeno y fósforo).

- c) En los procesos anaerobios es posible operar a cargas orgánicas de los afluentes superiores que para el caso de los procesos aerobios (hasta 20 kg.mg/l de DQO/m³.d). Este hecho resulta de la limitación de velocidad de la transferencia de oxígeno de los procesos aerobios.
- d) La producción de metano en los procesos anaerobios es una ventaja debido a su valor como combustible de potencia calorífica de 4 000 kcal/kg, el cual puede utilizarse como cogeneración eléctrica. Una parte sustancial de la necesidad energética de los procesos anaerobios puede obtenerse de los gases emitidos, a diferencia de los procesos aerobios que libera anhídrido carbónico.
- e) La cantidad de microorganismos a purgar es mucho menor en los sistemas anaerobios que en los aerobios. Además soporta sin problema el incremento o decremento en su alimentación por meses.
- f) Poseen una mayor eficiencia en tratamiento que los sistemas aerobios y una necesidad de espacio relativamente menor para las instalaciones debido a la aplicación de carga orgánica.

Sin embargo también presenta algunas desventajas, tales como:

- a) Necesitan de mayores tiempos de residencia. En consecuencia, los costos de inversión en volumen de vasija son superiores en el tratamiento anaerobio.
- b) Los malos olores asociados a los procesos anaerobios, debido principalmente a la producción de H₂S y mercaptanos, fundamentalmente en zonas urbanas.
- c) Se necesitan mayores temperaturas para asegurar que los procesos anaerobios se producen a velocidades razonables. Normalmente, la temperatura de los procesos anaerobios está alrededor de los 35°C, lo que significa que puede necesitarse el precalentamiento de la alimentación o el calentamiento del reactor anaerobio.
- d) La sedimentación de la biomasa anaerobia en el clarificador secundario es más difícil que la decantación de la biomasa en el proceso de lodos activos. Esto significa que los costos de inversión para los clarificadores son superiores. Sin embargo, si el agua residual a tratar en el proceso anaerobio contiene una concentración elevada de sólidos en suspensión a los que pueda adherirse la biomasa, pueden conseguirse buenas condiciones de sedimentación.
- e) La operación de las unidades anaerobias es más difícil que las aerobias, siendo el proceso más sensible a las cargas de choque.

- f) Ciertos compuestos como NH_4^+ , PO_4^{3-} y S^{2-} quedan en disolución. Por este motivo, si es necesario, se tiene que utilizar un tratamiento posterior.

En la tabla N°26 se visualiza las ventajas y desventajas de ambos procesos.

Tabla N° 26: Ventajas y desventajas de procesos aerobios y anaerobios

Parámetro	Aerobio	Anaerobio
Requisito energía para aireación	Alto	No requiere
Requisito de área	Alto	Bajo
Costos de implementación	Altos	Bajos
Calidad lodo en exceso	Requiere estabilización	Lodo estabilizado
Tolerancias altas cargas orgánicas	Sí	Sí
Requisito etapa primaria de separación líquido - sólido	Frecuente	Poco frecuente
Requisito etapa de separación sólido y líquido posterior	Frecuente	Poco frecuente
Producción de metano (combustible)	No	Sí
Impacto ambiental (olores)	Bajo - Moderado	Alto – Moderado
Generación de gases de efecto invernadero	Alta	Baja
Almacenamiento de lodo activo	No	Sí (meses)

Fuente: Torres, 2012

Posteriormente se tomó en cuenta ciertos factores fundamentales y determinantes para la elección del sistema de tratamientos, tales como las características fisicoquímicas y microbiológicas del agua residual, el espacio necesario para la tecnología y el que existe disponible en el Matadero Distrital de Pátapo, la disponibilidad de recursos, el impacto ambiental del sistema de tratamiento, el tiempo de retención hidráulico que este necesita, la capacidad y los costos. (Véase Tabla N°27).

Tabla N° 27: Factores y variables a considerar en el proceso de selección del tratamiento de aguas residuales del faenamiento de ganado vacuno

Factor	Variable
Características Físicoquímicas y Microbiológicas del agua residual	Composición del agua residual
Espacio de la Tecnología para el Tratamiento de Aguas Residuales	Área de terreno disponible en el Matadero Distrital de Pátapo
Parámetros de las tecnologías	Tiempo de retención hidráulico Eficiencia de remoción del tratamiento
Aspectos tecnológicos	Impacto ambiental del tratamiento
Costos de la tecnología	Costos de mantenimiento Costos de Inversión

3.2.1. DETERMINACIÓN DEL TIPO DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES GENERADAS EN EL MATADERO DISTRITAL DE PÁTAPU EN BASE A FACTORES PREDOMINANTES

Para la determinación del tratamiento, se tomaron en cuenta 4 tipos de tratamientos anaerobios, los cuales son: Reactor de manto de lodos y flujo ascendente (UASB), Digestor anaerobio de líquidos y sólidos, Filtro anaerobio y Reactor de lecho fluidizado. Además, se utilizó el método de Factores Ponderados (Núñez, *et al* 2014), en el que se consideraron los siguientes factores:

3.2.1.1 Parámetros Tecnológicos

a) Eficiencia de Remoción

Se consideró la eficiencia de remoción de DBO, DQO, SST y coliformes que brinda cada uno de los tratamientos de aguas residuales a evaluar. (Véase Tabla N°28).

Tabla N° 28: Porcentajes de eficiencias de remoción de cada tipo de tratamiento evaluado

Tipo de Tratamiento	Eficiencia de Remoción (%)				Fuente
	DQO	DBO	SST	Coliformes	
Reactor de manto de lodos y flujo ascendente (UASB)	63 – 87	60 – 80	70 – 80	50 – 60	Iñiguez y Camacho (2010) y Torres (2012)
Filtro Anaerobio (FA)	65 – 70	70 – 80	70 – 80	3	Observatorio del Agua (2015) y Torres (2012)
Digestor anaerobio de líquidos y Sólidos (Dalys)	≥ 97	≥ 96	≥ 92,5	2 unid log	Garzón y Buelna (2014)
Reactor de lecho fluidizado	79	85	95	1 unid log	Pozo (2011)

b) Tiempo de retención hidráulico

El tiempo de retención hidráulico (TRH) en un digestor es uno de las variables más importantes para el control de los sistemas de digestión anaerobia (Caldera, 2006) por lo que se consideró en cada uno de los tratamientos evaluados. (Véase Tabla N°29).

Tabla N° 29: Tiempo de retención hidráulica de cada tipo de tratamiento evaluado

Tipo de Tratamiento	Tiempo de retención hidráulica	Fuente
Reactor de manto de lodos y flujo ascendente (UASB)	1 - 3 días	Caldera (2003)
Filtro Anaerobio (FA)	25 - 37 días	Comisión Nacional del Agua (2013)
Digestor anaerobio de líquidos y Sólidos (Dalys)	≤ 60 días	Garzón y Buelna (2014)
Reactor de lecho fluidizado	0,20 días	Dunn (1994)

3.2.1.2. Espacio de la Tecnología

a) Carga Hidráulica

La carga hidráulica es el volumen de agua aplicado por unidad de superficie en un determinado período de tiempo. (Moreno, 2003)

Como resultado de la comparación entre las cargas hidráulicas de los cuatro tipos de tratamientos evaluados, el reactor de lecho fluidizado destaca por utilizar mayor carga hidráulica, a diferencia de los restantes. (Véase Tabla N°30)

Tabla N° 30: Carga hidráulica de cada tipo de tratamiento evaluado

Tipo de Tratamiento	Carga hidráulica	Fuente
Reactor de manto de lodos y flujo ascendente (UASB)	$< 6 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{d}$	Observatorio del Agua (2015)
Filtro Anaerobio (FA)	$6 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{d} < \text{CHS} < 15 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{d}$	Comisión Nacional del Agua (2013)
Digestor anaerobio de líquidos y Sólidos (Dalys)	$0,5 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{d}$	Vidal (2015)
Reactor de lecho fluidizado	$< 10 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{d}$	Burgos (2015)

3.2.1.3 Costos de tecnología

a) Costos de mantenimiento e inversión

Se evaluó el costo de la tecnología necesaria para la realización del proyecto (véase Tabla N°31). Los costos de inversión de cada uno de los tipos de tratamientos anaerobios, ya sea por costo por habitante o por volumen, fueron extraídos de estudios ya realizados, los cuales presentan cotizaciones reales. Además de empresas dedicadas al rubro de tratamientos de aguas residuales. Se recurre a este criterio, el cual es válido y de un alto nivel de confiabilidad.

Tabla N° 31: Costos de inversión de tecnologías para el tratamiento de aguas residuales

Tipo de Tratamiento	Costo de tecnología (US\$/hab)	Costo de tecnología (US\$/m ³)	Costo de Operación y Mantenimiento (US\$/hab)	Fuente
Reactor UASB	20 – 40	150 - 200	1 – 1,5	Torres (2012) y Wagner (2010)
Filtro anaerobio (FA)	10 – 25	----	0,8 – 1	Torres (2012)
Digestor anaerobio de líquidos y sólidos	-----	200 – 250	—	Wagner (2010)
Reactor de lecho fluidizado	22,4	2209,66	—	Jurgensen (1997)

Como se puede observar los costos de inversión de los sistemas de tratamiento anaerobio son relativamente bajos, los costos de los sistemas de reactor de lecho fluidizado y el Digestor anaerobio de líquidos y sólidos no incluyen costos de operación ni de mantenimiento, a diferencia del Filtro Anaerobio y el reactor UASB.

3.2.1.4 Aspectos Tecnológicos

a) Impacto ambiental del tratamiento

Este factor permite dar a conocer las consecuencias ambientales que pueden existir debido a la instalación y funcionamiento del sistema de tratamiento. En este caso, los sistemas de tratamiento de tipo anaerobio, tienen como similitud la generación de malos olores, esto debido principalmente a la producción de H₂S y mercaptanos. Es por ello que en este factor tienen los puntajes más bajo.

3.2.1.5 Confrontación de los factores

Una vez analizado cada uno de los factores, se les asignó las siguientes letras con el fin de facilitar la interpretación en la matriz de confrontación de los mismos.

A= Eficiencia de remoción

D= Costo de la tecnología

B= Carga hidráulica

E= Efecto Ambiental del tratamiento

C= Tiempo de retención hidráulico

En la Tabla N°32 se procede a la confrontación de los factores con la finalidad de obtener las ponderaciones de cada uno de ellos.

Tabla N° 32: Confrontación de los factores para su ponderación

	A	B	C	D	E	Conteo	Ponderado (%)
A		1	1	1	1	4	22,22
B	1		1	1	1	4	22,22
C	1	1		1	1	4	22,22
D	1	1	1		0	3	16,67
E	1	1	1	0		3	16,67
TOTAL							100

Luego de realizada la confrontación de factores, los de mayor importancia para la elección del tratamiento de aguas residuales son: Eficiencia de remoción y el área disponible.

Posteriormente se procede a la calificación de los mismos a través de una “escala de calificación” para finalmente seleccionar el tratamiento.

La tabla N°33 muestra las calificaciones para cada factor presente en el sistema de tratamiento, además del puntaje asignado a cada uno de ellos. Este criterio ayudará con la selección del sistema de tratamiento (Véase Tabla N°34).

Tabla N° 33: Escala de Calificación

Escala	Puntuación
Excelente	5
Muy Bueno	4
Bueno	3
Regular	2
Malo	1

Tabla N° 34: Calificación de los factores de mayor importancia por cada sistema de tratamiento analizado

Tratamientos		Filtro Anaerobio		Reactor UASB		Reactor de lecho fluidizado		Digestor anaerobio de líquidos y sólidos	
Factor	Peso (%)	Calif.	Puntaje	Calif.	Puntaje	Calif.	Puntaje	Calif.	Puntaje
A	22,22	3	0,66	3	0,66	4	0,88	5	1,111
B	22,22	2	0,44	3	0,66	4	0,88	2	0,44
C	22,22	4	0,88	3	0,66	1	0,22	4	0,88
D	16,67	3	0,50	5	0,8335	1	0,1667	4	0,88
E	16,67	2	0,3334	2	0,3334	2	0,3334	2	0,3334
Total		2,813		3,147		2,48		3,64	

Tal y como se observa en la ponderación (Tabla N°26), el tratamiento para las aguas residuales generadas en el matadero distrital de Pátapo es a través de un digestor anaerobio de líquidos y sólidos.

3.3. DISEÑO DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES GENERADAS EN EL MATADERO DISTRITAL DE PÁTAPO

3.3.1 Pronóstico del agua residual

Se realizó el pronóstico mensual para los siguientes 7 años (2017, 2018, 2019, 2020, 2021, 2022 y 2023) debido a que sólo se cuenta con data histórica a partir del año 2010 hacia adelante.

Para determinar la cantidad de agua residual futura, en primer lugar se pronosticó la cantidad de ganado vacuno a sacrificar en los próximos 7 años dado que la cantidad de sangre y la utilización de agua dependen de la cantidad de ganado a beneficiar.

En la Figura N°02 se muestra el comportamiento de la cantidad de efluente residual (Desde el año 2010 hasta el año 2016) generado en el matadero distrital de Pátapo.

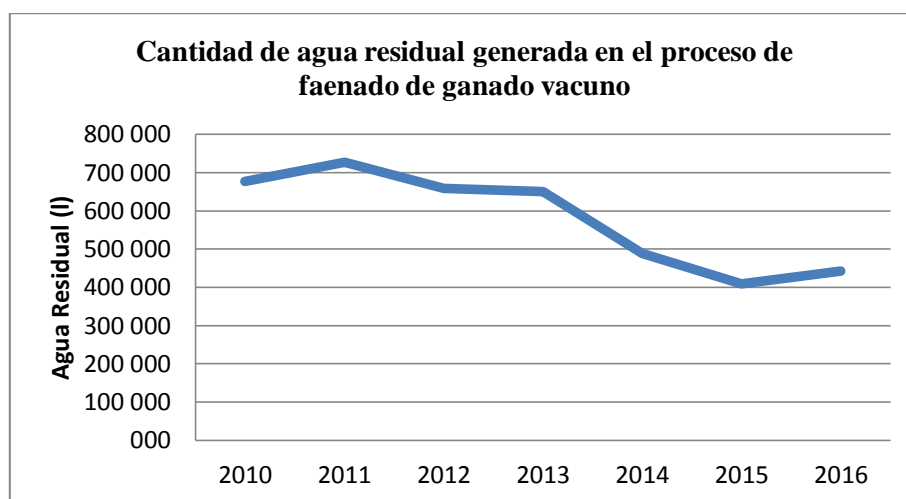


Fig. 02: Comportamiento del efluente residual generado en el proceso de faenado de ganado vacuno en el matadero distrital de Pátapo

El pronóstico se realizó en el software Microsoft Excel y teniendo en cuenta el comportamiento y variabilidad de la data histórica se trabajó con el modelo de alisamiento o suavización exponencial. Los resultados del pronóstico se muestran en la Tabla N°35.

Tabla N° 35: Pronóstico de las cantidades de ganado vacuno a sacrificar en el matadero distrital de Pátapo

PERIODO	PRONÓSTICO (Suavización Exponencial) Alfa = 0,9						
	Año	Año	Año	Año	Año	Año	Año
	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Enero	72	73	95	95	85	71	75
Febrero	72	72	75	95	94	84	72
Marzo	81	72	72	77	95	93	83
Abril	63	80	72	73	79	95	92
Mayo	61	65	79	72	73	80	94
Junio	71	62	66	79	72	74	82
Julio	60	70	62	67	78	72	75
Agosto	83	61	69	63	68	77	73
Septiembre	89	81	62	69	63	69	77
Octubre	86	89	79	63	68	64	70
Noviembre	60	87	88	78	63	68	64
Diciembre	78	63	87	87	76	64	67
TOTAL	877	873	906	916	916	912	923

Dado que el peso promedio de ganado vacuno a faenar en el matadero es de 145 ± 5 kg, se estima el peso del ganado para los años proyectados anteriormente (Véase Tabla N°36).

Tabla N° 36: Pronóstico del peso del ganado vacuno a faenar

PERIODO	Estimación de peso en kg del ganado vacuno a faenar						
	Año	Año	Año	Año	Año	Año	Año
	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Enero	10 800	10 890	14 253	14 269	12 792	10 705	11 182
Febrero	10 800	10 809	11 226	14 254	14 121	12 583	10 753
Marzo	12 150	10 801	10 851	11 529	14 241	13 967	12 400
Abril	9 450	12 015	10 806	10 919	11 800	14 214	13 811
Mayo	9 180	9 707	11 894	10 817	11 007	12 042	14 173
Junio	10 638	9 233	9 925	11 786	10 836	11 110	12 255
Julio	9 029	10 497	9 302	10 111	11 691	10 864	11 225
Agosto	12 513	9 176	10 378	9 383	10 269	11 609	10 900
Septiembre	13 401	12 179	9 296	10 278	9 472	10 403	11 538
Octubre	12 950	13 279	11 891	9 394	10 198	9 565	10 517
Noviembre	8 990	12 983	13 140	11 641	9 474	10 134	9 660
Diciembre	11 699	9 389	12 999	12 990	11 424	9 540	10 087
TOTAL	131 600	130 958	135 960	137 372	137 326	136 736	138 499

Una vez determinado el pronóstico del peso del ganado vacuno a sacrificar en los próximos 6 años, ya es posible determinar la cantidad volumétrica de sangre o volemia de los mismos. (Véase Tabla N°37)

Tabla N° 37: Volemia pronosticada del ganado vacuno a sacrificar en los próximos 6 años

PERIODO	Volemia (l) del ganado vacuno a faenar en los próximos 6 años						
	Año	Año	Año	Año	Año	Año	Año
	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Enero	788,4	794,97	1040,48	1041,64	933,82	781,47	816,3
Febrero	788,4	789,06	819,5	1040,55	1030,83	918,56	784,97
Marzo	886,95	788,47	792,12	841,62	1039,59	1019,59	905,2
Abril	689,85	877,11	788,83	792,56	861,41	1037,59	1008,17
Mayo	670,14	708,58	868,23	833,81	795,72	836,61	1034,65
Junio	776,58	673,99	724,55	860,41	791,04	811,04	894,59
Julio	659,1	766,32	679,04	738,13	853,48	793,04	819,4
Agosto	913,44	669,82	757,59	684,95	749,67	847,43	795,68
Septiembre	978,3	889,08	678,6	750,33	691,42	759,44	842,26
Octubre	945,36	969,37	868,03	685,78	744,43	598,23	767,72
Noviembre	656,27	947,76	959,24	849,81	691,64	739,81	705,17
Diciembre	854,03	685,42	948,91	948,39	948,30	696,46	736,35
TOTAL	9606,81	9559,93	9925,15	10 028,19	10 024,8	9981,68	10 110,44

Posteriormente se calcula la utilización de agua que necesitará el ganado vacuno para su faenamiento en los próximos 6 años (Véase Tabla N°38)

Tabla N°38: Utilización de agua pronosticada para el faenamiento de ganado vacuno en los próximos 6 años

PERIODO	Estimación de la utilización de agua (l) para el ganado vacuno a faenar en los próximos 6 años						
	Año	Año	Año	Año	Año	Año	Año
	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Enero	36 000	36 500	47 500	47 500	42 500	35 500	37 500
Febrero	36 000	36 000	37 500	47 500	47 000	42 000	36 000
Marzo	40 500	36 000	36 000	38 500	47 500	46 500	41 500
Abril	31 500	40 000	36 000	36 500	39 500	47 500	46 000
Mayo	30 500	32 500	39 500	36 000	36 500	40 000	47 000
Junio	35 500	31 000	33 000	39 500	36 000	37 000	41 000
Julio	30 000	35 000	31 000	33 500	39 000	36 000	37 500
Agosto	41 500	30 500	34 500	31 500	34 000	38 500	36 500
Septiembre	44 500	40 500	31 000	34 500	31 500	34 500	38 500
Octubre	43 000	44 500	39 500	31 500	34 000	32 000	35 000
Noviembre	30 000	43 500	44 000	39 000	31 500	34 000	32 000
Diciembre	39 000	31 500	43 500	43 500	38 000	32 000	33 500
TOTAL	438 000	437 500	453 000	459 000	457 000	455 500	462 000

Una vez obtenidas la volemia y la utilización pronosticada, se calcula el volumen de

agua residual total que se generará en el matadero distrital de Pátapo en los próximos 6 años. (Véase Tabla N°39).

Tabla N°39: Cantidad pronosticada de agua residual (l) a generarse en el matadero distrital de Pátapo dentro de los próximos 6 años

PERIODO	Cantidad de agua residual (l) pronosticada en los próximos 6 años						
	Año	Año	Año	Año	Año	Año	Año
	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Enero	36 885,60	37 392,98	48 668,75	48 670,06	43 548,94	36 377,81	38 416,92
Febrero	36 885,60	36 886,34	38 420,53	48 668,83	48 157,92	43 031,81	36 881,75
Marzo	41 496,30	36 885,68	36 889,78	39 445,38	48 667,76	47 645,29	42 516,80
Abril	32 274,90	40 985,24	36 886,08	37 395,32	40 467,61	48 665,51	47 132,46
Mayo	31 252,76	33 295,93	40 475,32	36 887,01	37 402,55	40 987,40	48 162,21
Junio	36 372,32	31 757,08	33 813,87	40 466,49	36 888,56	37 911,03	42 004,88
Julio	30 740,36	35 860,79	31 762,76	34 329,13	39 958,70	36 890,81	38 420,42
Agosto	42 526,06	31 252,40	35 350,99	32 269,39	34 842,09	39 451,91	37 393,77
Septiembre	45 598,91	41 498,69	31 762,26	35 342,83	32 276,66	35 353,07	39 446,09
Octubre	44 061,91	45 588,88	40 475,05	32 270,32	34 836,21	32 784,31	35 862,37
Noviembre	30 737,18	44 564,61	45 077,50	39 954,58	32 276,91	34 831,02	32 792,11
Diciembre	39 959,32	32 269,92	44 565,90	44 565,21	38 936,81	32 782,32	34 327,13
TOTAL	448 791,21	448 238,55	464 148,79	470 264,54	468 260,73	466 712,30	473 356,93

Tal como se observa, la cantidad de agua residual que se generará en los próximos 6 años oscilará entre 448,2 m³ a 473,4 m³. (Véase Fig. N°03).

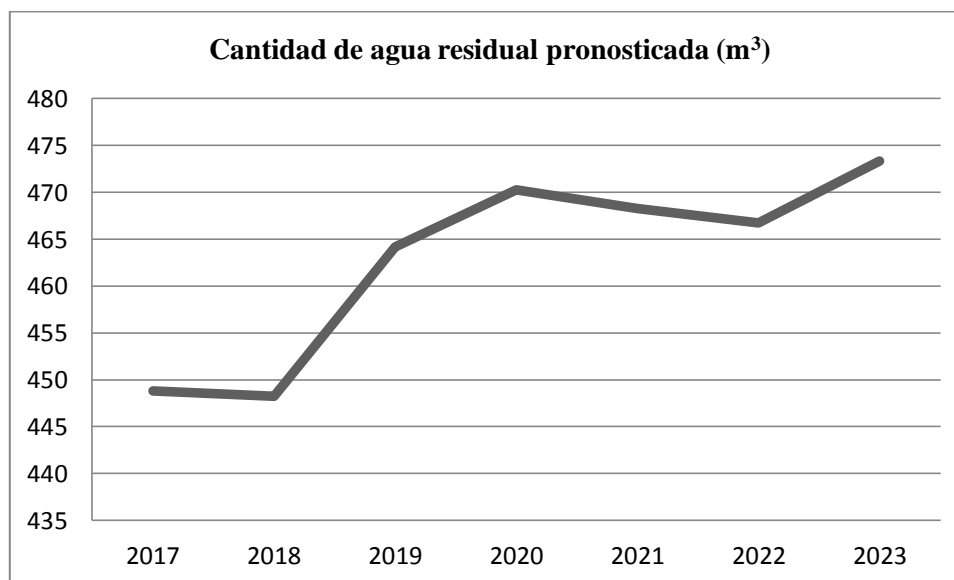


Fig. 03: Comportamiento de la cantidad de agua residual total pronosticada en los próximos 6 años en el matadero distrital de Pátapo

3.3.2 Cálculo del volumen de CH₄:

Para el cálculo de la producción de biogás es necesario conocer el porcentaje de sólidos totales (%ST) y el porcentaje de sólidos volátiles del desecho (%SV), así como el volumen de gas en m³ por kg y el porcentaje de metano (%CH₄) en el biogás (Olaya, 2009), véase Tabla N°40.

Tabla N°40: Parámetros necesarios para el cálculo de la producción de biogás

Parámetro	Valor	Unidad	Fuente
Sólidos Totales (ST)	4713	mg ST/l Agua residual	Laboratorio Usat, 2016
Sólidos Volátiles (SV)	80%	mg SV/mg ST	Olaya, 2006
Volumen de biogás	25%	l/mg SV	Difusión de la tecnología del biogás en Colombia, 1987
Porcentaje de metano	65,2%	% CH ₄	Olaya, 2006

$$\frac{\text{Volumen de gas } m^3 \text{ CH}_4}{\text{Vol de Agua residual}} = \frac{\%ST}{100} \times \frac{\%SV}{100} \times \frac{m^3 \text{ biogás}}{kg} \times \%CH_4$$

$$\frac{\text{Volumen de gas } m^3 \text{ CH}_4}{\text{Vol de Agua residual}} = 4713 \frac{mg \text{ ST}}{l \text{ agua residual}} \times \frac{80 \text{ mg SV}}{100 \text{ mg ST}} \times 0,25 \frac{m^3 \text{ biogás}}{10^6 \text{ mg SV}} \times \frac{65,2 \text{ } m^3 \text{ CH}_4}{100 \text{ } m^3 \text{ biogás}}$$

$$\frac{\text{Volumen de gas } m^3 \text{ CH}_4}{\text{Vol de Agua residual}} = 0,614 \frac{l \text{ CH}_4}{l \text{ agua residual}}$$

Por cada litro de agua residual, se obtendrá 0,614 litros de metano (CH₄).

3.3.3 Propuesta de los equipos para el sistema de tratamientos de aguas residuales

3.3.3.1 Canal de entrada

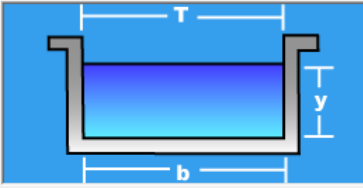
El canal de transporte o de entrada consiste en un canal de sección rectangular que permite el discurrir libre de la mezcla de residuos desde la salida de la sala de faenamiento hacia el tanque homogeneizador.

Para el diseño del canal de entrada se utilizó el software H canales y se consideró un caudal máximo horario de 0,001 m³/s, además de los siguientes valores (véase Figura N°04).

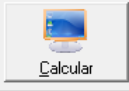



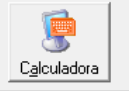
Cálculo de tirante normal secciones: trapezoidal, rectangular, triangular

Lugar: Matadero Distrital de Pátapo	Proyecto: Diseño del canal de entrada
Tramo: <input type="text"/>	Revestimiento: Concreto

Datos:	
Caudal (Q): <input type="text" value="0.001"/> m ³ /s	
Ancho de solera (b): <input type="text" value="0.30"/> m	
Talud (Z): <input type="text"/>	
Rugosidad (n): <input type="text" value="0.014"/>	
Pendiente (S): <input type="text" value="0.017"/> m/m	



Resultados:	
Tirante normal (y): <input type="text" value="0.0088"/> m	Perímetro (p): <input type="text" value="0.3175"/> m
Área hidráulica (A): <input type="text" value="0.0026"/> m ²	Radio hidráulico (R): <input type="text" value="0.0083"/> m
Espejo de agua (T): <input type="text" value="0.3000"/> m	Velocidad (v): <input type="text" value="0.3808"/> m/s
Número de Froude (F): <input type="text" value="1.2997"/>	Energía específica (E): <input type="text" value="0.0161"/> m-Kg/Kg
Tipo de flujo: Supercrítico	

 Calcular	 Limpiar Pantalla	 Imprimir	 Menú Principal	 Calculadora
---------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------

Ingresar el nombre del lugar del Proyecto

12:57 a.m. 22/04/2017

Fig. 04: Especificaciones para el diseño del canal de entrada

Cabe resaltar que el ancho del canal de acuerdo a los sólidos que se pueden generar en el paso de las rejillas de desbaste (solera) fue de 0,30m, además se utilizó como caudal máximo horario 0,001 m³/día, el coeficiente de Manning (rugosidad) para el concreto es de 0,014, y una pendiente predeterminada de 0,017 m/m.

3.3.3.2 Dimensionamiento del desbaste por rejillas

Para este primer pretratamiento, se tomará en cuenta la Norma Técnica de Edificación para Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales OS 090.

Se colocarán dos tipos de desbaste: desbaste grueso y desbaste fino, con la finalidad de retener la mayor cantidad posible de residuos y materias voluminosas generados en el proceso de sacrificio de ganado vacuno.

Se utilizarán barras de sección rectangular de 5 a 15 mm de espesor de 30 a 75 mm de ancho.

Para el desbaste grueso las rejillas tendrán un espaciamiento de 40 mm, un ancho de 75 mm y un espesor de 15 mm, y para el desbaste fino el espaciamiento será de 20 mm con un espesor de 5 mm y un ancho de 30 mm.

Determinada las dimensiones y el espaciado entre las barras, se procederá a calcular el valor de la velocidad del canal antes de las barras, la misma que debe mantenerse entre 0,30 y 0,60 m/s, siendo 0,45 m/s el valor mayormente utilizado.

El ángulo de inclinación de las barras de las rejillas será entre 45 y 60 grados con respecto a la horizontal. (Véase Tabla N°41)

Tabla N°41 Parámetros para el diseño de las rejillas

Parámetros del diseño	Unidad	Rango	Recomendado	
			Gruesos	Finos
Espaciamiento de las barras	mm	20 - 50	40	20
Espesor de las barras	mm		15	5
Ancho de las barras	mm	30 - 75	75	30
Velocidad de aproximación	m/s	0,60 - 0,75	0,45	
Ángulo de inclinación	°	45 - 60	45	

Fuente: Norma OS 090, 2015.

✓ **Cálculo del área entre barras:**

$$A_l = \frac{Q}{V_{RL}}$$

Donde:

A_l = Área libre entre barras (m^2)

Q = Caudal (m^3/s)

V_{RL} = Velocidad de aproximación (m/s)

Entonces:

$$Q = 1,30 \frac{m^3}{día} \cdot \frac{día}{3 h} \cdot \frac{1 h}{3600 s} \rightarrow Q = 0,000120 \frac{m^3}{s}$$

$$A_L = \frac{0,000120}{0,45} = 0,00027 m^2$$

✓ **Cálculo del número de barras**

$$N^\circ = \frac{b-a}{a+t}$$

Donde:

b = Ancho del canal (m)

a = Separación entre barras (m)

t = Espesor máximo de las barras (m)

Para desbaste grueso

$$N^{\circ} = \frac{0,30 - 0,04}{0,04 + 0,015}$$

$$N^{\circ} = 4,7 \approx 5 \text{ barras}$$

Para desbaste fino

$$N^{\circ} = \frac{0,30 - 0,02}{0,02 + 0,005}$$

$$N^{\circ} = 11,2 \approx 11 \text{ barras}$$

✓ **Eficiencia de barras**

$$E = \frac{a}{a+t} \times 100$$

Para desbaste grueso

$$E = \frac{0,04}{0,04 + 0,015} \times 100$$

$$E = 72,72\%$$

Para desbaste fino

$$E = \frac{0,02}{0,02 + 0,005} \times 100$$

$$E = 80\%$$

La eficiencia para las barras de desbaste grueso será de 72,72% y para el desbaste fino 80%.

✓ **Longitud mojada de la barra**

Nivel máximo de agua:

$$d_{\max} = \frac{Q}{V_{RL} \times b}$$

$$d_{\max} = \frac{0,000120}{0,45 \times 0,30}$$

$$d_{\max} = 0,0009 \text{ m}$$

Longitud sumergida de la rejilla

$$L_s = \frac{d_{\max}}{\text{sen} \delta}, \text{ donde } \delta = \text{Grado de inclinación de las barras.}$$

$$L_s = \frac{0,0009}{\text{sen} 45^{\circ}} \rightarrow L_s = 0,012 \text{ m}$$

La longitud de la barra que estará sumergida será de 0,012 m.

Tabla N°42: Especificaciones finales para el diseño de las rejillas

Especificaciones Finales	Unidad	Rejillas	
		Gruesos	Finos
Espaciamiento de las barras	mm	40	20
Espesor de las barras	mm	15	5
Ancho de las barras	mm	75	30
Velocidad de aproximación	m/s	0,45	
Ángulo de inclinación	°	45	
Área entre barras	m ²	0,00027	
Número de barras	-	5	11
Eficiencia	%	72,72	80
Longitud sumergida de la barra	m	0,012	
Ancho del canal	m	0,30	
Caudal de diseño	m ³ /s	0,001	

3.3.3.3 Dimensionamientos del tanque de homogeneización

La homogeneización o igualamiento consiste en amortiguar las variaciones del caudal para logra un caudal aproximadamente constante (Figura N°05). Además tiene las siguientes ventajas: mejora la tratabilidad del agua residual, diluye sustancias inhibitoras, estabiliza el pH, mejora la eficiencia por lo tanto la calidad del efluente, con tratamiento químico hace más fácil la dosificación de los reactivos y mejora la confiabilidad y rendimiento del proceso. (Romero, 2002).

✓ **Cálculo del volumen del tanque de homogeneización:**

Se considera un periodo máximo de 3.5 horas para el proceso de homogeneizado, además de acuerdo con otras investigaciones es recomendable un margen del 20% mayor respecto al volumen requerido, por tanto se tomó en cuenta trabajar con las siguientes medidas: r=1,2 m y h=2 m. Con mayor detalle véase Tabla N°35.

$$V_h = \pi \cdot (r)^2 \cdot h$$

Donde :

V_h = Volumen del tanque

r = Radio del tanque

h = Altura del tanque

$$V_h = \pi \cdot (1,2)^2 \cdot 2$$

$$V_h = 9,05 \text{ m}^3$$

Considerando el margen del 20% adicional al volumen teórico:

$$V_{total} = V_h (1,02)$$

$$V_{total} = 9,05(1,02)$$

$$V_{total} = 9,231 \text{ m}^3$$

✓ **Cálculo del espesor del tanque:**

Para el cálculo del espesor del tanque homogeneizador se consideró la relación:

$$e = \frac{D}{10} \rightarrow e = \frac{2(1,2)}{10} \rightarrow e = 0,24 \text{ m}$$

Donde :

e = Espesor del tanque

D = Diámetro

Tabla N°43: Medidas del tanque de homogeneización

Partes	Medidas
Volumen	9,23 m ³
Radio	1,2 m
Altura	2 m
Espesor	0,24 m

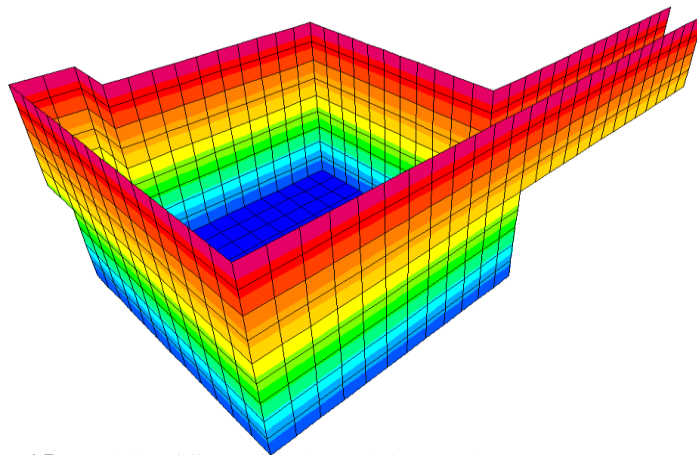


Fig. 05: Modelo tridimensional canal de entrada y tanque homogeneizador (Zalamea, 2014)

3.3.3.4 Diseño y construcción del digestor de sólidos y líquidos (dalys)

Las fases de construcción de este tipo de biodigestor son: excavación, losa de cimentación, muro de cerramiento, cúpula y anillo de cerramiento del elemento principal, y cámara de expansión. (Jarauta, 2006)

- **Excavación:** Se efectuará normalmente por medios manuales, prestando especial atención a la estabilidad de los taludes y el almacenamiento temporal de las tierras a una distancia mínima de 1 metro del borde de la excavación.
Si el terreno en el que se efectúa la obra tiene características resistentes muy desiguales (arenas o gravas con rocas) se deberá efectuar una compactación previa a la confección de la losa de cimentación.

- **Losa de cimentación:** está compuesta por tres elementos: zapata perimetral, losa propiamente dicha y murete de arranque.
La zapata perimetral y la losa de cimentación, deben excavar con extrema precaución y a ser posible hormigonadas en una sola fase y a primera hora del día.

- **Muro de cerramiento:** El muro de cerramiento debe tener una capa de revoco exterior de un espesor de 2 cm para que proteja de la perforación de raíces al muro, así como disipar las tensiones con el terreno y disminuir el rozamiento con el terreno. Una vez finalizada esta capa, puede procederse al relleno del trasdós del muro de cerramiento para facilitar los trabajos de construcción de la cúpula.

- **Cúpula:** En primer lugar se efectúa la construcción del “anillo débil”, llamado así porque está destinado a prevenir las fisuras verticales, ya que permite el giro de la cúpula sin transmitir esfuerzos verticales al muro de cerramiento.
Sobre el “anillo débil” se construye el “anillo fuerte”, que es una hilera de ladrillos puesta en posición de canto, es decir, en su máxima dimensión y enrasada por dentro, formando una ménsula exterior que sirve de base a la cúpula.

- **Anillo de cerramiento:** El anillo de cerramiento estará formado por una tapa de hormigón extraíble, cónica y de 20 cm de espesor.

- **Cámara de expansión:** La cámara de expansión tendrá una solera de entre 7 y 10 cm de espesor con una cubierta cónica exterior y con tratamiento de impermeabilización interior.

El tubo de salida deberá poder facilitar la agitación desde el exterior de la base del reactor en caso de obturación. La cámara dispondrá de una salida o rebosadero para el caso de derrame exterior. El volumen de esta cámara será el mismo que el de la capacidad de gas del reactor. Esto permitirá que a presión dentro de la cúpula de acumulación de gas nunca supere el nivel máximo de acumulación, dado por el peso de la columna de sustrato.

3.3.3.5. Dimensionamiento inicial del biodigestor, a partir del volumen de diseño para almacenamiento de la biomasa durante el tiempo de retención

Es necesario definir un tiempo de retención (T_r) para la estimación del volumen de diseño (V_d). El tiempo de retorno es calculado a partir del tiempo de retención ideal afectado por un factor de corrección, acorde a la temperatura promedio del sitio de ubicación del alojamiento pecuario, cuya lectura es mostrada en la figura 6. Se toma como tiempo ideal de retorno 20 días. (Olaya, 2009).

Entonces el volumen necesario corresponde al volumen capaz de almacenar la biomasa diaria concentrada durante el tiempo de retención.

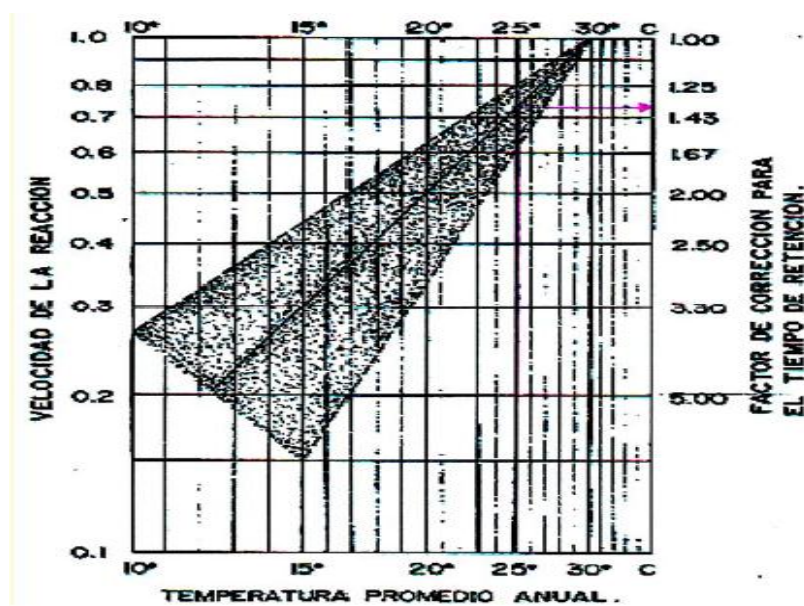


Fig.06: Lectura del factor de corrección para el tiempo de retención (Olaya, 2009)

Tiempo de retención ideal= 20 días

Factor de corrección= 1,40 (Fig N° 04)

$T_r = 20 \times \text{Factor de corrección}$

$T_r = 20 \times 1,40 = 28 \text{ días}$

Volumen necesario = Biomasa diaria $\times T_r$

Volumen necesario = $1,30 \times 28 = 36,4 \text{ m}^3$

Volumen de diseño = 37 m^3

De acuerdo a la Fig. N°04, para una temperatura de 25 a 30 °C (Temperatura

promedio del distrito de Pátapo), el factor de corrección es de 1,40, por lo que el tiempo de retención es de 28 días.

El volumen necesario está relacionado con la cantidad de efluentes residuales generados al día, siendo un promedio de $1,30 \text{ m}^3$ según lo pronosticado para los 6 años próximos. Por tanto, el volumen de diseño será de 37 m^3 .

✓ Cálculo del volumen de la cámara de fermentación

El volumen de la cámara de fermentación V_{cf} constituye entre un 75% a 80% del volumen del digestor (Campos, 2011), cabe señalar que en esta investigación se tomará un volumen de 80% del volumen de diseño del biodigestor para la cámara de fermentación con fines de mayor capacidad respecto al agua residual. Por tanto:

$$V_{cf} = V_d \cdot (0,75 \square 0,80) \text{m}^3 \quad (1)$$

Considerando el cálculo anterior en que el volumen de diseño es $V_d = 32 \text{m}^3$, aplicándolo a la expresión (1), se tendrá que:

$$V_{cf} = 37(0,75 \square 0,80)$$

$$V_{cf} = (27,75 \square 29,6) \text{m}^3$$

El volumen de la cámara de fermentación será de $29,6 \text{ m}^3$.

✓ Cálculo del volumen de la cúpula

La cúpula es un segmento de una esfera y su volumen V_c está en el rango de 20% a 25% del volumen del digestor. (Campos, 2011). Dado que se utilizará un volumen de 80% del volumen total del biodigestor para la cámara de fermentación, el volumen de la cúpula constituirá el 20% del volumen de diseño del mismo. Por tanto se tendrá la expresión:

$$V_c = V_d \cdot (0,20 \square 0,25) \text{m}^3 \quad (2)$$

Donde:

$V_c =$ Volumen de la cúpula, m^3

Sustituyendo el volumen de diseño ya conocido en la expresión (2) se tendrá que:

$$V_c = 37 \cdot (0,20 \square 0,25)$$

$$V_c = (7,4 \square 9,25) \text{m}^3$$

Se obtiene un volumen de $7,4 \text{ m}^3$ para la cúpula, siguiendo la condición anteriormente establecida.

✓ Cálculo de los parámetros constructivos del biodigestor

Los principales parámetros constructivos del biodigestor son:

V_d = Volumen del biodigestor

V_{cf} = Volumen de la cámara de fermentación

h_{cf} = Altura de la cámara de fermentación

d_{cf} = Diámetro de la cámara de fermentación

r_{cf} = Radio de la cámara de fermentación

r_c = Radio de la cúpula

h_c = Altura de la cúpula

V_c = Volumen de la cúpula

Las operaciones de cálculo es fundamental para la determinación de los parámetros constructivos que determinan la geometría de la cámara de fermentación y la cúpula. Concluida esa etapa se pasa a establecer la interrelación entre el digestor, el tanque de fermentación y la cúpula que responda a las condiciones preestablecidas. El cálculo se basa en determinar los valores del diámetro d_{cf} y la altura h_{cf} de la cámara de fermentación y el volumen de la cúpula V_c . Una vez ya calculado el volumen del biodigestor (V_d) y los volúmenes de la cúpula y de la cámara de fermentación, se emplea la expresión del volumen de un cilindro (Oberg and Jones (1979) citado por Campos (2011)):

$$V_{cf} = \frac{\pi \cdot (d_{cf})^2 \cdot h_{cf}}{4} \quad (3)$$

Sin embargo esta ecuación presenta dos incógnitas, por lo que no es posible aún su resolución, pues no se tienen los valores del diámetro y la altura de la cámara de fermentación.

Por tanto, se asume la relación d/h como un valor conocido, es decir:

$$X = \frac{d_{cf}}{h_{cf}} \quad (4)$$

Despejando d_{cf} en la expresión (4) se tendrá $d_{cf} = X \cdot h_{cf}$. Entonces sustituyendo en (3) se tiene que:

$$V_{cf} = \frac{\pi (X \cdot h_{cf})^2 \cdot h_{cf}}{4}$$
$$V_{cf} = \frac{\pi \cdot X^2 \cdot h_{cf}^3}{4}$$

Despejando h_{cf} y sustituyendo en la expresión (3) se obtienen los valores de la altura y el diámetro de la cámara de fermentación.

$$h_{cf} = \sqrt[3]{\frac{4V_{cf}}{\pi X^2}} \text{ y } d_{cf} = \sqrt{\frac{4V_{cf}}{\pi h_{cf}}} \text{ además } r_{cf} = \frac{d_{cf}}{2}$$

Para el cálculo de los parámetros restantes, se tienen las siguientes fórmulas:

$$r_c = \sqrt{h_{cf}^2 + r_{cf}^2}, \quad h_c = r_c - h_{cf} \text{ y } V_c = \pi h_c \left(\frac{d_{cf}^2}{8} + \frac{h_c^2}{6} \right)$$

Una vez determinados todos los parámetros a través de estas expresiones, se le asignan valores a X para obtener los valores numéricos de los parámetros constructivos del biodigestor. Con el fin de determinar los valores óptimos de los parámetros para la construcción del biodigestor se busca la interrelación entre el digestor, la cámara de fermentación y la cúpula, según las condiciones preestablecidas.

Donde:

$$V_{cf} = 0,80(V_d) \text{ y } V_c = 0,20(V_d)$$

Con el fin de facilitar el trabajo para el cálculo de los parámetros y su interrelación, se elaboró la siguiente tabla (Véase Tabla N°44) utilizando el procesador de cálculo Microsoft Excel

Tabla N°44: Cálculo de los parámetros del biodigestor para $V_{cf}= 0,8(V_d)$

X	Vd	Vcf	Vc	hcf	dcf	rcf	rc	hc	Vc	Vd
0,453	37	29,6	7,4	1,978	4,317	2,158	2,927	0,950	7,398	36,998
0,454	37	29,6	7,4	1,980	4,320	2,160	2,930	0,950	7,410	37,010
0,455	37	29,6	7,4	1,983	4,323	2,161	2,934	0,950	7,422	37,022
0,459	37	29,6	7,4	1,995	4,336	2,168	2,946	0,951	7,471	37,071
0,46	37	29,6	7,4	1,998	4,339	2,169	2,949	0,951	7,483	37,083
0,461	37	29,6	7,4	2,001	4,342	2,171	2,952	0,951	7,495	37,095
0,465	37	29,6	7,4	2,012	4,354	2,177	2,965	0,952	7,543	37,143
0,5	37	29,6	7,4	2,112	4,461	2,230	3,072	0,960	7,963	37,563

En la tabla N°40 se puede observar que la columna 11 representa la interrelación entre Vd, Vcf y Vc. Además es la suma de las columnas 3 y 10.

Los valores óptimos para la construcción del digestor se seleccionan en la fila donde el valor del volumen del biodigestor (Vd) de la columna 11 es semejante al valor de Vd de la columna 2. Por lo que se puede seleccionar la fila 1 o la fila 2, debido a que el valor numérico en cada una de ellas es semejante al volumen de diseño del biodigestor calculado en un inicio, sin embargo cabe señalar que la fila 1 arroja un valor con mayor exactitud para el volumen de diseño del biodigestor, difiriendo de la fila 2 que se obtiene, si bien un resultado semejante al Vd preestablecido, con cierto mínimo valor excedido de 0,01 cm.

La tabla N°45 muestra las medidas calculadas con mayor detalle para el diseño del

biodigestor de líquidos y sólidos.

Tabla N°45: Medidas del biodigestor de líquidos y sólidos

Partes	Medidas
Volumen del biodigestor	37 m ³
Volumen de la cámara de fermentación	29,6 m ³
Volumen de la cúpula	7,4 m ³
Altura de la cámara de fermentación	1,978 m
Diámetro de la cámara de fermentación	4,317 m
Radio de la cámara de fermentación	2,158 m
Radio de la cúpula	2,927 m
Altura de la cúpula	0,95 m

3.3.3.6. Dimensionamiento del tanque de sedimentación secundario

Según el Instituto de Desarrollo Municipal en su publicación Edición Municipal: Tratamiento de Residuos en Pequeños Mataderos (2000), establece el diseño del tanque sedimentador secundario para mataderos donde se faenan hasta un máximo de 10 cabezas de ganado por día, además el consumo de agua de limpieza no debe ser mayor a 3000 litros por sesión de faenado, características que cumple el Matadero Distrital de Pátapo.

Por tanto el diseño del tanque sedimentador secundario se puede observar en el Anexo N°09.

3.3.3.7. Estructuras auxiliares

✓ Tuberías de alimentación y descarga

Un sistema de tratamiento de aguas residuales debe contar con un sistema de alimentación y uno de descarga. De acuerdo al tipo de sustrato y grado de seguridad a obtener, se deben instalar sólo una tubería de captación y una de descarga.

Las tuberías de alimentación conducen la biomasa desde el canal de entrada hacia el fondo del biodigestor, pasando por el tanque homogeneizador, para finalmente alimentar al tanque de sedimentación secundario.

Las tuberías de descarga extraerán lo degradado por el biodigestor. Se instalará una tubería (PVC) con un diámetro de 4”.

Cabe señalar que para este proyecto, se utilizarán tuberías de PVC. A pesar de las bajas presiones con las que trabajan las tuberías de alimentación, es

recomendable, utilizar este tipo de tuberías debido al espesor de la pared del tubo y su alta resistencia y durabilidad.

✓ **Tuberías de captación de biogás**

La captación del biogás producido en el digestor de sólidos y líquidos, se realizará por intermedio de tuberías. El material seleccionado para estas es de PVC, con el fin de evitar corrosiones y reemplazos constantes de las tuberías, el cual implicaría un costo adicional y generando paras en el proceso.

Las tuberías se ubicarán por encima del anillo construido en la parte superior del biodigestor de sólidos y líquidos, además se prestará mucha atención para que la tubería quede sellada por completo y evitar posibles fugas.

✓ **Válvula de seguridad**

Es necesario que todos los biodigestores, sean grandes ($> 100\text{m}^3$) o pequeños ($<100\text{m}^3$), cuenten con una válvula de seguridad para el control de las presiones máximas y de vacío. Si no se instala una válvula de seguridad, se corre el grave peligro de que el biodigestor se llene demasiado de biogás y, la parte interna se deteriore o provoque grietas.



Fig. 07: Válvula de seguridad de biogás

Fuente: Moncayo, 2014.

✓ **Almacenamiento del biogás**

Para el almacenaje del biogás se tendrá en cuenta una biogás storage bag (figura N°08), la cual tendrá una capacidad máxima de 4 m^3 y cuyas dimensiones serán de $2,9 \times 1,9 \times 1,4$.

Estas biogas storage bags tienen diversas ventajas:

- Durabilidad
- Son económicas por lo que su inversión tendrá un bajo costo.
- Peso ligero, plegable y de cómodo transporte.
- No contamina al ambiente.
- Seguridad.



Fig. 08: Biogasstorage (Biogas Central)

Por tanto, el diagrama de flujo del sistema de tratamiento de las aguas residuales generadas en el faenamiento de ganado vacuno en el matadero distrital de Pátapo, se muestra en la fig.09.

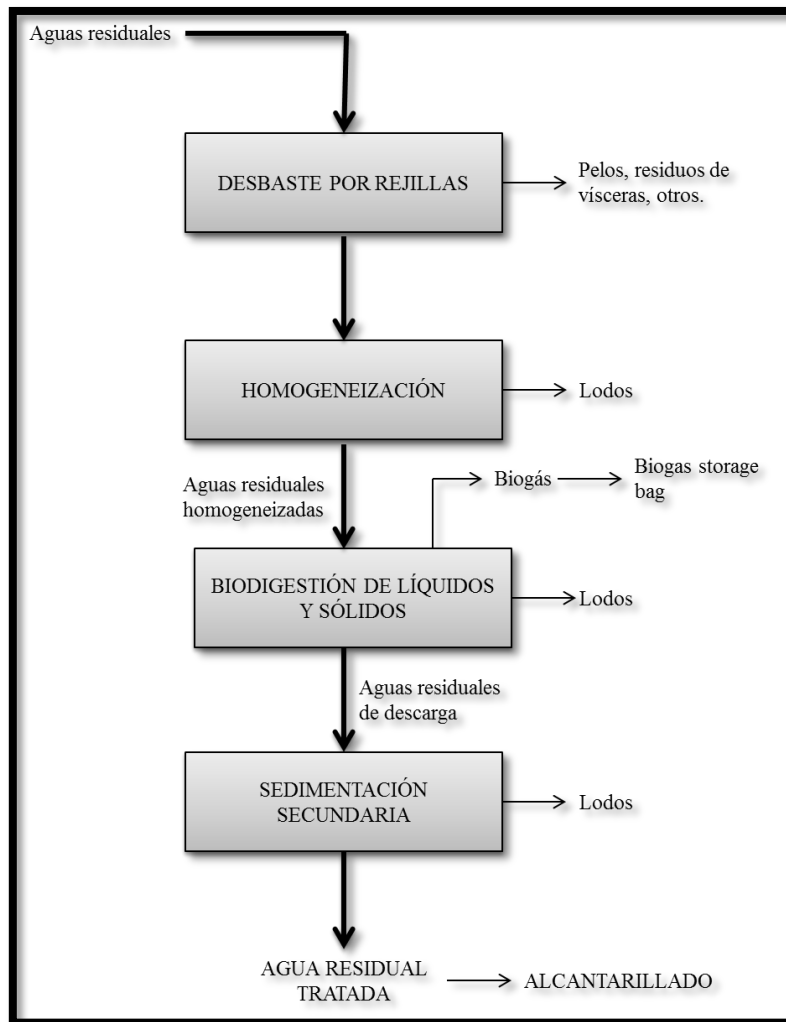


Fig. 09:Diagrama de flujo del sistema de tratamiento de aguas residuales propuesto

3.3.4 BALANCE DE MATERIA

Se realizó un balance de materia del proceso de tratamiento de aguas residuales.

A. BALANCE EN EL DESBASTE

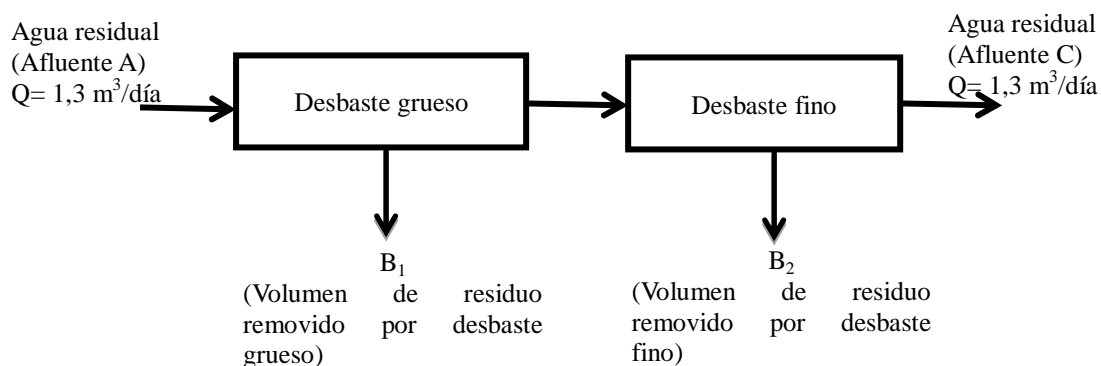
El cálculo de la cantidad de material cribado se determinará teniendo en cuenta los datos establecidos por la Norma OS 090, véase tabla N°46:

Tabla N°46: Cantidad de material cribado según espaciado de las barras

Abertura (mm)	Cantidad (litros de material cribado/m ³ de agua residual)
20	0,038
25	0,023
35	0,012
40	0,009

Fuente: Norma OS 090, 2015.

Dado que se consideró un espaciado de 40 mm para el desbaste grueso y 20 mm para el desbaste fino, la cantidad de litros de material cribado será de 0,009 por cada m³ de agua residual generada en el matadero.



$$B_1 = (\text{Cantidad de material cribado})(Q)$$

$$B_1 = \left(0,009 \frac{l}{m^3 \text{ agua residual}} \right) \left(1,3 \frac{m^3 \text{ agua residual}}{\text{día}} \right)$$

$$B_1 = 0,012 \frac{l \text{ de sólido cribados}}{\text{día}}$$

$$B_2 = (\text{Cantidad de material cribado})(Q)$$

$$B_2 = \left(0,038 \frac{l}{m^3 \text{ agua residual}} \right) \left(1,3 \frac{m^3 \text{ agua residual}}{\text{día}} \right)$$

$$B_2 = 0,05 \frac{l \text{ de sólidos cribado}}{\text{día}}$$

B. BALANCE EN EL TANQUE DE HOMOGENEIZACIÓN

Según Marquéz y Guevara (2004), los porcentajes de remoción de DQO, DBO y SST en un tanque de homogeneización son 29%, 32% y 26% respectivamente.

Garzón y Buelna (2014) determinaron que los porcentajes de remoción de NTK (Nitrógeno Total Kjeldahl) y Fósforo Total en el proceso de homogeneización son 27,9% y 70,9% respectivamente. (Véase Tabla N°47)

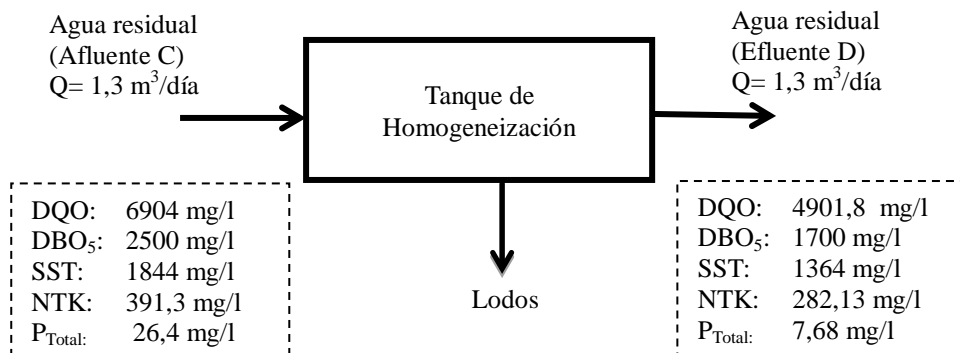
Tabla N°47: Porcentaje de remoción en un tanque de homogeneización

Parámetro	% de Remoción
DQO	29%
DBO	32%
SST	26%
NTK	27,9%
P _{Total}	70,9%

Fuente: Marquéz, 2004
Garzón, 2014.

Se toma en cuenta el caudal promedio pronosticado de 1,3 m³/día, el cual es el mismo tanto para la entrada y salida del tanque homogeneizador; y los parámetros de DQO, DBO₅ y sólidos suspendidos totales (SST).

La humedad oscila entre el 60% y 80% (Eckenfelder, citado por Ramalho, 1991), por tanto se tomó en cuenta el 70% con el fin de determinar la cantidad de lodos por día.



Carga = Caudal · Concentración

$$\text{Carga DQO} = \left(1,3 \frac{\text{m}^3}{\text{día}}\right) \left(6904 \frac{\text{mg}}{\text{l}}\right) \left(\frac{1000\text{l}}{1\text{m}^3}\right) \left(\frac{1\text{kg}}{10^6\text{mg}}\right) - \left(1,3 \frac{\text{m}^3}{\text{día}}\right) \left(6904 \frac{\text{mg}}{\text{l}}\right) \left(\frac{1000\text{l}}{1\text{m}^3}\right) \left(\frac{1\text{kg}}{10^6\text{mg}}\right) (0,29)$$

$$\text{Carga DQO} = \left(1,3 \frac{\text{m}^3}{\text{día}}\right) \left(6904 \frac{\text{mg}}{\text{l}}\right) \left(\frac{1000\text{l}}{1\text{m}^3}\right) \left(\frac{1\text{kg}}{10^6\text{mg}}\right) (1-0,29)$$

$$\text{Carga DQO} = 6,372 \frac{\text{kg}}{\text{día}}$$

$$\text{Carga DBO}_5 = \left(1,3 \frac{\text{m}^3}{\text{día}}\right) \left(2500 \frac{\text{mg}}{\text{l}}\right) \left(\frac{1000\text{l}}{1\text{m}^3}\right) \left(\frac{1\text{kg}}{10^6\text{mg}}\right) - \left(1,3 \frac{\text{m}^3}{\text{día}}\right) \left(2500 \frac{\text{mg}}{\text{l}}\right) \left(\frac{1000\text{l}}{1\text{m}^3}\right) \left(\frac{1\text{kg}}{10^6\text{mg}}\right) (0,32)$$

$$\text{Carga DBO}_5 = \left(1,3 \frac{\text{m}^3}{\text{día}}\right) \left(2500 \frac{\text{mg}}{\text{l}}\right) \left(\frac{1000\text{l}}{1\text{m}^3}\right) \left(\frac{1\text{kg}}{10^6\text{mg}}\right) (1-0,32)$$

$$\text{Carga DBO}_5 = 2,21 \frac{\text{kg}}{\text{día}}$$

$$\text{Sólidos} = \left(1,3 \frac{\text{m}^3}{\text{día}}\right) \left(1844 \frac{\text{mg}}{\text{l}}\right) \left(\frac{1000\text{l}}{1\text{m}^3}\right) \left(\frac{1\text{kg}}{10^6\text{mg}}\right) - \left(1,3 \frac{\text{m}^3}{\text{día}}\right) \left(1844 \frac{\text{mg}}{\text{l}}\right) \left(\frac{1000\text{l}}{1\text{m}^3}\right) \left(\frac{1\text{kg}}{10^6\text{mg}}\right) (0,26)$$

$$\text{Sólidos} = \left(1,3 \frac{\text{m}^3}{\text{día}}\right) \left(1844 \frac{\text{mg}}{\text{l}}\right) \left(\frac{1000\text{l}}{1\text{m}^3}\right) \left(\frac{1\text{kg}}{10^6\text{mg}}\right) (1-0,26)$$

$$\text{Sólidos} = 1,774 \frac{\text{kg}}{\text{día}} \rightarrow \text{Lodos} = \frac{\text{Sólidos}}{\text{Humedad}}$$

$$\text{Lodos} = \frac{1,774 \text{ kg}}{0,3 \text{ día}} \rightarrow 5,91 \frac{\text{kg}}{\text{día}}$$

$$\text{Carga NTK} = \left(1,3 \frac{\text{m}^3}{\text{día}}\right) \left(391,3 \frac{\text{mg}}{\text{l}}\right) \left(\frac{1000\text{l}}{1\text{m}^3}\right) \left(\frac{1\text{kg}}{10^6\text{mg}}\right) - \left(1,3 \frac{\text{m}^3}{\text{día}}\right) \left(391,3 \frac{\text{mg}}{\text{l}}\right) \left(\frac{1000\text{l}}{1\text{m}^3}\right) \left(\frac{1\text{kg}}{10^6\text{mg}}\right) (0,279)$$

$$\text{Carga NTK} = \left(1,3 \frac{\text{m}^3}{\text{día}}\right) \left(391,3 \frac{\text{mg}}{\text{l}}\right) \left(\frac{1000\text{l}}{1\text{m}^3}\right) \left(\frac{1\text{kg}}{10^6\text{mg}}\right) (1-0,279)$$

$$\text{Carga NTK} = 0,367 \frac{\text{kg}}{\text{día}}$$

$$\text{Carga P}_{\text{Total}} = \left(1,3 \frac{\text{m}^3}{\text{día}}\right) \left(26,4 \frac{\text{mg}}{\text{l}}\right) \left(\frac{1000\text{l}}{1\text{m}^3}\right) \left(\frac{1\text{kg}}{10^6\text{mg}}\right) - \left(1,3 \frac{\text{m}^3}{\text{día}}\right) \left(26,4 \frac{\text{mg}}{\text{l}}\right) \left(\frac{1000\text{l}}{1\text{m}^3}\right) \left(\frac{1\text{kg}}{10^6\text{mg}}\right) (0,709)$$

$$\text{Carga P}_{\text{Total}} = \left(1,3 \frac{\text{m}^3}{\text{día}}\right) \left(26,4 \frac{\text{mg}}{\text{l}}\right) \left(\frac{1000\text{l}}{1\text{m}^3}\right) \left(\frac{1\text{kg}}{10^6\text{mg}}\right) (1-0,709)$$

$$\text{Carga P}_{\text{Total}} = 0,01 \frac{\text{kg}}{\text{día}}$$

Se puede observar como resultado del cálculo, que las cargas de DBO₅, DQO y SST son de 2,21 kg/día, 6,372 kg/día y 1,77 kg/día respectivamente, mientras que para el NTK y el fósforo total son de 0,367 y 0,01 kg/día. Además de la reducción de las concentraciones de dichos parámetros a 1700 mg/l, 4901 mg/l y 1364 mg/l respectivamente. Mientras para el NTK fue de 282,13 mg/l y 7,68 mg/l para el fósforo total.

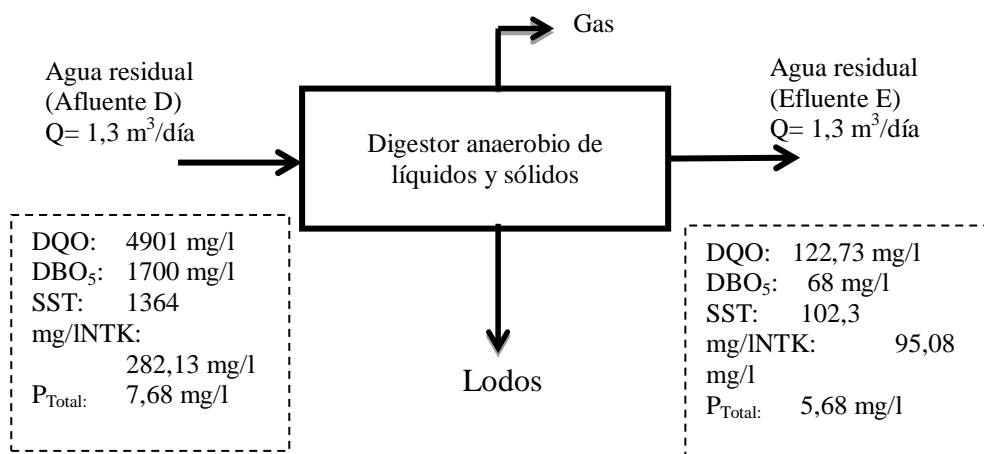
C. BALANCE EN EL BIODIGESTOR ANAEROBIO DE LÍQUIDOS Y SÓLIDOS

Según Garzón (2014), la eficiencia de remoción de DQO, DBO₅, SST, NTK y P_{total} en un biodigestor anaerobio de sólidos y líquidos es la siguiente (Véase Tabla N°48).

Tabla N°48: Porcentaje de remoción en un digestor de líquidos y sólidos

Parámetro	% de Remoción
DQO	97%
DBO	96%
SST	92,5%
NTK	66,3%
P _{total}	26,0%

Fuente: Garzón, 2014



Carga = Caudal · Concentración

$$\text{Carga DQO} = \left(1,3 \frac{\text{m}^3}{\text{día}}\right) \left(4901 \frac{\text{mg}}{\text{l}}\right) \left(\frac{1000\text{l}}{1\text{m}^3}\right) \left(\frac{1\text{kg}}{10^6\text{mg}}\right) - \left(1,3 \frac{\text{m}^3}{\text{día}}\right) \left(4901 \frac{\text{mg}}{\text{l}}\right) \left(\frac{1000\text{l}}{1\text{m}^3}\right) \left(\frac{1\text{kg}}{10^6\text{mg}}\right) (0,97)$$

$$\text{Carga DQO} = \left(1,3 \frac{\text{m}^3}{\text{día}}\right) \left(4901 \frac{\text{mg}}{\text{l}}\right) \left(\frac{1000\text{l}}{1\text{m}^3}\right) \left(\frac{1\text{kg}}{10^6\text{mg}}\right) (1-0,97)$$

$$\text{Carga DQO} = 0,191 \frac{\text{kg}}{\text{día}}$$

$$\text{Carga DBO}_5 = \left(1,3 \frac{\text{m}^3}{\text{día}}\right) \left(1700 \frac{\text{mg}}{\text{l}}\right) \left(\frac{1000\text{l}}{1\text{m}^3}\right) \left(\frac{1\text{kg}}{10^6\text{mg}}\right) - \left(1,3 \frac{\text{m}^3}{\text{día}}\right) \left(1700 \frac{\text{mg}}{\text{l}}\right) \left(\frac{1000\text{l}}{1\text{m}^3}\right) \left(\frac{1\text{kg}}{10^6\text{mg}}\right) (0,96)$$

$$\text{Carga DBO}_5 = \left(1,3 \frac{\text{m}^3}{\text{día}}\right) \left(1700 \frac{\text{mg}}{\text{l}}\right) \left(\frac{1000\text{l}}{1\text{m}^3}\right) \left(\frac{1\text{kg}}{10^6\text{mg}}\right) (1-0,96)$$

$$\text{Carga DBO}_5 = 0,088 \frac{\text{kg}}{\text{día}}$$

$$\text{Sólidos} = \left(1,3 \frac{\text{m}^3}{\text{día}}\right) \left(1364 \frac{\text{mg}}{\text{l}}\right) \left(\frac{1000\text{l}}{1\text{m}^3}\right) \left(\frac{1\text{kg}}{10^6\text{mg}}\right) - \left(1,3 \frac{\text{m}^3}{\text{día}}\right) \left(1364 \frac{\text{mg}}{\text{l}}\right) \left(\frac{1000\text{l}}{1\text{m}^3}\right) \left(\frac{1\text{kg}}{10^6\text{mg}}\right) (0,925)$$

$$\text{Sólidos} = \left(1,3 \frac{\text{m}^3}{\text{día}}\right) \left(1364 \frac{\text{mg}}{\text{l}}\right) \left(\frac{1000\text{l}}{1\text{m}^3}\right) \left(\frac{1\text{kg}}{10^6\text{mg}}\right) (1-0,925)$$

$$\text{Sólidos} = 0,133 \frac{\text{kg}}{\text{día}} \rightarrow \text{Lodos} = \frac{\text{Sólidos}}{\text{Humedad}}$$

$$\text{Lodos} = \frac{0,133 \text{ kg}}{0,3 \text{ día}} \rightarrow 0,443 \frac{\text{kg}}{\text{día}}$$

$$\text{Carga NTK} = \left(1,3 \frac{\text{m}^3}{\text{día}}\right) \left(282,13 \frac{\text{mg}}{\text{l}}\right) \left(\frac{1000\text{l}}{1\text{m}^3}\right) \left(\frac{1\text{kg}}{10^6\text{mg}}\right) - \left(1,3 \frac{\text{m}^3}{\text{día}}\right) \left(282,13 \frac{\text{mg}}{\text{l}}\right) \left(\frac{1000\text{l}}{1\text{m}^3}\right) \left(\frac{1\text{kg}}{10^6\text{mg}}\right) (0,663)$$

$$\text{Carga NTK} = \left(1,3 \frac{\text{m}^3}{\text{día}}\right) \left(282,13 \frac{\text{mg}}{\text{l}}\right) \left(\frac{1000\text{l}}{1\text{m}^3}\right) \left(\frac{1\text{kg}}{10^6\text{mg}}\right) (1-0,663)$$

$$\text{Carga NTK} = 0,124 \frac{\text{kg}}{\text{día}}$$

$$\text{Carga P}_{\text{Total}} = \left(1,3 \frac{\text{m}^3}{\text{día}}\right) \left(7,68 \frac{\text{mg}}{\text{l}}\right) \left(\frac{1000\text{l}}{1\text{m}^3}\right) \left(\frac{1\text{kg}}{10^6\text{mg}}\right) - \left(1,3 \frac{\text{m}^3}{\text{día}}\right) \left(7,68 \frac{\text{mg}}{\text{l}}\right) \left(\frac{1000\text{l}}{1\text{m}^3}\right) \left(\frac{1\text{kg}}{10^6\text{mg}}\right) (0,26)$$

$$\text{Carga P}_{\text{Total}} = \left(1,3 \frac{\text{m}^3}{\text{día}}\right) \left(7,68 \frac{\text{mg}}{\text{l}}\right) \left(\frac{1000\text{l}}{1\text{m}^3}\right) \left(\frac{1\text{kg}}{10^6\text{mg}}\right) (1-0,26)$$

$$\text{Carga P}_{\text{Total}} = 0,007 \frac{\text{kg}}{\text{día}}$$

Se puede observar como resultado del cálculo, que las cargas de DBO₅, DQO y SST son de 0,088 kg/día, 0,191 kg/día y 0,133 kg/día respectivamente, mientras para el NTK y fósforo total fueron de 0,124 y 0,007 kg/día respectivamente. Además de la reducción significativa de las concentraciones de dichos parámetros a 68 mg/l, 122,73 mg/l y 102,3 mg/l, 95,08 mg/l y 5,68 mg/l respectivamente.

D. BALANCE EN EL TANQUE DE SEDIMENTACIÓN SECUNDARIO

Dutant (2000), en su estudio *Comportamiento de la DBO, nitrógeno y fósforo en un sistema de reactores de Biomasa Suspendida y Biomasa Aireada a escala laboratorio*, menciona que el porcentaje de remoción de NTK (Nitrógeno Total Kjeldahl) en un tanque sedimentador secundario es de 60%, el mismo porcentaje para la DBO, 55% para la DQO y 48,7% para el Fósforo Total.

El tiempo de retención hidráulico generalmente es de 2 a 6 horas, siendo 2 horas el mayor utilizado. (OPS, 2005).

Carga = Caudal · Concentración

$$\text{Carga DQO} = \left(1,3 \frac{\text{m}^3}{\text{día}}\right) \left(122,73 \frac{\text{mg}}{\text{l}}\right) \left(\frac{1000\text{l}}{1\text{m}^3}\right) \left(\frac{1\text{kg}}{10^6\text{mg}}\right) - \left(1,3 \frac{\text{m}^3}{\text{día}}\right) \left(122,73 \frac{\text{mg}}{\text{l}}\right) \left(\frac{1000\text{l}}{1\text{m}^3}\right) \left(\frac{1\text{kg}}{10^6\text{mg}}\right) (0,55)$$

$$\text{Carga DQO} = \left(1,3 \frac{\text{m}^3}{\text{día}}\right) \left(122,73 \frac{\text{mg}}{\text{l}}\right) \left(\frac{1000\text{l}}{1\text{m}^3}\right) \left(\frac{1\text{kg}}{10^6\text{mg}}\right) (1-0,55)$$

$$\text{Carga DQO} = 0,072 \frac{\text{kg}}{\text{día}}$$

$$\text{Carga DBO}_5 = \left(1,3 \frac{\text{m}^3}{\text{día}}\right) \left(68 \frac{\text{mg}}{\text{l}}\right) \left(\frac{1000\text{l}}{1\text{m}^3}\right) \left(\frac{1\text{kg}}{10^6\text{mg}}\right) - \left(1,3 \frac{\text{m}^3}{\text{día}}\right) \left(68 \frac{\text{mg}}{\text{l}}\right) \left(\frac{1000\text{l}}{1\text{m}^3}\right) \left(\frac{1\text{kg}}{10^6\text{mg}}\right) (0,60)$$

$$\text{Carga DBO}_5 = \left(1,3 \frac{\text{m}^3}{\text{día}}\right) \left(68 \frac{\text{mg}}{\text{l}}\right) \left(\frac{1000\text{l}}{1\text{m}^3}\right) \left(\frac{1\text{kg}}{10^6\text{mg}}\right) (1-0,60)$$

$$\text{Carga DBO}_5 = 0,035 \frac{\text{kg}}{\text{día}}$$

$$\text{Sólidos} = \left(1,3 \frac{\text{m}^3}{\text{día}}\right) \left(102,3 \frac{\text{mg}}{\text{l}}\right) \left(\frac{1000\text{l}}{1\text{m}^3}\right) \left(\frac{1\text{kg}}{10^6\text{mg}}\right) - \left(1,3 \frac{\text{m}^3}{\text{día}}\right) \left(102,3 \frac{\text{mg}}{\text{l}}\right) \left(\frac{1000\text{l}}{1\text{m}^3}\right) \left(\frac{1\text{kg}}{10^6\text{mg}}\right) (0,30)$$

$$\text{Sólidos} = \left(1,3 \frac{\text{m}^3}{\text{día}}\right) \left(102,3 \frac{\text{mg}}{\text{l}}\right) \left(\frac{1000\text{l}}{1\text{m}^3}\right) \left(\frac{1\text{kg}}{10^6\text{mg}}\right) (1-0,30)$$

$$\text{Sólidos} = 0,093 \frac{\text{kg}}{\text{día}} \rightarrow \text{Lodos} = \frac{\text{Sólidos}}{\text{Humedad}}$$

$$\text{Lodos} = \frac{0,093 \text{ kg}}{0,3} \frac{\text{kg}}{\text{día}} \rightarrow 0,31 \frac{\text{kg}}{\text{día}}$$

$$\text{Carga NTK} = \left(1,3 \frac{\text{m}^3}{\text{día}}\right) \left(95,08 \frac{\text{mg}}{\text{l}}\right) \left(\frac{1000\text{l}}{1\text{m}^3}\right) \left(\frac{1\text{kg}}{10^6\text{mg}}\right) - \left(1,3 \frac{\text{m}^3}{\text{día}}\right) \left(95,08 \frac{\text{mg}}{\text{l}}\right) \left(\frac{1000\text{l}}{1\text{m}^3}\right) \left(\frac{1\text{kg}}{10^6\text{mg}}\right) (0,60)$$

$$\text{Carga NTK} = \left(1,3 \frac{\text{m}^3}{\text{día}}\right) \left(95,08 \frac{\text{mg}}{\text{l}}\right) \left(\frac{1000\text{l}}{1\text{m}^3}\right) \left(\frac{1\text{kg}}{10^6\text{mg}}\right) (1-0,60)$$

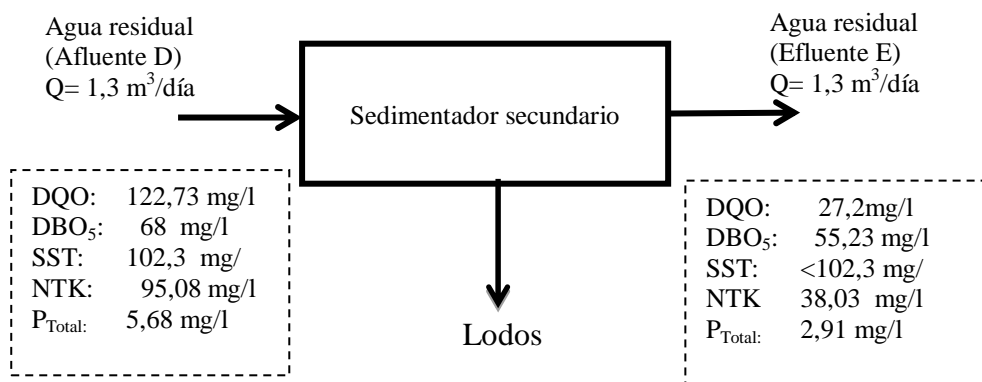
$$\text{Carga NTK} = 0,049 \frac{\text{kg}}{\text{día}}$$

$$\text{Carga } P_{\text{Total}} = \left(1,3 \frac{\text{m}^3}{\text{día}}\right) \left(5,68 \frac{\text{mg}}{\text{l}}\right) \left(\frac{1000\text{l}}{1\text{m}^3}\right) \left(\frac{1\text{kg}}{10^6\text{mg}}\right) - \left(1,3 \frac{\text{m}^3}{\text{día}}\right) \left(5,68 \frac{\text{mg}}{\text{l}}\right) \left(\frac{1000\text{l}}{1\text{m}^3}\right) \left(\frac{1\text{kg}}{10^6\text{mg}}\right) (0,487)$$

$$\text{Carga } P_{\text{Total}} = \left(1,3 \frac{\text{m}^3}{\text{día}}\right) \left(5,68 \frac{\text{mg}}{\text{l}}\right) \left(\frac{1000\text{l}}{1\text{m}^3}\right) \left(\frac{1\text{kg}}{10^6\text{mg}}\right) (1-0,487)$$

$$\text{Carga } P_{\text{Total}} = 0,004 \frac{\text{kg}}{\text{día}}$$

Se puede observar como resultado del cálculo, que las cargas de DBO₅, DQO y SST son de 0,035 kg/día, 0,072 kg/día y 0,093 kg/día respectivamente, mientras para el NTK y fósforo total fueron de 0,049 y 0,004 kg/día respectivamente. Además de la reducción significativa de las concentraciones de dichos parámetros a 55,23 mg/l, 27,2 mg/l, <102,3 mg/l, 38,03 mg/l y 2,91 mg/l respectivamente.



E. CANTIDAD DE BIOGÁS Y DE METANO

Teniendo en cuenta que por litro de agua residual se obtiene 0,614 litros de metano. A razón de $1,3 \text{ m}^3$ de agua residual promedio diaria pronosticada, la cantidad de metano será de $0,798 \text{ m}^3$ por día y el volumen de biogás será igual a $1,224 \text{ m}^3$ por día

$$\begin{aligned} \frac{\text{Volumen de gas } \text{m}^3 \text{ CH}_4}{\text{Vol de Agua residual}} &= \frac{\%ST}{100} \times \frac{\%SV}{100} \times \frac{\text{m}^3 \text{ biogás}}{\text{kg}} \times \% \text{CH}_4 \\ &= 4713 \frac{\text{mg ST}}{\text{l agua residual}} \times \frac{80 \text{ mg SV}}{100 \text{ mg ST}} \times 0,25 \frac{\text{m}^3 \text{ biogás}}{10^6 \text{ mg SV}} \times \frac{65,2 \text{ m}^3 \text{ CH}_4}{100 \text{ m}^3 \text{ biogás}} \\ &= 0,614 \frac{\text{l CH}_4}{\text{l agua residual}} \end{aligned}$$

$$\text{Volumen de gas } \text{m}^3 \text{ CH}_4 \text{ por día} = 0,614 \frac{\text{l CH}_4}{\text{l agua residual}} \cdot \frac{1000\text{l agua residual}}{1 \text{ m}^3 \text{ agua residual}} \cdot \frac{1,3 \text{ m}^3 \text{ agua residual}}{\text{día}}$$

$$\text{Volumen de gas } \text{m}^3 \text{ CH}_4 \text{ por día} = 0,798 \frac{\text{m}^3 \text{ CH}_4}{\text{día}}$$

$$\text{Volumen de biogás por día} = \frac{100 \text{ m}^3 \text{ biogás}}{65,2 \text{ m}^3 \text{ CH}_4} \times \frac{0,798 \text{ m}^3 \text{ CH}_4}{\text{día}}$$

$$\text{Volumen de biogás por día} = 1,224 \frac{\text{m}^3 \text{ biogás}}{\text{día}}$$

F. CANTIDAD DE LODOS

Los lodos obtenidos de las etapas de homogeneización, biodigestión y sedimentación secundaria son de 5,91kg/día, 0,443 kg/día y 0,31 kg/día respectivamente.

3.3.5. Resultados del balance de materia de los procesos del sistema de tratamiento propuesto

Luego de haber pasado por cada uno de los procesos del sistema propuesto para el tratamiento de las aguas residuales generadas en el matadero distrital de Pátapo, el efluente final estará apto para ser vertido al alcantarillado sin infringir la normatividad propuesta por el Ministerio del Ambiente (MINAM), por ende no causará impactos ambientales graves o significativos.

En la tabla N°49 se muestran los parámetros iniciales del efluente (antes del tratamiento) y finales (después del tratamiento propuesto), además de los porcentajes de remoción de cada uno de los parámetros obtenidos al final del tratamiento. A su vez se compara con los Límites Máximos Permisibles (LMP).

Tabla N°49: Valores de los parámetros iniciales y finales del efluente, porcentajes de remoción y LMP

Parámetros	Valor Inicial	Valor Final	LMP	% de Remoción
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)	2500 mg/l	55,23 mg/l	250 mg/l	97,79 %
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	6904 mg/l	27,2 mg/l	500 mg/l	99,60 %
Sólidos Suspendidos Totales (SST)	1844 mg/l	<102,3 mg/l	300 mg/l	>94,45 %
Nitrógeno Total Kjeldah (NTK)	391,3 mg/l	38,03 mg/l	50 mg/l	90,28 %
Fósforo Total (P _{Total})	26,4 mg/l	2,91 mg/l	40 mg/l	88,98 %
pH	6,94	6 ~ 7	6,0 ~ 9,0	-

Se puede observar que los parámetros son cumplidos en su totalidad y con elevados porcentajes de remoción, los cuales fueron muy aproximados a los valores anteriormente mencionados en varias investigaciones.

3.3.6. Cálculo de áreas superficiales mediante el Método de Guerchet

Con las dimensiones de todos los equipos ya calculadas, se halló a partir de tres superficies principales (Método de Guerchet) el área que ocupará el sistema de tratamiento de aguas residuales en su totalidad.

Al aplicar el método de Guerchet, será posible determinar la superficie requerida para la implementación del Sistema de Tratamiento de aguas residuales generadas en el Matadero Distrital de Pátapo, con respecto al área disponible de 518 m².

A continuación se presenta el desarrollo de las áreas requeridas por cada etapa del tratamiento.

Tabla N°50: Método de Guerchet para el cálculo del área total requerida para el sistema de tratamiento

Componentes	Unidad	Dimensiones				Áreas				TOTAL (m ²)
		Largo (m)	Ancho (m)	Altura (m)	N	S _s	S _g	K	S _e	
Canal de entrada	1	10	1,5	0,75	2	15	30	0,05	2,25	94,5
Rejilla de gruesos	1	0,04	1,5	0,5	1	0,06	0,06	0,05	0,006	0,126
Rejilla de finos	1	0,02	1,5	0,5	1	0,03	0,03	0,05	0,003	0,063
Tubería 1	1	2	0,076	0,072	1	0,152	0,152	0,05	0,0152	0,3192
Tanque homogeneizador	1	2,4	2,4	2	2	4,52	9,04	0,05	0,678	28,476
Tubería 2	1	2	0,076	0,072	1	0,152	0,152	0,05	0,0152	0,3192
Biodigestor de sólidos y líquidos	1	4,255	4,255	3,074	2	14,212	28,424	0,05	2,13	89,536
Tubería 3	1	2	0,076	0,072	1	0,152	0,152	0,05	0,0152	0,3192
Tanque de sedimentación secundario	1	2	2	0,8	2	3,14	6,28	0,05	0,471	19,782
Tubería 4	1	2	0,076	0,072	1	0,152	0,152	0,05	0,0152	0,3192
Biogasstorage bag	1	2,9	1,9	1,4	2	5,51	11,02	0,05	0,8265	17,36
Tanque de almacenamiento de lodos	1	1,5	1,5	1,5	2	2,25	4,5	0,05	0,3375	14,18
Operarios	1	-	-	-	-	0,5	-	-	-	0,5
										265,8

Como se observa en la Tabla N°46, se obtiene un total de 265,8 m² para el sistema de tratamiento de aguas residuales generadas en el matadero Distrital de Pátapo. Con respecto al área disponible que tiene el establecimiento de 518 m² y un área de 270 m² aparte (libre) se cuenta con el área suficiente y necesaria para la implementación del sistema propuesto.

3.3.7. INDICADORES DE PRODUCCIÓN DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE EFLUENTES RESIDUALES

- ✓ **Utilización:** Se define como el porcentaje efectivamente alcanzado de la capacidad proyectada. (Huertas y Domínguez, 2008)

$$\text{Utilización} = \frac{\text{Producción Real}}{\text{Capacidad Proyectada}} \times 100$$

Donde:

Producción Real = Producción (caudal) del último año.

$$P_R = \left(\frac{442\,351\,l}{\text{año}} \right) \times \left(\frac{1\,\text{año}}{365\,\text{días}} \right) \times \left(\frac{1\,\text{día}}{3\,h} \right) \times \left(\frac{1\,m^3}{1000\,l} \right)$$

$$\text{Producción Real} = 0,404 \frac{m^3}{h}$$

Capacidad proyectada = Producción (caudal) del último año trabajado.

$$C_p = \left(\frac{473\,356,93\,l}{\text{año}} \right) \times \left(\frac{1\,\text{año}}{365\,\text{días}} \right) \times \left(\frac{1\,\text{día}}{3\,h} \right) \times \left(\frac{1\,m^3}{1000\,l} \right)$$

$$C_p = 0,432 \frac{m^3}{h}$$

Entonces:

$$\text{Utilización} = \frac{P_R}{C_p} \times 100$$

$$\text{Utilización} = \frac{0,404}{0,432} \times 100 \rightarrow \text{Utilización} = 93,52\%$$

Del caudal proyectado para el último año, actualmente se alcanzó el 93,52%.

- ✓ **Eficiencia:** Porcentaje de la capacidad efectiva alcanzada actualmente.

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Producción Real}}{\text{Capacidad Efectiva}} \times 100$$

$$\text{Producción Real} = 0,404 \frac{m^3}{h}$$

Capacidad efectiva = Producción (caudal) del último año proyectado.

$$C_e = \left(\frac{727\,196,4\,l}{\text{año}} \right) \times \left(\frac{1\,\text{año}}{365\,\text{días}} \right) \times \left(\frac{1\,\text{día}}{3\,\text{h}} \right) \times \left(\frac{1\,m^3}{1000\,l} \right)$$

$$C_e = 0,664 \frac{m^3}{h}$$

Entonces:

$$\text{Eficiencia} = \frac{P_R}{C_p} \times 100$$

$$\text{Eficiencia} = \frac{0,404}{0,664} \times 100 \rightarrow \text{Eficiencia} = 60,83\%$$

Del caudal máximo de los últimos 6 años, el actual representa el 60,83%.

3.4. ANÁLISIS COSTO – BENEFICIO Y AMBIENTAL

3.4.1. COSTOS DE INVERSIÓN DE MEJORA

El sistema de tratamiento propuesto se construyó para disminuir la contaminación respecto a los parámetros: DBO, DQO, SST, Nitrógeno Total Kjeldahl y Fósforo Total, a su vez cumplir con la normatividad que exige el MINAM con los Límites Máximos Permisibles especialmente para plantas de sacrificio de ganados. Es así que se evitarán las futuras multas y penas que se generan al no cumplir con lo establecido.

La generación del biogás como parte final del tratamiento, se utilizará para las instalaciones propias del Matadero Distrital de Pátapo, especialmente el área de cocina.

Los egresos de un biodigestor, comprenden los costos de inversión: obra civil, equipos que ayudan al proceso de biodigestión y tratamiento, ingeniería y el personal encargado del sistema de tratamiento.

Las principales obras civiles necesarias para la construcción del sistema de tratamiento propuesto son:

Tabla N°51: Obras civiles para la construcción del sistema de tratamiento y sus costos

Etapas	Obras de ingeniería civil	Metrado (m²)	Costo Unitario (USD)	Costo Total (USD)
Trabajo preliminar	Limpieza y nivelación de terreno	234,26	1,78	416,98
	Trazo y replanteo de obra	234,26	0,5	117,13
	Movimiento de tierra	234,26	0,25	58,57
Obras civiles para el sistema de tratamiento (Canal de entrada, tanque homogeneizador, biodigestor y sedimentador secundario)	Excavación y compactación de terreno	234,26	1,2	281,11
	Tarrajeo con impermeabilidad espesor 0,015 mm	95,97	13,34	1280,18
	Relleno de material (arena, grava)	137,79	25,16	3466,80
	Encofrado y desencofrado	137,79	83	11 436,57
	Concreto Simple (FC=210 kg/cm ²)	95,97	20	1919,40
TOTAL				18 976,74

Fuente: Metrados para obras de edificación, 2011
Ing. Civil: Roy Cruzate (CIP: 115191)

3.4.2. ACCESORIOS Y EQUIPOS NECESARIOS PARA EL FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

Los costos de los equipos y accesorios necesarios para la construcción del sistema de tratamientos de aguas residuales se aprecian en la Tabla N°52.

Además, se considera el empleo de tuberías de PVC de 4 pulg debido a que son las más recomendadas para la circulación de aguas residuales por los siguientes motivos:

- Capacidad para fluir normalmente los residuos arrojados, debido a que los tubos y conexiones entre ellos (codos y demás accesorios) tienen una superficie lisa, la cual a su vez impide que se produzcan y generen atoros u obstrucciones.
- Resistencia a ataques químicos y medios orgánicos dentro de determinados límites de presión y temperatura.
- Una vez seleccionada, diseñada e instalada las tuberías de PVC, queda libre de mantenimiento debido a que no se oxidan ni corroen con el pasar de los años.

Tabla N°52: Especificaciones de accesorios y equipos

ACCESORIOS Y EQUIPOS	UNIDADES	CANTIDAD	ESPECIFICACIONES	COSTO UNITARIO (USD)	COSTO TOTAL (USD)
Tuberías	unidad	5	PVC 4" x 3m	16,56	82,80
Tanque Homogeneizador	unidad	1	10 m ³	5733,33	5733,33
Tanque sedimentador secundario	unidad	1	3 m ³	1047,17	1047,17
Tuberías	unidad	5	PVC 1 1/2" x 3m	5,04	25,20
Codos	unidad	10	PVC 1 1/2"	1,5	15
Rejillas de limpieza	unidad	2	-	300	600
Válvula check	unidad	4	1 1/2"	9,82	39,28
Válvulacheck	unidad	1	4"	128,60	128,60
Válvula gate	unidad	1	4"	30,96	30,96
Medidor de gas	unidad	1	-	50	50
Biogas storage bag	unidad	1	2,9 x 1,9 x 1,4	400	400
TOTAL					8152,34

3.4.3. INVERSIONES

3.4.3.1. Inversión Intangible:

Se entiende por activo intangible al conjunto de bienes necesarios para el funcionamiento del sistema de tratamiento de aguas residuales propuesto, a continuación se detalla la inversión (Tabla N°53)

Tabla N°53: Inversión Intangible

Descripción	Monto (USD)
Asistencia Técnica	1000
Estudios y proyección en Ingeniería	1000
Gastos de preparación o puesta en marcha	1000
Gastos de entrenamiento de personal	500
TOTAL	3500

3.4.3.2. Capital de Trabajo

El capital de trabajo es aquella inversión circulante que facilitará la operatividad de la

infraestructura productiva del proyecto. Para esto, se consideran los costos fijos y variables (Tabla N°54)

Tabla N°54: Capital de Trabajo

Descripción	Costo (USD)
Comunicaciones	200
Servicio de energía	200
Gastos de materiales	200
Mano de obra indirecta	6000
Capacitaciones	300
TOTAL	6900

3.4.3.3. Inversión Total

La inversión total requerida para llevar a cabo el presente proyecto de investigación, asciende a la suma de \$ 37 529,08. Con mayor detalle se puede visualizar en la siguiente tabla.

Tabla N°55: Inversión total

Descripción	Costo (USD)
Construcción y mano de obra	18 976,74
Accesorios y equipos	8152,34
Inversión intangible	3500
Capital de trabajo	6900
TOTAL	37 529,08

3.4.3.4. Gastos administrativos para implantar los cambios

Necesarios para mantener el ritmo administrativo y operativo del sistema de tratamiento de aguas residuales.

➤ Descripción de áreas y puestos

El sistema de tratamiento de aguas residuales en el Matadero Distrital de Pátapo necesitará de personal calificado para ser gestionado de manera eficiente, por lo que es fundamental contar con un especialista en tratamiento de aguas residuales, el cual se encargará de medir la calidad de agua tratada constantemente, dirigir al operario en labores de manejo de equipos e informar al gerente del matadero sobre los costos que se manejarán en la empresa.

Además, es necesario contar con un operario encargado de poner en marcha los diversos equipos del sistema de tratamiento, y controlar el buen funcionamiento de este.

➤ **Sueldos y salarios**

Es de vital importancia que el personal que esté a cargo del sistema de tratamiento de aguas residuales sea calificado, por tanto para este proyecto es necesario contar con:

Tabla N°56: Áreas y Puesto de trabajo

Área	Puesto
Sistema de tratamiento de aguas residuales	Jefe y/o administrador del Matadero Distrital de Pátapo
	Técnico o especialista en tratamiento de aguas residuales
	Operario

Cabe resaltar que se le asignarán, tanto al técnico o especialista en tratamiento de aguas residuales y al operario, el sueldo en nuevos soles considerando el 51% de beneficios, los cuales incluyen: vacaciones de 30 días al año, gratificaciones, CTS, utilidades del 5%.

Además se consideró dicho sueldo acorde con el sueldo mínimo vital base al mercado laboral actual.

Tabla N°57: Sueldos Anuales

Cargo	Cantidad	Sueldo Anual (S/.)	Beneficios (S/.)	Total (S/.)
Administrador del establecimiento	1	30 000	15 300	45 300
Técnico o especialista	1	18 000	9180	27 180
Operario	1	10 200	5202	15 402
TOTAL				87 882

➤ **Mantenimiento del sistema de tratamiento**

El periodo de mantenimiento y costos para el sistema de tratamiento se describe a continuación.

Tabla N°58: Costos de mantenimiento

Etapa del sistema de tratamiento	Periodo de mantenimiento	Costo (\$)
Rejillas de desbaste	Semanal	50
Tanque homogeneizador	Semestral	500
Biodigestor de líquidos y sólidos	Anual	1500
Sedimentador secundario	Semestral	500

TOTAL	2550

3.4.4. ANÁLISIS COSTO – BENEFICIO

Para el análisis costo – beneficio se tomó en cuenta el presupuesto de gastos generales debido a la necesidad que el Matadero Distrital de Pátapo tiene de invertir en un sistema de tratamiento de aguas residuales con la finalidad de cumplir la normativa peruana, y a su vez no ser sancionado con futuras multas y sanciones. Por otro lado, al cumplir con dicha normatividad, la imagen ambiental a nivel regional que tendrá la empresa será mucho mayor que la actual.

3.4.4.1. Sanciones y multas impuestas por contaminar los recursos hídricos

La Autoridad Nacional de Agua (ANA) ejerce la facultad de sancionar ante cualquier infracción cometida a las disposiciones contenidas en el Reglamento de Recursos Hídricos – Ley N° 29338. Las sanciones y multas a emitirse son mostradas en la Tabla N°59:

Tabla N°59: Infracciones y multas según nivel de gravedad

Tipo de infracción		Aviso/Multas	
Observación		Notificación	
Denuncia	Leve	Contaminar las fuentes naturales de aguas superficiales o subterráneas.	0,5 - 2 UIT
	Grave	Efectuar vertimientos de aguas residuales en los cuerpos de agua o efectuar reúso de agua sin autorización del ANA.	2 - 5 UIT
	Muy Grave	Arrojar residuos sólidos en cauces o cuerpos de aguas naturales o artificiales. Contaminar el agua transgrediendo los parámetros de calidad ambiental vigentes	5 - 10 000 UIT
Clausura		-	
Demolición de empresa		-	

Fuente: Ley de Recursos Hídricos, 2010.

3.4.4.2. Estado de ganancias y pérdidas del sistema de tratamiento de los efluentes residuales generados en el Matadero Distrital de Pátapo

El análisis de mejora tiene una inversión total de \$ 37 529,08 utilizando un área de 265,8 m². Esta mejora de la calidad de agua a verterse, cumple con la normatividad impuesta a través de los Límites Máximos Permisibles por el Ministerio del Ambiente (MINAM). Para evitar irregularidades e infracciones con la ley e impedir sanciones con

futuras multas, clausuras temporales o definitivas, y posible demolición de la empresa, es preciso señalar que el sistema de tratamiento propuesto tiene un menor costo de inversión, respecto a otros tipos de tratamientos de aguas residuales.

Además, tanto la Autoridad Nacional del Agua (ANA) como el Servicio Nacional de Sanidad Agraria (SENASA) se encargan de verificar constantemente al Matadero Distrital de Pátapo, debido a que no cuenta con ningún tipo de tratamiento de sus efluentes residuales previo a su vertimiento al alcantarillado público para posteriormente desembocar en el Río Chancay, por lo que son constantes las notificaciones de incumplimiento a la Ley de Recursos Hídricos.

De continuar así, se realizará una demanda ante el Poder Judicial exigiendo el cumplimiento y el pago obligatorio de las multas impuestas ante estas infracciones, las cuales se muestran en la Tabla N°51. Según la Ley de Procedimiento Normativo Legal N°27 444, indica que ante infracciones muy graves en el parámetro de aguas residuales industriales, se debe pagar de 40 a 60 UIT.

La inversión determinó que los efluentes residuales generados en el Matadero Distrital de Pátapo por el beneficio y faenado de ganado vacuno, contamina negativamente a las aguas subsuperficiales y posteriormente al Río Chancay, debido a los altos niveles de DBO, DQO, Sólidos Suspendidos Totales (SST), Nitrógeno y Fósforo Total que dichos efluentes residuales contienen.

La tabla N°60 muestra que el tipo de infracción que el Matadero Distrital de Pátapo está cometiendo es Leve y Muy Grave, dado que contamina directamente las aguas superficiales del Río Chancay transgrediendo los parámetros de calidad ambiental vigentes. Por lo que se realizó un análisis de promedio máximo, medio y mínimo respecto a las multas impuestas, donde se determinó la cantidad obligatoria a pagar por el tipo de infracción cometida. Es preciso señalar que una Unidad Impositiva Tributaria (UIT) para el año 2017 es de 4050 nuevos soles según Base Legal D.S. N° 353-2016-EF.

Tabla N°60: Pérdidas por pagos y multas

Nivel	Infracción	Multa UIT	Costo de UIT	Sub total (S/.)	TOTAL (S/.)	TOTAL (\$)
Máximo	Leve	2	4050	8100	251100	77 739,94
	Muy Grave	60	4050	243000		
Medio	Leve	1,25	4050	5062,5	207 562,5	64 260,84
	Muy Grave	50	4050	202500		
Mínimo	Leve	0,5	4050	2025	164025	50 781,73
	Muy Grave	40	4050	162000		

La tabla N°61 muestra la comparación entre la inversión total de \$ 37 529,08 para la implementación del sistema de tratamiento de los efluentes líquidos residuales generados en el Matadero Distrital de Pátapo, y las multas a pagar por contaminar los recursos hídricos, según el análisis para el valor máximo, medio y mínimo respectivamente.

Tabla N°61: Comparación de multas e inversion total

Infracción	Multa (\$)	Inversión (\$)
------------	------------	----------------

Máxima	77 739, 94	37 529,08
Media	64 260,84	37 529,08
Mínima	50 781,73	37 529,08

Al ser factible la inversión del sistema de tratamiento de efluentes líquidos residuales, se dispone:

- ✓ La inversión total es de \$ 37 529,08, la cual tiene un costo menor respecto a las multas impuestas: promedio máximo de \$ 77 739,94, promedio medio de \$ 64 260,84 y promedio mínimo de \$ 50 781,75, demostrando un ahorro de \$ 40 210,86, \$ 26 737,76 y \$ 13 258,67 respecto a los valores de promedio máximo, medio y mínimo. Es decir, el ahorro oscila entre el 26,88% al 52,24% respecto a los valores promedio del beneficio.
- ✓ Contribuye tanto al cuidado y bienestar medioambiental como social.
- ✓ Al implantarse el sistema de tratamiento para los efluentes líquidos residuales, el matadero mejoraría notablemente su propia imagen ambiental como empresa frente a la sociedad, lo que le conlleva a ser un ejemplo regional, distinguiéndose de otras empresas del mismo rubro.
- ✓ Evitaría posibles clausuras futuras y demolición de la empresa, según la Autoridad Nacional del Agua (ANA).
- ✓ Futura certificación
- ✓ Según el Reglamento de la Ley de Recursos Hídricos – Ley N° 29338 (Art. 185), las empresas que implementen sistemas de tratamiento de efluentes residuales para disminuir la carga contaminante y cuenten con certificados, recibirán un incentivo anual, conforme los estudios y verificaciones que el ANA realice.

3.4.4.3. Relación Beneficio/Costo (B/C)

Obtenidas las cantidades tanto de inversión total del sistema de tratamiento de aguas residuales y las cantidades de multas impuestas al matadero distrital de Pátapo en caso incumpliera con lo requerido, la relación beneficio – costo en caso se imponga la multa máxima, la multa media o la multa mínima en promedio será de 2,07, 1,71 o 1,36 respectivamente. A su vez, esto representa que por cada nuevo sol invertido, se gana 1,07, 0,71 y 0,36 nuevos soles respectivamente.

Dado que la relación es mayor que la unidad, es viable y se debe considerar la propuesta del sistema de tratamiento. (Tabla N°62)

Tabla N°62: Relación Beneficio/Costo

Infracción	Multa (\$)	Inversión (\$)	B/C
Máxima	77 739, 94	37 529,08	2,07
Media	64 260,84	37 529,08	1,71
Mínima	50 781,73	37 529,08	1,36

3.4.4.4. Beneficio Ambiental

Al implementarse el sistema de tratamiento para los efluentes líquidos residuales generados en el Matadero Distrital de Pátapo, los valores finales de los parámetros que contaminan significativamente al ambiente (DBO, DQO, SST, NTK y Fósforo Total) se ajustan a la normatividad peruana, por tanto se procedió a evaluar los nuevos impactos ambientales y su grado de magnitud e importancia a través de la matriz de Leopold, una vez implementado el sistema de tratamiento. En la tabla N°63 se puede observar que la limpieza y desinfección del matadero, si bien es la actividad que mayor impacto ambiental genera al ambiente físico, el valor se ha reducido a -52. Mientras que en las etapas de eviscerado, desollado y degollado se obtuvo un valor de -46 y -44 respectivamente.

Al evaluar de manera horizontal, se puede observar que los principales ambientes afectados son generación de olores y disponibilidad de agua, ambos presentes en el ambiente físico, con un valor de -22 y -33 respectivamente. Respecto al ambiente socioeconómico, dentro de sus parámetros a evaluar el más afectado es vectores de enfermedades con un valor negativo de -19.

Finalmente, el valor estimado de riesgo ambiental una vez implementado el sistema de tratamiento de los efluentes residuales generados en el Matadero Distrital de Pátapo fue de 20,91%, es decir, 32,44% menos que la caracterización de riesgo ambiental situación actual.

Tabla N°63: Matriz de Leopold aplicada posteriormente al sistema de tratamiento de aguas residuales

			Etapas del proceso de faenado						TOTAL	
			Recepción del ganado vacuno	Pesaje y noqueo	Degollado y desollado	Eviscerado	Lavado e izado	Cortado y despacho		Limpieza y desinfección del matadero
FÍSICO	Aire	Generación de olores	-1/4	0	-1/4	-1/7	0	0	-1/7	-22
		Ruido	0	0	-1/4	-1/2	-1/2	0	0	-8
		Polvo	0	0	0	0	0	0	-1/5	-5
		Calidad de aire	-1/3	0	-1/3	-1/4	0	0	-1/4	-14
	Agua	Disponibilidad de agua	0	0	-1/7	-1/7	-1/8	-1/4	-1/7	-33
		Calidad del agua	0	0	-1/3	-1/3	-1/3	-1/2	-1/4	-15
		Ríos	0	0	-1/3	-1/3	-1/3	-1/3	-1/4	-16
Suelo	Calidad del suelo	-1/3	-1/3	-1/2	-1/3	-1/2	-1/3	-1/3	-19	
BIOLÓGICO	Fauna	Aves	0	0	0	0	0	-1/4	-1/3	-7
		Especies terrestres	0	0	-1/3	-1/3	-1/3	-1/3	-1/3	-15
		Especies acuáticas	0	0	-1/4	0	-1/3	-1/4	-1/3	-14
		Especies en peligro	0	0	0	0	0	0	0	0
	Flora	Árboles	0	0	-1/2	-1/2	-1/4	0	-1/3	-11
		Estrato herbáceo	0	0	-1/2	-1/2	-1/4	0	-1/3	-11
	Paisaje	Vista paisajística	0	0	-1/3	-1/4	-1/3	0	-1/3	-13
SOCIOECONÓMICO	Territorio	Valor de la tierra	0	0	0	0	0	0	0	
	Económico	Empleo	0	0	0	0	0	0	0	
	Población	Participación pública	0	0	0	0	0	0	0	0
		Vectores de enfermedades	-1/4	-1/3	-1/4	-1/4	-1/4	0	0	-19
TOTAL			-14	-6	-44	-46	-39	-23	-52	

IV. CONCLUSIONES

- Las aguas residuales generadas en el Matadero Distrital de Pátapo presentan un alto grado de concentración de agentes altamente contaminantes: DBO = 2500 mg/l, DQO = 6904 mg/l, NTK = 391,3 mg/l, SST = 1844 mg/l y Fósforo Total = 26,4 mg/l, las cuales no cumplen con los Límites Máximos Permisibles establecidos por el Ministerio del Ambiente, presentando un riesgo ambiental leve de 30,95%.
- Con la implementación del sistema de tratamiento de los efluentes líquidos residuales generados en el Matadero Distrital de Pátapo, el riesgo ambiental reduciría en un 32,44%. Además, la eficiencia de remoción de los agentes altamente contaminantes presentes en las aguas residuales (DBO, DQO, SST, NTK y Fósforo total), permitirá el cumplimiento con los Límites Máximos Permisibles (LMP), establecidos en la normatividad peruana a través del MINAM.
- El sistema de tratamiento de efluentes residuales propuesto a través de un biodigestor anaeróbico de líquidos y sólidos (dalys) con un tiempo de retención hidráulica de 28 días, previa homogeneización y posterior sedimentación secundaria, permitirá una remoción total del 97,79% de DBO, 99,60% de DQO, 94,45% SST, 90,28% de NTK % y 88,98% de Fósforo total, permitiendo el cumplimiento de los Límites Máximos Permisibles en su totalidad.
- La inversión requerida para la implementación del sistema de tratamiento de aguas residuales generadas en el Matadero Distrital de Pátapo asciende a \$ 37 529,08, la cual permite un ahorro que oscila entre el 26,88% al 52,24% respecto a los valores promedio del beneficio, según sea el caso de las sanciones y multas futuras hacia la empresa caso de no cumplir con la instalación de un sistema de tratamiento. La relación B /C será de 2,07, 1,71 o 1,36, según el nivel de pérdidas por pagos y multa. Las tres relaciones son positivas y mayores a la unidad, demostrando que la propuesta del sistema de tratamiento es viable y debe ser considerada.
- El sistema propuesto para el tratamiento de las aguas residuales del Matadero Distrital de Pátapo, es técnica, económica y ambientalmente viable. El efluente tratado minimizará la contaminación existente, alcanzando un gran beneficio para el ecosistema, la salud de los trabajadores y personas vecinas a este establecimiento.

V. RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar el estudio para la obtención de productos a base de los residuos generados en el faenamiento de ganado vacuno, tales como cascotes, piel o cuero, sangre, estiércol, entre otros.
- Se recomienda realizar un estudio para la utilización del biogás producto de la biodigestión como combustible para el precocimiento de algunas vísceras blancas o rojas en el área de cocina, la cual se tiene pensado implementar en un periodo futuro.
- Se recomienda realizar el estudio para el manejo y recolección de los lodos provenientes de los procesos de homogeneización, biodigestión y sedimentación secundaria, mediante compostaje y/o su utilización como abono como abono, siendo el Matadero Distrital de Pátapo el principal beneficiario; o desecharse por intermedio de un relleno sanitario.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alianza por el agua. 2008. *Manual de depuración de aguas residuales urbanas*. España: Ideasmares. Acceso mayo de 2016.
Disponible:<http://alianzaporelagua.org/documentos/MONOGRAFICO3.pdf>
- American Public Health Association, American Water Works Association y Water Pollution Control Federation. 1992. *Métodos normalizados para el análisis de aguas potables y residuales*. 17° edic. Madrid: Díaz de Santos.
- Barba Luz. 2002. *Conceptos básicos de la contaminación del agua y parámetros de medición*. Universidad del Valle, Facultad de Ingeniería. Cali, Colombia. Acceso noviembre de 2016 Disponible en:
<http://www.bvsde.paho.org/bvsaar/e/fulltext/gestion/conceptos.pdf>
- Bazrafshan E., Kord F., Farzadkia M., Aldin K y Hossein A. 2012. *Slaughterhouse Wastewater Treatment by Combined Chemical Coagulation and Electrocoagulation Process*. Revista: Plos One. Vol.7. Zahaidan, Irán. Acceso mayo de 2016. Disponible en:
<http://journals.plos.org/plosone/article/asset?id=10.1371%2Fjournal.pone.0040108.PDF>
- Becerra Gutiérrez, Lizzy. 2014. *Nivel de contaminación en los efluentes provenientes de camales de la región La Libertad*. Chiclayo, Perú.
- Burgos, A., Suárez, J. y Ures, P. 2015. *Fichas técnicas de procesos unitarios de plantas de tratamiento de efluentes líquidos de la industria textil. Lecho fluidizado*. Water and Environmental Engineering Group. Universidade da Coruña. España. Acceso setiembre de 2016. Disponible en:
<https://www.wateractionplan.com/documents/186210/186348/INDITEX-FT-BIO-007-LECHOFLUIDIZADO-20150601.pdf/ae0e5774-c611-442d-bc7d-358d7749c399>
- Caldera, Y., Madueño, P., Griborio, A., Gutiérrez, E. y Fernández, N. 2003. *Efecto del tiempo de retención hidráulica en el funcionamiento de un reactor UASB tratando efluentes cárnicos*. Multiciencia Vol. 3. Universidad de Zulia, Venezuela. Acceso setiembre de 2016. Disponible en:
<http://www.redalyc.org/pdf/904/90430105.pdf>
- Campos Cuni, Bernardo. 2011. *Metodología para determinar los parámetros de diseño y construcción de biodigestores para el sector cooperativo y campesino*. Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias. Vol. 20. N°2. La Habana, Cuba. Acceso Marzo 2017. Disponible:
http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2071-00542011000200007
- Carrasquero D., Marquina J., Soto J., Rincón S., Pire M., y Díaz A. 2015. *Remoción de nutrientes en aguas residuales de un matadero de reses usando un reactor biológico secuencial*. Revista: Ciencia e Ingeniería Neogranadina

vol.25-2, pp: 43 – 60. Zulia, Venezuela. Acceso mayo de 2016. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/cein/v25n2/v25n2a03.pdf>

- Castillo Borge E., Bolio Rojas A., Méndez R., Osorio J. y Pat Canul R. 2012. *Remoción de materia orgánica en aguas residuales de rastro por el proceso de Contactor Biológico Rotacional*. Revista Académica de la Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Yucatán. Vol.16, pp: 83 – 91. Yucatán, México. Acceso mayo de 2016. Disponible en: <http://www.revista.ingenieria.uady.mx/volumen16/remocion.pdf>
- Castillo Borges E., Chan Gutiérrez E., Espadas Solís A., Méndez Novelo R. y Vásquez Borges E. 2011. *Digestión anaerobia de efluentes de fosas sépticas*. Revista Ingeniería Investigación y Tecnología, UNAM. Vol. XIII (número 3), pp: 339-349. Yucatán, México. Acceso Octubre de 2016. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-77432012000300008
- Comisión Nacional del Agua. 2013. *Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento Diseño de plantas de tratamiento de aguas residuales municipales: Filtros Anaerobios de flujo ascendente*. México. Acceso Setiembre de 2016. Disponible en: <http://www.mapasconagua.net/libros/SGAPDS-1-15-Libro29.pdf>
- Dirección General de Salud Ambiental. 2010. *Estándares de calidad ambiental del agua*. Acceso abril de 2016. Disponible: http://digesa.sld.pe/DEPA/informes_tecnicos/GRUPO%20DE%20USO%204.pdf
- Dunn, I. 1994. *High – Rate Biofilm Fluidized Bed Reactor for Specialized Wastewater Treatment*. Advances in Bioprocess Engineering. Kluwer Academic Press. Netherlands.
- Espinoza, Guillermo. 2006. *Gestión y Fundamentos de Evaluación de Impacto Ambiental*. Santiago de Chile, Chile.
- García Bustos, María. 2012. *Fisiología Hemática I*. UCASAL, Argentina.
- Garzón Zúñiga, Marco y Buelna, Gerardo. 2013. *Caracterización de aguas residuales porcinas y su tratamiento por diferentes procesos en México*. Revista Internacional de Contaminación Ambiental, UNAM. Vol. 30, pp: 65 – 79. México. Acceso mayo de 2016. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=37029961006>
- Gobierno Regional de Lambayeque. 2015. *Programa de Manejo Ambiental y Adecuación Ambiental*. Acceso mayo de 2017. Disponible en: file:///C:/Users/cabina07/Downloads/pama-_camal_lambayeque.pdf

- Huertas García, Rubén y Domínguez Galcerán, Rosa. 2008. *Decisiones estratégicas para la dirección de operaciones en empresas de servicios y turísticas*. Universitat de Barcelona. España.
- Instituto Nacional de Estadística e Informática. 2007. *Consumo de alimentos y bebidas*. Acceso abril de 2016.
Disponible:<http://www.inei.gob.pe/biblioineipub/bancopub/Est/Lib1028/cap01.pdf>
- Iñiguez Covarrubias G. y Camacho López A. 2010. *Evaluación de un reactor de manto de lodo con flujo ascendente (UASB) con cambios de velocidad de alimentación*. Revista Ingeniería Investigación y Tecnología, UNAM. Vol. XII, pp: 199-208. México. Acceso Octubre de 2016. Disponible en:
<http://www.journals.unam.mx/index.php/ingenieria/article/view/26992>
- Jarauta, Laura. 2006. *Digestión Anaerobia para el tratamiento de residuos orgánicos: estudio de necesidades para implantación en Perú*. Universitat Politècnica de Catalunya. Barcelonatech. España. Acceso Abril 2017. Disponible en: <https://upcommons.upc.edu/handle/2099.1/2716>
- Jürgensen, D. 1997. *Aplicación de la Tecnología Anaerobia para Tratamiento de Alcantarillado Utilizando los Reactores Anaerobios de Flujo Ascendente contra Manto de Lodo – RALF*. Manual del Curso. La Paz, Bolivia.
- Kundu P., Debsarkar A. y Mukherjee S. 2013. *Treatment of Slaughterhouse Wastewater in a Sequencing Batch Reactor: Performance Evaluation and Biodegradation Kinetics*. Revista: Biomed Research International Hindawi. Vol. 2013, 11 pages. Kolkata, India. Acceso mayo de 2016. Disponible en: <http://www.hindawi.com/journals/bmri/2013/134872/>
- Lothar Hess, Max. 1981. *Tratamientos Preliminares*. CEPIS. Lima, Perú. Acceso abril 2017. Disponible:
<http://www.bvsde.ops-oms.org/bvsacd/scan2/05862/05862-07.pdf>
- Maldonado Julio y Ramón Jacipt. 2006. *Sistema de tratamientos para aguas industriales en mataderos*. Pamplona, Colombia.
- Marín Ocampo A. y Osés Pérez Manuel. 2013. *Operaciones y mantenimiento de plantas de tratamientos de aguas residuales con el proceso de lodos activos*. México: CEA Jalisco.
- Mihelcic J. y Beth J. 2013. *Ingeniería ambiental: Fundamentos, sustentabilidad, diseño*. 1ª edic. México: Alfaomega.
- Ministerio de Agricultura, 2009. *Ley de Recursos Hídricos, Ley N°29338*. Lima, Perú. Acceso Octubre de 2016. Disponible:

<http://minagri.gob.pe/portal/download/pdf/marcolegal/normaslegales/leyes/ley29338-recursoshidricos.pdf>

- Ministerio del Ambiente. 2009. *Límites Máximos Permisibles para efluentes de actividades agroindustriales tales como plantas de camales y plantas de beneficio*. Acceso abril de 2016.
Disponible:http://www.minam.gob.pe/consultaspublicas/wpcontent/uploads/sites/52/2014/02/lmp_camales.pdf
- Ministerio del Ambiente. 2008. *Decreto Supremo N°1909-2008: Aprobación de la ley N°27446, Ley del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental*. Lima, Perú. Acceso mayo de 2016.
Disponible en : http://www.minam.gob.pe/consultaspublicas/wp-content/uploads/sites/52/2014/02/decreto_supremo_seia2_19-09-2008.pdf
- Ministerio del Ambiente. 2010. *Guía de evaluación de riesgos ambientales*. Lima, Perú. Acceso setiembre de 2016. Disponible en:
http://redpeia.minam.gob.pe/admin/files/item/4d80cbb8f232b_Guia_riesgos_ambientales.pdf
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. 2013. *Decreto Supremo N° 021-2009-Vivienda*. Acceso abril de 2016.
Disponible:<http://www.vivienda.gob.pe/transparencia/emitidos/DS-021-2009-VIVIENDA.pdf>
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. 2006. *Norma OS 090: Plantas de tratamiento de aguas residuales*. Acceso abril de 2017. Disponible en:http://www.saludarequipa.gob.pe/desa/archivos/Normas_Legales/saneamiento/OS.090.pdf
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, y Oficina de Medio Ambiente. *Protocolo de monitoreo de la calidad de los efluentes de las plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas o municipales*. 2013. Acceso mayo de 2016.
Disponible:<http://www.vivienda.gob.pe/direcciones/Documentos/anexo-rm-273-2013-vivienda.pdf>
- Moreno Luis. 2003. *La depuración de aguas residuales urbanas de pequeñas poblaciones mediante infiltración directa en el terreno*. Instituto Geológico y Minero de España. Madrid, España.
- Núñez A, Guitart L y Baraza X. 2014. *Dirección de Operaciones: Decisiones tácticas y estratégicas*. Barcelona, España: Edit. UOC.
- Olaya, Yeison y González Luis. 2009. *Fundamentos para el diseño de biodigestores*. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ingeniería y Administración. Palmira, Colombia. Acceso Noviembre de 2016. Disponible en:

<http://www.revistavirtualpro.com/biblioteca/fundamentos-para-el-diseno-de-biodigestores>

- Osorio J, Torres J y Sánchez M. 2010. *Tratamiento de aguas para la eliminación de microorganismos y agentes contaminantes: Aplicación de procesos industriales a la reutilización de aguas residuales*. Universidad de Granada, España: Edit. Díaz de Santos.
- Pozo Antonio, José. 2011. *Puesta en marcha de un reactor de lecho fluidizado para la eliminación de nitrógeno amoniacal*. Universidad de Vigo. España.
- Ramalho R. 2003. *Tratamiento de Aguas Residuales*. Canadá: Laval University: Edit. Reverté S.A.
- Ramírez Landy y Durán María. 2008. *Demanda Química de Oxígeno de muestras acuosas*. Serie: Química Ambiental de los residuos peligrosos. Vol. I. UNAM. México D.F. Acceso octubre de 2016. Disponible en: http://cmas.siu.buap.mx/portal_pprd/work/sites/redica/resources/LocalContent/127/2/Libro%20DQO%202008.pdf
- Revista Ambientum. 2002. *Nitrógeno en el agua*. Madrid, España. Acceso noviembre de 2016. Disponible en: http://www.ambientum.com/revista/2002_05/NTRGNO1.asp
- Rodríguez A., Letón P., Rosal, R., Dorado, M., Villar, S. y Sanz, J. 2006. *Tratamientos avanzados de aguas residuales industriales*. Madrid, España: ELEC Industria Gráfica.
- Rubens R., De Lora F. y Jiménez D. 2003. *Tratamiento de aguas residuales*. Barcelona, España: Edit. Reverté.
- Salinas, Roberto. 2000. *Tratamiento de Residuos en pequeños mataderos*. Instituto de Desarrollo Municipal, Edición Municipal. Asunción, Paraguay. Acceso Abril 2017. Disponible en: <http://www.bivica.org/upload/residuos-tratamiento.pdf>
- Sánchez O., Herzig M., Peters E., Márquez R. y Zambrano L. 2007. *Perspectivas sobre conservación de ecosistemas acuáticos en México*. Escuela de Biología de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. México.
- Sbarato V., Sbarato D. y Ortega J. 2009. *Los Estudios de Impacto Ambiental*. Universidad Tecnológica Nacional: Facultad Regional San Francisco. Córdoba, Argentina: Encuentro Grupo Editor.
- Solís M y López A. 2003. *Principios básicos de la contaminación*. Toluca, México: Universidad Autónoma estado de México.

- Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento. 2011. *Situación actual y perspectivas en el sector agua y saneamiento en el Perú*. Acceso abril de 2016. Disponible en :<http://www.camara-alemana.org.pe/downloads/2-130311ANA.pdf>
- Toapanta, María. y Chang, José. 2007. *Calidad del agua: Grasas y aceites*. Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL). Ecuador. Acceso noviembre de 2016. Disponible en: <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/6161/8/GRASASYACEITES.pdf>
- Torres, Patricia. 2012. *Perspectivas del tratamiento anaerobio de aguas residuales domésticas en países en desarrollo*. Revista EIA, Escuela de Ingeniería de Antioquía. N°18 p. 115-129. Medellín, Colombia. Acceso Octubre de 2016. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1794-12372012000200010
- Universidad de Salamanca. 2014. *Modelización y simulación de estaciones depuradoras*. España. Disponible en: http://aulavirtual.usal.es/aulavirtual/demos/simulacion/modulos/curso/uni_03/U3C3S6.htm
- VeallFredrick. 1993. *Estructura y funcionamiento de mataderos medianos en países en desarrollo*. Roma, Italia.
- Vidal, G. y López, D. 2015. *Humedales construidos para tratamiento y reúso de aguas servidas en Chile: reflexiones*. Tecnologías y Ciencias del Agua, vol. VII. Pp. 19 – 35. Universidad de Concepción, Chile. Acceso setiembre de 2016. Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/pdf/tca/v7n3/2007-2422-tca-7-03-00019.pdf>
- Wagner, W. 2010. *Recomendaciones para la elección de plantas de tratamiento de agua residual aptas para Bolivia*. ANESAPA. La Paz, Bolivia. Acceso setiembre de 2016. Disponible en: <http://www.bivica.org/upload/aguas-residuales.pdf>
- Zalamea, Fernando. 2014. *Proyecto Planta de Tratamiento de Aguas Residuales – PTAR: Memoria de cálculo del diseño estructural*. Ingeniería de proyectos RASTER. Cuenca, Ecuador. Acceso abril de 2017. Disponible: <http://www.edec.gob.ec/sites/default/files/MEMORIA%20PTAR%20EDEC.pdf>
- Zambrano X, Saltos X y Villamar F. 2009. *Diseño del Sistema de Tratamiento para la Depuración de las Aguas Residuales Domésticas de la Población San Eloy en la Provincia de Manabí por medio de un Sistema de Tratamiento Natural compuesto por un Humedal Artificial de Flujo Libre* Ecuador. Revista: Ingeniería en Ciencias de la Tierra. Acceso mayo de 2016. Disponible:<http://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/240/1/378.pdf>

VII ANEXOS

ANEXO N°01

DECLARACION DE IMPACTO AMBIENTAL

MATADERO DISTRITAL PARTICULAR DE PÁTAPU

I DATOS GENERALES:	
1.Nombre de la empresa y/o razón social:	Matadero Particular “Delga”
2. Av./Jr./Calle.	Av. Chongoyape N° 20
3 Distrito:	Pátapo
Provincia:	Chiclayo
	Urbanización: ----- Departamento: Lambayeque
4 Actividad a realizarse	Faenamiento y procesamiento de carne
5. Fecha de Inicio de actividades	
6. Representante Legal: Sr. Demetrio Delgado Monteza.	
Teléfono: / Fax:	e-mail:
7. Tamaño del Proyecto:	
8. Duración del Proyecto:	

II. OBJETIVOS DEL PROYECTO:
El Matadero Distrital Particular “Delga” tiene como propósito brindar a la población de Pátapo productos cárnicos que cumplan con las normativas de sanidad, inocuidad y calidad necesarias y requeridas para el consumo humano, los cuales son comercializados en el mercado principal de Pátapo para el abasto de los pobladores del distrito mismo y anexos a este.
III. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO
1. Descripción breve del proceso industrial indicando sus fases, adjuntando el diagrama de flujo correspondiente. Señalar las etapas donde se producen descargas residuos (sólidos, líquidos, gaseosos)
Descripción del Procesamiento y Faenamiento de Carne de Ganado Vacuno
1. Recepción y Pesaje del animal: El ganado vacuno llega al establecimiento en vehículos acondicionados desde los diferentes lugares del distrito, posteriormente los animales son inspeccionados en reposo y de pie. Se sacrifica al animal cuando el médico veterinario haya finalizado la inspección. Los animales autorizados para su sacrificio esperarán el turno para su respectivo proceso. Finalmente, los trabajadores arrean al animal por la rampa de ingreso a la planta de

faenamiento, específicamente a la zona de noqueo o aturdimiento.

2. Noqueo o Aturdimiento

El animal ingresa a la zona de noqueo o aturdimiento en donde se le inmoviliza con el propósito de evitar su sufrimiento innecesario de todos los factores estresantes previos a su sacrificio. Inmediatamente de aturdido, el animal pasa al proceso de degüello y desangrado.

3. Degollado

El trabajador inserta el cuchillo cerca de la cabeza del animal y corta a través del cuello, con esta acción se corta todos los tejidos blandos entre la espina dorsal y el frente del cuello, al mismo tiempo se corta también las arterias carótidas y ambas venas yugulares. Finalmente la cabeza del animal es separada del cuerpo.

Después del degüello, se deja que el animal se desangre antes de continuar con el faenamiento por un promedio de un minuto. La sangre es vertida directamente a los tubos colectores.

4. Desollado

El desollado se realiza por partes, las patas delanteras y traseras son cortadas primero, luego se separa el cuero de las piernas hasta el esternón, posteriormente se separa el cuero de la parte posterior desde las piernas hasta los brazos y finalmente, utilizando un tecele, se jala el cuero desde el sector de la nuca y hombros hasta la punta de la cola.

5. Eviscerado

Inicialmente se realiza un corte largo por toda la línea media del vacuno, después se procede al retiro de todo el paquete de vísceras blancas y rojas contenida en la cavidad abdominal, estómagos e intestino. Las vísceras blancas (testículos, molleja, intestino delgado, recto y sesos) retiradas son enviadas hacia la zona de lavado de vísceras blancas en donde se procede a retirar todo el contenido, luego son lavadas; mientras que las vísceras rojas (hígado, riñón, estómago, lengua y corazón) son enviadas a la zona de lavado especialmente para estas. Los efluentes líquidos residuales son vertidos directamente al alcantarillado del establecimiento.

6. Lavado

El trabajador empieza por la pierna del animal, siguiendo luego por la parte de las costillas y finalmente termina en los brazos, se realiza el lavado tanto de las partes internas como de las externas.

7. Izado

El animal se eleva para facilitar su sangría y cortes posteriores de brazos, piernas, entre otras partes del cuerpo.

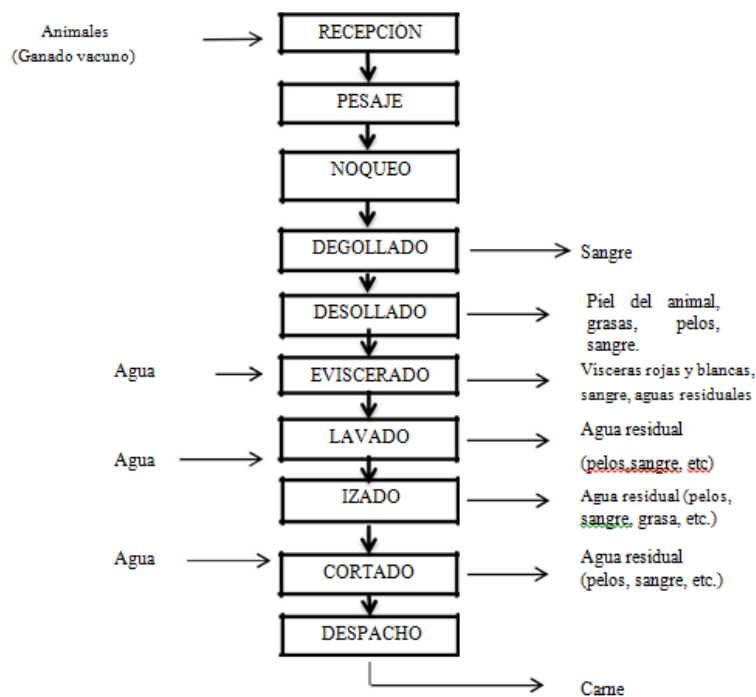
8. Cortado

En esta etapa se corta el cuerpo del animal mediante herramientas tales como serruchos, sierras, cuchillos y hachas, todo de forma manual.

9. Despacho

Etapa final en la cual se entrega la carne ya procesada a los comerciantes del distrito para su posterior venta en el mercado de abastos.

Diagrama de flujo del proceso



Fuente: Matadero Distrital de Pátapo

2 .Materia primas e insumos utilizados (nombre químico y comercial y cantidad)

MATERIA PRIMA E INSUMOS UTILIZADOS POR AÑO

DESCRIPCIÓN					CARACTERÍSTICAS					
Nombre químico	Nombre comercial	Unid. de medida	Procedencia	Total	Inflamable	Corrosivo	Reactivo	Explosivo	Tóxico	No se conoce
Óxido de Dihidrógeno	Agua	m ³ /año	Lambayeque	400,5						X
Hipoclorito de Sodio	Lejía	m ³ /año	Chiclayo	10,950		X				
Ganado Vacuno	—	Unidades	Zona Norte del Perú y Cajamarca	801						X

3. Productos y Subproductos elaborados por fase de proceso (cantidad y período de elaboración)

PRODUCTOS Y SUBPRODUCTOS ELABORADOS:

Fase de Proceso	Productos	Subproductos	Unidad de Medida	Periodo de prod	Cantidad
RECEPCIÓN	Ganado Vacuno		Unidades	2010 – 2015	7 071
PESAJE	Ganado Vacuno		t	2010 – 2015	948 167
NOQUEO	Ganado Vacuno		Unidades	2010 – 2015	7 071
DESOLLADO	Carne de vacuno libre de cuero y piel	Cuero, cabeza y cuernos, rabo	t	2010 – 2015	16,201
EVISCERADO	Carne de vacuno	Vísceras rojas y blancas	t	2010 – 2015	175 518
LAVADO	Carne de vacuno		m ³	2010 – 2015	3 534
CORTADO	Carne de Vacuno	Patas y Pezuñas	t	2010 – 2015	521 491,85
DESPACHO	Carne procesada de vacuno		t	2010 – 2015	521 491,85

4. Abastecimiento de agua (fuente y volumen)

El suministro de agua proviene del subsuelo (Pozos de la Empresa AgroIndustrial Pucalá).

INSUMO	UNIDAD	CANTIDAD
Agua de subsuelo	m ³	3 534

5. Abastecimiento de energía (tipo de energía y cantidad y procedencia)

Se utiliza la energía contratada por ENSA. El consumo promedio mensual de energía propia es de 40 kWh/mes. La cantidad es relativamente baja debido a que el horario en que opera el matadero es de 2:00pm a 5:30pm.

IV. CARACTERÍSTICAS DEL ENTORNO

EN BASE A LA MATRIZ DE RIESGO, ABSOLVER LOS SIGUIENTES PUNTOS:

- Breve descripción de las características del entorno, principalmente las características fisicoquímicos, biológicas, económicas, sociales y culturales en el ambiente debido al proyecto.**

Asimismo, deberá precisar el área de influencia. Igualmente, cuando corresponda, deberá incluirse información sobre tendencias y usos de las tierras (concesiones de uso de agua, forestales y otros)

El distrito de Pátapo está situado en la parte norte de la costa peruana y en la parte sur de la Región Lambayeque, al Este de la provincia de Chiclayo; exactamente a 23 kilómetros de esta ciudad y a 777 kilómetros de la ciudad de Lima, la capital del Perú. Ubicado a 78 m.s.n.m. y una extensión de 182,81 km².

Pátapo está ubicado en la cuenca del río Chancay, cuyas aguas torrentosas, serpenteantes se dirigen por las caprichosas quebradas andinas hasta llegar como un inmigrante más a la costa peruana, para bañar los cultivos y valles norteños.

Las principales actividades son la agraria e industrial, entre estas se encuentra mayormente el procesamiento de carne de ganado vacuno en el Matadero Distrital para posteriormente ser abastecida a la población. En dicha área existe contaminación ambiental; dado que se vierten las aguas residuales generadas en el matadero sin previo tratamiento, el cual es el principal problema que impactará no sólo a los ciudadanos, sino a las reservas de agua subterránea también.

Agricultura y ganadería

El producto predominante de cultivo es la caña de azúcar, a través de la Empresa Agro Industrial Pucalá S.A.A. Además el ganado caprino y vacuno son los principales.

Flora y Fauna

La fauna en el distrito de Pátapo se puede encontrar en los ríos y acequias, campos de cultivo, en el ramal de la cordillera y pampas. Entre los principales se tienen:

Peces: Chalcoque, cascafe, life, bagre, mojarra, tilapia, carachama o cashca.

Crustáceos: Camarones y cangrejos

Animales silvestres: Zorros, zorrillos, ratones de campo, venados, serpientes, hurones, pulatos, sajinos, etc.

Animales domésticos: Ganado vacuno, ovino, porcino, bestias de carga (asnos, mulas) aves de corral, cuyes, conejos, perros, gatos, aves canoras, abejas, etc.

Otros: Huerequeque, gallinazo de cabeza negra y cabeza roja, lechuzas, picaflores, tórtolas, putillas, arroceros, garzas blancas y gaviñanes.

Las especies de flora natural más representativas son el molle, el carrizo, pájaro bobo, caña brava, sauce, guayaquiles, cola de caballo y moringa.

Mientras que las especies de flora cultivada aparte de la caña de azúcar son: Las palmeras (datileras y cocoteras), el maíz, camote, yuca, lenteja, chileno, garbanzo, ají, calabaza, zanahoria, nabo, lechuga, repollo, apio, coliflor, remolacha, cebolla de hoja, albahaca, pepinillo, espinaca, caigua, rabanito, pimentón, etc.

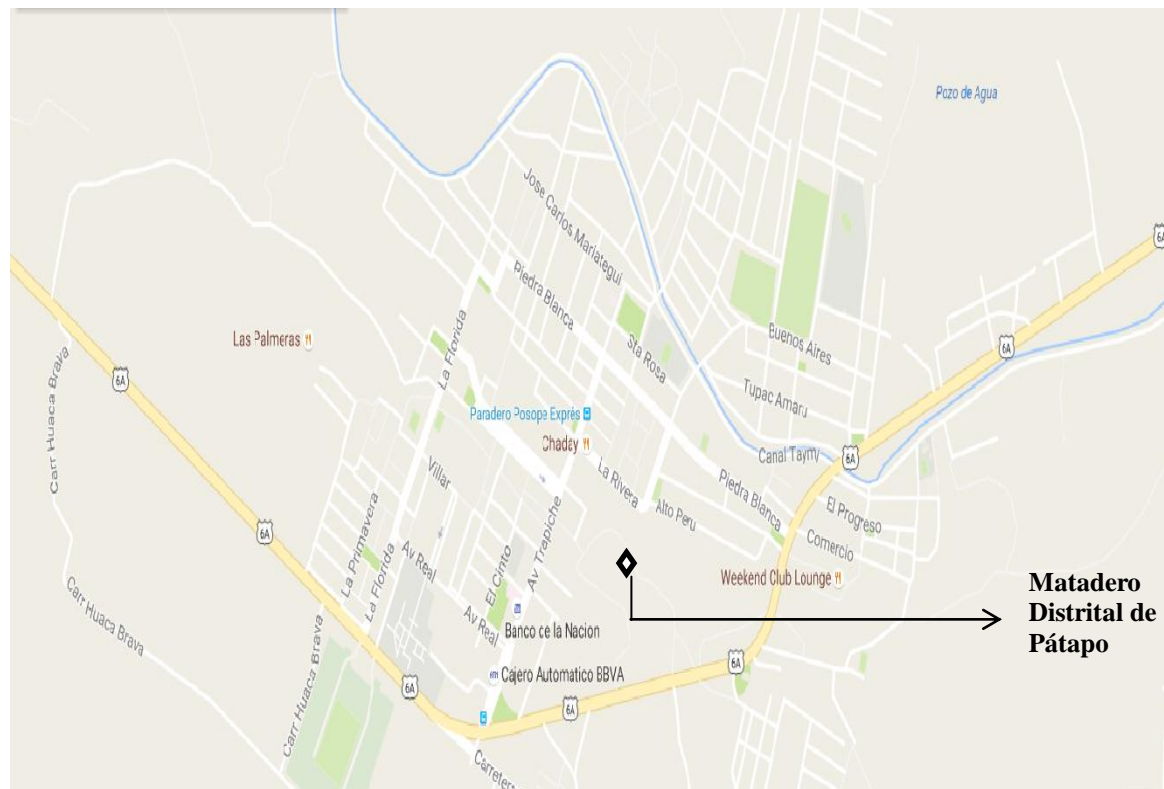
2. Breve descripción de los principales problemas ambientales del entorno del proyecto.

El principal problema ambiental que presenta el entorno del Matadero Distrital de Pátapo es el estancamiento de los desagües, provocando aniegos ocasionalmente debido a que el agua residual proveniente del matadero distrital de Pátapo es vertida

directamente al alcantarillado, además de no ser tratada previamente.

Tipo de zonificación (adjuntar croquis de ubicación)

Cuando corresponda deberá señalarse las zonas protegidas, de valor turístico o Paisajístico o algún otro que tenga algún nivel de restricción o intangibilidad.



V. IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS

1. Etapa de construcción

1.1. Breve descripción de las principales actividades y/u obras.

Debido a la antigüedad del matadero distrital de Pátapo, no se cuenta con información acerca de los inicios de su construcción, ya que datan a partir de inicios del siglo pasado.

Sin embargo, a partir del mes de Enero del año 2016 se realizó la remodelación total de las instalaciones del mismo por orden del Servicio Nacional de Sanidad Agraria (SENASA).

1.2. Principales Impactos Ambientales generados por la construcción y/o instalación.

Dado que la construcción del matadero se llevó a cabo hace varias décadas, no se evaluarán en esta oportunidad con exactitud los impactos ambientales generados en ese entonces. Sin embargo, a inicios del año 2016 se remodeló por completo generando como impactos ambientales principalmente la contaminación del aire,

esto a través del material particulado que se produjo en la demolición de las antiguas instalaciones del mismo, y contaminación del suelo debido a los desmontes generados productos de la demolición.

2. Etapa de Operación:

2.1. Breve descripción de los principales impactos ambientales generados.

Entre los principales impactos ambientales que puede generar en el faenamiento y procesamiento de carne de ganado vacuno se encuentran:

- **Vectores de enfermedades:** Los residuos generados son un medio idóneo para el desarrollo de vectores como moscas, roedores y otros que pueden significar un riesgo para la salud de los trabajadores y la población aledaña. Es muy probable adquirir alguna enfermedad bacteriana al no contar con las medidas de seguridad necesarias, es decir, guantes de protección, mandil y mascarilla, para la manipulación del ganado vacuno, principalmente en las etapas de recepción, pesaje, degollado, desollado, eviscerado y lavado.

Los Coliformes y Termotolerantes son microorganismos presentes en heces de animales de sangre caliente, en elevadas concentraciones y en contacto directo con estos a través de las aguas residuales y desechos, pueden tener serias consecuencias para la salud humana ocasionando enfermedades crónicas tales como diarreas, tifoidea, giardiasis, disentería, cólera y diversas patologías gastrointestinales.

La magnitud de la propagación de estos organismos infecciosos depende de la cantidad de excremento animal que éste contenga. Dado que se puede producir la contaminación fecal de los abastecimientos de agua, si el agua no se trata adecuadamente, el patógeno puede penetrar en un nuevo hospedador, al consumirla.

- **Generación de malos olores:** Generados principalmente en las etapas de recepción y pesaje del ganado, debido a la cantidad de orina y estiércol que excretan. Provocando contaminación del aire a través de olores desagradables, los cuales afectan a los propios trabajadores y personas aledañas al matadero.
- **Ruido:** Etapas como el degüello, desollado, cortado e izado generan ruido, el cual no es de grado significativo.
- **Agotamiento del recurso agua:** Debido al exceso de su consumo durante el faenamiento y procesamiento. Principalmente en las etapas de lavado, desollado y cortado.
- **Contaminación del agua:**
En el matadero distrital de Pátapo, se genera agua residual en los distintos procesos; esta tiene una elevada carga orgánica, tanto disuelta como en suspensión, además de contener elevada presencia de sólidos orgánicos totales, DBO, DQO, aceites y grasas, ácidos orgánicos volátiles, aminas y otros

compuestos orgánicos nitrogenados. El problema radica en que estos efluentes son vertidos directamente al alcantarillado; esto no solo altera la calidad del agua afectando los ecosistemas, también tiene un impacto en la salud humana al ser un foco infeccioso.

Si la cantidad de materia orgánica es suficientemente elevada, el consumo de oxígeno puede llevar a su agotamiento, lo que tiene una consecuencia inmediata en la destrucción de las comunidades acuáticas que necesitan el oxígeno para vivir. Además, el exceso de materia orgánica posibilita la proliferación de microorganismos, muchos de los cuales resultan patógenos (contaminación biológica), provoca déficit de oxígeno, lo que aumenta la solubilidad en el agua de ciertos metales y a la vez se incrementa el efecto de la corrosión de las conducciones y tuberías por la presencia de sulfuros.

- **Contaminación del suelo:** Debido a la cantidad de estiércol y orina excretada por el ganado vacuno, los cuales en las etapas de recepción y pesaje van directamente al suelo. Además de los aniegos ocasionales de aguas residuales generados en la zona y alrededores, los cuales tienen efecto negativo para el suelo.

VI. EVALUACIÓN DE RIESGOS AMBIENTALES

Debe adjuntarse la matriz de riesgos debidamente absuelta.

La evaluación ambiental (Anexo 02) efectuada en el distrito de Pátapo – Lambayeque por efecto de las acciones industriales del Matadero Distrital de Pátapo, caracteriza el siguiente riesgo ambiental: 28,8% Entorno humano, entorno natural 58,4% y entorno socioeconómico 16%.

Se estima un Riesgo Ambiental del 34,4%, el cual representa un nivel moderado; por lo que el entorno natural es el que tiene el riesgo ambiental más alto, seguido del entorno humano y finalmente el entorno socioeconómico.

Se deben considerar un peligro a prevenir lo más pronto posible los vertimientos de aguas residuales sin tratamiento previo y los desechos sólidos, los cuales en su mayoría son arrojados directamente al alcantarillado público, los cuales están afectando gravemente la calidad del agua, suelo y la salud de la población aledaña.

VII. PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

Breve descripción de las medidas de prevención (Construcción y Operación)

Las actividades que se desarrollan en el Matadero Distrital de Pátapo, generan diferentes aspectos ambientales, los cuales ocasionan mayormente impactos negativos al entorno social, físico y biológico. Es por eso que el Matadero Distrital de Pátapo, responsable de las actividades que se llevan a cabo dentro de sus instalaciones, adoptará las medidas y acciones ambientales necesarias, con el fin de alcanzar una armonía entre las actividades productivas del matadero y la necesidad de proteger el ambiente, para eso adoptará como herramienta principal, el presente Plan de Manejo Ambiental, el cual partirá de los resultados obtenidos en la Matriz de Leopold definiendo medidas que permitan que el Matadero Distrital afronte dichos

impactos.

El Plan de Manejo Ambiental propuesto a continuación describirá los programas necesarios para mitigar, corregir, y prevenir o eliminar los impactos negativos generados por la contaminación del agua, la mala disposición de residuos, la falta de capacitación, los riesgos y peligros a los que están expuestos los trabajadores.

A continuación se presentan los programas que contendrá el Plan de Manejo Ambiental del Matadero Distrital de Pátapo:

Programas:

- Sistema de Tratamiento de aguas residuales.
- Programa de Manejo de residuos sólidos.
- Programa de Capacitación.
- Programa de control de vectores causantes de enfermedades.
- Plan de Contingencia.
- Programa de Monitoreo y Control.

PROGRAMA DE CAPACITACIÓN

Este programa está dirigido a los trabajadores del Matadero Distrital de Pátapo tanto los trabajadores recientes como los de mayor experiencia, de modo que se encuentren con mejor preparación para el desarrollo y desempeño en sus actividades cotidianas con el fin de cumplir con los objetivos trazados.

Programa de capacitación propuesto dirigido al personal del Matadero Distrital de Pátapo

Dirigido	Curso a recibir	Cantidad de horas	Objetivo del curso	Tipo
Personal del Matadero Distrital de Pátapo	Responsabilidad Ambiental	2	Concientizar al personal respecto a la protección ambiental	Teórico
	Impactos ambientales generados en el proceso de faenado en Mataderos	2	Hacer de conocimiento los impactos ambientales generados en mataderos	
	Manejo y disposición de residuos sólidos en Mataderos	3	Exponer las medidas de control ambiental y manejo de residuos sólidos	Teórico - Práctico
	Eficiencia en el uso de agua	2	Utilizar en menor proporción el agua sin afectar al rendimiento del faenado	
	Seguridad Industrial	2	Reducir los riesgos laborales durante el faenamamiento	

Fuente: Gobierno Regional de Lambayeque, 2015.

Frecuencia

La frecuencia con la que deben llevar los cursos anteriormente mencionados, es semestral.

Responsable

Los cursos del programa de capacitación serán dictados por un expositor externo.

Breve descripción de las medidas de corrección y/o mitigación previstas (construcción y operación).

MEDIDAS DE CORRECCION Y/O MITIGACIÓN:**Sistema de tratamiento de aguas residuales**

El objetivo de proponer un sistema de tratamiento de aguas residuales en el matadero distrital de Pátapo es reducir los agentes contaminantes presentes en esta con el fin de reducir el impacto ambiental además de cumplir con la normatividad impuesta por el MINAM.

El sistema a proponer es anaerobio, el cual estará compuesto por 3 etapas: Homogeneización, Biodigestión de líquidos y sólidos y sedimentación secundaria. Obteniéndose biogás al final de la etapa de biodigestión.

Con este sistema de tratamiento se alcanzarán porcentajes de remoción mayores al 90% de agentes contaminantes presentes en el agua residual tales como DBO, DQO, SST, nitrógeno Kjeldahl y Fósforo Total.

Parámetros	Valor Inicial	Valor Final	LMP	% de Remoción
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)	2500 mg/l	55,23 mg/l	250 mg/l	97,79 %
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	6904 mg/l	27,2 mg/l	500 mg/l	99,60 %
Sólidos Suspendidos Totales (SST)	1844 mg/l	< 102,3 mg/l	300 mg/l	> 94,45 %
Nitrógeno Total Kjeldahl (NTK)	391,3 mg/l	38,03 mg/l	50 mg/l	90,28 %
Fósforo Total (P _{Total})	26,4 mg/l	2,91 mg/l	40 mg/l	88,98 %
pH	6,94	6 ~ 7	6,0 ~ 9,0	-

Los valores finales de los parámetros además de ser reducidos en gran porcentaje, cumplirán con los Límites Permisibles para el vertimiento de aguas residuales de camales en mataderos establecidos por el Ministerio del Ambiente, de esta manera se reduciría la contaminación agua.

Programa de Manejo de Residuos Sólidos

Este programa de tiene como objetivo realizar un apropiado manejo de los residuos sólidos generados en el faenamiento del ganado vacuno en el matadero distrital de Pátapo.

Para cumplir con el objetivo planteado se realizarán una serie de actividades mencionadas a continuación.

- Se identificarán los desechos generados en el proceso de faenamiento.
- Se propondrá las medidas necesarias para el manejo de los desechos y residuos ya

identificados.

- Contar con contenedores para residuos, escobas y recogedores.

En la siguiente tabla se muestra los residuos comúnmente generados en el matadero distrital de Pátapo, además del manejo de los mismos, su disposición inmediata y final.

Residuo	Manejo	Beneficio	Disposición inmediata	Disposición Final
Estiércol	Recolección de estiércol en el patio de espera y sala de sacrificio	Uso para la obtención de abonos orgánicos	Tanques plásticos rotulados de 300 kg de capacidad	Planta de compostaje o relleno sanitario
Contenido rumial	Recolección directa desde las vísceras	Uso para la obtención de abono orgánico o para alimentación animal	Tanques plásticos rotulados de 300 kg de capacidad	Planta de compostaje, relleno sanitario o propietarios de ganado sacrificado
Decomisos	Recolección de vísceras no aptas para el consumo humano	Prevenir enfermedades por consumir vísceras en mal estado	Recipientes plásticos rotulados	Incineración

Las recolecciones de estiércol, contenido rumial y decomisos serán efectuados diariamente al finalizar la jornada de trabajo.

Programa de control de vectores causantes de enfermedades

Este programa tiene como objetivo controlar la presencia de vectores tales como, moscas, roedores, etc., aplicando las acciones necesarias para su control.

El programa de control de vectores tendrá a cargo dos actividades:

- ✓ Control de moscas: Para este control se debe llevar a cabo lo siguiente:

- Mantener limpias y libres de residuos las instalaciones del matadero distrital de Pátapo.
- Utilización de mallas y redes protectoras en las ventanas con el fin de evitar la entrada de moscas a la sala de sacrificio.
- Fumigación

- ✓ Control de roedores:

- Limpieza de las instalaciones del matadero con el fin de evitar que los residuos provoquen la entrada de roedores.

A continuación se muestra la frecuencia de realización de las actividades anteriormente mencionadas.

Etapas	Actividades	Frecuencia
Control de moscas	Cambio de redes protectoras	Anual
	Limpieza de instalaciones	Diaria
	Fumigación	Mensual
Control de roedores	Limpieza de instalaciones	Diaria

Programa de control y monitoreo para cada fase

Se describe las actividades a realizarse en planta, contempladas en un programa de monitoreo, el cual será revisado periódicamente en función de los resultados obtenidos, a fin de actualizarlo y presentarlo ante la autoridad competente.

Sus objetivos son conocer el efecto real causado por las actividades del matadero distrital de Pátapo, verificar la efectividad de las medidas de mitigación propuestas; verificar el cumplimiento de las normas ambientales aplicables; detectar de manera temprana efectos imprevistos e indeseados a fin de controlarlos.

Programas o Actividades	Parámetro a monitorear/Actividades	Lugar	Tiempo	Responsable
Programa de capacitación	Eficiencia en el uso del agua Número de impactos generados en el faenamiento de ganado vacuno y número de capacitaciones asistidas	Instalaciones del matadero Distrital de Pátapo	Semestral	Propietario del matadero
Sistema de tratamiento de aguas residuales	pH, DBO, DQO, Sólidos Suspendidos Totales, Fósforo Total y Nitrógeno Kjeldahl	Tubería de entrada al sistema de tratamiento	Trimestral	Especialista en tratamiento de aguas residuales
		Salida del tubo colector (desagüe)		
Manejo de residuos sólidos	Kilogramos de estiércol, contenido rumial y decomisos recolectados. Limpieza de instalaciones del	Instalaciones del matadero Distrital de Pátapo	Trimestral	Especialista en tratamiento de aguas residuales

	matadero			
Control de vectores	Fumigación	Matadero Distrital de Pátapo	Mensual	Técnico externo de fumigación
	Limpieza de corrales e instalaciones	Matadero Distrital de Pátapo	Diario	Operario de limpieza
	Cambio de mallas protectoras	Ventanas del matadero	Anual	
Plan de contingencia	Caducidad de extintores y señalizaciones de áreas seguras	Instalaciones del matadero Distrital de Pátapo	Trimestral	Propietario del matadero
Programa de Manejo Ambiental	Llevar a efecto el cumplimiento del PMA del proyecto	Matadero Distrital de Pátapo	Trimestral	Propietario del matadero

Incluir las medidas de contingencia a aplicar y los responsables de su implementación.

El Plan de Contingencia que se desarrolla a continuación establece las acciones que deberá seguir el matadero distrital de Pátapo en caso de emergencias relacionadas con las características de la calidad del agua y suelo, de modo tal que el personal de la empresa se encuentre en capacidad de responder efectivamente además de a situaciones de emergencia, tales como incendios, sismos y accidentes de trabajo. El Plan de Contingencia será objeto de revisiones y actualizaciones de acuerdo al desarrollo de las actividades.

Objetivos

Prepararse para afrontar de forma organizada las distintas emergencias, contingencias, siniestros y desastres; estableciendo los procedimientos para su prevención, respuesta y control en caso de presentarse, asumiendo las acciones correctas para solucionar la situación problemática.

Evitar o reducir posibles daños al personal, material, maquinaria, equipo, instalaciones, proceso, producto y ambiente, restableciendo la normalidad con la mayor rapidez con el menor costo y la mayor garantía de seguridad con el fin de posibilitar la continuidad en la totalidad de las operaciones del matadero.

Brigadas de Emergencia/Contingencia. Estarán conformadas por grupos de personas encargadas (trabajadores) de acudir inmediatamente al lugar del incidente. Su oportuna intervención puede salvar muchas vidas humanas, así como, equipos e infraestructura.

Estas brigadas deben contar con el apoyo del personal médico o paramédico, así como, del personal de seguridad que ayude a dar las facilidades mínimas para que el

personal que participa en la mitigación de los incidentes, pueda trabajar sin mayores problemas.

Plan de Acción

Se implementará un sistema de monitoreo, control, vigilancia y alarma que permita activar el procedimiento de emergencia en forma automática. Los equipos de apoyo para este sistema serán instalados en zonas críticas de fácil acceso.

Estrategia de Respuesta para Situaciones de Emergencia

Producido el incidente, el Plan se desarrollará comprendiendo las siguientes etapas:

1º Etapa: Notificación

Toda emergencia deberá comunicarse de inmediato al Administrador del matadero distrital de Pátapo, el cual deberá tener los siguientes datos por parte del informante:

- a. Nombre del informante.
- b. Lugar de la emergencia.
- c. Fecha y hora aproximada en que se produjo la emergencia.

- d. Características de la emergencia.
- e. Tipo de emergencia.
- f. Magnitud.
- g. Extensión.
- h. Circunstancias en que se produjo.
- i. Posible(s) causa(s).

2ª Etapa: Inspección

Una vez recibida la notificación, se apersonará al lugar del evento para ratificar o rectificar lo informado y constatar si la emergencia continúa o si hubiera algún riesgo latente.

Posteriormente se realizará una evaluación del estado situacional del evento teniendo en cuenta el tipo y magnitud de la emergencia, el riesgo potencial, posibles efectos, considerando la ubicación de las zonas críticas (centros poblados, instalaciones de servicios básicos, áreas de importancia ecológica y económica) y sus prioridades de protección, condiciones del lugar, que garanticen un desarrollo seguro de las operaciones de respuesta, estrategia a adoptar y estimación de los recursos materiales y humanos propios y de organismos de apoyo (Defensa Civil, Municipalidad, etc.) a requerir, así como del tiempo de desplazamiento de dichos recursos al lugar de la emergencia.

3º Etapa: Operaciones de Respuesta

Una vez verificadas las condiciones del lugar para la ejecución segura de las acciones del Grupo de Respuesta y que la emergencia pueda ser controlada con los recursos disponibles por el Organismo de Coordinación Local del distrito de Pátapo y otras instituciones de apoyo, se procederá a activar el Plan de Contingencia. Las operaciones de respuesta deberán tener siempre en cuenta las prioridades

siguientes:

- a. Preservar la integridad física de los pobladores del distrito de Pátapo
- b. Prevenir o minimizar la alteración de áreas que afecten las necesidades básicas o primarias de núcleos poblacionales aledaños.
- c. Prevenir o minimizar las contingencias de áreas de importancia ecológica en el distrito de Pátapo

Estas se llevarán a cabo de acuerdo a los procedimientos de trabajo y perfiles de seguridad establecidos, con el fin de prevenir accidentes o incendios.

4º Etapa: Evaluación del Plan, Daños, y Niveles de Alteración

(a) Evaluación del Plan

Concluidas las operaciones de respuesta se evaluarán los resultados de la puesta en práctica del Plan de Contingencias y se emitirán las recomendaciones que permitan su mejor desarrollo.

(b) Evaluación de Daños

Se elaborará un registro de daños, como parte del Informe Final de la Contingencia. En dicho registro se detallará lo siguiente:

1. Recursos utilizados.
2. Recursos no utilizados.
3. Recursos destruidos.
4. Recursos perdidos.
5. Recursos recuperados.
6. Recursos rehabilitados.
7. Niveles de comunicación.

El Administrador del matadero distrital de Pátapo, definirá el momento adecuado y a los niveles de competencia en que debe manejarse la información sobre la contingencia; de esta manera decidirá a qué dependencias se debe comunicar el evento.

Casos Específicos de Emergencia

A continuación se describen algunos incidentes posibles de presentarse que pudieran afectar la calidad del aire, así como el plan de contingencia a seguir.

1. Incendios

Esta emergencia puede presentarse por maniobras o por actos inseguros que producen la conjunción de fluidos inflamables, combustible y calor, o por cortocircuitos Esta emergencia puede generar el deterioro de los equipos, con la

consecuente interrupción de las operaciones de la planta, además el riesgo de vidas humanas e impactos al Ambiente.

La emergencia será controlada de la siguiente manera:

Antes del incendio:

- Se designará a una persona, la cual se encargará de dar aviso e informar el siniestro al departamento de bomberos, indicando ubicación e intensidad del mismo.
- Se establecerá un protocolo de acciones a seguir en caso se presente este evento.
- Disponibilidad de extintores ubicados en zonas de riesgo de incendio, así como también la capacitación del personal para su uso.

Durante el incendio

- El personal que detecte la emergencia procederá a cortar el suministro de energía eléctrica en la zona siniestrada.
- Se combatirá de inmediato el incendio con los medios disponibles (extintores), los mismos que estarán en los lugares indicados en el plano de evacuación del matadero distrital de Pátapo. Esta acción se realizará hasta controlar completamente el incendio.
- Se dará aviso de inmediato a la brigada contra incendios. De encontrarse esta muy distante, el personal que se encuentre en el lugar del incendio tomará las acciones correspondientes hasta la llegada de la brigada.
- Se deberá evacuar del área al personal que no participe en el control del siniestro
- De ser necesario, se dará alerta de incendio a la compañía de bomberos del distrito o al Jefe de Defensa Civil. Posteriormente se deberá indicar el tipo, magnitud y hora de inicio del incendio.

Después del incendio

- Se realizará un registro del incendio con la fecha respectiva, el área de ocurrencia, cómo se controló y los daños ocurridos.

En caso de sismos

Antes del evento:

- Designar áreas de reunión y zonas debidamente señaladas, además de rutas de evacuación.
- Capacitar al personal sobre cómo actuar ante estos casos.

- Realizar periódicamente simulacros de sismo.
- Disponer de un botiquín de primeros auxilios.

Durante el evento:

- Al momento de empezar el siniestro, el personal se ubicará en las zonas dispuestas anteriormente.
- Alejarse de las ventanas y lugares peligrosos.

Después del evento:

- Verificar si no se produjeron otro tipo de accidentes (incendios, cortocircuitos, etc.).
- Verificar si hay personas heridas.
- No se accionarán los interruptores eléctricos.

En caso de accidentes

Referido a las contingencias de seguridad ocupacional de tipo industrial durante el funcionamiento en la planta o por labores de mantenimiento de las instalaciones.

- El personal contará con EPP's según la actividad.
- En caso de accidente, la persona será auxiliada de inmediato utilizando el botiquín de emergencias, para posteriormente ser conducido al centro de salud más cercano.

Especificar las medidas a ejecutarse en caso de cierre de la empresa para garantizar la restitución de las condiciones iniciales del área del proyecto.

El Plan de Cierre deberá contemplar lo siguiente:

1. Desarrollo de un Plan de Cierre;
2. Protección y transporte de estructuras sobre y bajo tierra;
3. Manejo y disposición final de materiales contaminados;
4. Limpieza del lugar de manera que proporcione estabilidad de los aspectos ambientales a largo plazo;
5. Reacondicionamiento de zonas perturbadas.
6. Presentación del Informe de Cierre a la entidad correspondiente.

Procedimiento a seguir

Desarrollar los lineamientos básicos para la finalización de actividades o retiro de servicio de las diferentes clases de instalaciones industriales, con la finalidad de

asegurar el cumplimiento de la reglamentación ambiental vigente.

Instalaciones

El retiro de instalaciones contempla la preparación de instrucciones técnicas y administrativas necesarias, teniendo en cuenta:

- Planos de construcción y montaje de los diversos componentes de la planta.
- Inventario y registro de maquinarias y equipos de la planta, con el detalle de sus características, tanques de almacenamiento, líneas de tuberías, bombas, válvulas, equipos y accesorios.
- Desmontaje de maquinarias, equipos, etc.
- Retiro de estructuras metálicas, tanques de almacenamiento, línea de tuberías, bombas, válvulas, etc.
- Demolición de obras civiles: paredes, techos, etc. Remoción de cimientos estructurales. Excavaciones, movimiento de tierras, rellenos y nivelaciones.
- Acondicionar rellenos sanitarios para la disposición de toda la basura industrial proveniente de la operación.
- Se deberá mantener un cerco de alambra a fin de controlar el acceso de animales o personas a las estructuras remanentes en el área.

Oficinas e Instalaciones

El retiro del servicio de instalaciones será efectuado de acuerdo a los siguiente:

- ✓ Retiro de materiales de oficina.
- ✓ Limpieza y clausura de oficinas.
- ✓ Desmontaje de instalaciones y traslado a lugares previstos para este fin.
- ✓ Comprobada la existencia de residuos sólidos, basura, aguas servidas u otros, estos deberán ser removidos durante el retiro de servicio.

Restauración del Lugar

Para la restauración del lugar se puede seguir el siguiente procedimiento:

- Dimensionar y delinear el área identificada. Se debe proceder a tomar las medidas del área identificada, la cual servirá para determinar el método de muestreo de suelos.
- Evaluar el grado de contaminación del área muestreada para determinar la

disposición final del material removido a lugares preestablecidos.

- La última etapa de la fase de abandono o término de actividades es la de reacondicionamiento, que consiste en devolver a la superficie de suelo, la condición original o el uso deseado y aprobado. El trabajo incluye aspectos de: relleno, reconstrucción, reemplazo de suelos, rectificación de la calidad del suelo, descontaminación y protección contra la erosión, tomando en consideración las condiciones climáticas y topográficas.

ANEXO N°02
APLICACIÓN PRÁCTICA METODOLOGÍA EVALUACIÓN DE IMPACTO
AMBIENTAL

I. RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN DE EVALUACIÓN DE RIESGOS
AMBIENTALES

<p>1) NOMBRE DEL ESTUDIO: Evaluación de riesgos ambientales de efluentes residuales por actividad de faenamiento y procesamiento de carne de ganado vacuno en el Matadero Distrital de Pátapo “Delga”.</p>	
<p>2) OBJETIVOS: Evaluar los riesgos ambientales en el distrito de Pátapo – Lambayeque, por la actividad de faenado y procesado de carne de ganado vacuno Evaluar la información de la calidad del agua y suelo del distrito de Pátapo en concordancia a la normatividad ambiental vigente (nacional e internacional). Establecer medidas de decisión en un plazo determinado para proteger a la población de los efectos de los contaminantes, así como su mitigación o reducción a su exposición.</p>	
<p>3) UBICACIÓN GEOGRÁFICA Y POLÍTICA: Región: Lambayeque Provincia: Chiclayo Longitud: Entre meridianos 79° 53’ 48” y 80° 37’ 24” longitud Oeste Latitud: 5° 28’ 37” latitud Sur Altitud: 78 m.s.n.m. Dirección: Av. Chongoyape N°20. Distrito de Pátapo.</p>	<p>4) CARACTERÍSTICAS DEL AMBITO: El ámbito geográfico de Pátapo se extiende en la región costa norte, en el Valle del río Chancay – Lambayeque. Los principales problemas se manifiestan al momento del vertimiento de aguas residuales sin tratar generadas en el proceso de faenamiento de carne de ganado vacuno en el Matadero Distrital. Estas son vertidas directamente al dren de la ciudad, los cuales posteriormente desembocan en los ríos Reque y Chancay, alternando significativamente la calidad del agua y suelo.</p>
<p>5) REFERENCIAS DEL ESTUDIO: En el Matadero no se ha realizado ningún estudio del impacto ambiental, por tanton se controla la cantidad de agua vertida ni los parámetros fisicoquímicos que esta tiene al final del faenamiento. Basado en una data real del año 2010-2016, la cual fue recolectada en la misma empresa con el fin de tener un registro de los animales sacrificados, la utilización de agua para su faenamiento y el volumen de sus efluentes, se ha analizado y evaluado dicha información, asumiendo un comportamiento constante en el futuro y adecuándolo a la Metodología de Evaluación de Riesgo Ambiental y normatividad ambiental vigente (peruana e internacional).</p>	<p>6) SITUACIÓN ACTUAL: El distrito Pátapo, provincia de Chiclayo, región de Lambayeque se encuentra ubicado a 23 Km al este de la ciudad de Chiclayo, a una altitud de 78 m.s.n.m. y una extensión de 182,81 Km². Sus principales actividades son la agraria e industrial, específicamente azucarera y ganadera, por lo que existe contaminación ambiental, la misma que si bien no es manifestada aún, se encuentra como potencial problema ambiental que no sólo impactará a los trabajadores de la empresa sino a los ciudadanos del distrito, además de las reservas naturales aledañas; por lo tanto, ante esta situación, se organizó una Evaluación de Riesgo Ambiental de la zona, con el fin de tomar decisiones oportunas y viables.</p>
<p>116</p>	

7) ANTECEDENTES TÉCNICOS:	
Se considera como antecedente las filtraciones en el suelo debido al vertimiento directo de aguas residuales sin previo tratamiento al dren distrital, ocasionando molestias en los pobladores aledaños principalmente.	
8) IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS:	9) CARACTERÍSTICAS DEL PELIGRO:
Probables contaminantes en agua: Aguas residuales Probables contaminantes en suelo: Aguas residuales	Las variables a investigar dependen del tipo de peligro, así tenemos: Causas de ocurrencia: Actividad Industrial del faenado y procesamiento de carne de ganado vacuno. Meses de ocurrencia: Actividad permanente con mínima producción en Julio. Área afectada: Distrito de Pátapo. Tipo de material que arrastra: Contaminantes en suelo y agua principalmente. Periodicidad del peligro: Latente
10) ACCIONES DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN:	11) EQUIPO TÉCNICO:
	Juan Alejandro Ramírez Gastulo, Estudiante de Ingeniería Industrial

12) REGISTRO DE DATOS:

a) Centros de Producción:

UBICACIÓN	EMPRESA AGROINDUSTRIAL	ACTIVIDAD
Pátapo	Matadero Distrital "Delga"	Faenamamiento y Procesamiento de Carne de Ganado Vacuno

b) Estaciones de Monitoreo Ambiental: No

2. ESTUDIO PRELIMINAR Y ESTUDIO AL DETALLE: IDENTIFICACIÓN, ANALISIS, EVALUACIÓN Y CARACTERIZACIÓN

2.1. EVALUACIÓN DEL RIESGO AMBIENTAL (ESTUDIO PRELIMINAR)

En este caso no se podrá evaluar información cuantitativa referente a variables ambientales dado que no se cuenta con una estación de monitoreo ambiental, sin embargo sí se cuenta con un registro del volumen de efluentes y residuos sólidos.

2.2. EVALUACIÓN DEL RIESGO AMBIENTAL (ESTUDIO AL DETALLE)

2.2.1. IDENTIFICACIÓN DEL RIESGO AMBIENTAL

2.1.1.1. Formulación del problema

La actividad agroindustrial es la base de la economía de Pátapo, sin embargo, su continuidad viene originando problemas de contaminación ambiental, la misma que repercute sobre sus propios trabajadores y población aledaña la zona, actualmente si bien aún no se manifiesta ningún problema, estos están latentes como la esterilidad de suelos y la contaminación de las aguas subterráneas.

2.1.1.2. Identificación de peligros (causas y efectos)

FACTOR		HUMANO	ECOLÓGICO	SOCIOECONÓMICO
Antrópico	Causas	Emisiones de efluentes residuales sin tratamiento previo, incrementa los niveles de contaminantes en las fuentes hídricas y el suelo.	Emisiones de efluentes residuales sin tratamiento previo, incrementa los niveles de contaminantes en las fuentes hídricas y el suelo.	Generación de puestos de trabajo
	Efectos	Enfermedades gastrointestinales por el contacto directo con estas aguas residuales y generación de malos olores.	Deterioro del medio ambiente	Determinada población se beneficia con ingresos por fuente laboral.

Causas Fisicoquímicas de peligros

Tipología de Peligro		CAUSA FÍSICA QUÍMICA											Volumen y/o Concentración máxima	
		Sustancia	TIPO		Peligrosidad							Otro		
			MP	R	Mi	Mt	Ii	Exp	Inf	Cor	Com			
ANTRÓPICO	Aire	Malos Olores		X									X	
	Agua	Aguas Residuales		X		X								Se genera entre 510 l/res a 550 l/res
		Sangre de ganado vacuno		X									X	6,4% a 8,2% del peso corporal del ganado vacuno
		Vertidos procedentes de labores de limpieza		X									X	
	Suelo	Aguas residuales		X		X					X			Se genera entre 510 l/res a 550 l/res
		Desechos sólidos		X									X	

Elementos de riesgo en base al entorno humano

Elemento de Riesgo	Suceso Iniciador/ Parámetros de Evaluación	Fuente de Información
Análisis del Entorno Humano		
<p>Exposición Potencial de Agua a:</p> <p>Contaminación subterránea y superficial del agua</p>	<p>Los principales factores que inician la contaminación de las aguas en el matadero distrital de Pátapo son los vertimientos de aguas residuales directamente al alcantarillado sin previo tratamiento</p> <p>Lo cual indica que existe cierto grado de contaminación a la calidad de agua.</p> <p style="text-align: center;">pH DBO₅ DQO Sólidos Suspendidos Aceites y Grasas Nitrógeno Total Fósforo Total Coliformes y Termotolerantes</p>	<p>Ministerio del Ambiente (MINAM)</p>
<p>Exposición Potencial de Aire a:</p> <p>Malos Olores</p>	<p>Generación de malos olores los cuales causan incomodidad tanto en los trabajadores como en la población aledaña al establecimiento</p>	<p>Matadero Distrital de Pátapo</p>
<p>Exposición Potencial de suelo a:</p> <p>Esterilidad del suelo</p>	<p>Vertimientos de aguas residuales directamente al alcantarillado sin previo tratamiento, generando infiltraciones con elevadas cargas contaminantes lo que puede dar lugar a molestias por parte de la población vecina al matadero.</p> <p>Residuos sólidos generados en la etapa de faenamiento, tales como pelos, cascós, estiércol, entre otros.</p> <p style="text-align: center;">pH DBO₅ DQO Sólidos Suspendidos Aceites y Grasas Nitrógeno Total Fósforo Total Coliformes y Termotolerantes Residuos sólidos</p>	<p>Fundación MAPFRE Minimización del riesgo medioambiental en los mataderos</p>

Elementos de riesgo en base al entorno natural

Elemento de Riesgo	Suceso Iniciador/ Parámetros de Evaluación	Fuente de Información
Análisis del Entorno Natural		
Exposición Potencial de Agua a: Contaminación subterránea y superficial del agua Afectación de la flora y fauna del lugar.	Los principales factores que inician la contaminación de las aguas son los vertimientos de aguas residuales directamente al alcantarillado sin previo tratamiento generados en el matadero distrital de Pátapo, las cuales posteriormente son arrastradas hasta los Ríos Reque y Chancay, afectando a la flora y fauna aledañas a la zona. pH DBO ₅ DQO Sólidos Suspendidos Aceites y Grasas Nitrógeno Total Fósforo Total Coliformes y Termotolerantes	Ministerio del Ambiente (MINAM)
Exposición Potencial de Aire a: Malos Olores	Generación de malos olores los cuales afectan a la calidad del aire	Matadero Distrital de Pátapo
Exposición Potencial de suelo a: Esterilidad del suelo Afectación de la flora y fauna del lugar.	Vertimientos de aguas residuales directamente al alcantarillado sin previo tratamiento, generando infiltraciones con elevadas cargas contaminantes lo que puede dar lugar a una alteración de la disponibilidad de nutrientes o de oxígeno en el suelo. La escasa o nula disposición y manejo de los residuos sólidos (pelos, cascotes, estiércol, etc.) generan afectaciones a la flora (caña de azúcar, ficus y guabos) y fauna aledaña (aves canoras, arroceros, garzas blancas, gallinazos y mamíferos). pH DBO ₅ DQO Sólidos Suspendidos Aceites y Grasas Nitrógeno Total Fósforo Total Coliformes y Termotolerantes	Fundación MAPFRE Minimización del riesgo medioambiental en los mataderos

Elemento de Riesgo	Suceso Iniciador/ Parámetros de Evaluación	Fuente de Información
Análisis del Entorno Socioeconómico		
Exposición Potencial de Recursos humanos a: Cambios en el bienestar Cambios en el hábito	Incremento costo de vida Variación de fuentes laborales.	Matadero Distrital de Pátapo

Frecuencia de probabilidad para el entorno humano

Zona	Sustancia o evento	Escenario riesgo	Causas	Consecuencias	Frecuencia probabilidad
Entorno Humano (Aire/Agua/Suelo)					
Matadero Distrital de Pátapo	Malos Olores	Emisiones atmosféricas Entorno de Matadero Distrital de Pátapo	Deficiencia de limpieza y desinfección luego del proceso de faenado	Contaminación del aire Molestias de trabajadores y población aledaña	5
	Vertidos de aguas residuales	Vertimientos Entorno de Matadero Distrital de Pátapo	Faenamiento de ganado vacuno	Contaminación del agua y suelo	5
	Sangre de ganado vacuno	Utilización de agua Matadero Distrital de Pátapo	Faenamiento de ganado vacuno Limpieza y desinfección	Agotamiento del recurso	5
	Vertidos de limpieza	Vertimientos Entorno de Matadero Distrital de Pátapo	Derramamiento de sustancias debido a la limpieza y desinfección del área de faenamiento	Contaminación del suelo y agua	5
	Desechos sólidos	Desechos sólidos Entorno de Matadero Distrital de Pátapo	Faenamiento de ganado vacuno	Contaminación del suelo y agua	5
	Vectores de enfermedades	Salud de los trabajadores y personas aledañas al Matadero Distrital de Pátapo	Proliferación de insectos y roedores vectores de enfermedades	Afectación a la salud humana	5

Frecuencia de probabilidad para el entorno natural

Zona	Sustancia o evento	Escenario riesgo	Causas	Consecuencias	Frecuencia probabilidad
Entorno Natural (Aire/Agua/Suelo)					
Matadero Distrital de Pátapo	Malos Olores	Emisiones atmosféricas Entorno de Matadero Distrital de Pátapo	Deficiencia de limpieza y desinfección luego del proceso de faenado	Contaminación del aire Molestias de trabajadores y población aledaña	5
	Vertidos de aguas residuales	Vertimientos Entorno de Matadero Distrital de Pátapo	Faenamiento de ganado vacuno	Contaminación del agua y suelo	5
	Agotamiento del recurso	Utilización de agua Matadero Distrital de Pátapo	Faenamiento de ganado vacuno Limpieza y desinfección	Contaminación del agua y suelo	5
	Vertidos de limpieza	Vertimientos Entorno de Matadero Distrital de Pátapo	Derramamiento de sustancias debido a la limpieza y desinfección del área de faenamiento	Contaminación del suelo y agua	5
	Desechos sólidos	Desechos sólidos Entorno de Matadero Distrital de Pátapo	Faenamiento de ganado vacuno	Contaminación del suelo y agua	5
	Flora	Flora presente en las inmediaciones del matadero distrital de Pátapo	Faenamiento de ganado vacuno	Afectaciones a la flora	2
	Fauna	Fauna presente en las inmediaciones del matadero distrital de Pátapo	Faenamiento de ganado vacuno	Afectaciones a la fauna	2

Frecuencia de probabilidad para el entorno socioeconómico

Zona	Sustancia o evento	Escenario riesgo	Causas	Consecuencias	Frecuencia probabilidad
Entorno Socioeconómico					
Matadero Distrital de Pátapo	Oportunidad laboral	Variación de tasa laboral	Proceso Industrial	Mejora de vida de una parte de la población patapeña	2
	Habitabilidad	Incremento del costo de vida	Proceso Industrial	Cambio de hábitos en la población patapeña	2
	Vectores de enfermedades	Afectación a la salud	Proliferación de insectos y roedores	Enfermedades propensas hacia los trabajadores y población de la zona	2

Durante la evaluación se asignó a cada uno de los escenarios una probabilidad de ocurrencia en función a los valores de escala, de acuerdo a la Guía de Evaluación de Riesgos Ambientales establecida por el MINAM, 2010.

Valor	Probabilidad	
5	Muy probable	< una vez a la semana
4	Altamente probable	> una vez a la semana y < una vez al mes
3	Probable	> una vez al mes y < una vez al año
2	Posible	> una vez al año y < una vez cada 05 años
1	Poco probable	> una vez cada 05 años

Fuente: En base a Norma UNE 150008-2008 – Evaluación de riesgos ambientales.

2.2.2 ESTIMACIÓN DE LA GRAVEDAD DE LAS CONSECUENCIAS

2.2.2.1 Estimación de la gravedad de consecuencias del recurso aire, agua y suelo Distrito de Pátapo – Chiclayo.

La estimación de la gravedad de las consecuencias se realizó de forma diferenciada para el entorno humano, natural y socioeconómico.

Se tuvo en cuenta los siguientes factores para cada entorno, y se tomó como base a la Guía de Riesgos Ambientales del MINAM:

- **Cantidad:**
Es el probable volumen de sustancia emitida al entorno.
- **Peligrosidad:**
Propiedad o aptitud intrínseca de la sustancia de causar daño (toxicidad, posibilidad de acumulación, bioacumulación, etc.).

- **Extensión:**
Es el espacio de influencia del impacto en el entorno.
- **Calidad del medio:**
Se considera el impacto y su posible reversibilidad.
- **Población afectada:**
Número estimado de personas afectadas.
- **Patrimonio y capital productivo:**
Se refiere a la valoración del patrimonio económico y social (patrimonio histórico, infraestructura, actividad agraria, instalaciones industriales, espacios naturales protegidos, zonas residenciales y de servicios).

**VALORACION DE CONSECUENCIAS
(ENTORNO HUMANO)**

Cantidad (Según ERA)(Tn)			Peligrosidad (Según caracterización)		
4	Muy Alta	Mayor a 500	4	Muy Peligrosa	<ul style="list-style-type: none"> • Muy inflamable • Muy tóxica • Causa efectos irreversibles inmediatos
3	Alta	50 - 500	3	Peligrosa	<ul style="list-style-type: none"> • Explosiva • Inflamable • Corrosiva
2	Muy Poca	5 - 49	2	Poco peligrosa	<ul style="list-style-type: none"> • Combustible
1	Poca	Menor a 5	1	No peligrosa	<ul style="list-style-type: none"> • Daños leves y reversibles
Extensión (Km)			Población afectada (personas)		
4	Muy extenso	Radio mayor a 1 km.	4	Muy Alto	Más de 100
3	Extenso	Radio hasta 1 Km.	3	Alto	Entre 50 y 100
2	Poco extenso	Radio menos a 0.5 Km. (zona emplazada)	2	Bajo	Entre 5 y 50
1	Puntual	Area afectada (zona delimitada)	1	Muy bajo	< 5 personas

Fuente: UNE 150008 2008 – Evaluación de riesgos ambientales

**VALORACION DE CONSECUENCIAS
(ENTORNO ECOLÓGICO)**

Cantidad (Según ERA)(Tn)			Peligrosidad (Según caracterización)		
4	Muy Alta	Mayor a 500	4	Muy Peligrosa	<ul style="list-style-type: none"> Muy inflamable Muy tóxica Causa efectos irreversibles inmediatos
3	Alta	50 - 500	3	Peligrosa	<ul style="list-style-type: none"> Explosiva Inflamable Corrosiva
2	Muy Poca	5 - 49	2	Poco peligrosa	<ul style="list-style-type: none"> Combustible
1	Poca	Menor a 5	1	No peligrosa	<ul style="list-style-type: none"> Daños leves y reversibles
Extensión (m)			Calidad del medio		
4	Muy extenso	Radio mayor a 1 km.	4	Muy elevada	<ul style="list-style-type: none"> Daños muy altos: Explotación indiscriminada de RRNN, y existe un nivel de contaminación alto
3	Extenso	Radio hasta 1 Km.	3	Elevada	<ul style="list-style-type: none"> Daños altos: Alto nivel de explotación de RRNN y existe un nivel de contaminación moderado
2	Poco extenso	Radio menos a 0,5 Km. (zona emplazada)	2	Media	<ul style="list-style-type: none"> Daños moderados: Nivel moderado de explotación de RRNN y existe un nivel de contaminación leve
1	Puntual	Area afectada (zona delimitada)	1	Baja	<ul style="list-style-type: none"> Daños leves: conservación de los RRNN, y no existe contaminación

Fuente: UNE 150008 2008 – Evaluación de riesgos ambientales / Manual de Estimación del Riesgo INDECI / Ley 28804

**VALORACION DE CONSECUENCIAS
(ENTORNO SOCIOECONÓMICO)**

Cantidad			Peligrosidad		
4	Muy Alta	Mayor a 500	4	Muy Peligrosa	<ul style="list-style-type: none"> Muy inflamable Muy tóxica Causa efectos irreversibles inmediatos
3	Alta	50 - 500	3	Peligrosa	<ul style="list-style-type: none"> Explosiva Inflamable Corrosiva
2	Muy Poca	5 - 49	2	Poco peligrosa	<ul style="list-style-type: none"> Combustible
1	Poca	Menor a 5	1	No peligrosa	<ul style="list-style-type: none"> Daños leves y reversibles
Extensión (m)			Patrimonio y capital productivo		
4	Muy extenso	Radio mayor a 1 km.	4	Muy Alto	<ul style="list-style-type: none"> Letal: Pérdida del 100% del cuerpo receptor. Se aplica en los casos en que se prevé la pérdida total del receptor. Sin productividad y nula distribución de recursos
3	Extenso	Radio hasta 1 Km.	3	Alto	<ul style="list-style-type: none"> Agudo: Pérdida del 50% del receptor. Cuando el resultado prevé efecto agudos y en los casos de una pérdida parcial pero intensa del receptor. Escasamente productiva
2	Poco extenso	Radio menos a 0.5 Km. (zona emplazada)	2	Bajo	<ul style="list-style-type: none"> Crónico: Pérdida de entre el 10% y 20% del receptor. Los efectos a largo plazo implican pérdida de funciones que puede hacerse equivalente a ese rango de pérdida del receptor; también se aplica en los casos de escasas pérdidas directas del receptor. Medianamente productiva
1	Puntual	Area afectada (zona delimitada)	1	Muy bajo	<ul style="list-style-type: none"> Pérdida de entre el 1% y 2% del receptor. Esta se puede clasificar los escenarios que producen efectos pero difícilmente medido o evaluados, sobre el receptor. Alta productividad

Posteriormente se estimó la gravedad de las consecuencias en base al siguiente formulario.

FORMULARIO PARA LA ESTIMACIÓN DE LA GRAVEDAD DE LAS CONSECUENCIAS

Gravedad	Limites del entorno	Vulnerabilidad
Entorno natural	= Cantidad + 2 peligrosidad + extensión	+ Calidad del medio
Entorno humano	= Cantidad + 2 peligrosidad + extensión	+ Población afectada
Entorno socioeconómico	= Cantidad + 2 peligrosidad + extensión	+ Patrimonio y capital productivo

Fuente: En base a norma UNE 150008 2008 - Evaluación de riesgos ambientales.

Finalmente, para cada uno de los escenarios identificados, se asignó una puntuación de 1 a 5 a la gravedad de las consecuencias en cada entorno.

VALORACIÓN DE LOS ESCENARIOS IDENTIFICADOS

VALOR	VALORACIÓN	VALOR ASIGNADO
Crítico	20 - 18	5
Grave	17 - 15	4
Moderado	14 - 11	3
Leve	10 - 8	2
No relevante	7 - 5	1

Fuente: UNE 150008 2008 Evaluación de los riesgos ambientales.

Estimación de la gravedad respecto al entorno humano

ENTORNO HUMANO							
Nº	Escenario	Cantidad	Peligrosidad	Extensión	Población	Gravedad	Puntuación total
	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	(g)
1	Malos Olores	1	1	2	3	8	2
2	Vertidos de aguas residuales	1	4	4	3	16	4
3	Sangre de ganado vacuno	1	1	1	2	6	1
4	Vertidos de limpieza	1	2	4	2	11	3
5	Desechos sólidos	1	2	1	1	7	1
6	Vectores de enfermedades	1	3	1	2	10	2

Estimación de la gravedad respecto al entorno natural

ENTORNO NATURAL							
Nº	Escenario	Cantidad	Peligrosidad	Extensión	Calidad del medio	Gravedad	Puntuación total
	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	(g)
1	Malos Olores	1	1	2	1	6	1
2	Vertidos de aguas residuales	1	4	4	4	17	4
3	Agotamiento del recurso	1	1	1	2	6	1
4	Vertidos de limpieza	1	2	4	2	11	3
5	Desechos sólidos	1	1	1	2	6	1
6	Flora	1	2	1	1	7	1
7	Fauna	1	2	1	1	7	1

Estimación de la gravedad respecto al entorno socioeconómico

ENTORNO SOCIOECONÓMICO							
Nº	Escenario	Cantidad	Peligrosidad	Extensión	Patrimonio y capital productivo	Gravedad	Puntuación total
	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	(g)
1	Variación de la tasa laboral	2	1	2	2	10	2
2	Incremento en el costo de vida	2	1	2	2	8	2
3	Vectores de enfermedades	2	3	2	2	12	3

2.2.3. ESTIMACIÓN DEL RIESGO AMBIENTAL

Se basó en la Guía de Riesgos Ambientales del MINAM, elaborándose tres tablas de doble entrada, una para cada entorno (humano, natural y socioeconómico), en las que aparecerán cada escenario gráficamente, teniendo en cuenta su probabilidad y consecuencia, resultado de la estimación del riesgo realizado.

ESTIMADOR DEL RIESGO AMBIENTAL

		Consecuencia				
		1	2	3	4	5
Probabilidad	1					
	2	E1				
	3					
	4			E2		
	5					

	Riesgo Significativo :	16 - 25
	Riesgo Moderado :	6 - 15
	Riesgo Leve :	1 - 5

Fuente: En base a la Norma UNE 150008 2008 - Evaluación de los riesgos ambientales

GRAVEDAD ENTORNO HUMANO CONSECUENCIA

PROBABILIDAD	CONSECUENCIA					
	1	2	3	4	5	
	1					
	2					
	3					
	4					
5	E3,E5	E1,E6	E4	E2		

GRAVEDAD ENTORNO NATURAL CONSECUENCIA

PROBABILIDAD	CONSECUENCIA					
	1	2	3	4	5	
	1					
	2					
	3					
	4					
5	E1,E3,E5	E6,E7	E4	E2		

GRAVEDAD ENTORNO SOCIOECONOMICO CONSECUENCIA

PROBABILIDAD	CONSECUENCIA					
	1	2	3	4	5	
	1					
	2		E1,E2	E3		
	3					
	4					
5						

2.2.4. EVALUACIÓN DE RIESGOS AMBIENTALES

2.2.4.1 Evaluación del riesgo ambiental

ENTORNO HUMANO

ZONA	ESCENARIO	PROBABILIDAD	GRAVEDAD	% RIESGO AMBIENTAL
DISTRITO DE PÁTAPO – CHICLAYO	Malos olores	5	2	40
	Vertidos de aguas residuales	5	4	80
	Sangre de ganado vacuno	5	1	20
	Vertidos de limpieza	5	3	60
	Residuos sólidos	5	1	20
	Vectores de enfermedades	5	2	40
PROMEDIO				43,33

ENTORNO NATURAL




ZONA	ESCENARIO	PROBABILIDAD	GRAVEDAD	% RIESGO AMBIENTAL
DISTRITO DE PÁTAPO – CHICLAYO	Malos olores	5	1	20
	Vertidos de aguas residuales	5	4	80
	Agotamiento del recurso	5	1	20
	Vertidos de limpieza	5	3	60
	Residuos sólidos	5	1	20
	Flora	2	1	8
	Fauna	2	1	8
PROMEDIO				30,86

ENTORNO SOCIOECONÓMICO

ZONA	ESCENARIO	PROBABILIDAD	GRAVEDAD	% RIESGO AMBIENTAL
DISTRITO DE PÁTAPO – CHICLAYO	Variación tasa laboral	2	2	16
	Incremento costo de vida	2	2	16
	Vectores de enfermedades	2	3	24
PROMEDIO				18,67

La Guía de Riesgos Ambientales del MINAM establece la siguiente escala en la evaluación de riesgo ambiental.

ESTABLECIMIENTO DEL RIESGO ALTO EN LA ESCALA DE EVALUACIÓN DE RIESGO AMBIENTAL

	Valor Matricial	Equivalencia Porcentual (%)	Promedio (%)	
 Riesgo Significativo :	16 - 25	64 - 100	82	← RIESGO ALTO
 Riesgo Moderado :	6 - 15	24 - 60	42	
 Riesgo Leve :	1 - 5	1 - 20	10,50	

Fuente: En base a la Norma UNE 150008 2008 Evaluación de los riesgos ambientales

- Caracterización del riesgo

$$CR = \frac{EH + EN + ES}{3}$$

$$CR = \frac{43,33 + 22,86 + 18,67}{3}$$

$$CR = 30,95\%$$

ANEXO N°03: IDENTIFICACIÓN DE ASPECTOS Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS

Área/Proceso: Matadero Distrital de Pátapo

Subproceso/actividad: Proceso de faenamiento de ganado vacuno

Fecha: 07/10/16

Descripción del Aspecto Ambiental		Actividades del proceso que generan el aspecto	Impacto Ambiental	Situación			Incidencia			Temporalidad			Clase		Evaluación del Impacto Ambiental					Requisito legal o Voluntario N°	Significativo SI/NO		
Genérica	Específica			N	A	E	P	T	P	A	F	A	B	IS: SEVERIDAD	ID: DURACIÓN	IE: EXTENSIÓN	IP: PROBABILIDAD	IIA: ÍNDICE IMPACTO AMBIENTAL					
Matadero Distrital de Pátapo	Proceso de faenamiento	Faenado de ganado vacuno	Malos Olores	X			X			X		X					2	2	2	3	9	1	NO
Matadero Distrital de Pátapo	Etapas de Lavado	Lavado del ganado vacuno	Aguas residuales	X			X			X		X					3	3	3	3	12	1	SÍ
Matadero Distrital de Pátapo	Etapas de Degollado, Eviscerado y Desollado	Degollado, Desollado y Eviscerado del ganado vacuno	Sangre de ganado vacuno	X			X			X		X					3	3	3	3	12	1	SÍ
Matadero Distrital de Pátapo	Limpieza	Limpieza del matadero	Vertidos procedentes de labores de limpieza	X			X			X		X					3	2	2	3	10	1	NO
Matadero Distrital de Pátapo	Etapas de Desollado, Cortado y Eviscerado	Desollado, Eviscerado y Cortado del ganado vacuno	Desechos sólidos	X			X			X		X					3	3	3	3	12	1	SÍ

ANEXO N°04

EVALUACIÓN DEL RIESGO AMBIENTAL IMPLEMENTADO EL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

IDENTIFICACIÓN DEL RIESGO AMBIENTAL

Frecuencia de probabilidad para el entorno humano

Zona	Sustancia o evento	Escenario riesgo	Causas	Consecuencias	Frecuencia probabilidad
Entorno Humano (Aire/Agua/Suelo)					
Matadero Distrital de Pátapo	Malos Olores	Emisiones atmosféricas Entorno de Matadero Distrital de Pátapo	Deficiencia de limpieza y desinfección luego del proceso de faenado	Contaminación del aire Molestias de trabajadores y población aledaña	2
	Vertidos de aguas residuales	Vertimientos Entorno de Matadero Distrital de Pátapo	Faenamiento de ganado vacuno	Contaminación del agua y suelo	5
	Sangre de ganado vacuno	Vertimientos Entorno de Matadero Distrital de Pátapo	Faenamiento de ganado vacuno	Contaminación del agua y suelo	5
	Vertidos de limpieza	Vertimientos Entorno de Matadero Distrital de Pátapo	Derramamiento de sustancias debido a la limpieza y desinfección del área de faenamiento	Contaminación del suelo y agua	5
	Desechos sólidos	Desechos sólidos Entorno de Matadero Distrital de Pátapo	Faenamiento de ganado vacuno	Contaminación del suelo y agua	5
	Vectores de enfermedades	Salud de los trabajadores y personas aledañas al Matadero Distrital de Pátapo	Proliferación de insectos y roedores vectores de enfermedades	Afectación a la salud humana	1

Frecuencia de probabilidad para el entorno natural

Zona	Sustancia o evento	Escenario riesgo	Causas	Consecuencias	Frecuencia probabilidad
Entorno Natural (Aire/Agua/Suelo)					
Matadero Distrital de Pátapo	Malos Olores	Emisiones atmosféricas Entorno de Matadero Distrital de Pátapo	Deficiencia de limpieza y desinfección luego del proceso de faenado	Contaminación del aire Molestias de trabajadores y población aledaña	2
	Vertidos de aguas residuales	Vertimientos Entorno de Matadero Distrital de Pátapo	Faenamiento de ganado vacuno	Contaminación del agua y suelo	5
	Agotamiento del recurso	Vertimientos Entorno de Matadero Distrital de Pátapo	Faenamiento de ganado vacuno	Contaminación del agua y suelo	5
	Vertidos de limpieza	Vertimientos Entorno de Matadero Distrital de Pátapo	Derramamiento de sustancias debido a la limpieza y desinfección del área de faenamiento	Contaminación del suelo y agua	5
	Desechos sólidos	Desechos sólidos Entorno de Matadero Distrital de Pátapo	Faenamiento de ganado vacuno	Contaminación del suelo y agua	5
	Flora	Flora presente en las inmediaciones del matadero distrital de Pátapo	Faenamiento de ganado vacuno	Afectaciones a la flora	1
	Fauna	Fauna presente en las inmediaciones del matadero distrital de Pátapo	Faenamiento de ganado vacuno	Afectaciones a la fauna	1

Frecuencia de probabilidad para el entorno socioeconómico

Zona	Sustancia o evento	Escenario riesgo	Causas	Consecuencias	Frecuencia probabilidad
Entorno Socioeconómico					
Matadero Distrital de Pátapo	Oportunidad laboral	Variación de tasa laboral	Proceso Industrial	Mejora de vida de una parte de la población patapeña	2
	Habitabilidad	Incremento del costo de vida	Proceso Industrial	Cambio de hábitos en la población patapeña	2
	Vectores de enfermedades	Afectación a la salud	Proliferación de insectos y roedores	Enfermedades propensas hacia los trabajadores y población de la zona	1

ESTIMACIÓN DE LA GRAVEDAD DE LAS CONSECUENCIAS

**Estimación de la gravedad de consecuencias del recurso aire, agua y suelo
Distrito de Pátapo – Chiclayo.**

Estimación de la gravedad respecto al entorno humano

ENTORNO HUMANO							
Nº	Escenario	Cantidad	Peligrosidad	Extensión	Población	Gravedad	Puntuación total
	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	(g)
1	Malos Olores	1	1	2	3	8	2
2	Vertidos de aguas residuales	1	1	4	4	11	3
3	Sangre de ganado vacuno	1	1	1	2	6	1
4	Vertidos de limpieza	1	1	4	4	11	3
5	Desechos sólidos	1	1	1	2	6	1
6	Vectores de enfermedades	1	1	1	1	5	1

Estimación de la gravedad respecto al entorno natural

ENTORNO NATURAL							
N°	Escenario	Cantidad	Peligrosidad	Extensión	Calidad del medio	Gravedad	Puntuación total
	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	(g)
1	Malos Olores	1	1	2	1	6	1
2	Vertidos de aguas residuales	1	1	4	1	8	2
3	Agotamiento del recurso	1	1	1	1	5	1
4	Vertidos de limpieza	1	1	4	1	8	2
5	Desechos sólidos	1	1	1	1	5	1
6	Flora	1	2	1	1	7	1
7	Fauna	1	2	1	1	7	1

Estimación de la gravedad respecto al entorno socioeconómico

ENTORNO SOCIOECONÓMICO							
N°	Escenario	Cantidad	Peligrosidad	Extensión	Patrimonio y capital productivo	Gravedad	Puntuación total
	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	(g)
1	Variación de la tasa laboral	2	1	4	2	10	2
2	Incremento en el costo de vida	2	1	4	2	10	2
3	Vectores de enfermedades	1	1	4	1	8	2

ESTIMACIÓN DEL RIESGO AMBIENTAL

GRAVEDAD ENTORNO HUMANO CONSECUENCIA

PROBABILIDAD		1	2	3	4	5
	1	E6	E1			
	2					
	3					
	4					
	5	E3,E5		E2,E4		

GRAVEDAD ENTORNO NATURAL CONSECUENCIA

PROBABILIDAD		1	2	3	4	5
	1	E6,E7				
	2	E1				
	3					
	4					
	5	E3,E5	E2,E4			

GRAVEDAD ENTORNO SOCIOECONOMICO CONSECUENCIA

PROBABILIDAD		1	2	3	4	5
	1		E3			
	2		E1,E2			
	3					
	4					
	5					

EVALUACIÓN DE RIESGOS AMBIENTALES

Evaluación del riesgo ambiental

ENTORNO HUMANO

ZONA	ESCENARIO	PROBABILIDAD	GRAVEDAD	% RIESGO AMBIENTAL
DISTRITO DE PÁTAPO – CHICLAYO	Malos olores	2	2	16
	Vertidos de aguas residuales	5	3	60
	Sangre de ganado vacuno	5	1	20
	Vertidos de limpieza	5	3	60
	Desechos sólidos	5	1	20
	Vectores de enfermedades	1	1	4
PROMEDIO				30,00

ENTORNO NATURAL

ZONA	ESCENARIO	PROBABILIDAD	GRAVEDAD	% RIESGO AMBIENTAL
DISTRITO DE PÁTAPO – CHICLAYO	Malos olores	2	1	8
	Vertidos de aguas residuales	5	2	40
	Agotamiento del recurso	5	1	20
	Vertidos de limpieza	5	2	40
	Desechos sólidos	5	1	20
	Flora	1	1	4
	Fauna	1	1	4
PROMEDIO				19,43

ENTORNO SOCIOECONÓMICO

ZONA	ESCENARIO	PROBABILIDAD	GRAVEDAD	% RIESGO AMBIENTAL
DISTRITO DE PÁTAPO – CHICLAYO	Variación tasa laboral	2	2	16
	Incremento costo de vida	2	2	16
	Vectores de enfermedades	1	2	8
PROMEDIO				13,3

Caracterización del riesgo

$$CR = \frac{EH + EN + ES}{3}$$

$$CR = \frac{30 + 19,43 + 13,3}{3}$$

$$CR = 20,91\%$$

ANEXO N°05

Notificación de implementación de Plan de Adecuación de SENASA para Matadero del distrito de Pátapo

MINAGRI
MINISTERIO DE AGRICULTURA
Y RIEGO

SENASA
Servicio Nacional de sanidad Agraria
PERU

ACTA DE SUPERVISIÓN SANITARIA N° 000817 - 2015

En cumplimiento a lo establecido en el Decreto Supremo N° 015 - 2012 - AG "Reglamento sanitario del faenado de animales de abasto"; Decreto Supremo N° 029-2007-AG, "Reglamento del Sistema Sanitario Avícola" y su modificatoria Decreto Supremo N° 020-2009-AG; se procede.

En la Localidad de PATAPO siendo las 14:40 horas del día 10 de FEB.

Se procede a realizar la supervisión sanitaria al Centro de Faenamiento de Aves/matadero (camal) / otros, MATADERO DE PATAPO que tiene la razón Social de DEMETRIO DELEGADO MONTEZA siendo su representante, don AV. CHONGOVARE Nº 20 DNI:/RUC.: 27394867 y se ubica en distrito de PATAPO Provincia: CHICLAYO, departamento de Lambayeque, UTM(N) (E) msnm verificandose las siguientes

Observaciones

- SE CONSTATA EL FAENADO DE 4 VACUNOS, INGRESADOS CON COVAS N° 0592636, 083 JPI6 Y CSTI N° 0Y02Y 27 Y 0404201
-
- SE PUEDE OBSERVAR LA IMPLEMENTACION DEL PLAN DE ADECUACION, ASI COMO TAMBIEN LA EXIGENCIA POR PARTE DE LA ADMINISTRACION DE LA INDOCUMENTACION DEL PERSONAL.
-
- SE HACE EL DECORNO PARCIAL DE HIGADO DE VACUNOS POR PROBLEMA DE AUTOMATAS.
- SE PUEDE OBSERVAR QUE NO HAY LIMPIEZA GENERAL DEL ESTABLECIMIENTO (PROLIFERACION DE MOSCAS).
- SE LE INVITA A LA ADMINISTRACION A LA REUNION DE COORDINACION DEL DIA JUEVES 12 DE FEB. EN OFICINAS DE SENASA A LAS 9:00 AM.

POR LO QUE SE LE : RECOMIENDA NOTIFICA

- SEGUIR IMPLEMENTANDO EL PLAN DE ADECUACION
- PROGRAMAR 1 DIA DE DECANCO SEMANAL PARA LA LIMPIEZA Y DESINFECCION DEL ESTABLECIMIENTO
- ASISTIR A LA REUNION DE CAPACITACION Y COORDINACION QUE SE REALIZARA EN SENASA
-

Siendo las 16:20 horas del mismo día, se dió por terminado la presente diligencia, firmando los presentes para dar fe de lo actuado.

PROPIETARIO
Administrador
D.N.I.: 27394867


ADMINISTRADOR

MINISTERIO DE AGRICULTURA
SERVICIO NACIONAL DE SANIDAD AGRARIA
DIRECCION SENASA LAMBAYEQUE
M. V. Angel T. Orlando Lozada Montedero
INSPECTOR OFICIAL DE MATADERO

PROFESIONAL RESPONSABLE
SENASA

Servicio Nacional de Sanidad Agraria - SENASA - LAMBAYEQUE
Carretera a Pomalca Km. 2.5 Telefax. 074-226044
"Hacia la Excelencia en la Atención al Usuario"

Notificación de implementación de Plan de Adecuación de SENASA para Matadero del distrito de Pátapo



SENASA
Servicio Nacional de Sanidad Agraria
PERU

Nº 000748

2015

ACTA DE SUPERVISIÓN SANITARIA

En cumplimiento a lo establecido en el Decreto Supremo N° 015 - 2012 - AG "Reglamento sanitario del faenado de animales de abasto"; Decreto Supremo N° 029-2007-AG, "Reglamento del Sistema Sanitario Avícola" y su modificatoria Decreto Supremo N° 020-2009-AG; se procede.

En la Localidad de Pátapo siendo las 2:30 pm horas del día 05-08-15
 Se procede a realizar la supervisión sanitaria al Centro de Faenamiento de Aves/matadero (camal) / otros, _____ que tiene la razón Social de _____ siendo su representante, _____
 don Demetrio Despido Tieniza DNI/RUC: 10233948833
 y se ubica en Av. Chongoyape N° 020
 distrito de Pátapo Provincia: Chulafipa, departamento de Lambayeque,
 UTM(N) _____ (E) _____ msnm _____ verificandose las siguientes

Observaciones

- Se constata el ganado de 05 vacunos con CST 0379536 CST 0339584 y COVA 0893225.
- Durante el ganado se observa personal con uso de mascarillas e indumentaria no adecuada.
- Se observa durante el desarrollo de faena e implementación de medidas para el desarrollo de limpieza de carcasas.
- Se observa que las obras de implementación de infraestructura del matadero se encuentran en marcha.
- Se observa de la última vez la realización de limpieza de ambientes con 02 animales (vacunos).
- Se observa indumentaria adecuada.
- Se observa indumentaria adecuada de limpieza como guantes, zapatos, mascarillas y un mínimo de ropa adecuada para el desarrollo de faenas avícolas y bovinas.

POR LO QUE SE LE : RECOMIENDA NOTIFICA

- Continuar con la implementación de buenas prácticas de faenado.
- Mantener en las mejoras de infraestructura del establecimiento.
- Mantener condiciones de limpieza del establecimiento durante y después del faenado.
- Mantener el nivel del ganado con autorización y presencia del médico veterinario.

Siendo las 4:30 pm horas del mismo día, se dió por terminado la presente diligencia, firmando los presentes para dar fe de lo actuado.

Plan de adecuación sobre el área de desarrollo del matadero para realizar labores de limpieza e implementación de medidas de bioseguridad.

PROPIETARIO
D.N.I.:

ADMINISTRADOR

PROFESIONAL RESPONSABLE
SENASA

Servicio Nacional de Sanidad Agraria - SENASA - LAMBAYEQUE
 Carretera a Pomalca Km. 2.5 Telefax. 074-226044
 "Hacia la Excelencia en la Atención al Usuario"

Notificación de implementación de Plan de Adecuación de SENASA para el Matadero del distrito de Pátapo

MINAGRI
MINISTERIO DE AGRICULTURA
Y RIEGO

SENASA
Servicio Nacional de sanidad Agraria
PERU

ACTA DE SUPERVISIÓN SANITARIA N° 2016

En cumplimiento a lo establecido en el Decreto Supremo N° 015 - 2012 - AG "Reglamento sanitario del faenado de animales de abasto"; Decreto Supremo N° 029-2007-AG, "Reglamento del Sistema Sanitario Avícola" y su modificatoria Decreto Supremo N° 020-2009-AG; se procede.

En la Localidad de Pátapo siendo las 2:30pm horas del día 01.03.16.

Se procede a realizar la supervisión sanitaria al Centro de Faenamiento de Aves/matadero (carnal) / otros Matadero Particular que tiene la razón Social de Adm. Demotrio Delgado Matayo siendo su representante don Adm. Demotrio Delgado Matayo DNI/RUC: 700000000 y se ubica en Pátapo - Cercado distrito de Pátapo Provincia: Chilcas departamento de Lambayeque UTM(N) (E) msnm verificandose las siguientes

Observaciones

- a) Se controla el Ingreso a playa de matanza de 02 vacunos pertenecientes a la Inspección Clínica.
- b) Se verificó que se encuentran en cuarentena los cerdos que ingresaron al punto de faena.
- c) Se verificó que se encuentran en cuarentena los cerdos que ingresaron al punto de faena.
- d) Se verificó que se encuentran en cuarentena los cerdos que ingresaron al punto de faena.
- e) Se verificó que se encuentran en cuarentena los cerdos que ingresaron al punto de faena.
- f) Se verificó que se encuentran en cuarentena los cerdos que ingresaron al punto de faena.
- g) Se verificó que se encuentran en cuarentena los cerdos que ingresaron al punto de faena.

POPULO QUE SE LE: RECOMIENDA NOTIFICA

1. Continuar con las Inspecciones Sanitarias de los animales.
2. Continuar en cuarentena los cerdos que ingresaron al punto de faena.
3. Continuar en cuarentena los cerdos que ingresaron al punto de faena.
4. Continuar en cuarentena los cerdos que ingresaron al punto de faena.

Siendo las _____ horas del mismo día, se dió por terminado la presente diligencia, firmando los presentes para dar fe de lo actuado.

PROPIETARIO

ADMINISTRADOR

PROFESIONAL RESPONSABLE

SENASA

MINISTERIO DE AGRICULTURA
 SERVICIO NACIONAL DE SANIDAD AGRARIA
 DIRECCIÓN REGIONAL - LAMBAYEQUE
 M. V. Fidel Antonio Vargas Aguinaga
 ESPECIALISTA EN SANIDAD AGRARIA

Servicio Nacional de Sanidad Agraria - SENASA - LAMBAYEQUE
 Carretera a Pomalca Km. 12.5 Tarma 074-226044
 Ponte la Excelencia en la Avicultura

ANEXO 06

Protocolo: Métodos normalizados para el análisis de aguas potables y residuales. Utilizado para la toma y análisis de muestra de agua residual en el laboratorio de Química USAT

Sólidos totales secados a 103 – 105 °C

Principio: Se evapora una muestra correctamente mezclada en una placa pesada y secada a peso constante en un horno de 103 – 105 °C. El aumento de peso sobre la placa vacía representa los sólidos totales. Es posible que en muestras de aguas residuales los resultados no representen el peso real de los sólidos disueltos y suspendidos.

Instrumental:

- Placas de evaporación de 100 ml de capacidad
- Horno de mufla para operar 550 °C ± 50 °C
- Horno de secado 103 – 105°C
- Balanza de análisis

Procedimiento: Calientese la placa limpia a 103 – 105°C durante una hora. Consérvese hasta que se necesite. Pesar antes de usar.

Elíjase una muestra que proporcione un residuo entre 2,5 y 200 mg. Transfiérase un volumen de muestra bien mezclada a la placa pesada previamente y evapórese hasta que se seque en un baño de vapor u horno de secado. En caso necesario añádase nuevas porciones de muestra. Secar la muestra en un horno de 103 – 105°C al menos durante una hora, enfriar la placa para equilibrar la temperatura y pesar.

Cálculo:

$$\text{mg de sólidos totales/l} = \frac{(A - B) \times 1000}{\text{Vol de muestra}}$$

Donde :

A = Peso de residuo seco + placa. mg y

B = Peso de la placa. mg

Sólidos fijos y volátiles incinerados a 550°C

Principio: El residuo obtenido con el método explicado anteriormente, se incinera a peso constante a una temperatura de 550 ± 50°C. Los sólidos remanentes representan los sólidos totales fijos, mientras que la pérdida de peso por ignición representa los sólidos volátiles.

Procedimiento: Incinérese el residuo obtenido anteriormente, a peso constante en un horno de mufla a 550 ± 50°C. Se deberá elevar el horno hasta esa temperatura antes de introducir la muestra. Por lo general, la incineración sólo precisa de 15 a 20 minutos.

Enfríese la placa al aire hasta que se haya disminuido el calor. Pése la placa tan pronto como se haya enfriado.

Cálculo:

$$\text{mg de sólidos volátiles/l} = \frac{(A - B) \times 1000}{\text{Vol de muestra (ml)}}$$

$$\text{mg de sólidos fijos/l} = \frac{(A - B) \times 1000}{\text{Vol de muestra (ml)}}$$

Donde :

A = peso de residuo + placa antes de incineración (mg)

B = peso de residuo + placa después de incineración (mg)

ANEXO 07

Análisis del Agua Residual del Matadero distrital de Pátapo para determinar Sólidos Totales y Volátiles.



ANEXO 08

Galería de fotos del Matadero Distrital de Pátapo



Remodelación del Matadero Distrital


Remodelación del Matadero Distrital



Lugar de la toma de muestra

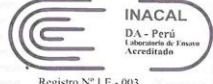
ANEXO 09

RESULTADOS DE ENSAYOS FISICOQUIMICOS Y MICROBIOLÓGICOS DE LAS MUESTRAS DE AGUAS RESIDUALES DEL MATADERO DISTRITAL DE PÁTAPU



CERPER
CERTIFICACIONES DEL PERU S.A.

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE 003



INACAL
DA - Perú
Laboratorio de Ensayo
Acreditado
Registro N° LE - 003

INFORME DE ENSAYO N° 3-20804/16

Pág. 1/1

Solicitante	: RAMIREZ GASTULO, JUAN ALEJANDRO
Domicilio Legal	: Mz. 42 Lt. 54 A – Patapo – Chiclayo – Lambayeque
Producto declarado	: AGUA RESIDUAL
Cantidad de muestra para ensayo	: 01 muestra x 06 L Muestra proporcionada por el Solicitante
Forma de Presentación	: En frascos de plástico, cerrados y preservados.
Fecha de Recepción	: 2016 – 10 – 04
Fecha de Inicio del ensayo	: 2016 – 10 – 04
Fecha de Término del ensayo	: 2016 – 10 – 10
Ensayo realizado en	: Laboratorio Ambiental / Microbiología
Identificado con	: H/S 16015428 (EXMA-18512-2016)
Validez del documento	: Este documento es válido solo para la muestra descrita.

Análisis Microbiológico:

Ensayos	Resultados
Coliformes termotolerantes (NMP/100mL)	33 000 000

Análisis Físico Químico:

Ensayos	Resultados
Aceites y grasas (mg/L) (LD 0,50 mg/L)	118
Demanda Bioquímica de Oxígeno (mg/L) (LD 2,00 mg/L)	2 500
Demanda Química de Oxígeno (mg O ₂ /L) (LD: 10,0 mg O ₂ /L)	6 904
Sólidos suspendidos totales (mg/L) (LD: 5,00 mg/L)	1 844,0
Sólidos sedimentables (mL/L) (LD: 0,1 mL/L)	8,5
(*)Nitrógeno total Kjeldahl (mg/L) (LD: 0,020 mg/L)	391,3
Fósforo total (mg/L) (LD: 0,002 mg/L)	26,4
pH	6,94

LD: Límite de detección
(*) "El método no ha sido acreditado por el INACAL - DA"

Métodos:

Aceites y grasas: EPA Method 1664, Revision B 2010 N-Hexane Extractable Material (HEM, Oil and Grease) and silica Gel Treated N-Hexane Extractable Material (SGT-HEM, Non polar Material) by Extraction and Gravimetry.

Demanda Bioquímica de Oxígeno: SMEWW-APHA AWWA-WEF Part 5210 B, 22 nd Ed. 2012. Biochemical Oxygen Demand (BOD) 5 Day BOD Test.

Demanda Química de Oxígeno: SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 22 nd Ed. 2012. Chemical Oxygen Demand (COD). Closed Reflux, Colorimetric Method.

Sólidos Suspendidos: SMEWW- APHA AWWA-WEF Part 2540 D, 22 nd Ed. 2012. Solids. Total Suspended Solids Dried at 103 – 105°C.

Sólidos sedimentables: SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 F, 22 nd Ed. 2012. Solids. Settleable solids.

(*)Nitrógeno Total Kjeldahl: SMEWW-APHA-AWWA-WEF PART 4500-Norg-B, 22 nd ed 2012. Nitrogen Organic macro-kjeldahl method.

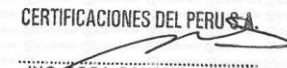
Fósforo total: SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-P E, 22 nd Ed. 2012. Phosphorus. Ascorbic Acid Method.

pH: SMEWW-APHA-AWWA-WEF. Part. 4500-H'B. 22 nd Ed. 2012. pH Value. Electrometric Method.

OBSERVACIONES

Prohibida la reproducción total o parcial de este informe, sin la autorización escrita de CERPER S.A.
Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Callao, 11 de Octubre de 2016
AA



CERTIFICACIONES DEL PERU S.A.
ING. ROSA PALOMINO LOO
C. I. P. N° 40302
JEFE DE COORDINACIÓN DE LABORATORIOS

CHIMBOTE
Urb. José Carlos Mariátegui s/n
Centro Cívico, Nuevo Chimbote
T. (043) 311 048

PIURA
Urb. Angamos IE Av. Panamericana
Nro. 0 Mz-A Lote - 02 - Piura
T. (073) 322 908 / 9975 63161

CALLAO
Oficina Principal
Av. Santa Rosa 601, La Perla - Callao
T. (511) 319 9000
info@cerper.com - www.cerper.com

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



FACT-7012/2016

La Perla/Callao, Octubre 24, 2016

Señores:
RAMIREZ GASTULO, JUAN ALEJANDRO
Mz. 42 Lt. 54 A - Patapo - Chiclayo
Lambayeque.-

Atención : Sr. Juan Ramirez

Estimados señores :

Es grato dirigirles la presente, para hacerle llegar el siguiente documento:

HOJA DE SERVICIO	TITULO	Nº
16015428	INFORME DE ENSAYO	3-20804/16

Si hubiera alguna consulta relacionada al servicio en mención, no dude en comunicarse con nuestra área de Atención al Cliente al correo rrios@cerper.com o a nuestras líneas telefónicas 3199000 anexos 2246-2242-2223 que gustosos los atenderemos.

Una vez más, quedamos a su disposición y servicio.

Atentamente,

Isabel Moreno Lopez
Dpto. de Facturación
Telef: 319-9000 Anexo 2211

DSQ/iml

Av. Santa Rosa 601, La Perla - Callao
T. (511) 319 9000 / info@cerper.com
www.cerper.com

ANEXO N°10

CARTA DE PRESENTACIÓN AL MATADERO DISTRITAL DE PÁTAPO



Chiclayo, 12 de Abril de 2016

FI - CP-615-EII

SR. DEMETRIO DELGADO MONTEZA
PROPIETARIO
MATADERO DISTRITAL DE PÁTAPO

Presente.-

En respuesta a la solicitud N° 0128536 y por encargo del Señor Decano de la Facultad de Ingeniería me dirijo a usted para saludarlo y, a la vez, presentarle a:

Código Universitario
RAMIREZ GASTULO, JUAN ALEJANDRO 101AC21411

Estudiante de la Escuela Profesional de Ingeniería Industrial, quien solicita autorización para realizar su tema de Tesis, en la institución que usted dirige y por ende, los permisos necesarios para acceder a la información e instalaciones de la misma.

Por la deferente atención que brinde a la presente, le anticipo mi agradecimiento y hago propicia la ocasión para expresarle las muestras de mi especial consideración.

Atentamente,


Mgtr. Soledad Salazar Zegarra
Escuela de Ingeniería Industrial
Directora
ESCUELA DE
INGENIERÍA INDUSTRIAL



Av. San Josemaría Escrivá de Balaguer N°855. Chiclayo-Perú ▪ Central Telefónica: (074) 606200 - 606217 ▪ Oficina de Información: (074) 606203
PreUSAT: (074) 606217 ▪ Profesionalización: (074) 606204 ▪ Postgrado: (074) 606205 ▪ www.usat.edu.pe ▪ www.facebook.com/usat.peru

ANEXO N° 11
CARTA DE ACEPTACIÓN DEL MATADERO DISTRITAL DE PÁTAPU

“AÑO DE LA CONSOLIDACIÓN DEL MAR DE GRAU”

Chiclayo, 09 de Junio de 2016

SRTA. MGTR.
SONIA SALAZAR ZEGARRA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
Presente.-

El Gerente General y propietario del Matadero Distrital Particular “DELGA”, ubicado en la Avenida Chongoyape N° 20, Distrito de Pátapu, Provincia de Chiclayo y Departamento de Lambayeque, expongo:

Que, acepto se realice la propuesta de un Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales por parte del estudiante **JUAN ALEJANDRO RAMÍREZ GASTULO** en las instalaciones del Matadero Distrital Particular, su Proyecto de Tesis será utilizado en beneficio del matadero, se le brindará las facilidades y el apoyo de forma gratuita para la realización del mismo.

Sin otro particular, quedo de Ud.

Atentamente,



DEMETRIO DELGADO MONTEZA
Gerente General y Propietario
Matadero Distrital Particular “DELGA”
Celular: 976416612
RUC: 10273440878