

Impacto ambiental de la operación del Centro de faenamiento de la ciudad de Puyo, Pastaza, Ecuador

Environmental impact of the operation of the slaughterhouse of the city of Puyo, Pastaza, Ecuador

Angy Isabel Soto-Cabrera ¹, Alexandra Paola Panimboza-Ojeda ², Carlos Geovanni Ilibay-Granda ³, Carlos Raúl Valverde-Lara ⁴, Karel Diéguez-Santana ⁵

¹ Egresada Carrera Ingeniería Ambiental, Facultad Ciencias de la Vida, Universidad Estatal Amazónica, Paso Lateral km 2 ½ Vía Tena, Puyo, Pastaza, Ecuador. Email: amb2015451@uea.edu.ec

² Egresada Carrera Ingeniería Ambiental, Facultad Ciencias de la Vida, Universidad Estatal Amazónica, Paso Lateral km 2 ½ Vía Tena, Puyo, Pastaza, Ecuador. Email: amb2015454@uea.edu.ec

³ Egresado Carrera Ingeniería Ambiental, Facultad Ciencias de la Vida, Universidad Estatal Amazónica, Paso Lateral km 2 ½ Vía Tena, Puyo, Pastaza, Ecuador. Email: amb2015455@uea.edu.ec

⁴ Magister en Protección Ambiental: Docente-Investigador de la Carrera Ingeniería Ambiental, Facultad Ciencias de la Vida, Universidad Estatal Amazónica, Paso Lateral km 2 ½ Vía Tena, Puyo, Pastaza, Ecuador. Email: rvalverde@uea.edu.ec

⁵ Master en Ingeniería en Saneamiento Ambiental, Candidato a PhD en Química Industrial, Docente-Investigador de la Carrera Ingeniería Ambiental, Facultad de Ciencias de la Tierra, Universidad Estatal Amazónica, Docente de Maestría de Agroindustria, Mención Sistemas Agroindustriales, Paso Lateral km 2 ½ Vía Tena, Puyo, Pastaza, Ecuador. Email: karel.diequez.santana@gmail.com, kdiequez@uea.edu.ec

Cite this article as: A. I. Soto-Cabrera, A. P. Panimboza-Ojeda, C. G. Ilibay-Granda, C. R. Valverde-Lara, K. Diéguez-Santana "Impacto ambiental de la operación del Centro de faenamiento de la ciudad de Puyo, Pastaza, Ecuador", *Prospectiva*, Vol 18, N° 1, 60-68, 2020.

Recibido: 26/08/2018 / Aceptado: 17/01/2019

<https://doi.org/10.15665/rp.v18i1.2101>

RESUMEN

Los camales son de las instalaciones de la industria cárnica más contaminantes. El objetivo del presente documento es analizar el impacto ambiental del centro de faenamiento municipal, de la ciudad Puyo, Amazonia Ecuatoriana. La identificación y evaluación de impactos se realizó con un diagrama de redes y la matriz de Leopold. Se obtuvieron 11 actividades de valoración significativa las cuales interactúan con siete componentes del medio físico, biótico y factor socio económico y cultural, con un total de 32 interacciones con un grado de impacto significativo para afectación al medio. Los principales aspectos ambientales del camal municipal de la ciudad del Puyo son la descarga de aguas residuales y residuos sólidos, generados por el estiércol y el sacrificio de los animales en donde se genera gran cantidad de huesos, grasa y piel, también se considera el gasto de energía que es significativo en todo el proceso y la presencia de vectores. El impacto de mayor importancia identificado fue la generación de aguas residuales, asociado a las elevadas cargas orgánicas, por lo que es importante tomar medidas correctivas que en el plan de manejo ambiental que sean capaces de mitigar, prevenir y dar un seguimiento a los impactos negativos que se generan.

Palabras Clave: residuos orgánicos; camal; plan; impacto ambiental.

ABSTRACT

The slaughterhouse are the most polluting meat industry facilities. The objective of this document is to analyze the environmental impact of the municipal slaughterhouse, in the city of Puyo, Ecuadorian Amazonia. The identification and evaluation of impacts was carried out with a network diagram and the Leopold matrix. Eleven significant assessment activities were obtained which interact with seven components of the physical, biotic and socio-economic and cultural factors, with a total of 32 interactions with a significant degree of impact for environmental effects. The main environmental aspects of the municipal road of the city of Puyo are the discharge of wastewater and solid waste, generated by manure and the slaughter of animals where a large amount of bones, fat and skin is generated, the expense is also considered of energy that is significant throughout the process and the presence of vectors. The most important impact identified was the generation of wastewater, associated with high organic loads, so it is important to take corrective measures that in the environmental management plan that are capable of mitigating, preventing and monitoring the negative impacts they are generated.

Keywords: Organic waste; slaughterhouse; plan; environmental impact.

1. INTRODUCCIÓN

En el ámbito mundial “el ganado aporta el 15 % de la energía alimentaria total y el 25 % de las proteínas de la dieta”[1]. Según una estimación de la FAO [2], la producción de carne a nivel mundial es de 311,8 millones de toneladas métricas. De tal forma “el consumo de carne en América Latina ha aumentado de 20 a 40 millones de toneladas métricas desde 1990 al 2007”[1].

En Ecuador, El Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP) ha informado que la producción ecuatoriana de carne bovina es de alrededor de 200 mil toneladas métricas [3]. Ante estas premisas, la producción de carne viene siendo uno de los sectores productivos que mayor impacto tiene sobre el medio ambiente, bien sea por sus procesos productivos o por los diferentes productos que salen al mercado [4].

De tal forma, los mataderos o centros de faenamiento, al ser considerados según la Unión Europea como cualquier local, incluidas las instalaciones, para animales en movimiento o para embarcaciones, utilizados para el sacrificio comercial de animales, como solípedos, rumiantes, cerdos, conejos y aves de corral [5], se encuentran entre las industrias cármicas más contaminantes debido a que estos generalmente desechan materia orgánica, grasas, sólidos en suspensión, fosfatos, nitratos, nitritos y cloruro de sodio, todo ello fuente de excretas, y limpieza y desinfección del agua; de la matanza, sangre, pelos, restos de carne, grasa, huesos y contenido del vientre, agua caliente utilizada en el procesamiento de estómagos e intestinos, y soluciones cáusticas y detergentes utilizados en la limpieza y desinfección [6].

Al procesarse alrededor de 4001 cabezas de ganado en la ciudad del Puyo, cantón y provincia Pastaza, según estudio de Agrocalidad 2014 realizado por Chimborazo Sarabia and Quiroga López [7], es necesario analizar los impactos ambientales del “Centro de Faenamiento de la ciudad del Puyo”, puesto que en cada una de las etapas, se están procesando miles de kilogramos de carne y con ello la generación de miles de residuos tanto líquidos, sólidos y semisólidos que en muchos de los casos no son tratados adecuadamente para su disposición final, ya que además del problema ambiental mencionado anteriormente, según Restrepo Gallego [4] son fuente de preocupación sanitaria por su capacidad patogénica a nivel microbiano. Con este estudio se pretende conocer los posibles impactos ambientales generados en el camal, mediante el levantamiento de una línea base y la evaluación de cada uno de los aspectos a considerar en cada una de las etapas de la actividad, para así establecer un Plan de Manejo Ambiental (PMA) capaz de prevenir, mitigar y controlar los impactos generados en el matadero.

2. MATERIALES Y MÉTODOS/METODOLOGÍA

2.1. Localización

El centro de faenamiento del cantón Pastaza posee una extensión de 5.052 ha; sin embargo, el área construida para el funcionamiento del establecimiento cuenta con una extensión de 800m². Este establecimiento es competencia del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal (GADM) del Cantón Pastaza y está ubicado Vía a la Tarqui a 600 m de la avenida Alberto Zambrano, Puyo, provincia Pastaza, Ecuador. La figura 1 muestra el mapa de ubicación del centro de faenado, conjuntamente aparecen las áreas de influencia directa 50 metros y la indirecta 100 metros de la actividad.

Figura 1 Mapa del Centro de Faenamiento Municipal.
Figure 1 Map of the Municipal Slaughtering Center.



2.2. Descripción de la actividad, proyecto u obra en análisis

En el centro de faenamiento del cantón Pastaza con respecto al proceso productivo se desarrollan los procesos de faenamiento de ganado bovino y porcino. Los dos tipos de procesos productivos comienzan en el área de descanso y terminan en la entrega del producto final. A continuación, se muestran las 8 etapas principales del faenamiento de los animales en el camal municipal, con su respectiva definición:

- **Recepción del ganado/Área de descanso:** El animal se recibe y permanece en ayunas durante 12 a 24 horas, la finalidad de esta etapa es impedir el consumo de alimentos sólidos; sin embargo, el suministro de agua debe ser permanente.
- **Inspección sanitaria:** Esta etapa lo realiza un veterinario, quien posteriormente otorga el permiso o autorización para el sacrificio del animal.
- **Aturdimiento:** Primer proceso dentro del matadero que consiste en provocar una muerte tranquila al animal mediante un aturdidor.
- **Traslado:** En esta etapa el animal se encuentra noqueado procede a pasar a la etapa de sacrificio.

- **Sacrificio:** Debido al desangre el animal tiene una muerte lenta.
- **Sangrado-Desollado:** se procede a cortar las venas y arterias del animal en un tiempo de 5 a 6 minutos.
- **Producción de faenado:** Incluye el escaldado, pelado, limpieza, blanqueado, descuerado, eviscerado y partición de canal, hasta la inspección sanitaria de las carnes. Extracción de subproductos como patas, pelos, cuero, etc. hasta obtener el producto final.
- **Refrigeración:** Etapa para la conservación del producto cárnico para posteriormente ser entregado.

Como criterio complementario de las diferentes etapas, también se incluyeron las operaciones de mantenimiento, limpieza y desinfección de las instalaciones.

2.3. Principales aspectos conceptuales de la línea base analizados

El en el aspecto 3 de la guía metodológica para la elaboración de los términos de referencia menciona que “Los componentes de la Línea Base que anteceden deberán aplicarse para describir y caracterizar el área, lo cual servirá de parámetro para la identificación de las áreas sensibles y la definición del Plan de Monitoreo Ambiental”. Adicionalmente, agrega que sus componentes deberán aplicarse y profundizarse de acuerdo con las condiciones de cada fase de operación y tomando en cuenta las características del área en que se van a desarrollar las operaciones de un proyecto, obra o actividad. Este diagnóstico ambiental, pretende alcanzar una comprensión de los ecosistemas y su funcionamiento, y el grado de afectación de las actividades a ejecutarse.

Según el Ministerio del Ambiente, [8], la caracterización debe abarcar la descripción del medio Físico, Biótico y aspectos socioeconómicos y culturales de la población que habita en el Área Referencial donde se va a desarrollar el proyecto obra o actividad”. En este estudio se analizaron los tres componentes, tanto para su descripción, como para la predicción de los impactos ambientales, asociados con la actividad de faenamiento.

2.4. Instrumentos de valoración empleados

2.4.1. Balance de masa del proceso productivo

Para conocer las entradas y salidas de las diferentes etapas del proceso productivo se hicieron mediciones de los flujos durante una semana de trabajo. En esta sección se consideró desde la entrada de los animales a sacrificar en la instalación hasta las salidas de la carne y subproductos, residuos del proceso, aguas e insumos de limpieza y energéticos. A partir de las salidas se identifican las emisiones que genera la actividad y así es posible garantizar la implementación más adecuada

de las acciones de mitigación o correctoras de los impactos negativos en cada proceso unitario.

2.4.2. Diagrama de redes

Los diagramas de redes permiten identificar los impactos directos e indirectos, los efectos de orden superior, así como las interacciones entre los impactos [9, 10]. Son capaces de identificar e incorporar medidas de mitigación y gestión en las etapas de planificación de un proyecto. Generalmente, se consideran adecuados para expresar los impactos ecológicos pero de menor utilidad al considerar aspectos sociales, humanos y estéticos [9]. Aunque son métodos limitados por la ausencia de ponderaciones y calificaciones de los impactos, por ello en este trabajo fue empleado para la identificación de factores impactantes, que posteriormente fueron evaluados en sistemas matriciales.

2.4.3. Matriz causa y efecto (Leopold)

La matriz de Leopold es un método matricial de doble entrada, tiene como filas a los componente ambientales que pueden ser afectados por las actividad en desarrollo, y como columnas a las acciones que causan pueden llegar a provocar impactos [11]. La principal contribución del método reside en la consideración por separado de la magnitud e importancia de los efectos de cada acción sobre cada factor. Además, este método identifica correctamente a los impactos más significativos y a los factores de medio impactados, con una estructura y organización lógica [12]. Para la valorización del impacto se aplicó la ecuación 1.

$$\text{Valor de impacto (VI)} = \pm (\text{Importancia} \times \text{Magnitud})^{0.5} \quad (1)$$

La magnitud del impacto se calificó en base a varios criterios técnicos establecidos con una ponderación entre 1 a 10. A continuación, la tabla 1 muestra la valorización de la magnitud empleada en base a la intensidad y afectación.

Figura 1 Mapa del Centro de Faenamiento Municipal.
Figure 1 Map of the Municipal Slaughtering Center.

Calificación	Intensidad	Afectación
1	Baja	Baja
2	Baja	Media
3	Baja	Alta
4	Media	Baja
5	Media	Media
6	Media	Alta
7	Alta	Baja
8	Alta	Media
9	Alta	Alta
10	Muy Alta	Alta

Por su parte, para determinar el valor de Importancia se aplicó la siguiente fórmula:

$$\text{Imp} = We * \text{Extensión} + Wd * \text{Duración} + Wr * \text{Reversibilidad} \quad (2)$$

El término (W) significa factor de ponderación, en este caso para los tres impactos: extensión, duración y reversibilidad. El peso de ponderación empleado fue: peso extensión (W_e) de 0,30, mientras el peso de la duración (W_d) y de la reversibilidad (W_r) fue de 0.35.

La tabla 2, muestra los criterios de evaluación de los parámetros utilizados, para la predicción del cálculo.

Tabla 2. Criterios de puntuación de la importancia y valores asignados
Table 2. Criteria for scoring importance and assigned values

Características	Puntuación				
	1.0	2.5	5.0	7.5	10.0
Extensión	Puntual	Particular	Local	Generalizada	Regional
Duración	Esporádica	Temporal	Periódica	Recurrente	Permanente
Reversibilidad	Completamente Reversible	Medianamente Reversible	Parcialmente Reversible	Medianamente Reversible	Completamente Irreversible

Para determinar el criterio del valor del impacto (VI), de la ecuación 1, se categorizaron según la tabla 3. Divididos en tres categorías para los impactos negativos y una para los valores obtenidos positivos.

Tabla 3. Criterios para determinar el Valor de Impacto.
Table 3. Criteria for determining the Impact Value.

Valorización del Impacto			
Altamente significativo	Significativo	Despreciable	Beneficioso
>-7	-4,5 a -7	<-4,5	>0

Este procedimiento se realizó para el centro de faenamiento de la ciudad del Puyo, donde, se identificaron 11 actividades y 17 factores, con un máximo de 187 interacciones. Posteriormente, se categorizaron y fueron consideradas las principales, para el posterior análisis del manejo de los impactos.

2.4.5. Descripción de los aspectos conceptuales del Plan de Manejo de Ambiental

A partir de los impactos detectados como plantea Bennett, et al. [13], es necesario proponer medidas para mitigar y gestionar los efectos ambientales de la actividad en desarrollo. El PMA se define como los documentos que describen la mitigación, el monitoreo y las medidas institucionales que se deben tomar durante la implementación y operación del proyecto para evitar o controlar impactos ambientales adversos, y las acciones necesarias para implementar estas medidas [14].

En Ecuador, el MAE [15] determina que, para la elaboración del Plan de Manejo Ambiental, se requiere de los siguientes parámetros.

1. Analizar las acciones factibles para evitar o controlar los impactos calificados como adversos.

2. Identificar responsabilidades institucionales para la atención de necesidades que no sean de responsabilidad directa del proponente y diseñar los mecanismos de coordinación.
3. Describir los procesos, tecnologías, diseño y operación y otros que se hayan considerado, para reducir los impactos ambientales negativos cuando corresponda.
4. El PMA es diseñado de acuerdo a cada una de las etapas del proyecto/obra/actividad; es decir: construcción (obras civiles, otros), operación y abandono.
5. El PMA para la construcción, operación y abandono de las facilidades del proyecto propuesto, se diseñará y/o rediseñará en base a la evaluación de los impactos ambientales, que sean generados por las actividades realizadas (en caso de existir actividades previas) así como los que podrían generar las actividades de desarrollo de los proyectos.
6. El objetivo del PMA será prevenir, minimizar y compensar los impactos que afecten al ambiente, así como brindar protección a las áreas sensibles y de interés humano y ecológico del área del proyecto.

Recientemente, el Reglamento del Código Orgánico del Ambiente, [16] en el art 435 define que : “El plan de manejo ambiental es el documento que contiene las acciones o medidas que se requieren ejecutar para prevenir, evitar, mitigar, controlar, corregir, compensar, restaurar y reparar los posibles impactos ambientales negativos según corresponda, al proyecto, obra o actividad”. El mismo incluye que “el plan de manejo ambiental según la naturaleza del proyecto, obra o actividad contendrá, los siguientes sub-planes, considerando los aspectos ambientales, impactos y riesgos identificados.

- Plan de prevención y mitigación de impactos.
- Plan de contingencias.
- Plan de capacitación.
- Plan de manejo de desechos.
- Plan de relaciones comunitarias.
- Plan de rehabilitación de áreas afectadas.
- Plan de rescate de vida silvestre, de ser aplicable.
- Plan de cierre y abandono.
- Plan de monitoreo y seguimiento.

Estos criterios fueron empleados para analizar los impactos ambientales identificados en el proceso de evaluación.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Línea base o diagnóstico ambiental del camal

Los principales hallazgos determinados en la línea base del centro de faenamiento de la ciudad del Puyo, se presentan en la tabla 4:

Tabla 4. Principales aspectos de la línea base analizados en el centro de faenamiento de la ciudad del Puyo.
Table 4. Main aspects of the baseline analyzed in the slaughter center of the city of Puyo.

Medio	Componente	Descripción
Físico	Cuerpos hídricos	Río Pindo, curso de agua de tipo lóxico, en constante movimiento, abastece de agua al dique de Shell, centro turístico del cantón.
	Calidad del agua	pH=6.8, Aceites y Grasas=53.4 mg/L, Sólidos Totales=700 mg/L, Sólidos Suspendidos Totales=134 mg/L, DBO ₅ = 500 mg/L, DQO =1042mg/L, Organofosforados totales=0.46 mg/L, Organoclorados totales=0.12 mg/L, Coliformes Fecales=12000 NMP/100 mL, Coliformes Totales=35000 NMP/100 mL
	Suelo	Área urbanizada. Los corrales donde reposan los animales están totalmente pavimentados, y en sus alrededores el piso dentro del camal se encuentra lastrado.
Biótico	Calidad del aire y ruido	No se presenta análisis de aire, pero no existen calderas ni chimeneas ni ningún tipo de contaminante que altere el ambiente/ Ruido. Niveles de presión sonora de 67 dB.
	Flora	El centro de faenamiento municipal de Pastaza está constituido a sus alrededores por especies de gramíneas y leguminosas. Pastos como el gramalote (<i>Pennisetum purpureum</i>), Imperial (<i>Axonopus scoparius</i>), kikiyo (<i>Pennisetum clandestinum</i>), etc.
	Fauna	Se considera la fauna observada en el río Pindo, especies como el bocachico (<i>Prochilodus magdalena</i>), guabina (<i>Ichthyoelephas humeralis</i>) y sardina de río (<i>Sardina pulchardus</i>).
Socio económico cultural	Empleo	En el establecimiento laboran los 14 empleados, tiene un plan de Contingencia establecido, todos están afiliados al Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (IESS), y el lugar de trabajo cuenta con el equipo de primeros auxilios tales como: botiquín, camilla, etc.

Entre los aspectos del diagnóstico ambiental, es importante resaltar que la calidad del agua, presenta varios parámetros que incumplen con las normativas nacionales de descargas, en este caso los límites de descarga a un cuerpo de agua dulce, del Acuerdo Ministerial 097-A. Entre los más sobresalientes se encuentran la DBO₅ y DQO, que superan los niveles máximos permisibles establecidos en 100 y 250 respectivamente. De igual manera, los valores de contaminación biológica (Coliformes fecales y totales) son elevados y tampoco cumplen con la normativa ambiental nacional. Esto está asociado, por las descargas de las aguas residuales, que no reciben un tratamiento adecuado que permita remover las elevadas tasas orgánicas de los residuos de faenamiento. Los compuestos orgánicos fosforados y clorados también presentan resultados superiores a los criterios establecidos que son para ambos valores inferiores a 0.1 mg/L, dado lo perjudicial que pueden ser los mismos. En este caso, pueden provenir tanto de la descomposición de la materia orgánica que se genera en el camal, como también de restos de los productos e insumos de higienización que se emplean en el proceso.

3.2. Instrumentos de valoración empleados para el EIA del camal

3.2.1. Balance de masa del proceso productivo

En los criterios analizados del balance de masa del proceso productivo, las principales entradas son los animales a sacrificar y los insumos de limpieza, energéticos y agua necesaria. Mientras, en las salidas, las cantidades más representativas son de aguas residuales y residuos sólidos de restos de animales, estiércol, contenido ruminal, entre otros. La tabla 5 muestra, las principales corrientes de entradas y salidas de una semana de trabajo.

En cuanto a los balances de consumo de agua, las cantidades que son empleadas semanalmente en el camal (349.02 m³), es un valor elevado, pues al comparar con otros usuarios de la fuente de abasto (hogares, instituciones, etc), la diferencia es significativa, pues por ejemplo un hogar promedio en Ecuador consume semanalmente alrededor de 6.68 m³, (mensualmente 26.73 m³ en el área urbana), incluyendo que Ecuador es uno de los países más consumidores de agua en instalaciones domésticas de la región [17].

De igual manera, al comparar con otras instituciones las cifras también son elevadas pues, aunque el consumo es dependencia de la cantidad de usuarios las instituciones como centros laborales, universidades y otros centros escolares generalmente tienen inferiores demandas de agua, pues por ejemplo en el estudio de la Universidad Tecnológica de Pereira, Colombia, el consumo es de 15.1 L/usuario-día. [18]. De ahí, que la valoración de este recurso sea de gran importancia, por lo que incorporar medidas de ahorro eficiente, pueden ser estrategias bien eficaces para la reducción y el aprovechamiento del mismo.

Tabla 5. Principales corrientes de entradas y salidas de una semana de trabajo.
Table 5. Main flows of inputs and outputs of a work week.

Materiales o emisiones	Unidad de medida	Cantidades
Entradas		
Número de bovinos	U	100
Número de porcinos	U	93
Peso de los bovinos	kg	44026
Peso de los porcinos	kg	8106.76
Insumos energéticos		
Electricidad	kWh	10.341
Gas licuado de petróleo (GLP)	kg	14.5
Agua y productos de limpieza		
Agua	m ³	58.17
Detergentes	kg	12
Desinfectantes	kg	15

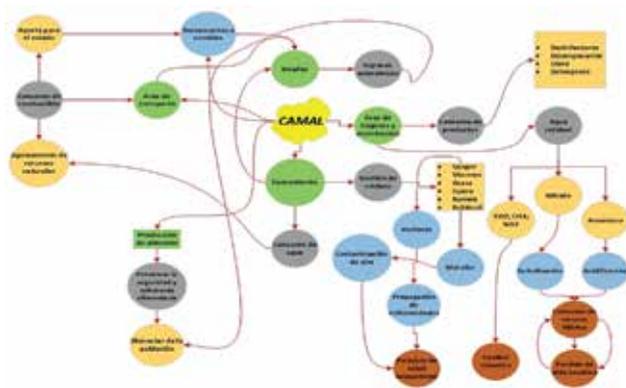
Continúa...

Materiales o emisiones	Unidad de medida	Cantidades
Salidas		
Carne y subproductos		
Carne	kg	36632.5
Grasas	kg	287.07
Cascos y pezuñas	kg	178.75
Sangre	L	2384.7
Patas y cabeza	kg	2720
Cuero	kg	3614
Otros subproductos	kg	2789.44
Emisiones líquidas		
Aguas residuales	m3	56.16
Residuos sólidos		
Rumen (kg)	kg	2753.3
Estiércol (kg)	kg	773
Cartón y papel	kg	2.36
Plásticos	kg	0.98

3.2.3. Diagrama de redes

En la figura 2, se puede observar un diagrama de redes que agrupa las principales actividades o áreas del centro de faenamiento de la ciudad del Puyo (verdes), al igual que cada una de las interacciones o relaciones que se establecen entre ellas. Los círculos de color café reflejan cada uno de los aspectos ambientales desembocados de las acciones del camal, mientras que los de color melón indican los principales impactos generados a partir de estos aspectos.

Figura 2 Diagrama de redes del centro de faenamiento de la ciudad del Puyo.
Figure 2 Network diagram of the slaughter center of the city of Puyo.



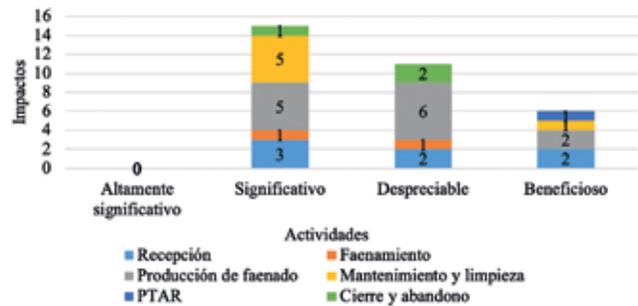
Las principales actividades o áreas que se consideraron para el diagrama de redes fueron: al área de empleo, transporte, faenamiento, producción de alimentos y limpieza y desinfección. Especialmente en el faenamiento, es en donde se desencadena una serie de aspectos e impactos en su mayoría negativos con el ambiente y el ser humano, que en concordancia con Ashrafi (2015), en su diagrama de redes enfocado en la recuperación de calor y oportunidades de bombeo en un matadero, estableció que mediante el proceso de faenado: escaldado, desangrado y chamuscado, se generan residuos tanto líquidos como sólidos resultantes del eviscerado y lava-

do del animal, lo cual aumenta la proliferación de vectores y enfermedades en el lugar, además de elevar las cargas contaminantes en el agua residual emanada del camal.

Matriz de Leopold del camal

En el trabajo desarrollado se obtuvieron 32 interacciones, las cuales se ponderaron y clasificaron según su impacto. De tal forma se determinaron 15 impactos significativos, 11 despreciables y 6 beneficiosos, ya que no existió algún impacto altamente significativo. En la figura 3, se puede observar con detalle cada una de las principales actividades del camal con la cantidad y grado de impacto que genera cada una de ellas.

Figura 3 Actividades del camal vs Grado de impacto generado.
Figure 3 Activities of the road vs Degree of impact generated.



La producción de faenado en una de las principales actividades que mayor cantidad de impactos negativos genera sobre el medio, especialmente en las sub actividades de desollado, escaldado y limpiado. Pues es en esta área en donde provenientes de escaldado, en donde se generan grandes cantidades de aguas residuales, provenientes de escaldado, el cual según Puolanne and Erbjerg [19], consiste en hundir al animal dentro de tanque de inmersión caliente para eliminar los microorganismos del mismo. El agua residual contiene muchas impurezas: sangre, orina, heces, limo, barro, etc, lo que significa una mayor carga contaminante para el agua residual. Un estudio realizado por Singh, et al. [20] demuestra que el un bovino joven pesa alrededor de 200 kg y casi el 25 por ciento del peso corporal total se convierte en desperdicio, generando 10 litros de sangre residual, por lo que el desangrado resultante del faenamiento genera grandes cargas contaminantes de tipo orgánico para el agua residual, lo cual es preocupante ya que “la sangre cruda del animal tiene una DBO₅ de alrededor de 200.000 mg/L”[21].

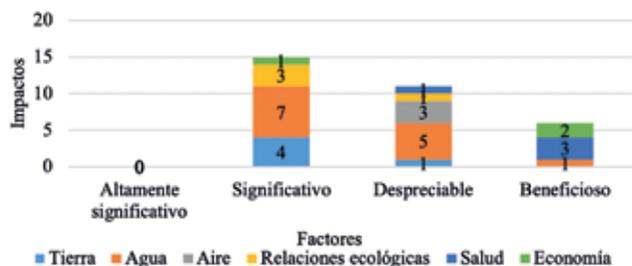
De igual forma el mantenimiento y limpieza de las instalaciones también conlleva un peso significativo y negativo al medio ambiente, ya que según Casp and Lopez [21] menciona que el consumo estimado de agua para la limpieza de los locales de faenado es de 5 litros/m². Esta acción es periódica y de igual forma se repercute al río Pindo. El uso de desinfectantes y detergentes para la limpieza aporta al agua residual gran cantidad de químicos que acidifican y eutrofizan el medio acuático.

Por otra parte, el área de recepción también conlleva algunos impactos significativos, puesto que los vectores que el animal carga en su piel, vellón, patas y en su tracto gastrointestinal, son perjudiciales tanto para la salud de los otros animales como para el personal que labora en la planta, puesto que cuando el animal llega al matadero lleva consigo bacterias y demás microorganismos que pueden incluso afectar la calidad de la carne y causar deterioro (*Pseudomonas*, *Moraxella*, *Lactobacillus*, *Brochothrix thermosphacta*) o actuar como patógenos en humanos (*Campylobacter spp.*, *Salmonella spp.*, *Esopichia col patógena* *Yersinia spp.*, entre otros agentes patógenos), debido a la contaminación cruzada [22].

La adhesión a las buenas prácticas de higiene del sacrificio, incluida la limpieza y desinfección efectivas, así como los estrictos protocolos de higiene para el personal, es, por lo tanto, de importancia fundamental para evitar contaminaciones. En este contexto, se debe enfatizar que las carcasas pueden estar contaminadas con bacterias a pesar de la ausencia de residuos visibles.

Todas estas actividades y sus aspectos ambientales tienden a perjudicar el medio y sus componentes. En la figura 4 se puede observar los factores afectados según el grado y el número de impactos recibidos por cada una de las actividades e interacciones del camal municipal.

Figura 4 Factores afectados según el número y grado de impactos recibidos. Figure 4 Factors affected according to the number and degree of impacts received.



El agua es el componente del medio mayormente afectado por esta industria cárnica, lo cual es congruente a las actividades que se desarrollan en el camal ya descritas anteriormente. Este impacto tiende a ser significativo en el estudio, puesto que las aguas residuales generadas en todo el proceso ya sean de faenamiento, recepción, mantenimiento, etc., se descargan al río Pindo, el cual según la línea base no solo atraviesa la urbanización de la parroquia la Tarqui de la ciudad del Puyo. Sin embargo, el agua residual no es el único aspecto que deteriora el medio. El consumo y el uso del agua misma es otro factor a considerar, el agua es necesaria para todas las etapas de la cadena de procesamiento de carne, ya que comienza con la entrada de animales vivos en las instalaciones y termina en el último paso, donde los productos cárnicos salen del camal, además Djekic [23] menciona que “máquinas, equipos y las áreas de procesamiento en la

industria cárnica están diseñadas para trabajar en condiciones húmedas que requieren limpieza acuosa”. Como puede observarse las aguas residuales generadas en un matadero contienen una elevada carga contaminante, principalmente, materia orgánica y grasas.

Paralelamente, las actividades del camal también afectan en gran magnitud al factor suelo, puesto que, a mayor volumen de las aguas residuales descargadas en zonas terrestres, también los residuos sólidos o semisólidos como: huesos, pezuñas, rumen, contenido intestinal, estiércol, etc, contaminan el mismo. La mayor parte de ellos son recogidos y destinados al relleno sanitario del cantón. Es importante agregar que las cantidades de los mismos es considerable, por lo que su aumento implica una disminución de la vida útil del relleno sanitario de la ciudad.

3.2.4. Plan de Manejo Ambiental del camal municipal de la ciudad del Puyo

El PMA diseñado para el camal municipal de la ciudad del Puyo se enfocó en las interacciones más significativas de la matriz de Leopold. En la tabla 6 se contemplan algunas medidas relacionadas con los componentes afectados significativamente, entre ellos se encuentran: plan de prevención y mitigación de impactos, plan de monitoreo y seguimiento, plan de manejo de residuos y desechos y plan de comunicación y capacitación.

Tabla 6. PMA sintetizado de centro de faenamiento de la ciudad del Puyo Table 6. Synthesized PMA of slaughter center of the city of Puyo

Componente	Medidas	Plan
Agua	Implementar una máquina de lavado de uso industrial con una pistola reguladora para el higiene de animales y de equipos, y establecer un tanque polietileno de 2500L como centro de acopio de agua limpia y por último una bomba de bloque succión.	Plan de prevención y mitigación de impactos.
	Realizar monitoreos y muestreos periódicos de las descargas y aguas superficiales de camal municipal.	Plan de monitoreo y seguimiento.
	Implementar un sistema de rejillas de menor orificio, en los sistemas de evacuación de aguas de la planta, con la finalidad de retener una mayor cantidad de sólidos gruesos. Adicionalmente este sistema requiere una limpieza periódica, por el personal de aseo de la instalación.	Plan de manejo de residuos y desechos
	Evaluar el potencial de digestión anaeróbica con fines energéticos de los residuos que genera el camal (sólidos y líquidos).	
	Elaborar o gestionar alianzas estratégicas con programas de elaboración de abonos orgánicos en la zona que permitan incorporar los volúmenes de residuos sólidos orgánicos que se generan.	Plan de manejo de residuos y desechos
	Evaluar el proceso de reciclaje de restos orgánicos (digestibilidad, control biológico, tratamientos) para el reciclaje de restos de tejidos animales, sangre, etc en la alimentación animal.	

Componente	Medidas	Plan
Relaciones ecológicas y seguridad y salud laboral	Realizar la clasificación de los residuos/desechos. Clasificar correctamente los residuos para disminuir su volumen sin valor.	Plan de manejo de residuos y desechos
	Incluir programas de capacitaciones con temas de protección ambiental que agrupen conceptos sobre el buen manejo de los recursos naturales como es el agua, además temas relacionados con las buenas prácticas de recolección, almacenamiento y disposición final de los residuos peligrosos y no peligrosos. También, temarios con respecto al manejo de químicos, contagios biológicos y seguridad y salud, entre otras actividades que realiza el centro de faenamiento laboral. Las capacitaciones preferiblemente impartidas por profesionales de cuarto nivel especializados con los temas mencionados anteriormente.	Plan de comunicación y capacitación.

El componente hídrico o agua resultó ser uno de los mayormente impactados dentro de la actividad del camal, tanto por su consumo como por la descarga de aguas residuales con elevadas cargas contaminantes, para ello se estableció un plan de prevención de impactos en donde se pretende disminuir su consumo a través de una máquina de lavado de uso industrial con una pistola reguladora para ahorrar este recurso. Adicionalmente, se proponen estrategias de aprovechamiento de residuos orgánicos que disminuyan la descarga a las aguas de la instalación, que han sido aportados resultados positivos en estudios anteriores [24-26].

En el caso de la limpieza, varias alternativas pueden ser consideradas, como el barrido en seco, en los casos que sea posible, además, el aumento de la presión en mangueras de fregado de pisos. Otra variante, puede ser el uso de agua caliente en la desinfección y remoción de grasas, así como el tratamiento y la recirculación de aguas de proceso para la limpieza.

Mientras, como propone el plan de manejo, la implementación de la digestión anaerobia por su parte, puede ser eficiente en la remoción de las cargas de contaminación, mediante la separación de sólidos y además generar una inapreciable fuente de energía para muchos usos industriales, como por ejemplo el calentamiento de agua para la limpieza y la energía necesaria para otros procesos productivos dentro de la misma instalación.

En otra parte, las deficiencias con el recurso agua, pudieran considerar otras opciones como la construcción de lechos de secado, la producción de biocompost, como elemento adicional que pudiera representar mayores ganancias económicas y beneficios ambientales por su empleo como abonos orgánicos en los suelos, incrementando la producción de alimentos, son elementos factibles a introducir como acciones de mitigación de impactos. Por otra parte, en función del espacio se

puede evaluar la implementación de sistemas de tratamiento de residuales líquidos que garanticen la entrega de efluentes que cumplan con los estándares establecidos. Ejemplos como los sistemas de lagunas, los humedales construidos, los filtros biológicos y otros cuyas alternativas de operación puedan garantizar la reducción de las cargas contaminantes, que también son propuestas en el plan de manejo ambiental.

Para el suelo y la generación de residuos tanto peligrosos como comunes se implementará un sistema de recolección y de igual forma de clasificación de los mismos para disminuir su volumen antes de su disposición final en el relleno sanitario, medida apoyada también por KEBS [27], los residuos sólidos y líquidos de las instalaciones de saneamiento se manejarán por separado de los residuos del matadero y se proporcionarán instalaciones adecuadas de agua potable y lavado a ubicaciones. Además, en la zona existen varios programas de aprovechamiento de abonos orgánicos, y como plantean Caiza, et al. [28], la producción de compostaje con desechos de camal puede generar buenos rendimientos productivos, lo que generaría ingresos económicos para los pobladores de la comunidad.

De igual forma se capacitará al personal en temas ambientales y en cuidado e higiene personal de acuerdo al plan de comunicación y capacitación, de igual forma es importante que el personal tenga estricto cuidado en la manipulación de los productos resultantes del camal, ya que de acuerdo a Casp and Lopez [21] lo recomendable es limitar las intervenciones del personal en la cercanía del producto, acondicionar los accesos al igual que restringirlos y llevar la ropa adecuada a cada zona.

4. CONCLUSIONES

El diagnóstico ambiental establece los principales componentes físicos, bióticos y socio-económicos-culturales que serán afectados en el centro de faenamiento. Según la matriz de Leopold se identificaron los recursos, agua, suelo, dentro del medio físico, el componente relaciones ecológicas, y el factor socio cultural y económico, con valores de impacto significativo. Mientras que en el factor salud y economía se verán beneficiados tanto en la salubridad del centro de faenamiento, como en las plazas de empleo, contribuyendo así a la salud de la población y su bienestar económico. El impacto de mayor importancia identificado en el centro de faenamiento de la ciudad de Puyo es la generación de aguas residuales con elevadas cargas que afecta directamente al recurso agua, por lo que es importante tomar medidas correctivas y de control en el plan de manejo ambiental que sean capaces de mitigar, prevenir y dar un seguimiento a los impactos negativos que se generan.

REFERENCIAS

- [1] FAO, *El estado mundial de la agricultura y la alimentación* Roma, Italia: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, 2009, p. 200.
- [2] FAO. (2014, Julio/10). *Consumo de Carne*. Available: <http://www.fao.org/ag/againfo/themes/es/meat/background.html>
- [3] MAGAP. (2017, 10 de julio). *Ecuador es autosuficiente para cubrir demanda nacional de carne bovina*. Available: <https://www.agricultura.gob.ec/ecuador-es-autosuficiente-para-cubrir-demanda-nacional-de-carne-bovina/>
- [4] M. Restrepo Gallego, "Producción más limpia en la industria alimentaria," *Producción + Limpia*, vol. 1, no. 1, pp. 87-101, 2006.
- [5] C. Directive, "Council Directive 93/119/EC of 22 december 1993 on the protection of animals at the time of slaughter or killing," ed, 2003.
- [6] A. Marcos, A. Al-Kassir, F. López, F. Cuadros, and P. Brito, "Environmental treatment of slaughterhouse wastes in a continuously stirred anaerobic reactor: Effect of flow rate variation on biogas production," *Fuel Processing Technology*, vol. 103, pp. 178-182, 2012.
- [7] C. D. Chimborazo Sarabia and M. Quiroga López, "Los componentes e indicadores para la gestión y evaluación de la sustentabilidad en proyectos ganaderos en la parroquia 10 de agosto del cantón Pastaza, provincia de Pastaza," Trabajo de Investigación previo a la obtención del grado de Magister en Gestión de Proyectos Socio Productivo, Unidad de Posgrado, Universidad Tecnológica Indoamérica, Ambato, Ecuador, 2017.
- [8] *Acuerdo Ministerial No 109. Refórmese el Acuerdo Ministerial No 061*, M. d. Ambiente, 2015.
- [9] Y. Anjaneyulu and V. Manickam, "Chapter 2. EIA Methodologies " in *Environmental Impact Assessment Methodologies* Second Edition ed. Hyderabad, India: BS Publications, 2007.
- [10] J. Glasson, R. Therivel, and A. Chadwick, "PART 2 Process. Impact prediction, evaluation and mitigation," in *Introduction to environmental impact assessment. Principles and procedures, process, practice and prospects* Second ed. (The Natural and Built Environment, London, England: UCL Press Limited. Taylor & Francis Group, 2010.
- [11] I. D. Coria, "El estudio de impacto ambiental: características y metodologías," *Invenio*, vol. 11, no. 20, pp. 125-135, 2008.
- [12] V. Conesa Fernández, V. Ros Garro, V. Conesa Ripoll, and L. A. Conesa Ripoll, *Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental*, 4° Edición ed. Madrid, España: Mundi-prensa, 2010.
- [13] S. Bennett, S. Kemp, and M. D. Hudson, "Stakeholder perceptions of Environmental Management Plans as an environmental protection tool for major developments in the UK," *Environmental Impact Assessment Review*, vol. 56, pp. 60-71, 2016/01/01/ 2016.
- [14] L. Tinker, D. Cobb, A. Bond, and M. Cashmore, "Impact mitigation in environmental impact assessment: paper promises or the basis of consent conditions?," *Impact Assessment and Project Appraisal*, vol. 23, no. 4, pp. 265-280, 2005/12/01 2005.
- [15] MAE, "Términos de Referencia Estándar para Estudio de Impacto Ambiental: Otros Sectores," in "Subsecretaría de Calidad Ambiental-SCA," Ministerio del ambiente, Quito, Ecuador 2019.
- [16] *Decreto Presidencial No.752. Expídese el Reglamento al Código Orgánico del Ambiente*, P. C. d. I. República, 2019.
- [17] INEC. (2012). *Información Ambiental en Hogares Junio 2012*. Available: https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Encuestas_Ambientales/Ambientales2012junio/Presentacio_Junio%202012.pdf
- [18] D. Manco-Silva, J. Guerrero-Eraza, and T. Morales-Pinzón, "Estimación de la demanda de agua en centros educativos: caso de estudio Facultad de Ciencias Ambientales de la Universidad Tecnológica de Pereira, Colombia," *Revista Luna Azul*, no. 44, pp. 153-164, 2017.
- [19] E. Puolanne and P. Ertbjerg, "The Slaughter Process," in *Meat Inspection and Control in the Slaughterhouse*, J. L. T. Ninios, H. Korkeala and M. Fredriksson Ahomaa, Ed., 2014, pp. 29-45.
- [20] A. L. Singh, S. Jamal, S. A. Baba, and M. M. Islam, "Environmental and health impacts from slaughter houses located on the city outskirts: a case study," *Journal of Environmental Protection*, vol. 5, no. 06, p. 566, 2014.
- [21] A. Casp and R. Lopez, "Aguas residuales," in *Tecnología de mataderos*-Madrid, España: Mundi-Prensa, 2004.
- [22] C. Zweifel and R. Stephan, "Microbial Contamination During Slaughter," in *Meat Inspection and Control in the Slaughterhouse*, J. L. T. Ninios, H. Korkeala and M. Fredriksson Ahomaa, Ed., 2014, pp. 423-438.
- [23] I. Djekic, "Environmental Impact of Meat Industry – Current Status and Future Perspectives," *Procedia Food Science*, vol. 5, pp. 61-64, 2015/01/01/ 2015.
- [24] K. Diéguez-Santana, L. E. Arteaga-Pérez, Y. Casas Ledon, and I. L. Rodríguez Rico, "Análisis de ciclo de vida y caracterización ambiental en una industria alimenticia," *Revista Centro Azúcar*, vol. 40, no. 52-58, 2013.
- [25] K. Diéguez-Santana, Y. Casas-Ledón, J. A. Loureiro Salabarría, A. Pérez-Martínez, and L. E. Arteaga-Pérez, "A life cycle assessment of bread production: A Cuban case study " in *Journal of Environmental Accounting and Management*, ed, 2019.
- [26] M. Ríos and L. Ramírez H., "Aprovechamiento del contenido ruminal bovino para ceba cunicola, como estrategia para diezmar la contaminación generada por el matadero en San Alberto," *Revista Prospectiva*, vol. 10, no. 2, pp. 56-63, 2012.
- [27] KEBS, "Basic requirements for a slaughter house - Specification," Kenya Bureau of Standards, Nairobi, Kenya 2017, Available: https://members.wto.org/crnattachments/2018/TBT/KEN/18_0595_00_e.pdf.
- [28] D. Caiza, A. Chimbo, L. B. Sarduy-Pereira, W. E. Pisco, and K. Diéguez-Santana, "Propuesta de producción más limpia en el proceso de elaboración de abonos orgánicos con desechos del camal, realizado en el relleno sanitario del cantón Baños de Agua Santa, provincia de Tungurahua," *Revista Observatorio de la Economía Latinoamericana*, vol. junio, 2018.