

CAPÍTULO I
REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

A continuación, se describen algunos términos y definiciones que se utilizaron durante el desarrollo del presente trabajo de investigación:

1.1 MARCO HISTÓRICO

1.1.1 Antecedentes

Actualmente existe una variedad mucho más amplia de sustancias contaminantes que enturbian las fuentes mundiales de suministro de agua. Durante la mayor parte de la historia de la humanidad, la contaminación acuática ha sido principalmente biológica, ocasionada sobre todo por los desechos humanos y animales. Sin embargo, la industrialización introdujo un número incontable de sustancias químicas en las aguas del planeta, agravando así los problemas de la contaminación por vertimientos de líquidos y sólidos de las industrias, fábricas, etc. (Gutiérrez, 2015)

El Matadero Municipal de la Ciudad de Tarija es el mayor contaminante de la quebrada Cabeza de Toro, la cual posteriormente a 3.177 m desemboca en el río Guadalquivir; por los estudios que realizó la contraloría, diversos tesis de la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho pudieron evidenciar que las aguas residuales industriales que genera el Matadero Municipal están muy por encima de los parámetros máximos que exige el Reglamento Ambiental del Sector Industrial Manufacturero (RASIM) en su Anexo 13-C, del 27 de abril de 1.992 (Cutipa León, 2019).

Según Cutipa León, 2019, el mayor contaminante industrial de Tarija es el Matadero Municipal, descargando sus efluentes, en un principio, a la quebrada Cabeza de Toro (aprox. 370 m) y posteriormente desemboca al río Guadalquivir (aprox. 3.177 m). Ante la gran falta de información que se tiene de la calidad del efluente de las aguas residuales industriales generadas en el Matadero Municipal de Tarija y la indecisión que se tiene para la elección de una tecnología adecuada para el diseño de una planta de tratamiento. (Cutipa León, 2019)

Según los datos obtenidos en el Centro de Análisis Investigación y Desarrollo (CEANID), en la ciudad de Tarija, se verificó que sobrepasan los límites permisibles establecidos por el Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica (RMCH) el cual

indica que los diferentes puntos ubicados presentan un alto valor de contaminación, (Castro J, 2.018)

Castro J, 2.018, una vez que obtuvo las muestras, las cuales fueron tabuladas con los datos de las tres fechas del mes de octubre del 2.016, en el cual se puede evidenciar que la Quebrada Cabeza de Toro está siendo contaminada por el efluente del Matadero Frigorífico Municipal de Tarija con 989mg/ℓ, de DBO₅, 510mg/ℓ de sólidos suspendidos y 1.920 mg/ℓ de sólidos totales en fecha 04/10/16, en fecha 14/10/16 se obtuvo 2.842 mg/ℓ de DBO₅, 1.370 mg/ℓ de sólidos suspendidos y 2.360 mg/ℓ de sólidos totales; y 2.224 mg/ℓ, de DBO₅, 1.370 mg/ℓ de sólidos suspendidos y 2.660 de sólidos totales en fecha 18/10/16. (Castro J, 2018)

La quebrada Cabeza de Toro sufre una alta contaminación consecuencia de las aguas servidas que llegan desde el Matadero Municipal y la curtiembre San Juan. Este riachuelo con su recurso hídrico, que a simple vista se puede observar los residuos y la contaminación que transporta, desemboca al río Guadalquivir lo que afecta a la salud del principal afluente de la capital del departamento. (Suárez, 2016).

El mayor matadero de Europa que está ubicado en la localidad oscense de Binefar, tiene una capacidad de sacrificar y procesar más de 30.000 cerdos cada día, una infraestructura de este tipo tiene sin duda un importante impacto medioambiental, los 30 millares de animales que cada día entran y salen del complejo, requiere el tránsito de 150 camiones de transporte cada jornada, esto junto con la propia actividad del matadero produce la emisión de nada menos que 126Tn de CO₂ y 1,3 millones de metros cúbicos de basura altamente contaminante al año, otro de los grandes recursos que el matadero absorbe en grandes cantidades es el agua, la fuente es un pantano, de este embalse el matadero requiere 6millones de litros diarios, lo que es equivalente al gasto diario de 43.000 hogares (El plural.com).

1.1.2 Matadero Municipal

El equipo de prensa del diario “El Periódico” se trasladó ayer hasta las inmediaciones del Matadero Municipal, a la altura de la zona El Portillo, con el objetivo de conocer a qué lugar van a parar las aguas servidas de este centro de faena. (Suárez, 2016)

En la parte posterior al Matadero se puede evidenciar una fosa séptica, donde van a parar las aguas contaminadas de olor nauseabundo, de color marrón combinado con sangre, mezclados con restos de excremento de los animales, y algunos sobrantes de grasas del ganado faenado en el lugar. (Suárez, 2016)

La fosa se encuentra sobresaturada de heces fecales, entre otras sustancias, por lo que se vuelve difícil percibir todos los cuerpos contaminantes del agua. El líquido llega hasta otra misma fosa más grande unos metros más allá. (Suárez, 2016)

En ese pozo también se constata la presencia de excrementos, el agua levanta espuma a sus alrededores y se penetra por la tierra. El olor fétido de este lugar atrae a las aves carroñeras que compiten por el alimento con los perros de las zonas aledañas, mismos que se tornan agresivos cuando se percatan de la presencia de las personas. (Suárez, 2016)

Aproximadamente a unos 100m más abajo del Matadero, pasando el camino de tierra, el agua vuelve a salir en un pequeño riachuelo, mantiene su olor pestilente, en cada recodo aún se ven restos de excremento, además de una espuma blanca generada por el líquido contaminado. (Suárez, 2016)

El responsable del Matadero Municipal, informó que se viene trabajando un plan de mitigación para disminuir la contaminación ambiental existente y enfatizó que se encuentran en la primera fase de ejecución que es para el aprovechamiento de los residuos sólidos. (Suárez, 2016)

Señaló, además, que construir una cámara séptica significa seguir contaminando las aguas subterráneas, entonces la idea es construir una planta de tratamiento y recuperar el agua para riego de cultivos, esto se viene coordinando con la Alcaldía. Recién se está

haciendo el perfil del proyecto, conjuntamente con el secretario de Medio Ambiente y se estima que va a demorar por lo menos un año. (Suárez, 2016)

Existe el argumento de que en gestiones anteriores se contaminaba más la quebrada antes mencionada y que la contaminación y el impacto actual son inferiores. Por su parte, el director de Gestión Ambiental de la Gobernación, dependiente de la Secretaría de Medio Ambiente de la Gobernación, explicó de forma escueta que la problemática por la que atraviesa este arroyo es netamente de competencia municipal, por lo que debería actuar de oficio en solucionar este problema ambiental. (Suárez, 2016)

1.1.3 Funcionamiento del Matadero Municipal

Esta planta de faenado, entró en funcionamiento el 19 de julio de 1.984, contando a la fecha con 37 años dedicada a la provisión de carne fresca de ganado bovino y porcino a la ciudad de Tarija, ganado que se procede en la totalidad de las provincias del departamento.

La administración de la planta se encuentra a cargo de la Empresa Municipal del Matadero Frigorífico de Tarija. instancia que ha sido creada como entidad descentralizada de carácter municipal y de servicio público, con personería jurídica y patrimonio propio, mediante Ordenanza Municipal N° 80/97 de fecha 8 de agosto de 1.997.

1.2 MARCO TEÓRICO

1.2.1 Aguas Residuales (AR)

Las aguas residuales generadas en los mataderos poseen una elevada carga contaminante, teniendo además de un alto contenido en materia orgánica, un porcentaje importante de grasas que hacen que sean difíciles de tratar. Constituyen por tanto un importante problema para este tipo de industrias. Existen numerosos focos de contaminación en un matadero (Alvarez Calvache, 2010).

1.2.2 Gestión de Aguas Residuales

La gestión de las aguas residuales debería ser considerada como una operación integrada dentro del proceso productivo, lo que va implicar analizar y plantear medidas preventivas antes de tener que adoptar medidas correctoras. Es decir, se deberá revisar el uso eficiente del agua, con el fin de minimizar los vertidos en cada operación para lo cual es necesario un conocimiento profundo de la tecnología del proceso llevado a cabo (López Vásquez, 2004).

1.2.3 Composición de Aguas Residuales

La composición de las aguas residuales de los mataderos, al igual que su caudal, varía en el tiempo, dependiendo de las operaciones que se estén llevando a cabo: Sacrificio de ganado o limpieza general de las instalaciones; las aguas residuales del sacrificio y tratamiento de vísceras presentan cargas orgánicas elevadas, mayor turbidez y color, en tanto que las aguas residuales de lavado tienen una menor carga pero son de mayor caudal (Alvarez Calvache, 2010).

El volumen de los vertimientos líquidos es un reflejo del consumo de agua: Se estima que entre el 80% y el 95% del agua consumida se convierte en aguas residuales (Castro de Doens, 2005).

Las aguas residuales de los mataderos constituyen un importante problema, existiendo numerosos puntos en el proceso de sacrificio como focos importantes de contaminación. Por un lado, el sangrado de los animales va a verter al agua una elevada carga orgánica, el escaldado aporta una gran cantidad de grasas y proteínas que están disueltas en el agua, la tripería constituye un foco importante de contaminación proveniente sobre todo de la limpieza de estómagos e intestinos (Alvarez Calvache, 2010).

1.2.4 Evaluación de Impactos Ambientales (EIA)

Todas las organizaciones, como consecuencia de su actividad, repercuten sobre el medio ambiente, generando, en mayor o menor medida, un impacto ambiental. La implantación de un sistema de gestión ambiental permite a la organización identificar

aquellos aspectos ambientales derivados de su actividad que puedan tener un impacto sobre el medio ambiente y, en consecuencia, establecer las acciones pertinentes para actuar sobre ellos y minimizar su impacto. Se puede decir que, los aspectos ambientales, son aquellas partes resultantes de una actividad, producto o servicio, que pueden repercutir sobre las condiciones naturales del medio ambiente, dando lugar a alteraciones o modificaciones específicas (impacto ambiental) (Ihobe, 2009).

1.2.5 El Impacto Ambiental (IA)

Puede ser definido (Sanz, 1991) como la alteración producida en el medio natural donde el hombre desarrolla su vida, ocasionada por un proyecto o actividad dados.

El IA tiene una clara connotación de origen humano, dado que son las actividades, proyectos y planes desarrollados por el hombre los que inducen las alteraciones mencionadas, las cuales pueden ser o bien positivo, cuando impliquen mejoramiento de la calidad ambiental, o bien negativas cuando ocurra la situación contraria (León Peláez, 2021).

El impacto de un proyecto sobre el medio ambiente es la diferencia existente entre la situación del medio ambiente futuro modificado (proyecto ejecutado), y la situación del medio ambiente futuro tal y como éste habría evolucionado sin la realización del mismo, lo cual se conoce como alteración neta (Conesa Fernández, 2013).

El proceso de análisis encaminado a predecir los impactos ambientales que un proyecto o actividad dados producen por su ejecución es conocido como Evaluación del Impacto Ambiental (EIA); dicho análisis permite determinar su aceptación, modificaciones necesarias o rechazo por parte de las entidades que tengan a su cargo la aprobación del mismo (León Peláez, 2021).

La Evaluación del Impacto Ambiental (EIA) nace como una herramienta de protección ambiental que, apoyada por la institucionalidad acorde a las necesidades de los distintos países, fortalece la toma de decisiones a nivel de políticas, planes, programas y proyectos, incorporando nuevas variables para considerar en el desarrollo de los proyectos de inversión; surge además como una herramienta preventiva, buscando la

forma de evitar o minimizar los efectos ambientales producto de cualquier actividad humana, sobre el medio natural y sobre las personas (De la Maza, 2021).

Estas evaluaciones pretenden, como principio, establecer un equilibrio entre el desarrollo de la actividad humana y el Medio Ambiente, sin pretender llegar a ser una figura negativa u obstruccionista, ni un freno al desarrollo, sino un instrumento operativo para impedir sobreexplotaciones del medio natural y un freno al desarrollismo negativo y anárquico. Cada proyecto, obra o actividad ocasionará sobre el entorno en el que se ubique una perturbación, la cual deberá ser minimizada con base a los estudios de impacto ambiental (Conesa Fernández, 2013).

1.2.6 Importancia del Oxígeno Disuelto

El oxígeno se convierte en un elemento clave para el proceso de autodepuración, la literatura evidencia que “una evaluación cuantitativa del contenido de oxígeno en un curso de agua es sinónimo de una descripción completa de la evaluación de su proceso de autodepuración” (Molero & Saez, 2011), establecen por medio de un balance en el cual implica un aporte dado por actividades de re-aireación, la cual se define por la incorporación de oxígeno de la atmosfera a la corriente del río (Salles & Bredeweg, 2016) y la fotosíntesis; y disminución por la respiración y la biodegradación, el análisis se realiza a través de las velocidades de consumo y de producción en donde un exceso en el consumo trae consigo una disminución en la vida de los organismos. (Molero & Saez, 2011).

Esta propiedad se ve afectado por múltiples factores, debido a que este presenta una alta sensibilidad gracias a la baja solubilidad en el agua, por ejemplo, la temperatura y las sales, influyen en dicha solubilidad.

La presencia de detergentes e hidrocarburos impiden la absorción del oxígeno en el líquido impidiendo la entrada de luz y la función clorofílica. Además, la existencia de concentraciones de materiales tóxicos ocasiona muerte de especies, la disminución de la fotosíntesis y afectaciones en el pH del agua. (Molero & Saez, 2011).

1.2.7 Oxígeno Disuelto (OD)

En un cuerpo de agua se produce y a la vez se consume oxígeno. La producción de oxígeno está relacionada con la fotosíntesis, mientras el consumo dependerá de la respiración, descomposición de sustancias orgánicas y otras reacciones químicas. También puede intercambiarse oxígeno con la atmósfera por difusión o mezcla turbulenta.

Tabla 1

Saturación de Oxígeno Disuelto con Relación a la Temperatura

Temperatura (°C)	Oxígeno Disuelto mg/ℓ	Temperatura (°C)	Oxígeno Disuelto mg/ℓ
0	14,16	17	9,37
1	13,77	18	9,18
2	13,40	19	9,01
3	13,05	20	8,84
4	12,70	21	8,68
5	12,37	22	8,53
6	12,06	23	8,38
7	11,76	24	8,25
8	11,47	25	8,11
9	11,19	26	7,99
10	10,92	27	7,86
11	10,67	28	7,75
12	10,43	29	7,64
13	10,20	30	7,53
14	9,98	31	7,42
15	9,76	32	7,32
16	9,56		

Fuente: (Bain & Stevenson, 1999)

La concentración total de Oxígeno Disuelto [OD] dependerá del balance entre todos estos fenómenos. Si es consumido más oxígeno que el que se produce y capta en el

sistema, el tenor de O_2 caerá, pudiendo alcanzar niveles por debajo de los necesarios para la vida de muchos organismos. Durante el día suelen encontrarse concentraciones mayores de OD cuando la fotosíntesis llega a sus mayores niveles luego del mediodía, mientras más bajas se registran durante la noche, así mismo es posible observar variaciones estacionales, así mismo el [OD] será dependiente de la temperatura. El OD se puede expresar en miligramos por litro (mg/ℓ) o en porcentaje de saturación (%). La primera de las opciones expresa directamente la masa de oxígeno por litro de agua, mientras la segunda se expresa como el porcentaje de la concentración de saturación para determinada temperatura como indica la tabla 1 (Nanopdf, 2021).

1.2.8 Demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅)

En fuentes de conocimiento general, se define la DBO₅ como: Siglas de demanda biológica de oxígeno. Es la cantidad de oxígeno necesaria para que un determinado microorganismo pueda oxidar la materia orgánica del agua. Se aplica para determinar el grado de contaminación de las aguas, o de descontaminación de las aguas residuales. Cuanto mayor sea la contaminación, mayor será la DBO₅.

1.2.9 DBO₅ y DQO

La DBO₅, Demanda Biológica de Oxígeno y la DQO, Demanda Química de Oxígeno son unos de los parámetros más importantes en la caracterización (medición del grado de contaminación) de las aguas residuales. (Induanalisis, 2021).

La DBO₅ es la demanda bioquímica de oxígeno que tiene un agua. Es la cantidad de oxígeno que los microorganismos, especialmente bacterias (aeróbicas o anaeróbicas), hongos y plancton, consumen durante la degradación de las sustancias orgánicas contenidas en la muestra. Se utiliza para medir el grado de contaminación. La DBO₅ es un proceso biológico y por lo tanto es delicado y requiere mucho tiempo. Como el proceso de descomposición depende de la temperatura, se realiza a 20°C durante 5 días de manera estándar, denominándose DBO₅ (Induanalisis, 2021). Con carácter general, cuanta más contaminación, más DBO₅.

Por otra parte, la DQO es la demanda química de oxígeno del agua. Es la cantidad de oxígeno necesaria para oxidar la materia orgánica por medios químicos y convertirla en CO_2 y H_2O . Cuanto mayor es la DQO, más contaminada está el agua. La DQO es una prueba que solo toma alrededor de tres horas, por lo que los resultados se pueden tener en mucho menor tiempo que lo que requiere una prueba de DBO_5 . La DQO en aguas industriales puede situarse entre 50 y 2.000 mgO_2/ℓ , aunque puede llegar a 5.000 según el tipo de industria (Induanalisis, 2021).

La diferencia principal entre la DBO_5 y la DQO es que la segunda engloba la primera, e incluye más cosas. En la DBO_5 sólo se detecta el material orgánico degradado biológicamente o que es biodegradable, mientras que en la DQO se busca la oxidación completa de la muestra, de manera que todo el material orgánico, biodegradable y no biodegradable, es químicamente oxidado. Para una muestra dada de agua, el valor de DQO siempre ha de ser mayor que el de DBO_5 .

DBO_5 y DQO están relacionadas y mantienen su relación para cada tipo de agua. La relación entre ellas no es igual para diferentes tipos de agua, pero aguas industriales del mismo tipo tienen parecida relación DBO_5/DQO (Induanalisis, 2021).

1.2.10 Potencial de Hidrogeno (pH)

El pH es una de las pruebas más comunes para conocer parte de la calidad del agua, el pH indica la acidez o alcalinidad, es una medida de la actividad del potencial de iones de hidrogeno, sus mediciones se ejecutan en una escala de 0 a 14, con 7,0 considerado neutro. Las soluciones con un pH inferior a 7,0 se consideran ácidos. Las soluciones con un pH por encima de 7,0 hasta 14,0 se consideran bases o alcalinos (Carvajal, 1997).

Las mediciones precisas de pH y conductividad son importantes para determinar el estado del efluente, para controlar la dosificación de los productos químicos en la neutralización y otros pasos en el tratamiento químico, así como también para hacer un seguimiento de la calidad de la descarga final. Los sensores de O_2 disuelto garantizan

la medida fiable de la concentración en el tratamiento biológico de las aguas residuales industriales incluso en condiciones extremas (Mettler Toledo, 2021).

1.2.11 Temperatura (T)

La temperatura es una magnitud referida a las nociones comunes de calor o frío, por lo general un objeto más “caliente” tendrá una temperatura mayor. Físicamente es una magnitud escalar dada por una función creciente del grado de agitación de las partículas de los materiales. A mayor agitación, mayor temperatura. Así, en la escala microscópica, la temperatura se define como el promedio de la energía de los movimientos de una partícula individual por grado de libertad (Krane, 2002).

1.2.12 Problemas de contaminación en Mataderos

En el sector industrial de los alimentos, la actividad de los frigoríficos es la que mayores impactos ambientales registra, por la alta carga orgánica descargada principalmente a los cuerpos de agua (Ramírez, 2004).

El sacrificio de ganado genera una gran cantidad de residuos sólidos, líquidos y gaseosos que en la gran mayoría de los mataderos son vertidos directamente a los sistemas de alcantarillado en las grandes ciudades, o a los ductos o cauces abiertos en los pequeños municipios. Estos residuos generan situaciones graves de contaminación como los que se citan a continuación (Ramírez, 2004).

Los principales riesgos asociados a la actividad de mataderos, derivan de un inadecuado manejo de sus efluentes líquidos, los mismos que por su procedencia se caracterizan por tener una alta concentración de materia orgánica, la cual al ser descargada en un cuerpo hídrico provoca serios problemas que se manifiestan en ausencia de oxígeno disuelto en las aguas, lo cual además de matar animales causa malos olores, derivando en la presencia de vectores y por ende el atentado contra la salud de las personas que viven cerca de dicho lugar (Ruiz López, 2018).

1.2.13 Residuos Sólidos (RS)

En el caso del matadero municipal, los residuos de desecho producto del beneficio o sacrificio de un animal, se considera: Al contenido ruminal, astas, pedazos de tripas,

grasas, coágulos, restos de menudencias también los restos del pelado de los chanchos, después de la sangría, el animal es descuerado, proceso en el que generan los siguientes residuos sólidos: Pezuñas huesos y cuernos. Finalmente, en el proceso de evisceración es donde se genera la mayor cantidad de residuos sólidos. El principal residuo sólido producido en este proceso es el contenido de los estómagos de ganado, junto con la sangre producto de la sangría, es la materia causante de la mayor contaminación se pudo observar que no es aprovechado para su transformación, igual ocurre con el agua utilizado para el baño final de los canales (las dos piezas de la res) para su posterior oreo.

1.2.14 Residuos líquidos

Cada animal para su beneficio requiere aproximadamente 500ℓ de agua para ser utilizado en este proceso, este líquido es utilizado para el lavado de las menudencias, junto con ello también es vertido la sangre producto de la sangría, que no es aprovechado para su transformación, lavado final de los canales (las dos piezas de la res) para su posterior oreo, podemos también considerar como residuo líquido al contenido gastrointestinal (intestino delgado y grueso) cuyo proceso de higienización requiere el agua y finalmente el agua es utilizado para el aseo de las instalaciones después de cada rutina de trabajo. Todos estos residuos son vertidos a un solo desagüe que conecta a la fosa séptica y luego recibe esa descarga el cuerpo receptor que es la quebrada Cabeza de Toro.

Debemos indicar que al desaguar todos estos líquidos sin tratamiento provocan en el trayecto del desagüe la putrefacción de estos residuos orgánicos, causando molestias a la población y emanando olores y gases, emanando al ambiente (Schiffman, y otros, 2000).

1.2.15 Residuos gaseosos (emisiones)

En el caso del Matadero Frigorífico Municipal de Tarija, al no ser transformado los residuos sólidos y los residuos líquidos con tratamiento adecuado, sufren un proceso de descomposición y su posterior putrefacción, emitiendo al ambiente olores fuertes y

causando impactos a la comunidad, atrayendo vectores como insectos, provocando un nivel de vida insalubre a la población que reside cerca al matadero municipal.

1.2.16 Clasificación de mataderos

El Servicio Nacional de Sanidad Agropecuaria e Inocuidad Alimentaria (SENASAG) a través de la resolución administrativa N° 087/2001, artículo tercero, realiza una primera clasificación de los mataderos destinados al faenado de animales de abasto, desposte de carne y procesamiento de subproductos comestibles. Distinguiéndose cuatro categorías en función a los requisitos especificados en el título VI, capítulo 1 (SENASAG, 2001).

En el siguiente cuadro se describen las características de las cuatro categorías:

Cuadro 1

Clasificación de mataderos de carne según SENASAG

GRUPO	CARACTERÍSTICAS
Mataderos de primera categoría	Están habilitados para establecer carne y subproductos comestibles en el comercio internacional y en cualquier centro de consumo en territorio nacional.
Mataderos de segunda categoría	Están habilitados para establecer carne y subproductos comestibles en cualquier centro de consumo en territorio nacional.
Mataderos de tercera categoría	Están habilitados para establecer carne y subproductos comestibles solamente en el municipio en el que se ubican, y cuya población no supere los 250.000 habitantes.
Mataderos de cuarta categoría	Están habilitados para establecer carne y subproductos comestibles solamente en el municipio en el que se ubican, y cuya población no supere los 60.000 habitantes. Estos mataderos no podrán beneficiar más de quince animales por día.

Fuente: (SENASAG, 2001)

La resolución administrativa del SENASAG 087/2.001, establece que los mataderos de primera, segunda y tercera categoría deben tener cámaras frigoríficas con una capacidad equivalente al faeno diario y si se faena en el centro de producción, la carne debe ser transportada en cámaras de frío y llegar refrigerada a los centros de consumo.

El Matadero Frigorífico Municipal de Tarija se encuentra en la tercera categoría que su función sería el faeneo a nivel Cercado.

1.2.17 Productores de olores

El mayor contaminante del camal, es la sangre, este residuo no es aprovechado y es evacuado al exterior siendo fuente del proceso de putrefacción, al igual la mezcla de restos de bazofia, contenido intestinal, su potencial contaminante aumenta más. Otro factor son las heces producido por los animales en estado de ayuno, los cuales también aportan al ambiente olores por la acumulación de estos residuos (Schiffman, y otros, 2000).

Aunque los olores se consideran generalmente un problema local, en realidad pueden representar el factor ambiental cotidiano más problemático para los mataderos y las instalaciones de subproductos animales y, por lo tanto, es necesario controlarlos (Ruiz López, 2018).

- **La sangre**

La sangre tiene la DQO más alta de todos los líquidos residuales procedentes tanto de mataderos de ganado como de aves, y su recolección, almacenamiento, manipulación y transformación es un problema clave para la gestión y el control ambiental (Induanalisis, 2021). Además, la sangre tiene una alta demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅) que está en el rango de 150.000 a 200.000 mg O₂ /ℓ (Induanalisis, 2021).

La sangre animal es el primer subproducto que se obtiene en el proceso de sacrificio y su rendimiento es del 4% sobre el peso vivo del animal en bovinos y en la mayoría de los casos se desecha o se subutiliza (Falla Cabrera, 2021).

Los efluentes constituyen una de las más serias causas de contaminación ambiental, malos olores y daños a la salud en la mayoría de países en desarrollo. La sangre es el desecho líquido de mayor impacto por su alto valor contaminante. Las concentraciones que aporta cada litro de sangre en términos de DBO₅ son de 150.000 – 200.000 mg/ℓ. (Alvarez Calvache, 2010).

- **El estiércol**

Es la segunda fuente más importante de contaminación del proceso de matanza. Este puede contribuir sustancialmente a la carga orgánica en el efluente si no es manejado correctamente (Alvarez Calvache, 2010).

1.2.18 Generación de olores de los biosólidos

Un aspecto interesante de los biosólidos es que constituyen una fuente abundante de alimento para los microorganismos, que incluyen aminoácidos, proteínas y carbohidratos. Estos microorganismos en los biosólidos degradan estas fuentes de energía y se forman compuestos olorosos. Las formas orgánicas e inorgánicas del azufre, los mercaptanos, el amoníaco, las aminas y los ácidos grasos orgánicos se conocen como los compuestos causantes de los olores más desagradables asociados con la producción de biosólidos. Estos compuestos son liberados de los biosólidos, típicamente por el calor, la aireación y la digestión. Los olores varían según sea el tipo de sólidos residuales procesados y el método de proceso (Amador Díaz, 2015).

1.2.19 Evaluación físico-química de la calidad del agua

La determinación de la calidad del agua es realizada mediante una serie de análisis basados en métodos físico-químicos y biológicos. Los métodos físico-químicos permiten obtener información del estado de las muestras en el instante mismo en que fueron obtenidas pudiendo ser valores muy elevados o bajos (Seañez, 1999).

Los métodos biológicos se fundamentan en el estudio de plantas y animales acuáticos, los cuales reaccionan ante los cambios físico-químicos del medio en el que se desenvuelven. Por lo tanto, este método determina el grado de alteración biológica que sufrió el cuerpo de agua (Seañez, 1999).

Los análisis físico-químicos utilizan a ciertos parámetros para determinar la calidad de un cuerpo de agua. Los parámetros considerados dentro este estudio fueron: pH, temperatura, Oxígeno Disuelto (OD), Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅), Demanda Biológica de Oxígeno (DQO).

1.2.20 Clasificación de agua de acuerdo a su grado de contaminación

El agua puede ser clasificada según su grado de contaminación, una vez que se ha determinado su calidad, por medio de diversas metodologías. Estas metodologías, pueden estar basadas en variables biológicas cuya presencia o ausencia puede provocar alteraciones al medio acuático o basarse en parámetros físico-químicos y utilizar fórmulas o expresiones matemáticas que interpreten dichos cambios o alteraciones (Rivero, 1999).

La clasificación y evaluación de la contaminación de aguas en ríos por métodos físico-químicos, tiene como ventajas la determinación de la causa contaminante y permite realizar un seguimiento de control de calidad de las aguas a cambios temporales y espaciales (Rivero, 1999). Por otra parte, entre las principales desventajas podemos citar, a factores técnicos, económicos y al hecho de que estos métodos requieren de muestras recogidas instantáneamente, es decir, no detectan variaciones ni contaminaciones puntuales en el tiempo (Rivero, 1999).

Entre los métodos más utilizados para clasificar los cuerpos de agua, de acuerdo a su grado de contaminación, se puede mencionar: el índice de Prati, y en este estudio se utilizó el método de índice de Prati porque es el que más se aproxima a los datos reales en aguas residuales, no tiene mucho grado de error para realizar los cálculos.

1.2.21 Índice de Prati

El índice de Prati, es uno de los métodos más utilizados, ha sido adaptado para ser usado en nuestro medio en estudios anteriores de la Cuenca del río Rocha con buenos resultados, el cual considera cuatro parámetros para determinar el grado de calidad de las aguas. Por este motivo, además de ser muy práctico, este índice es muy aplicable y representativo para nuestra ciudad (Rivero, 1999). El índice Prati para la contaminación hídrica es expresado en la siguiente ecuación.

Cuadro 2

Ecuación del Índice de Prati

MÉTODO	Unidades	Ecuación
ÍNDICE DE PRATI	n: Número de Parámetros X: Unidad de Contaminación mg/l	$P = \frac{1}{n} * \sum (x_1 + x_2 + x_3)$

Fuente: (Rivero, 1999)

Los parámetros utilizados en la ecuación son: Oxígeno disuelto, DBO₅, pH, sus valores son transformados a unidades de contaminación mediante las ecuaciones presentadas en el cuadro 3.

A partir de los resultados obtenidos con las ecuaciones del índice de Prati, las aguas son clasificadas según:

Cuadro 3

Ecuaciones de transformación para obtener unidades de concentración

Parámetros	Rango de parámetros	Ecuación
Oxígeno Disuelto	Saturación 50-100% Saturación 100> %	X= 0,08* (100-Y) X= 0,08* (Y-100)
DBO ₅	mg/ℓ	$X = \frac{Y}{1,5}$
Ph	5 a 9	$x_{5-7} = 2(7 - y)$ $x_{7-9} = (7 - y)^2$

Fuente: (L. Prati, 1971).

El cuadro 3 presenta las ecuaciones con las que se obtienen las unidades de concentración, donde el Oxígeno Disuelto se transforma a porcentaje de saturación y el DBO₅ con el pH mantienen sus unidades, estas concentraciones son utilizadas para el

cálculo del índice de Prati que nos llevara a clasificar el grado de contaminación del agua.

Tabla 2

Clasificación del grado de contaminación del agua de acuerdo al Índice de Prati

RANGO	CONTAMINACIÓN DEL AGUA	COLOR DE CALIDAD
0 -1	No contaminada	Azul
1 – 2	Poco contaminada	Verde
2 – 4	Moderadamente contaminada	Amarillo
4 – 8	Contaminada	Naranja
8 – 16	Muy contaminada	Rojo
> 16	Altamente contaminada	Negro

Fuente: (Revista Boliviana de Ecología y Conservación Ambiental, 1998).

Un importante parámetro para la discusión de la calidad físico-química del agua, es el oxígeno disuelto. Una concentración alta es primordial para el desarrollo de la vida acuática: igualmente, este juega un rol importante en la autodepuración de los ríos. Teniendo en cuenta estas consideraciones, el investigador italiano Prati, desarrollo una fórmula para la variable de oxígeno y demanda bioquímica de oxígeno que, transformada, es usada para definir clases de calidad. Propuso en 1971 un índice para las aguas superficiales, también llamado implícita contaminación Índice de Prati, basado en los sistemas de clasificación de calidad del agua utilizada en varios países europeos y algunos estados de Estados unidos. Los investigadores observaron el índice como posible herramienta para hacer un inventario comparativo de la calidad del agua en diferentes regiones o países.

El índice de “Prati” permite trasladar información de concentración de las variables de mayor importancia en la valoración de contaminación orgánica de una corriente de agua a un índice que permite evaluar los grados de contaminación de fuentes de agua superficiales. Han sido diseñados y enfocados para la determinación específica de ciertas fuentes de contaminación, es así que el índice de Prati es empleado para la determinación del grado de contaminación orgánica en cuerpos de agua.

1.2.22 Matriz propuesta por Vicente Conesa Fernández – Vítora (1997)

El método permite la evaluación sistémica del pasivo ambiental identificado, mediante el análisis de las variables como: intensidad, extensión, momento, persistencia, reversibilidad, sinergia, acumulación, efecto, periodicidad y recuperabilidad; las cuales definirán el tipo de importancia que presentará el pasivo, pudiendo definirse en crítico, severo, moderado y compatible, a fin de plantear su respectiva solución.

- **Signo (+/ -)** El signo del impacto hace alusión al carácter beneficioso (+) o perjudicial (-) de las distintas acciones que van a actuar sobre los distintos factores considerados.
- **Intensidad (IN)** Este término se refiere al grado de incidencia de la acción sobre el factor, en el ámbito específico en el que actúa. El baremo de valoración estará comprendido entre 1 y 12, en el que 12 expresará una destrucción total del factor en el área en la que se produce el efecto y el 1 una afección mínima.
- **Extensión (EX)** Se refiere al área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno del Proyecto dividido el porcentaje del área, respecto al entorno, en que se manifiesta el efecto.
- **Momento (MO)** El plazo de manifestación del impacto alude al tiempo que transcurre entre la aparición de la acción (t_0) y el comienzo del efecto (t_j) sobre el factor del medio considerado.
- **Persistencia (PE)** Se refiere al tiempo que permanecería el efecto desde su aparición y a partir del cual el factor afectado retornaría a las condiciones iniciales previas a la acción por medios naturales o mediante la introducción de medidas correctoras.
- **Reversibilidad (RV)** Se refiere a la posibilidad de reconstrucción del factor afectado por el Proyecto, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la acción, por medios naturales, una vez que aquella deja de actuar sobre el medio.
- **Recuperabilidad (MC)** Se refiere a la posibilidad de reconstrucción, total o parcial, del factor afectado como consecuencia del Proyecto, es decir la

posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la actuación, por medio de la intervención humana (introducción de medidas correctoras).

- **Sinergia (SI)** Este atributo contempla el reforzamiento de dos o más efectos simples. El componente total de la manifestación de los efectos simples, provocados por acciones que actúan simultáneamente, es superior a la que habría de esperar de la manifestación de efectos cuando las acciones que las provocan actúan de manera independiente, no simultánea.
- **Acumulación (AC)** Este atributo da idea del incremento progresivo de la manifestación del efecto, cuando persiste de forma continuada o reiterada la acción que lo genera.
- **Efecto (EF)** Este atributo se refiere a la relación causa-efecto, o sea a la forma de manifestación del efecto sobre un factor, como consecuencia de una acción.
- **Periodicidad (PR)** La periodicidad se refiere a la regularidad de manifestación del efecto, bien sea de manera cíclica o recurrente (efecto periódico), de forma impredecible en el tiempo (efecto irregular), o constante en el tiempo (efecto continuo). (Fernandez-Vitora, 1997)

1.3 MARCO CONCEPTUAL

1.3.1 El medio ambiente

Puede definirse como el conjunto de sistemas naturales físicos y biológicos que rodean al ser humano y circunscriben la actividad económica que desarrolla. Por tanto, el medio ambiente puede considerarse sinónimo de entorno natural, y suma de entorno físico más entorno biológico. El medio ambiente consta de distintos subsistemas, tales como la flora, la fauna, el paisaje, el sustrato físico (suelo, agua, aire) e incluso el propio ser humano como ser vivo que habita e interacciona con el entorno natural. Aunque el desarrollo sostenible exige la implicación de toda la sociedad, la empresa desarrolla un papel especialmente relevante. Las causas de la incorporación de la dimensión medioambiental a la agenda de temas básicos para la dirección son variadas (Bansal & Roth, 2000).

1.3.2 Agua

Compuesto químico formado por la combinación de dos átomos de hidrogeno y uno de oxígeno. (NB 495). El agua como sustancia química está compuesta por Hidrogeno y Oxigeno, con la formula H_2O . Es una sustancia compuesta abundante en la tierra, existiendo en varios estados de la materia como distribuido en diferentes lugares del planeta, principalmente en los océanos y las capas polares, pero también en nubes, lluvia, ríos y arroyos (Villegas Nava, 2012).

1.3.3 Autodepuración

La autodepuración es un sistema que tiene lugar en las aguas naturales, y consiste en una serie de mecanismos de sedimentación de las partículas presentes en ellas y de procesos químicos y biológicos que producen la degradación de la materia orgánica existente para su conversión en materia inorgánica, que servirá como nutrientes a las algas; asiendo aumentar su actividad fotosintética y enriqueciendo de oxígeno el agua. Con ellos se elimina la materia extraña del agua y se restablece el equilibrio. (Hidrosfera, 2021).

1.3.4 Capacidad de autodepuración

La capacidad de autodepuración de un río dependerá de los siguientes tres aspectos: el caudal, que permitirá diluir el vertido y facilitar su posterior degradación, la turbulencia del agua, que aportará oxígeno diluido al medio, favoreciendo la actividad microbiana y, la naturaleza y tamaño del vertido que se haya producido a lo largo de su curso. (Monte Rojas, 2013).

1.3.5 Velocidad de Autodepuración

La velocidad de autodepuración depende de:

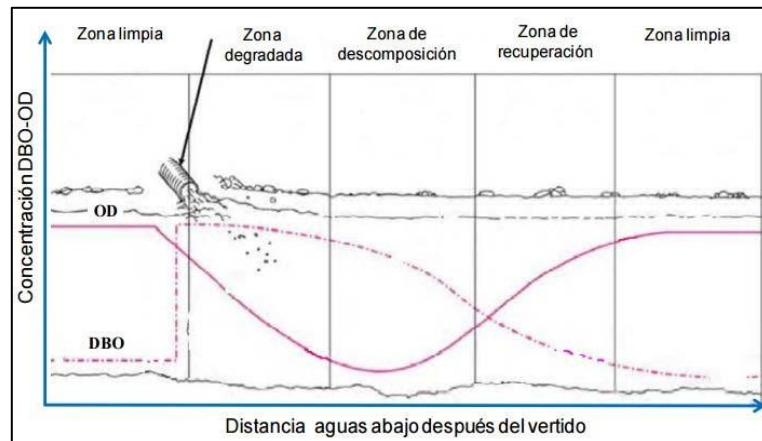
- **Movimiento del agua:** a mayor velocidad mayor autodepuración, ya que se oxigena más rápidamente.
- **Profundidad:** A más profundidad, menos autodepuración debido a la escasez del oxígeno disuelto vertical.

- **Superficie:** Cuando mayor sea la superficie, mayor será el contacto con el oxígeno del aire y será mayor la transferencia de masa aire/agua.
- Presencia o ausencia de compuestos tóxicos para los microorganismos.

1.3.6 Zonas de la autodepuración

- **Zona de degradación:** Se produce al incorporarse agua residual al río, dando lugar a la presencia principalmente de sólidos suspendidos, turbiedad, se incrementa la demanda bioquímica de oxígeno (DBO_5), comienza la biodegradación por parte de la flora microbiana y hay reducción de oxígeno; por lo que se altera el entorno ecológico de las formas de vidas más delicadas.
- **Zona de descomposición activa:** Aparecen aguas sucias, ennegrecidas, con espumas, y malolientes. Existe una descomposición anaerobia que provoca un desprendimiento de gases.
- **Zona de Recuperación:** Reaparecen los vegetales y el agua se clarifica. Todo ello debido a la presencia de oxígeno disuelto o procedente de la actividad fotosintética de los vegetales, que ayuda a degradar los compuestos contaminantes.
- **Zona de Aguas Limpias:** Se restauran las condiciones de oxígeno disuelto originales de la corriente, puede incluso ser cercana a la concentración de saturación. La flora y la fauna se desarrollan de forma normal (Monte Rojas, 2013)

Figura 1. Zonas de depuración de un río



Fuente: (Monte Rojas, 2013)

1.3.7 Aguas Residuales Municipales (ARM)

Se dominan aguas residuales municipales los residuos líquidos transportados por el alcantarillado de una ciudad o población y tratados en una planta de tratamiento municipal. (Villegas Nava, 2012).

1.3.8 Aguas Residuales Industriales (ARI)

Se consideran aguas residuales a los líquidos que han sido utilizados en las actividades diarias de una ciudad (domesticas, comerciales, industriales y de servicios) (Araujo, 2021).

1.3.9 Análisis Físico-Químico

Aplicación de métodos analíticos de laboratorio que permiten determinar las características físicas químicas del agua en forma cualitativa y cuantitativa incluyéndose las organolépticas como parte de las características físicas. (NB-496, 2005).

1.3.10 Aguas Residuales Crudas (ARC)

Aguas procedentes de usos domésticos, comerciales, agropecuarios y de procesos industriales, o una combinación de ellas, sin tratamiento posterior a su uso (RMCH, 1995).

1.3.11 Caudal

Cantidad de un fluido que pasa por un punto determinado en una unidad de tiempo; puede considerarse también como la cantidad de agua que sale de una fuente o vertedero (CAR, 2021).

1.3.12 Efluente Industrial

Aguas residuales crudas o tratadas provenientes de procesos industriales. (RMCH, 1995)

1.3.13 Efluente Contaminado

Toda descarga líquida que contenga cualquier forma de materia inorgánica y/u orgánica o energía, que no cumpla los límites establecidos en el presente reglamento (RMCH, 1995).

1.3.14 Color del Agua

El color, es uno de los parámetros organolépticos que indican la calidad del agua de consumo humano, está relacionado con las sustancias disueltas y las partículas en suspensión que contiene, la medición del color es importante para conocer el nivel de materia orgánica natural que hay en el agua, ya que su presencia es un factor de riesgo de generación de subproductos nocivos de la desinfección del agua (CAR, 2021).

1.3.15 Descarga

Vertido de aguas residuales crudas o tratadas en un cuerpo receptor. (RMCH, 1995)

1.3.16 Carcasa o Camal del animal

Es el producto resultado del proceso de faena, luego de la extracción de sangre, vísceras, cabeza (no en todas las especies), pelo o piel (según la especie) y otros tejidos. (SENASAG, 2001)

1.3.17 Frigorífico

Es el matadero que además cuenta con cámaras frías para la conservación de la carne, pudiendo o no contar con túneles y cámaras de congelamiento. (SENASAG, 2001).

1.3.18 Contaminación de la Carne

Presencia de cualquier material objetable, incluye sustancias y/o microorganismos que hacen que la carne fresca no sea segura para el consumo humano. (SENASAG, 2001)

1.3.19 Daño ambiental

“Es toda acción, omisión, comportamiento, acto, que altere, menoscabe, trastorne, disminuya o ponga en peligro inminente algún elemento constitutivo del concepto ambiente, o bien, cualquier menoscabo o vulneración de los bienes ambientales del paisaje como expresión figurada del ambiente y de la vida, salud y bienes de los seres humanos que se producen como consecuencia de toda contaminación que supere los límites de asimilación y de nocividad que pueda soportar cada uno de estos” (López, 2005).

1.3.20 Daños a la Salud Pública

Los vertidos de aguas residuales sin tratar a cauces públicos pueden fomentar la propagación de organismos patógenos para el ser humano (virus, bacterias, protozoos y helmintos). Entre las enfermedades que pueden propagarse a través de las aguas contaminadas por los vertidos de aguas residuales urbanas, destacan: el tifus, el cólera, la disentería y la hepatitis A. (ISSUU, 2021).

1.3.21 Limite Permisible (LP)

Concentración máxima o mínima permitida, según corresponda, de un elemento, compuesto o microorganismo en el agua, para preservar la salud y el bienestar humanos y el equilibrio ecológico, en concordancia con las clases establecidas. (RMCH, 1995)

1.3.22 Muestra

Es una porción de agua representativa que va a determinar una serie de características organolépticas, físico-químicas o microbiológicas más representativas de la fuente de la cual fue recolectada y la cual es analizada en laboratorio. (NB-496, 2005)

1.3.23 Muestreo

Acción que consiste en tomar muestras con el objeto de analizar sus propiedades y características. (NB-496, 2005)

1.3.24 Punto de Muestreo

Lugar físico de donde se extrae una muestra representativa, para su posterior caracterización físico-química, bacteriológica y/o radiológica (NB-496, 2005).

1.3.25 Emisiones Atmosféricas

Los mataderos tienen problemas serios de olores ofensivos, producto de la actividad bacteriana sobre la materia orgánica, en especial los asociados con la sangre. Además, los procesos de incineración de restos de animales enfermos y partes no aprovechables, producen malos olores y las emisiones gaseosas de chimeneas pueden causar contaminación atmosférica si no se toman en cuenta controles adecuados. (CAR, 2021).

1.3.26 Evaluación de impacto ambiental (EIA)

Una evaluación del impacto ambiental (EIA) se describe como una evaluación del impacto de las actividades planificadas en el medio ambiente, incluyendo los impactos en la biodiversidad, vegetación y ecología, agua, aire suelo y socioeconómicos.

1.4 MARCO LEGAL

La Reglamentación Ambiental vigente relacionada con los mataderos está constituida por las siguientes disposiciones legales:

1.4.1 Constitución Política del Estado (CPE)

Artículo 33.- Las personas tienen derecho a un medio ambiente saludable, protegido y equilibrado. El ejercicio de este derecho debe permitir a los individuos y colectividades de las presentes y futuras generaciones, además de otros seres vivos, desarrollándose de manera normal y permanente.

Artículo 34. Cualquier persona, a título individual o en representación de una colectividad, está facultada para ejercitar las acciones legales en defensa del derecho al medio ambiente, sin perjuicio de la obligación de las instituciones públicas de actuar de oficio frente a los atentados contra el medio ambiente.

Artículo 347. I. El estado y la sociedad promoverán la mitigación de los efectos nocivos al medio ambiente, y de los pasivos ambientales que afectan al país. Se declarará la responsabilidad por los daños ambientales históricos y la imprescriptibilidad de los delitos ambientales.

II. Quienes realicen actividades de impacto sobre el medio ambiente deberán, en todas las etapas de la producción, evitar, minimizar, mitigar, remediar, reparar y resarcir los daños que se ocasionen al medio ambiente y a la salud de las personas, y establecerán las medidas de seguridad necesarias para neutralizar los efectos posibles de los pasivos ambientales.

1.4.2 Ley de Medio Ambiente 1333 del 27 de abril de 1992

La Ley 1333 del Medio Ambiente fue promulgada el 27 de abril de 1992 y actualizada últimamente en año 2014, incluido sus seis reglamentos que son de carácter general relacionada con los mataderos. Es de carácter general y no enfatiza en ninguna actividad específica. La presente Ley tiene por objeto la protección y conservación del medio ambiente y los recursos naturales, regulando las acciones del hombre con relación a la naturaleza y promoviendo el desarrollo sostenible con la finalidad de mejorar la calidad de vida de la población actual y de las futuras generaciones”. Esta ley define el marco general de protección ambiental que rige en el país, fija los objetivos de la política ambiental (con carácter orientador), da el marco institucional y las competencias de las autoridades ambientales, e incorpora la planificación ambiental en la planificación del desarrollo nacional.

1.4.3 Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica (RMCH)

Artículo 1º La presente disposición legal reglamenta la Ley del Medio Ambiente N° 1333 del 27 de abril de 1.992 en lo referente a la prevención y control de la contaminación hídrica, en el marco del desarrollo sostenible.

Artículo 2º El presente reglamento se aplicará a toda persona natural o colectiva, pública o privada, cuyas actividades industriales, comerciales, agropecuarias, domésticas, recreativas y otras, puedan causar contaminación de cualquier recurso hídrico.

Artículo 4º La clasificación de los cuerpos de agua, según las clases señaladas en el cuadro N 1-Anexo A del presente reglamento, basada en su aptitud de uso y de acuerdo con las políticas ambientales del país en el marco del desarrollo sostenible, será determinada por el MDSMA.

Para ello, las instancias ambientales dependientes del prefecto deberán proponer una clasificación, adjuntando la documentación suficiente para comprobar la pertinencia de dicha clasificación. Esta documentación contendrá como mínimo; análisis de aguas del curso receptor a ser clasificado, que incluya al menos los parámetros básicos, fotografías que documenten el uso actual del cuerpo receptor, investigación de las condiciones de contaminación natural y actual por aguas residuales crudas o tratadas, condiciones biológicas, estudios de las fuentes contaminantes actuales y la probable evolución en el futuro en cuanto a la cantidad y calidad de las descargas.

Esta clasificación general de cuerpos de agua en relación con su aptitud de uso, obedece a los siguientes lineamientos:

- **CLASE A:** Aguas naturales de máxima calidad, que las habilita como agua potable para consumo humano sin ningún tratamiento previo, o con simple desinfección bacteriológica en los casos necesarios verificados por laboratorio.
- **CLASE B:** Aguas de utilidad general, que para consumo humano requieren tratamiento físico y desinfección bacteriológica.

- **CLASE C:** Aguas de utilidad general, que para ser habilitadas para consumo humano requieren tratamiento físico-químico completo y desinfección bacteriológica.
- **CLASE D:** Aguas de calidad mínima, que, para consumo humano en los casos extremos de necesidad pública, requieren un proceso inicial de pre sedimentación, pues pueden tener una elevada turbiedad por elevado contenido de sólidos en suspensión, y luego tratamiento físico químico completo y desinfección bacteriológica especial contra huevos y parásitos intestinales.

Cuadro 4

Clasificación de los cuerpos de agua según su aptitud de uso

	USOS	CLASE "A"	CLASE "B"	CLASE "C"	CLASE "D"
1	Para abastecimiento doméstico de aguas potable después de: a. Sólo una desinfección y ningún tratamiento b. Tratamiento solamente físico y desinfección c. Tratamiento físico-químico completo; coagulación, floculación, filtración y desinfección d) Almacenamiento prolongado o pre sedimentación; seguido de tratamiento, al igual que c)	SI No necesario No necesario No necesario	NO SI No necesario No necesario	NO NO SI No necesario	NO NO NO SI
2	Para recreación de contacto primario; natación, esquí, inmersión	SI	SI	SI	NO
3	Para protección de los recursos hidrobiológicos	SI	SI	SI	NO
4	Para riego de hortalizas consumidas crudas y fruta de cáscara delgada, que sean ingeridas crudas sin remoción de ella	SI	SI	NO	NO
5	Para abastecimiento industrial	SI	SI	SI	SI

6	Para la cría natural y/o intensiva (acuicultura) de especies destinadas a la alimentación humana	SI	SI	SI	NO
7	Para abrevadero de animales	NO (*)	SI	SI	NO
8	Para la navegación (***)	NO (**)	SI	SI	SI

(SI) Es aplicable, puede tener todos los usos indicados en las clases correspondientes

(*) No en represas usadas para abastecimiento de agua potable

(**) No a navegación a motor

(***) No aplicable a acuíferos

Cuadro 5

Valores máximos admisibles en cuerpos receptores.

Parámetros	Unidad	Clase "A"	Clase "B"	Clase "C"	Clase "D"
pH		6,0 a 8,5	6,0 a 9,0	6,0 a 9,0	6,0 a 9,0
DBO₅	mg/ℓ	<2	<5	<20	<30
DQO	mg/ℓ	<5	<10	<40	<60
Oxígeno Disuelto	mg/ℓ	>80 sat	<50	<100	<200

En caso de que la clasificación de un cuerpo de agua afecte la viabilidad económica de un establecimiento, el Representante Legal de este podrá apelar dicha clasificación ante la autoridad ambiental competente, previa presentación del respectivo análisis costo-beneficio.

Artículo 5º Los límites máximos de parámetro permitidos en cuerpo de agua que se puede utilizar como cuerpos receptores, son los indicados en Cuadro N°. A -1 del anexo A de este Reglamento.

Artículo 6º Se considera como PARAMETROS BASICOS, los siguientes: DBO₅; DQO; colifecales NMP; Oxígeno Disuelto; Arsénico Total; Cadmio; Cianuros; Cromos

Hexavalentes; Fosfato Total; Mercurio; Plomo; Aldrin; Clordano; Dieldrin, DDT; Endrin; Malation; Paration.

Artículo 7º En la clasificación de los cuerpos de agua se permitirá que hasta veinte de los parámetros especificados en los cuadros N°. A-1 superen los valores máximos admisibles indicados para la clase de agua que correspondan asignar al cuerpo, con las siguientes limitaciones:

1. Ninguno de los veinte parámetros puede pertenecer a los PARAMETROS BASICOS del Art. 6.
2. El exceso no debe superar el 50 % del valor máximo admisible del parámetro.

Artículo 13º (Producción más limpia). La industria será responsable de priorizar sus esfuerzos en la prevención de la generación de contaminantes a través de la aplicación continua de una estrategia ambiental preventiva e integral a procesos, productos y servicios, de manera que se aumente la eco-eficiencia y se reduzcan los riesgos para el ser humano y el medio ambiente.

Artículo 73º (Control priorizado). La industria priorizará en el control de sus descargas, los siguientes parámetros: Potencial de hidrógeno (pH), Demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅), Demanda química de oxígeno (DQO), Sólidos suspendidos totales (SST), Aceites y Grasas, Metales pesados y Conductividad. El control de estos parámetros se reflejará en los Planes de Manejo Ambiental, Informes Ambientales Anuales y renovación del formulario RAI.

Artículo 16º La autorización para descargar efluentes en cuerpos de agua, estará incluida en la DIA, en la DAA y el certificado de dispensación establecidos en el reglamento de Prevención y Control Ambiental.

Artículo 17.- La DIA y la DAA y el Certificado de Dispensación incluirán la obligación del REPRESENTANTE LEGAL de presentar semestralmente a la Autoridad Ambiental Competente un informe de caracterización de aguas residuales crudas o tratadas emitido por un laboratorio autorizado, y de enviar al mismo tiempo una copia de dicho informe al Organismo Sectorial Competente. El informe deberá

caracterizar aquellos parámetros para los que fija límites permisibles el Anexo A del presente Reglamento y que están directamente relacionados con la actividad y definidos por el Organismo Sectorial Competente en coordinación con el MDSMA.

Artículo 29° La tasas y tarifas por descarga de las aguas residuales crudas o tratadas a los colectores serán calculadas por los servicios de abastecimientos de agua potable y alcantarillado y las administraciones de parques industriales, en relación de volumen de agua, la DBO₅ y los sólidos suspendidos totales, tomando en cuenta las siguientes condiciones;

- a) Las aguas residuales tienen, como promedio, una DBO₅ de 250 mg/ℓ y los sólidos suspendidos totales una concentración de 200mg/ℓ las descargas de agua residual con concentraciones mayores a estas cifras, estarán sujetas a una tarifa adicional en relación a las cargas en toneladas por mes, tanto en DBO₅ como de sólidos suspendidos totales. Dichas tarifas serán calculadas por los servicios de abastecimientos de agua potable y alcantarillado correspondientes;
- b) Teniendo en cuenta que ciertos metales pueden degradar los fangos o lodos haciéndolos no aptos para el uso agrícola, los servicios de abastecimientos de agua potable y alcantarillado y las administraciones de parques industriales podrán imponer tasas adicionales o limitar las descargas de los siguientes elementos: As, Cd, Cr⁺⁶ y Cr⁺³, Pb, Hg, Ni y Zn. Las condiciones indicadas en los incisos precedentes, serán definidas en los procedimientos administrativos de los servicios de abastecimiento de agua potable y alcantarillado o las administraciones de parques industriales, y estipuladas en los contratos con las empresas.

Artículo 32° Los muestreos y análisis concernientes a las aguas residuales crudas o tratadas y a los subproductos que se generen durante el tratamiento de las mismas, deberán ser realizados por laboratorios autorizados.

Artículo 47° Todas las descargas de aguas residuales crudas o tratadas a ríos y arroyos, procedentes de usos domésticos, industriales, agrícolas, ganaderos o de cualquier otra actividad que contamine el agua, deberán ser tratadas previamente a su descarga, si

corresponde, para controlar la posibilidad de contaminación de los acuíferos por infiltración, teniendo en cuenta la posibilidad de que esos ríos y arroyos sirvan para usos recreacionales eventuales y otros que se pudieran dar a estas aguas. Para el efecto se deberá cumplir con lo siguiente:

- a) En caso de arroyos, dichas aguas residuales crudas o tratadas deberán satisfacer los límites permisibles establecidos en el presente reglamento para el cuerpo receptor respectivo.
- b) Toda descarga de aguas residuales a ríos, cuyas características no satisfagan los límites de calidad definidos para su clase, deberá ser tratada de forma que, una vez diluida, satisfaga lo indicado en el cuadro N° 1 del reglamento.
- c) Cuando varias industrias situadas a menos de 100m de distancia una del otro descargue sus aguas residuales a un mismo tramo de río, la capacidad de dilución será distribuido proporcionalmente al caudal de descarga individual, considerando el caudal mínimo del río y como esta descrito en el Art. 45 del presente reglamento.

1.4.4 Decreto Supremo 24716

Reglamento General de Gestión Ambiental y Prevención y Control Ambiental y Auditorías Ambientales del 8 de diciembre de 1995

Artículo 75° Se prohíbe la disposición final de residuos peligrosos, o de materiales que los contengan, en rellenos sanitarios y cualquier otro sitio destinado a residuos sólidos.

Artículo 99° Los residuos de mataderos deberán ser depositados en contenedores que impidan la dispersión y el derrame de su contenido, que tengan la resistencia mecánica para el uso a que estarán destinados, y que lleven una inscripción claramente reconocible alusiva a su uso.

Artículo 101° El almacenamiento de los residuos hospitalarios peligrosos, de mataderos y animales muertos, no deberá exceder las 24h

Artículo 106° La disposición final de los residuos hospitalarios peligrosos, de mataderos y animales muertos, únicamente podrá realizarse en los sitios que cumplan

con lo establecido en el Título IV, Capítulo IX, exceptuando el Art. 75 de este Reglamento, en celdas construidas exclusivamente con esta finalidad, que además cuenten con la señalización correspondiente.

1.4.5 Ley de Aguas del 28 de noviembre de 1.906

Artículo 270° Corresponde a la administración cuidar del gobierno y policía de las aguas públicas y sus cauces naturales, así como vigilar sobre las privadas, en cuanto puedan afectar a la salubridad pública y seguridad de las personas y bienes. Queda prohibido arrojar a ningún río, arroyo o cañada, residuos de saladeros o mataderos, así como cualquier otra clase de materias cuya descomposición perjudique la buena calidad del agua.

1.4.6 Reglamento Ambiental Del Sector Industrial Manufacturero-RASIM

Los objetivos del presente Reglamento son: reducir la generación de contaminantes y el uso de sustancias peligrosas, optimizar el uso de recursos naturales y de energía para proteger y conservar el medio ambiente; con la finalidad de promover el desarrollo sostenible.

Título II

Responsabilidades y Obligaciones de la Industria

Capítulo I

Responsabilidades Generales de la Industria

Artículo 13. (Producción más limpia).

La industria será responsable de priorizar sus esfuerzos en la prevención de la generación de contaminantes a través de la aplicación continua de una estrategia ambiental preventiva e integral a procesos, productos y servicios, de manera que se aumente la eco-eficiencia y se reduzcan los riesgos para el ser humano y el medio ambiente.

Artículo 73. (Control priorizado).

La industria priorizará en el control de sus descargas, los siguientes parámetros: Potencial de hidrógeno (pH), Demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅), Demanda química de oxígeno (DQO), Sólidos suspendidos totales (SST), Aceites y Grasas, Metales pesados y Conductividad. El control de estos parámetros se reflejará en los Planes de Manejo Ambiental, Informes Ambientales Anuales y renovación del formulario RAI.

1.4.7 Reglamento Sobre Lanzamiento de Desechos Industriales en los Cuerpos de Agua, Aprobado por RM 010/85 De 24/01/1985

El presente reglamento tiene por objeto la protección de los recursos hídricos, en relación a sus usos preponderantes, así como el control de la calidad de los efluentes industriales urbano y rural, de modo que constituya un instrumento legal de protección de las aguas de uso público, doméstico, agropecuario, industrial, comercial y recreativo, sean estas superficiales o subterráneas

Capítulo II**Disposiciones Generales****Art. 2.7**

Los establecimientos industriales cuyos efluentes estén contaminados con materias orgánicas y/o minerales que ocasionen degradación de las aguas, quedan obligados a construir a su costa las instalaciones y/o plantas de tratamiento, dentro de los límites de su propiedad, así como la conducción de los efluentes hasta el lugar de descarga autorizado.

1.4.8 Resolución Administrativa N° 087/2001

Su alcance es a todas las personas naturales o jurídicas que participan o intervienen en cualquiera de los procesos u operaciones que involucra el desarrollo de las actividades y servicios relacionados con el beneficio de animales de abasto, desposte de carne y procesamiento de subproductos.

Título I

Disposiciones Generales

Artículo 3. (CLASIFICACIÓN) Los mataderos se clasifican en primera, segunda, tercera y cuarta categoría; según los requisitos que se especifican en el Título VI Capítulo 1.

La clasificación de los mataderos, en relación con el comercio nacional o internacional de carne y despojos comestibles, tendrá los siguientes efectos.

- **Primera Categoría:** La carne y subproductos comestibles producidos en estos mataderos serán aptos para el comercio internacional y para el abastecimiento de cualquier centro de consumo en el territorio nacional.
- **Segunda Categoría:** La carne y subproductos comestibles producidos en estos mataderos serán aptos para el abastecimiento de cualquier centro de consumo en el territorio nacional.
- **Tercera Categoría:** La carne y subproductos comestibles producidos en estos mataderos serán aptos solamente para el abastecimiento departamental.
- **Cuarta Categoría:** La carne y subproductos comestibles producidos en estos mataderos serán aptos solamente para el abastecimiento del municipio.

Título V

Requisitos Constructivos y Clasificación

Capítulo 1

Artículo 25 (De los Efluentes)

Deben tener un eficiente sistema de eliminación de efluentes y aguas servidas, que:

5. Las canaletas y el sistema de disposición final deberán asegurar que no se contamine el agua potable.

6. El sistema de disposición de aguas servidas debe ser una línea independiente de la de disposición de efluentes del matadero.
7. Todo el sistema de eliminación de efluentes y aguas servidas debe ser aprobado por la Autoridad de Medio Ambiente.

CAPÍTULO II
MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. LOCALIZACIÓN

2.1.1. LA UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL ÁREA DE ESTUDIO

Bolivia está situada en la zona central de América del sur, con una superficie de 1.098.581 km², entre los meridianos 57°26' y 69° 38' de longitud occidental del meridiano de Greenwich y los paralelos 9° 38' y 22°53' de latitud sur, por lo tanto, abarca más de 13° geográficos.

Limita al norte y al este con Brasil, al sur con Argentina, al oeste con el Perú al sudeste con Chile. (Instituto Nacional de Estadística-INE)

La provincia Cercado, se encuentra situada en el corazón del departamento de Tarija, este se encuentra ubicado en el continente sudamericano, entre los paralelos 21° 00' y 22° 50' de latitud sur y los meridianos 62° 15' y 65° 20' de longitud oeste de la línea de Greenwich. Limita internacionalmente con la República de Argentina al sud y al este con la República de Paraguay, al oeste con los departamentos de Chuquisaca y Potosí y al norte con el departamento de Chuquisaca.

Con una superficie de 37.623 km², cubre el 3,42% el territorio nacional con características geográficas variadas y relieves que van desde 4.000 msnm hasta los 300 msnm, que determinan las variables de su clima frío y seco en la zona alta, templado y temporalmente húmedo en los valles sub andinos y cálido seco y cálido húmedo y en la llanura chaqueña, y sus características fisiográficas, se divide en cuatro grandes unidades: el altiplano tarijeño, los valles interandinos, el Valle Central donde se encuentra la provincia Cercado, Méndez, Avilés, Arce.

MAPA N°1

UBICACIÓN DEL MATADERO- TARIJA-BOLIVIA.

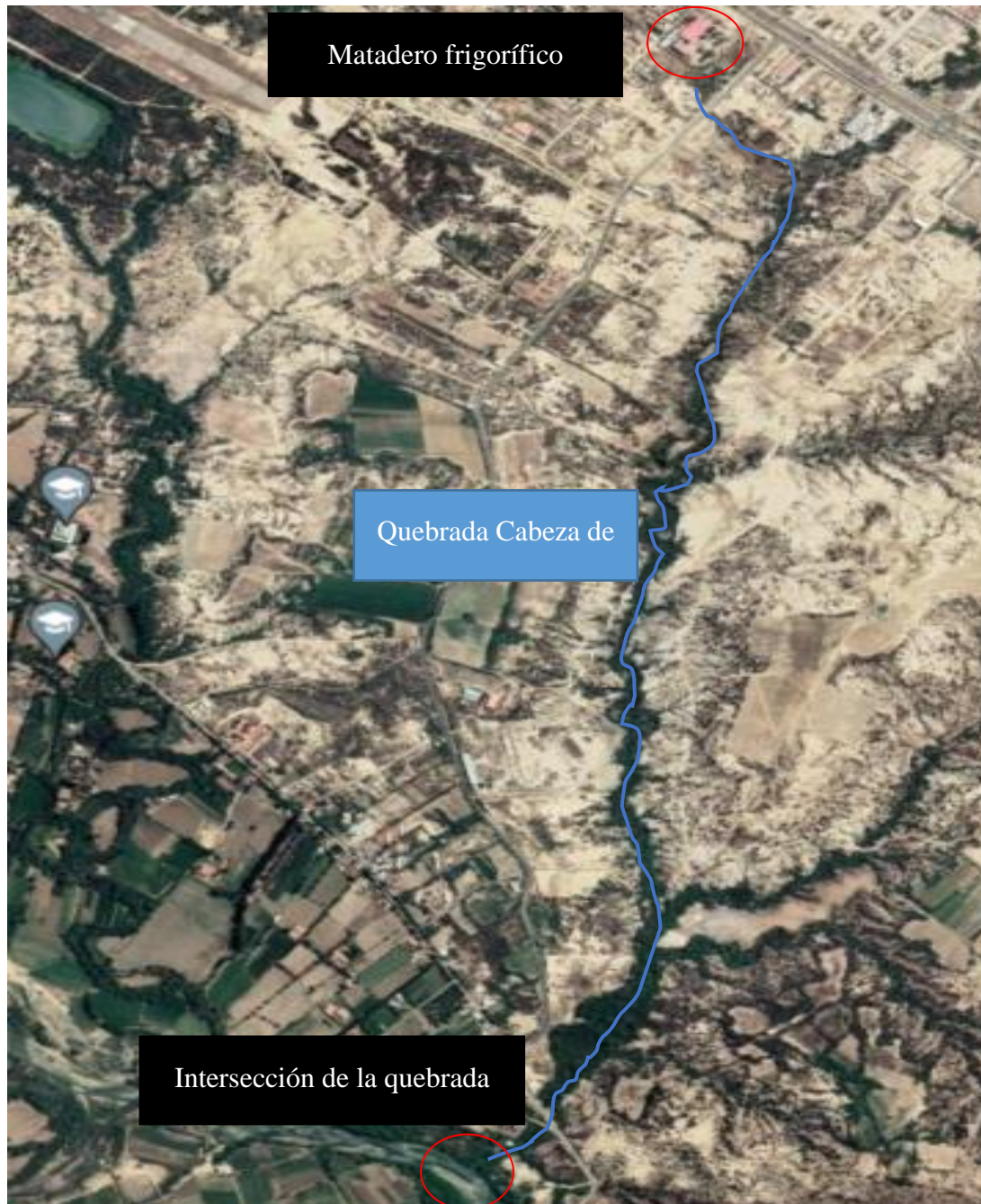


Fuente: (Google earth engine, elaboración propia).

El presente trabajo se desarrolló en el Matadero Frigorífico Municipal de Tarija que está ubicado en el Distrito 10 dentro de la mancha urbana, en el Barrio San Salvador a 40 m del km 5 de la avenida Panamericana del Municipio de Tarija correspondiente a la Provincia Cercado, situado en las siguientes coordenadas: 21°33'41.97" de latitud Sur y 64°40'49.48" de longitud Oeste

MAPA N°2

MAPA UBICACIÓN DE LA QUEBRADA CABEZA DE TORO.



Fuente: (Google earth engine, elaboración propia).

La Quebrada Cabeza de Toro se encuentra entre las coordenadas 21°33'45.5"S-64°40'49.9"W, a esta quebrada desembocan las aguas residuales del Matadero Frigorífico Municipal de Tarija, en donde se toman muestras en diferentes puntos para determinar su calidad y los impactos que generan dichas aguas.

2.1.2. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.

➤ El Matadero Municipal

La prevención y contención de los desechos de la carne y de los subproductos es una necesidad económica y de higiene pública. La principal fuente de contaminación se encuentra en las aguas residuales de los mataderos que incluyen heces y orina, sangre, pelusa, lavazas y residuos de la carne y grasas de las canales, los suelos, los utensilios, alimentos no digeridos por los intestinos, las tripas de los animales sacrificados y a veces vapor condensado procedente del tratamiento de los despojos. (Cutipa J,2019)

Para el mantenimiento de unas normas de higiene adecuadas, la industria de elaboración de productos cárnicos está obligada a utilizar grandes cantidades de agua, lo que constituye un factor importante del costo de elaboración. (Cutipa J,2019)

Su tratamiento a posteriori en la planta y su descarga final en vertederos aceptables aumenta los gastos generales, por lo que resulta esencial que se utilice el volumen mínimo de agua necesario para alcanzar unas normas higiénicas adecuadas, así como la constante verificación del uso. (Cutipa J,2019)

El Matadero Municipal de la ciudad de Tarija, es polivalente, es decir, dedicado al beneficio de ganado vacuno y porcino. Para la producción de carnes de buena calidad, además de un adecuado sistema de cría del animal, es fundamental un correcto transporte al matadero y una adecuada estancia en él. (Cutipa J,2019)

Tras el traslado al matadero, los animales permanecen 24h en las cuadras previas al sacrificio. Posteriormente, son lavados antes de entrar al aturdimiento. En ella y antes del desangrado, los animales son aturdidos, tanto por necesidades técnicas

como para evitar el sufrimiento. Posteriormente, el ganado vacuno es degollado y desangrado en posición vertical. El ganado porcino (los cerdos) es degollado y desangrado en posición horizontal. (Cutipa J,2019)

En el Matadero Frigorífico Municipal de Tarija se hace uso de aproximadamente 168.567,33 ℓ diariamente, siendo un volumen de gran importancia por ser un elemento vital para nuestras vidas que cada vez es mas escaso.

Actualmente, la sangre del degollado, en ambos casos, así como el agua de lavado con restos de sangre son colectadas en un mismo colector de residuos líquidos. (Cutipa J,2019)

Efluente del matadero frigorífico municipal de Tarija.

Figura 2. Zona del efluente del matadero frigorífico municipal de Tarija



Fuente: Matadero frigorífico municipal de Tarija.

El agua residual del Matadero Frigorífico Municipal sale de la infraestructura mediante unos tubos que están conectados al primera cámara, con dimensiones de 3.70m y 3.90m de ancho por 5.10m y 5.15m de largo, se conecta con tubos a la segunda cámara con dimensiones de 1.05m de ancho y 1.05m de largo, posteriormente el agua es vertida a un pozo sin filtro con un área de 172.40m² y que después pasa a otro pozo que tiene un filtro con un área de 239.76m².

Las cámaras al no ser limpiados y no cumplir con el mantenimiento contantemente tienden a rebalsar lo que hace que el agua no pase y no siga con su curso, el agua al rebalsarse se divide en dos direcciones una que va a la piscina con filtro y la otra que va directo a la Quebrada Cabeza De Toro.

El agua residual del matadero llega contaminando la Quebrada Cabeza de Toro que luego se intercepta con el río Guadalquivir.

➤ **Determinación del área de influencia de la investigación.**

El área de influencia de la investigación, es en la ciudad de Tarija, y el área de cobertura es en la descarga del Matadero Municipal de la ciudad de Tarija, localizado en el Distrito N° 10, dentro de la mancha urbana, como también la quebrada Cabeza de Toro que es el cuerpo receptor de las aguas residuales.

CUADRO 6

COORDENADAS GEOGRÁFICAS DEL ÁREA DE ESTUDIO

Zona	Coordenadas	Altitud
Punto 1 – Efluente del matadero frigorífico municipal de Tarija.	21°33'45.5"S 64°40'49.9"W	1150msnm
Punto 2– Terreno de cultivo de maíz barrio san salvador.	21°33'51.11"S 64°40'47.9"W	1848msnm
Punto 3 – Terrenos baldíos zona el temporal.	21°35'01.0"S 64°40'57.7"W	1817msnm
Punto 4– Intersección de la quebrada cabeza de toro con el río Guadalquivir.	21°35'18.9"S 64°41'06.5"W	1806msnm
Punto 5– Río Guadalquivir.	21°35'19.074"S 64°41'8.026"W	1807msnm

Fuente: elaboración propia.

Para la ubicación de los puntos de muestreo se seleccionó 5 puntos teniendo en cuenta la accesibilidad al sitio, seguridad para la toma de muestras como así también que estos sean lugares sean representativos para el estudio que se está realizando.

MAPA 3

UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE MUESTREO



Los puntos se definieron de la siguiente manera: Punto 1 por la descarga del efluente del matadero a la Quebrada Cabeza de Toro, punto 2 por estar en un cultivo de maíz, punto 3 por su accesibilidad al lugar, punto 4 por la intersección de la Quebrada al Rio Guadalquivir y el punto 5 se lo definió aguas arriba del Rio Guadalquivir, para ver en qué situación se encuentra su calidad sin interferencia de las aguas provenientes del matadero Frigorífico Municipal de Tarija.

2.2 MATERIALES Y MÉTODOS

2.2.1 MATERIALES

➤ MUESTREO

- Etiquetas
- Hojas de campo
- Guantes quirúrgicos
- Mascarilla
- Cámara fotográfica
- Alcohol antiséptico
- Envases para muestras
- EPP (Equipo de Protección Personal)
- Porta materiales
- Conservadora

➤ MATERIALES DE GABINETE

- Computadora
- Impresora
- Calculadora
- Memoria USB
- Cámara fotográfica
- Hojas de resultado de análisis de laboratorio
- Cuadernos de apuntes
- Libreta de campo
- Materiales de escritorio

2.3. DISEÑO DE LA INVESTIGACION

2.3.1. ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN

En el presente trabajo de investigación, presenta un enfoque mixto (Cuantitativo y Cualitativo) que se explican a continuación.

- **Enfoque cualitativo.** - Se utiliza para descubrir y refinar preguntas de investigación. A veces, pero no necesariamente, se prueban hipótesis (Grinnell, 1997). Con frecuencia se basa en métodos de recolección de datos sin medición numérica, como las descripciones y las observaciones (Hernández Sampieri, 2004).

Se utilizo este enfoque de investigación, ya que me permitió la recolección de información primaria, como la ubicación de los puntos de muestreo, identificación de impactos por observación visual que son producidos por la descarga de las aguas residuales del Matadero Frigorífico Municipal de Tarija, etc.

- **Enfoque cuantitativo.** – Este enfoque utiliza la recolección y el análisis de datos para contestar preguntas de investigación y probar hipótesis establecidas previamente, y confía en la medición numérica, el conteo y frecuentemente en el uso de la estadística para establecer con exactitud patrones de comportamiento en una población (Hernández Sampieri, 2004).

Se aplicó el enfoque cuantitativo porque permitió analizar los datos de parámetros resultantes de las muestras llevadas a laboratorio de los 5 puntos de muestreo, para que de esta manera se determine la calidad del agua, su autodepuración y medidas de mitigación a tomar en cuenta en el presente trabajo de investigación.

2.3.2.- METODO O TIPO DE INVESTIGACIÓN

➤ **Método Descriptivo.**

Este método se utiliza para recoger, organizar, resumir, presentar, analizar, generalizar los resultados de las observaciones. Este método implica la recopilación y presentación sistemática de datos para dar una idea clara de una determinada situación. Las ventajas que tiene este estudio es que la metodología es fácil, de corto tiempo y económica. En el estudio descriptivo el propósito del investigador, es describir situaciones y eventos (Zorrilla, 1986).

Se utilizo este tipo de investigación, dado que se realizó la descripción de la zona de estudio en sus diferentes puntos de muestreo, donde se realizaron una matriz de evaluación de impacto ambiental utilizando el método Conesa.

➤ **Método Explicativo. –**

Buscan encontrar las razones o causas que ocasionan ciertos fenómenos. Su objetivo es explicar por qué ocurre un fenómeno y en qué condiciones se da este.

Este método es utilizado para dar respuesta y explicar al mismo tiempo la necesidad de una propuesta de mitigación a la contaminación generada por el Matadero Frigorífico Municipal de Tarija.

➤ **Método Lógico.**

Este método permite partir desde los antecedentes, llegar a las consecuencias del problema objeto de estudio, permitiendo que los datos y hechos sean estructurados de manera lógica, desde lo más sencillo hasta lo más complejo con la aplicación de los instrumentos de la investigación y la interpretación con el análisis lógico, de los resultados, entonces se buscara información secundaria, para que esta pueda servir como base de la investigación.

Se aplica este método dado que se utilizó información secundaria como ser tesis, análisis de la calidad del agua, y otros estudios, estudios de conservación de la reserva, para que esta pueda servir de base a la investigación.

2.3.4.- TÉCNICAS E INSTRUMENTOS

➤ **Técnica de la Observación científica**

Observar es aplicar atentamente los sentidos a un objeto o a un fenómeno, para estudiarlos tal y como se presentan en realidad, puede ser ocasional o causal. En la investigación se observará de manera detallada, parámetros puedan ser de interés, como posibles impactos ambientales en la zona a ser estudiada.

➤ **Técnica documentada**

El análisis documental constituye el estudio de los documentos impresos (libros, actas, memorias, periódicos, revistas etc.), permitio revisar la información secundaria del área de estudio y documento que sirva para el enriquecimiento y desarrollo del trabajo. Los instrumentos que se utilizó fueron: libros, textos, revistas, citas bibliográficas y otros que son necesarios para el desarrollo del presente trabajo.

2.3.5 ESTRUCTURA METODOLÓGICA

Para desarrollar el presente trabajo de investigación fue necesario tomar en cuenta las siguientes fases.

2.6.1 Fase de Gabinete

- **La recopilación Bibliográfica:** Permitió la elaboración de las bases teóricas de la investigación. En esta fase se acudió a todas las fuentes posibles, bibliotecas, instituciones afines, salas de estudio ubicando información sobre el tema, revisando: Libros, revistas, periódicos, tesis, guías. En el presente trabajo de investigación se utilizaron fichas bibliográficas y diferentes páginas de internet. Revisiones documentales y bibliográficas, Fuentes de información científica, gestores bibliográficos, documentos y guías escritas, auditivas, video gráficas, virtuales e Información de gabinete, internet.
- **Delimitación del Área de Estudio:** Se realizó la delimitación en base a información secundaria y con ayuda del programa informático Google Earth.

- **Ubicación de los Puntos de Muestreo:** Se ubicaron los diferentes puntos de muestreo, tomando en cuenta el protocolo de monitoreo de agua de la Facultad de Ciencias del Ambiente de la Universidad Nacional "Santiago Antúnez de Mayolo" (sistema de gestión de calidad-normativa técnica peruana ISO/IEC 17025)

Nos dice que para la ubicación de los puntos de muestreo deberán cumplirse los siguientes criterios:

- **Identificación:** El punto de muestreo debe ser identificado y reconocida claramente, de manera que permita su ubicación exacta. De preferencia, los puntos deberán ser presentados en cartas o mapas mediante el Sistema de Posicionamiento Global.
- **Accesibilidad:** Las características del punto deben permitir un rápido y seguro acceso para tomar la muestra, no debe implicar riesgo para el monitor
- **Representatividad:** Se debe elegir tramo regular, accesible y uniforme del río, se debe evitar zonas de embalse o turbulencias no característicos del cuerpo de agua, a menos que sean el objeto de la evaluación. Es importante considerar la referencia para la ubicación de un punto de monitoreo pudiendo ser un puente, roca grande, árbol, kilometraje vial y localidad
- **Seguridad:** Un aspecto a tener en cuenta, dentro de la ubicación de los sitios de monitoreo, es el nivel de seguridad con el que contara el personal encargado de la toma de muestra.

Se deben incluir medidas de seguridad para lograr el acceso a un punto de monitoreo según el caso lo requiera (uso de áreas, cuerdas, etc.) siempre y cuando sea estricta necesaria, ya que lo primordial es preservar la vida del recurso humano.

- **Técnica para la selección del punto de muestreo:** Se utilizo la técnica de la observación visual, tomando en cuenta los lugares mas representativos de la zona en estudio.

La NB 64002 dice que el lugar de muestreo corresponde al punto final de la descarga de aguas residuales de origen industrial, entonces el punto 1 es donde

se une el efluente del Matadero Frigorífico Municipal de Tarija con las aguas de la Quebrada Cabeza de Toro.

En este trabajo de investigación se tomaron en cuenta 5 puntos de muestreo los que se explican en el cuadro 6.

- **Planillas de muestreo:** Para la realización del muestreo se realizó planillas en las cuales se indica: Código de muestra, Departamento, Provincia, Municipio, Localidad, Fecha, Hora, el lugar de toma de muestras (coordenadas geográficas).
- **Método de muestreo:** El método a seguir para la recolección de muestras es el detallado en la Norma Boliviana 496 de toma de muestras.

Los parámetros a analizar son los siguientes:

-DBO₅ (Demanda Biológica de Oxígeno).

-DQO (Demanda Química de oxígeno).

-OD (Oxígeno Disuelto)

-Temperatura

-pH (Potencial de Hidrógeno)

Estos parámetros son tomados en cuenta en esta investigación porque Prati creo una fórmula que puede adaptarse con diferentes parámetros, depende del investigador, en este trabajo se utilizó 4 parámetros (DBO₅, OD, pH y Temperatura) para calcular el índice de Prati, donde la temperatura se usa para calcular el porcentaje de saturación del Oxígeno Disuelto, DBO₅ es el principal parámetro para ver la contaminación orgánica del agua, OD es un parámetro que cuando hay contaminación baja su porcentaje de saturación, el pH depende de la contaminación cambia su valor y es fundamental tenerlo en la fórmula para obtener un buen resultado y la DQO es un parámetro muy importante que complementa un estudio para ver la contaminación orgánica del agua.

2.3.6 Fase de Campo

➤ **Identificación del lugar de muestreo:**

El lugar de muestreo corresponde al punto final de la descarga de aguas residuales de origen industrial., es por esto que se realizó la identificación del lugar de muestreo ubicando desde el punto 1 al punto 5.

➤ **Técnica De Asignación De Coordenadas Geográficas**

Se realizó la georreferenciación de todo el trayecto de la Quebrada del Toro y toda su longitud, al realizar el recorrido por toda la quebrada se fueron ubicando todos los puntos para sacar las muestras.

➤ **Método para la recolección de muestras**

Para la elaboración del presente trabajo dentro el área de estudio se basó en la norma boliviana NB 496 que nos dice: La toma de muestras destinada al análisis organoléptico físico-químico, metales pesados, compuestos orgánicos, bacteriológicos y/o radiológico debe ser a través de muestras simples, necesariamente debe ser realizada por una persona experimentada o entrenada para tal fin. Para que los datos recolectados sean confiables, su confiabilidad nos indica el procedimiento a seguir.

- Metodología de muestreo.
- Remover la tapa de la botella, teniendo cuidado de no tocar la parte interna ni el cuello del mismo.
- Sostener la botella desde la parte inferior.
- Con la boca de la botella contra la corriente, sumerja el frasco con el cuello hacia abajo, dentro del efluente a muestrear.
- Inclinar la botella hasta que el cuello del mismo apunte ligeramente hacia arriba, con la boca del mismo apuntando a la corriente y dejar que la botella se llene completamente.
- No permita que entren salpicaduras dentro de la botella.
- Tapar la botella cuidadosamente.

- Etiquetar la botella inmediatamente.
- Consideraciones del muestreo.

Las consideraciones generales del muestreo a tener en cuenta durante el muestreo se pueden resumir de la siguiente manera:

- Usar envases compatibles con los parámetros que se van a analizar.
- Enjuagar los envases con el agua a muestrear por lo menos dos veces de manera consecutiva.
- Identificar clara eh inmediatamente la muestra, pero algunas veces es mejor emplear un número correlativo o una clave que indique la fuente y el lugar de procedencia de la muestra.
- Las muestras se deberán tomar en los sitios de mayor mezcla, o inmediatamente después de esta, para asegurar la representatividad del agua contenida del punto de muestreo.
- Evitar tomar la muestra en sitios muy cercanos a la orilla o bordes del cuerpo de agua.
- No recolectar sedimentos o materiales adheridos a la orilla o bordes del cuerpo de agua o superficie del mismo, así como tampoco es recomendables partículas grandes.

De preferencia usar solamente recipientes nuevos en la toma de muestras de agua.

➤ **Etiquetado de muestras**

Cada muestra será etiquetada de manera clara con datos correspondientes al punto de muestreo, en el cual se incluirá la siguiente información.

- ❖ Código de muestra.
- ❖ Departamento.
- ❖ Provincia.
- ❖ Localidad.
- ❖ Ubicación geográfica.

❖ Fecha y hora de recolección.

➤ **Conservación**

Para evitar que la muestra sufra cambios significativos en su composición se utilizó hielo, mismo que fue vaciado en la conservadora para luego colar la muestra dentro de la misma, luego se cerró la conservadora con cinta, y se procedió a su traslado

➤ **Trasporte**

Luego de la recolección de muestras, se procedió a su traslado, mismo que no superó las 24h, hasta su llegada a laboratorio, este traslado se realizó de la manera más rápida posible.

➤ **Análisis de Laboratorio**

Desde un punto de vista amplio, en un laboratorio de análisis de aguas, los análisis a realizar dependerán de los objetivos y finalidades previamente fijadas, así al realizar estudios de la calidad de las aguas ha de considerarse el uso y destino del agua. El análisis de laboratorio fue realizado por el Centro de Análisis Investigación y Desarrollo (CEANID) dependiente de la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho.

➤ **Identificación de los componentes del entorno susceptibles de ser impactadas**

Se realizó la identificación de todos aquellos componentes ambientales que serán afectados por las descargas del matadero. Los componentes son todos aquellos elementos, cualidades y procesos del entorno que pueden ser afectados por la actividad (vegetación, flora, fauna, aguas, suelos, población). A su vez, dependiendo de qué tan específico se requiera el estudio, estos componentes pueden dividirse en factores y atributos.

➤ **Identificación de las acciones del proyecto susceptibles de producir impactos**

En esta etapa se identifican todas aquellas actividades del Proyecto que de una u otra forma podrían generar un impacto o cambio sobre el medio ambiente. Se deben diferenciar los elementos o puntos de procesos potencialmente impactantes o contaminantes.

➤ **Identificación y valoración de impactos ambientales**

Una vez identificados los impactos mediante observación visual, se considera específicamente las interacciones entre las acciones generadoras de impactos y los elementos del medio susceptibles de ser impactados usando el método Conesa, dónde.

- La matriz de importancia permite obtener una valoración cualitativa del impacto ambiental.
- Considera todos los factores o componentes ambientales susceptibles de recibir impactos y cada una las acciones previstas
- Cada casilla de cruce entre acción y factor ambiental en la matriz nos da una idea del efecto de cada acción impactante sobre cada factor ambiental impactado.
- Estos elementos de la matriz de importancia identifican el impacto ambiental generado por una acción simple de una actividad sobre un factor ambiental considerado.

2.3.7. Fase de Post Campo

➤ **Cálculo del método de índice Prati**

En este trabajo de investigación se usó el método de índice de Prati porque es un método mas exacto en cuanto a la contaminación del agua y permite trasladar información de concentraciones de las variables de mayor importancia en la valoración de contaminación orgánica de una corriente de agua a un índice que permita evaluar los grados de contaminación de fuentes de agua superficiales.

Se realizó el cálculo del método de índice de Prati donde se hizo uso de su fórmula

$$P = \frac{1}{n} * \sum(x_1 + x_2 + x_3), \text{ esto para cada punto de muestreo.}$$

Una vez calculado el índice de Prati, se llevó a cabo la clasificación del grado de contaminación del agua de acuerdo al índice de Prati, el mismo que se puede ver en la tabla 2.

➤ **Identificación de impactos críticos (banderas anaranjadas)**

Como resultado del proceso de valoración de los impactos, es posible determinar puntos críticos (espacio-temporales) en la interacción “acciones – factores ambientales”, que deberán ser considerados particularmente en el Análisis de Alternativas (modificaciones sobre el anteproyecto original) o en el Plan de Gestión Ambiental (medidas de prevención, mitigación y/o compensación).

➤ **Cálculo de las matrices ambientales-Método Conesa**

Se utiliza este método porque provee una alta certidumbre en la identificación de impactos, valora cualitativamente los impactos, en conjunto con una matriz de valoración cuantitativa, muestran las acciones más impactantes y los factores ambientales más afectados para que de esta manera, se puedan determinar las medidas de mitigación necesarias en la contaminación de la Quebrada Cabeza de Toro y Rio Guadalquivir a causa de la descarga de aguas residuales del Matadero Frigorífico Municipal de Tarija.

La Matriz de Impacto Ambiental, es el método analítico, por el cual, se le puede asignar la Importancia (I) a cada impacto ambiental posible de la ejecución de un Proyecto en todas y cada una de sus etapas. Dicha Metodología, pertenece a (Conesa Fernández, 2013).

Ecuación para el Cálculo de la Importancia (I) de un impacto ambiental:

$$I = \pm (3I + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)$$

I= Intensidad o grado probable de destrucción

EX = Extensión o área de influencia del impacto

MO = Momento o tiempo entre la acción y la aparición del impacto

PE = Persistencia o permanencia del efecto provocado por el impacto

RV = Reversibilidad

SI = Sinergia o reforzamiento de dos o más efectos simples

AC = Acumulación o efecto de incremento progresivo

EF = Efecto (tipo directo o indirecto)

PR = Periodicidad

MC = Recuperabilidad o grado posible de reconstrucción por medios humanos

Cuadro 7

Modelo de Importancia de Impacto.

Signo		Intensidad (i) *	
Beneficioso	+	Baja	1
		Media	2
		Alta	4
		Muy alta	8
Perjudicial	-	Total	12
Extensión (EX)		Momento (MO)	
Puntual	1	Largo plazo	1
Parcial	2	Medio plazo	2
Extenso	4	Inmediato	4
Total	8	Critico	8
Critica	12		
Persistencia (PE)		Reversibilidad (RV)	
Fugaz	1	Corto plazo	1
Temporal	2	Medio plazo	2
Permanente	4	Irreversible	4
Sinergia (SI)		Acumulación (AC)	
Sin sinergismo	1	Simple	1
Sinérgico	2	Acumulativo	4
Muy sinérgico	4		
Efecto (EF)		Periodicidad (PR)	
Indirecto	1	Irregular	1

Directo	4	Periódico	2
		Continuo	4
Recuperabilidad (MC)	IMPORTANCIA (I)		
Recup. Inmediato	1	$I = \pm [3i + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC]$	
Recuperable	2		
Mitigable	4		
Irrecuperable	8		

Fuente: (Fernandez-Vitora, 1997)

* Admite intermedios. Valores

En función de este modelo, los valores extremos de la Importancia (I) pueden variar:

Cuadro 8

Escala de Importancia de impactos – método Conesa

Negativos	Irrelevantes	Menor a 13	Positivos
	Bajo	13-24	
	Moderado	25-50	
	Crítico	Mayor a 50	

Fuente:(Aldana, 2012).

CAPÍTULO III
RESULTADO Y DISCUSION

Siguiendo la metodología propuesta enfocada en los objetivos trazados, se obtuvieron los resultados que se detallan a continuación.

3.1 Resultados de la Evaluación de los Parámetros de la Quebrada Cabeza De Toro de Cercado-Tarija, con el Análisis Físicoquímico Mediante el “Método Índice De Prati”

La evaluación de los parámetros de la quebrada Cabeza de Toro se realizó con el método Índice de Prati, tomando en cuenta los resultados de análisis físicoquímicos como se muestra en la tabla 1, de los siguientes parámetros:

- DBO₅ (Demanda Biológica de Oxígeno).
- DQO (Demanda Química de Oxígeno).
- OD (Oxígeno Disuelto)
- Temperatura
- pH (Potencial de Hidrogeno)

Los mismos que se han obtenido a partir de muestras tomadas en los puntos 1, 2, 3, 4 y 5, representados espacialmente en los mapas siguientes:

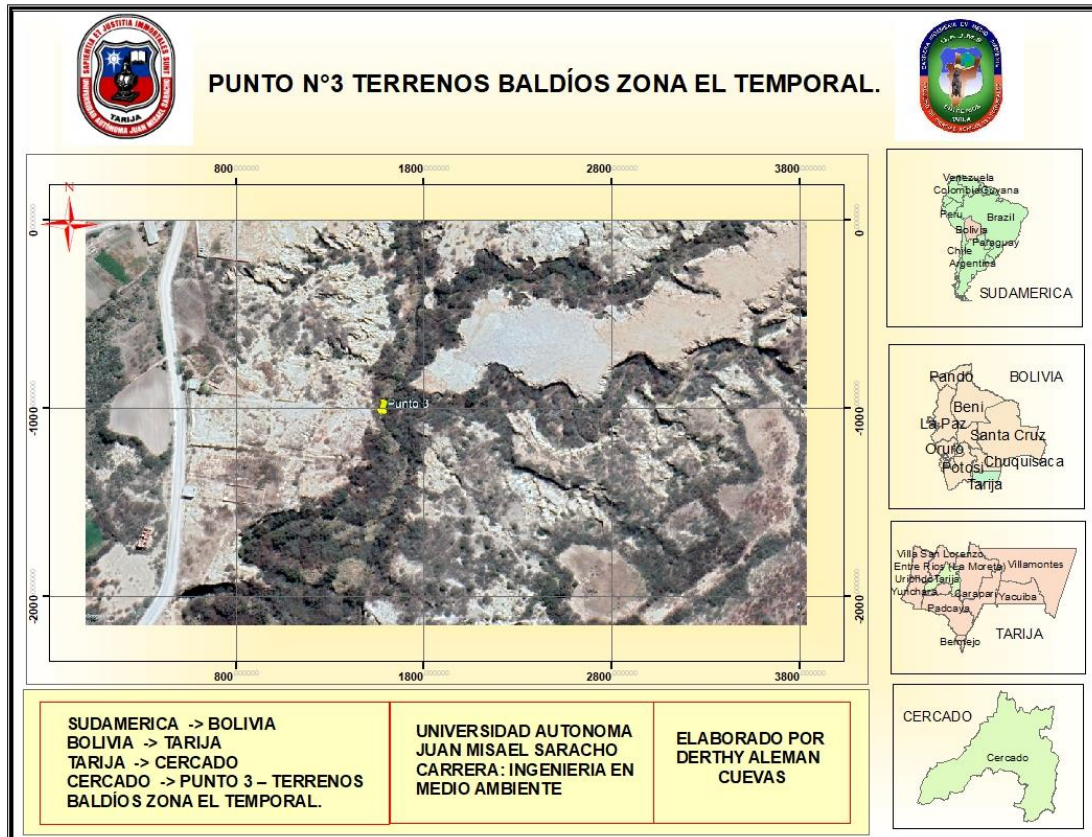
Figura 3. Ubicación de los puntos de muestreo 1 y 2



Fuente: Elaboración propia.

El punto 1 fue fijado al final de la descarga de aguas residuales del Matadero Frigorífico Municipal y el punto 2 se ubicó en el terreno de cultivo de maíz en el Barrio San Salvador, ambos puntos fueron muestreados y analizados por medio de pruebas de laboratorio para determinar los impactos que producen las descargas del matadero.

Figura 4. Ubicación del punto de muestreo 3



Fuente: Elaboración propia.

El punto 3 como se observa la figura se ubica en terrenos baldíos (Zona El Temporal), está a 600m antes de llegar al punto 4 que es el límite de la Quebrada Cabeza de Toro con el Rio Guadalquivir para analizar la diferentes entre los parámetros.

Figura 5. Ubicación de los puntos de muestreo 4 y 5



Fuente: Elaboración propia.

El punto 4 está ubicado en el límite entre la Quebrada Cabeza de Toro y el Rio Guadalquivir, y el punto 5 se ubica aguas arriba del Rio Guadalquivir, se realizan muestreos en estos puntos para analizar la contaminación que presentan tanto la Quebrada Cabeza de Toro al desembocar al Rio Guadalquivir y para determinar la calidad del mismo sin interferencia de las aguas residuales del matadero.

Tabla 3
Resultados del análisis de laboratorio, necesario para aplicar el método Índice de Prati

ANALISIS DE LABORATORIO									
Muestreo N°1					Muestreo N°2				
Parámetros	P1	P2	P3	P4	Parámetros	P1	P2	P3	P4
DBO₅ (mg/ℓ)	1.836	1.272	26	12	DBO₅ (mg/ℓ)	2.096	442	41	51
Oxígeno Disuelto (mg/ℓ)	3,19	3,70	4,13	4,60	Oxígeno Disuelto (mg/ℓ)	3,25	3,42	4,08	4,54
pH	6,82	7,27	7,83	7,54	pH	6,3	6,5	7,4	7,6
Temperatura (°C)	22	20	18	15	Temperatura (°C)	21	22	23	24

Fuente: CEANID.

Como se observa en la Tabla 3, se realizaron dos muestreos en los 4 puntos a diferentes grados de Temperatura, teniendo una duración de solamente dos meses, agosto y septiembre del año 2021, planeados para el estudio. En base a estos resultados y a la similitud encontrada en los puntos de muestreo, se puede afirmar que los valores obtenidos de los análisis, son representativos.

En el muestreo 1, se puede ver que la DBO₅ en el P1, presenta un valor de 1.836 mg/ℓ, siendo mayor a los valores de los demás puntos sucesivamente, lo mismo pasa en el muestreo 2, la DBO₅ presenta un valor de 2.096 mg/ℓ en el P1 y sus valores van bajando sucesivamente en los demás puntos, esto se debe a que existe mayor contaminación en los primeros puntos de muestreo; esta contaminación se atribuye a que en los primeros puntos hay más presencia de carga orgánica como ser sangre, estiércol, etc y conforme va avanzando el agua, se va auto depurando y va bajando la DBO₅ que es un indicador de la contaminación orgánica del agua, es por esto que sucesivamente los puntos 2,3 y 4 muestran una DBO₅ más baja; también se observa otro parámetro como es el Oxígeno Disuelto (OD), su valor en el P1 del muestreo 1 es 3,19 mg/ℓ, en el P1 del muestreo 2

su valor de la OD es 3,25 mg/ℓ y como se observa en la tabla 3, los valores para cada punto de ambos muestreos, van en aumento, esto se debe a la existencia de mayor carga orgánica en los primeros puntos, dando lugar a la disminución del Oxígeno Disuelto; en el muestreo 1, el pH en el P1 es ácido con un valor de 6,82, los demás puntos presentan valores con pH alcalino, ya que son mayores a 7, en el muestreo 2, el pH en P1 y P2 son ácidos con valores de 6,3 y 6,5 sucesivamente y tanto el P3 como el P4 presentan pH mayores a 7, siendo el agua más alcalina, esto se debe a la mayor contaminación del agua de la Quebrada Cabeza de Toro en los primeros puntos de muestreo; la temperatura en el muestreo 1, el P1 presenta una temperatura de 22°C y sus valores van decreciendo para los demás puntos, en el muestreo 2, la temperatura en el P1 es 21°C y sus valores van en aumento para los demás puntos de muestreo, esto se debe al clima existente en el muestreo 2, ya que se lo realizó en el mes de septiembre donde se producen menos fríos.

En el segundo muestreo se observan cantidades mayores debido a la mayor actividad del matadero durante el mes de septiembre, lo que da como resultado un incremento en los valores obtenidos, y también, por la variación del clima, ya que en este mes se sale del frío invernal.

Tabla 4

Transformación de unidades del parámetro Oxígeno Disuelto

MUESTREO N°1					
Parámetro	Unidad	P1	P2	P3	P4
Oxígeno Disuelto	(mg/ℓ)	3,19	3,70	4,13	4,60
Porcentaje de Saturación	%	37,40	41,86	44,99	46,98

Fuente: CEANID.

Se realizó la transformación del Oxígeno Disuelto a porcentaje de saturación, porque la concentración de oxígeno disuelto (OD) en un ambiente acuático es un indicador

importante de la calidad del agua, sus medidas se expresan en mg/ℓ , sin embargo, es conveniente usar una unidad distinta que mg/ℓ . El término porcentaje de saturación a menudo se usa para las comparaciones de la calidad del agua. El porcentaje de saturación es la lectura de oxígeno disuelto en mg/ℓ dividido por el 100% del valor de oxígeno disuelto para el agua (a la misma temperatura y presión del aire).

Las transformaciones del oxígeno disuelto para obtener el porcentaje de saturación con relación a la temperatura en el primer muestreo descrito en la tabla 4, para los puntos 1, 2, 3 y 4, presentan un porcentaje de saturación pobre.

Tabla 5

Transformación de unidades del parámetro Oxígeno Disuelto

MUESTREO N°2					
Parámetro	Unidad	P1	P2	P3	P4
Oxígeno Disuelto	(mg/ℓ)	3,25	3,42	4,08	4,54
Porcentaje de Saturación	%	37,44	40,09	48,67	55,03

Fuente: CEANID.

Las transformaciones del Oxígeno Disuelto para obtener el porcentaje de saturación con relación a la temperatura para el segundo muestreo que se observa en la tabla 5, para los puntos 1, 2 y 3, el resultado es una saturación pobre, aunque para el punto de muestreo 4, si bien el resultado es una saturación pobre, el valor se acerca al mínimo de aceptable.

3.1.1 Cálculo con el Índice de Prati, Efluente del Matadero Frigorífico Municipal de Tarija – Inicio del Área de Estudio.

Muestreo N°1-P1

Cálculo:

DBO₅: 1.836 mg/ℓ

$$X = \frac{y}{1,5}$$

y = valor del parámetro.

$$X = \frac{1,836}{1,5} = 1,224 \text{ mg/l}$$

OD: 3,19 (mg/l) al 37,40% Saturación

$$Y = \frac{\% \text{ saturacion}}{100}$$

$$Y = \frac{37,40}{100} = 0,374$$

$$X = 0,08 * (100 - Y)$$

$$X = 0,08 * (100 - 0,374) = 7,97$$

pH: 6,82

$$x_{5-7} = 2(7 - y)$$

y = valor del parámetro.

$$x_{5-7} = 2(7 - 6,82) = 0,36$$

Índice de Prati

$$P = \frac{1}{n} * \sum (x_1 + x_2 + x_3)$$

n: Número de Parámetros

X: Unidad de Contaminación mg/l

$$P = \frac{1}{3} * \sum (1,224 + 7,97 + 0,36) = 410,78$$

Cálculo del porcentaje de incidencia de cada parámetro del índice de Prati

$$\text{DBO}_5: \frac{1,224}{3} = 408 \quad 410,78 \text{ ————— } 100\% \quad z = \frac{408 * 100}{410,78} = 99,32\%$$

$$408 \text{ ————— } z$$

$$\text{OD: } \frac{7,97}{3} = 2,65 \quad 410,78 \text{ ————— } 100\% \quad z = \frac{2,65 * 100}{410,78} = 0,65\%$$

$$2,65 \text{ ————— } z$$

$$\text{pH: } \frac{0,36}{3} = 0,12 \quad 410,78 \text{ ————— } 100\% \quad z = \frac{0,12 * 100}{410,78} = 0,03\%$$

$$0,12 \text{ ————— } z$$

El resultado del cálculo del Punto 1 que tiene como ubicación el efluente del Matadero Frigorífico Municipal de Tarija - Inicio del área de estudio, dio como resultado de su índice de Prati de 410,78, el cual se encuentra > 16 según **la tabla 2 clasificación del grado de contaminación del agua de acuerdo al índice de Prati**, significa que las aguas en este punto están “altamente contaminadas”, y se representa con el color negro, este punto se ve mayormente influenciado por el DBO_5 que tiene un valor de incidencia del 99,32% del valor total del índice de Prati.

3.1.2 Cálculo con el Índice de Prati, Punto Intermedio barrio San Salvador (sembradíos de maíz).

Muestreo N° 1-P2

Cálculo:

DBO_5 : 1.272 mg/ℓ

$$X = \frac{y}{1,5}$$

y = valor del parámetro.

$$X = \frac{1.272}{1,5} = 848 \text{ mg/ℓ}$$

OD: 3,70 (mg/ℓ) al 41,86% Saturación

$$Y = \frac{41,86}{100} = 0,4186$$

$$X = 0,08 * (100 - Y)$$

$$X = 0,08 * (100 - 0,4186) = 7,97$$

pH: 7,27

$$x_{7-9} = (y - 7)^2$$

y = valor del parámetro.

$$x_{7-9} = (7,27 - 7)^2 = 0,0729$$

Índice de Prati

$$P = \frac{1}{n} * \sum (x_1 + x_2 + x_3)$$

n: Número de Parámetros

X: Unidad de Contaminación mg/ℓ

$$P = \frac{1}{3} * \sum (848 + 7,97 + 0,0729) = 285,35$$

Cálculo del porcentaje de incidencia de cada parámetro del índice de Prati

$$\text{DBO}_5: \frac{848}{3} = 282,67 \quad 285,35 \text{ ————— } 100\% \quad z = \frac{282,67 * 100}{285,35} = 99,06\%$$

$$282,67 \text{ ————— } z$$

$$\text{OD: } \frac{7,97}{3} = 2,65 \quad 285,35 \text{ ————— } 100\% \quad z = \frac{2,65 * 100}{285,35} = 0,93\%$$

$$2,65 \text{ ————— } z$$

$$\text{pH: } \frac{0,0729}{3} = 0,0243 \quad 285,35 \text{ ————— } 100\% \quad z = \frac{0,0243 * 100}{285,35} = 0,01\%$$

$$0,0243 \text{ ————— } z$$

El Punto 2 que se ubica en el barrio San Salvador (sembradíos de maíz) punto intermedio, a 400m del efluente, dio como resultado su índice de Prati de 285,35, el cual se encuentra en el rango > **16** cómo se puede ver en la tabla 2, significa que las aguas de dicho punto están “altamente contaminadas” y se representa con el color

negro, el parámetro que más incide en el resultado final del índice de Prati es el DBO₅ con un valor del 99,06%.

3.1.3 Cálculo con el Índice de Prati, punto intermedio, terrenos baldíos zona el Temporal.

Muestreo N° 1-P3

Cálculo:

DBO₅: 26 mg/ℓ

$$X = \frac{y}{1,5}$$

y = valor del parámetro.

$$X = \frac{26}{1,5} = 17,33 \text{ mg/ℓ}$$

OD: 4,13 (mg/ℓ) al 44,99% Saturación

$$Y = \frac{44,99}{100} = 0,4499$$

$$X = 0,08 * (100 - Y)$$

$$X = 0,08 * (100 - 0,4499) = 7,96$$

pH: 7,83

$$x_{7-9} = (y - 7)^2$$

y = valor del parámetro.

$$x_{7-9} = (7,83 - 7)^2 = 0,6889$$

Índice de Prati

$$P = \frac{1}{n} * \sum (x_1 + x_2 + x_3)$$

n: Número de Parámetros

X: Unidad de Contaminación mg/ℓ

$$P = \frac{1}{3} * \sum (17,33 + 7,96 + 0,6889) = 8,66$$

Cálculo del porcentaje de incidencia de cada parámetro del índice de Prati

$$\text{DBO}_5: \frac{17,33}{3} = 5,78 \quad 8,66 \text{ ————— } 100\% \quad z = \frac{5,78 * 100}{8,66} = 66,74\%$$

$$5,78 \text{ ————— } z$$

$$\text{OD: } \frac{7,96}{3} = 2,65 \quad 8,66 \text{ ————— } 100\% \quad z = \frac{2,65 * 100}{8,66} = 30,60\%$$

$$2,65 \text{ ————— } z$$

$$\text{pH: } \frac{0,6889}{3} = 0,23 \quad 8,66 \text{ ————— } 100\% \quad z = \frac{0,23 * 100}{8,66} = 2,66\%$$

$$0,23 \text{ ————— } z$$

El resultado del Punto 3 que tiene como ubicación en la zona el Temporal, dio como resultado su índice de Prati de 8,66, el cual se encuentra en el rango entre 8-16 según la tabla 2, lo cual significa que las aguas de dicho punto están “muy contaminadas” y se representa con el color rojo, el parámetro que más incide en el resultado final es el DBO₅ con un valor de 66,74%, seguido del OD con un valor de 30,60% y del pH con un porcentaje de incidencia del 2,66%.

3.1.4 Cálculo con el Índice de Prati, zona el Temporal, intersección con el rio Guadalquivir.

Muestreo N° 1-P4

Cálculo:

DBO₅: 12 mg/ℓ

$$X = \frac{y}{1,5}$$

y = valor del parámetro.

$$X = \frac{12}{1,5} = 8 \text{ mg/ℓ}$$

OD: 4,60 (mg/ℓ) al 46,98% Saturación

$$Y = \frac{46,98}{100} = 0,4698$$

$$X = 0,08 * (100 - Y)$$

$$X = 0,08 * (100 - 0,4698) = 7,96$$

pH: 7,54

$$x_{7-9} = (y - 7)^2$$

y = valor del parámetro.

$$x_{7-9} = (7,54 - 7)^2 = 0,29$$

Índice de Prati

$$P = \frac{1}{n} * \sum (x_1 + x_2 + x_3)$$

n: Número de Parámetros

X: Unidad de Contaminación mg/l

$$P = \frac{1}{3} * \sum (8 + 7,96 + 0,29) = 5,42$$

Cálculo del porcentaje de incidencia de cada parámetro del índice de Prati

$$\text{DBO}_5: \frac{8}{3} = 2,67 \quad 5,42 \text{ ————— } 100\% \quad z = \frac{2,67 * 100}{5,42} = 49,3\%$$

$$2,67 \text{ ————— } z$$

$$\text{OD: } \frac{7,96}{3} = 2,65 \quad 5,42 \text{ ————— } 100\% \quad z = \frac{2,65 * 100}{5,42} = 48,9\%$$

$$2,65 \text{ ————— } z$$

$$\text{pH: } \frac{0,29}{3} = 0,097 \quad 5,42 \text{ ————— } 100\% \quad z = \frac{0,097 * 100}{5,42} = 1,8\%$$

$$0,097 \text{ ————— } z$$

El resultado del cálculo del Punto N°4 que tiene como ubicación, zona el Temporal intersección con el río Guadalquivir, dio como resultado su índice de Prati de 5,41, el cual se encuentra en el rango entre 4-8 según la tabla 2, lo que significa que las aguas de dicho punto están “contaminadas” y se representa con el color naranja, en este punto el parámetro que más incide en el resultado final es el DBO₅ con un valor de 49,35%, seguido del OD con un valor de 48,98% y por el pH con un valor de 1,79.

3.1.5 Cálculo con el Índice de Prati, Efluente del Matadero Frigorífico Municipal de Tarija – Inicio del Área de Estudio.

Muestreo N°2-P1

Cálculo:

DBO₅: 2.096 mg/ℓ

$$X = \frac{y}{1,5}$$

y = valor del parámetro.

$$X = \frac{2.096}{1,5} = 1.397,33 \text{ mg/ℓ}$$

OD: 3,25 (mg/ℓ) al 37,44% Saturación

$$Y = \frac{37,44}{100} = 0,3744$$

$$X = 0,08 * (100 - Y)$$

$$X = 0,08 * (100 - 0,3744) = 7,97$$

pH: 6,3

$$x_{5-7} = 2(7 - y)$$

y = valor del parámetro.

$$x_{5-7} = 2(7 - 6,3) = 1,4$$

Índice de Prati

$$P = \frac{1}{n} * \sum (x_1 + x_2 + x_3)$$

n: Número de Parámetros

X: Unidad de Contaminación mg/ℓ

$$P = \frac{1}{3} * \sum (1.397,33 + 7,97 + 1,4) = 468,9$$

Cálculo del porcentaje de incidencia de cada parámetro del índice de Prati

$$\text{DBO}_5: \frac{1.397,33}{3} = 465,78 \quad 468,9 \text{ ————— } 100\% \quad z = \frac{465,78 * 100}{468,9} = 99,33\%$$

$$465,78 \text{ ————— } z$$

$$\text{OD: } \frac{7,97}{3} = 2,66 \quad 468,9 \text{ ————— } 100\% \quad z = \frac{2,66 * 100}{468,9} = 0,57\%$$

$$2,66 \text{ ————— } z$$

$$\text{pH: } \frac{1,4}{3} = 0,47 \quad 468,9 \text{ ————— } 100\% \quad z = \frac{0,47 * 100}{468,9} = 0,10\%$$

$$0,47 \text{ ————— } z$$

El resultado del cálculo del Punto N°1, muestreo N°2 que tiene como ubicación, el efluente del Matadero Frigorífico Municipal de Tarija, dio como resultado su índice de Prati de 468,57, el cual se encuentra en el rango > 16 según la tabla 2, lo que significa que las aguas de dicho punto están “altamente contaminadas” y se representa con el color negro, como se puede ver en el cálculo del porcentaje de incidencia, el DBO₅ incide con un 99,34% en el resultado final del índice de Prati, el cual es el causante de que las aguas de este punto se presenten en el rango de altamente contaminadas.

3.1.6 Cálculo con el Índice de Prati, Punto Intermedio Barrio San Salvador (sembradíos de maíz).

Muestreo N°2-P2

Cálculo:

DBO₅: 442 mg/ℓ

$$X = \frac{y}{1,5}$$

y = valor del parámetro.

$$X = \frac{442}{1,5} = 294,67 \text{ mg/}\ell$$

OD: 3,42 (mg/ℓ) al 40,09% Saturación

$$Y = \frac{40,09}{100} = 0,4009$$

$$X = 0,08 * (100 - Y)$$

$$X = 0,08 * (100 - 0,4009) = 7,97$$

pH: 6,5

$$x_{5-7} = 2(7 - y)$$

y = valor del parámetro.

$$x_{5-7} = 2(7 - 6,5) = 1$$

Índice de Prati

$$P = \frac{1}{n} * \sum (x_1 + x_2 + x_3)$$

n: Número de Parámetros

X: Unidad de Contaminación mg/ℓ

$$P = \frac{1}{3} * \sum (294,67 + 7,97 + 1) = 101,21$$

Cálculo del porcentaje de incidencia de cada parámetro del índice de Prati

$$\text{DBO}_5: \frac{294,67}{3} = 98,22 \quad 101,21 \text{ ————— } 100\% \quad z = \frac{98,22 * 100}{101,21} = 97,05\%$$

$$98,22 \text{ ————— } z$$

$$\text{OD: } \frac{7,97}{3} = 2,66 \quad 101,21 \text{ ————— } 100\% \quad z = \frac{2,66 * 100}{101,21} = 2,63\%$$

$$2,66 \text{ ————— } z$$

$$\text{pH: } \frac{1}{3} = 0,33 \quad 101,21 \text{ ______ } 100\% \quad z = \frac{0,33 * 100}{101,21} = 0,33\%$$

$$0,33 \text{ ______ } z$$

El resultado del cálculo del Punto 2, muestreo N°2 que tiene como ubicación a 400m del efluente, punto intermedio, dio como resultado de su índice de Prati de 101,21, el cual se encuentra en el rango > 16 según la tabla 2, lo que significa que las aguas de dicho punto están “altamente contaminadas” y se representa con el color negro, según el cálculo del porcentaje de incidencia de los parámetros del índice de Prati, el DBO₅ incide en un 97,05% en el resultado final, mientras que el OD solo incide en un 2,63% y el pH con un 0,33%.

3.1.7 Cálculo del Índice de Prati, punto intermedio zona el Temporal.

Muestreo N°2-P3

Cálculo:

DBO₅: 41,0 mg/ℓ

$$X = \frac{y}{1,5}$$

y = valor del parámetro.

$$X = \frac{41,0}{1,5} = 27,33 \text{ mg/ℓ}$$

OD: 4,08 (mg/ℓ) al 48,67 % Saturación

$$Y = \frac{48,67}{100} = 0,4867$$

$$X = 0,08 * (100 - Y)$$

$$X = 0,08 * (100 - 0,4867) = 7,96$$

pH: 7,4

$$x_{7-9} = (y - 7)^2$$

y = valor del parámetro.

$$x_{7-9} = (7,4 - 7)^2 = 0,16$$

Índice de Prati

$$P = \frac{1}{n} * \sum (x_1 + x_2 + x_3)$$

n: Número de Parámetros

X: Unidad de Contaminación mg/ℓ

$$P = \frac{1}{3} * \sum (27,33 + 7,96 + 0,16) = 11,82$$

Cálculo del porcentaje de incidencia de cada parámetro del índice de Prati

DBO₅ : $\frac{27,33}{3}=9,11$	11,82 _____ 100%	$z = \frac{9,11*100}{11,82}=77,1\%$
	9,11 _____ z	
OD : $\frac{7,96}{3}=2,65$	11,82 _____ 100%	$z = \frac{2,65*100}{11,82}=22,47\%$
	2,65 _____ z	
pH : $\frac{0,16}{3}=0,053$	11,82 _____ 100%	$z = \frac{0,05*100}{11,82}=0,43\%$
	0,05 _____ z	

El resultado del Punto N°3, muestreo N°2 que tiene como ubicación en la zona el Temporal, dio como resultado su índice de Prati de 11,82, el cual según la tabla 2, se encuentra en el rango entre 8-16 lo que significa que las aguas de dicho punto están “muy contaminadas” y se representa con el color rojo, de acuerdo al cálculo del porcentaje de incidencia de cada parámetro del índice de Prati, el DBO₅ influye en un 77,07% en el resultado final, el OD influye en un 22,42% y el pH con un 0,42%.

3.1.8 Cálculo con el Índice de Prati, zona el Temporal, intersección con el río Guadalquivir.

Muestreo N°2-P4

Cálculo:

DBO₅: 51,0 mg/ℓ

$$X = \frac{y}{1,5}$$

y = valor del parámetro.

$$X = \frac{51,0}{1,5} = 34 \text{ mg/ℓ}$$

OD: 4,54 (mg/ℓ) al 55,03 % Saturación

$$Y = \frac{55,03}{100} = 0,5503$$

$$X = 0,08 * (100 - Y)$$

$$X = 0,08 * (100 - 0,5533) = 7,96$$

pH: 7,6

$$x_{7-9} = (y - 7)^2$$

y = valor del parámetro.

$$x_{7-9} = (7,6 - 7)^2 = 0,36$$

Índice de Prati

$$P = \frac{1}{n} * \sum (x_1 + x_2 + x_3)$$

n: Número de Parámetros

X: Unidad de Contaminación mg/ℓ

$$P = \frac{1}{3} * \sum (34 + 7,96 + 0,36) = 14,11$$

Cálculo del porcentaje de incidencia de cada parámetro del índice de Prati

$$\text{DBO}_5: \frac{34}{3} = 11,33 \quad 14,11 \text{ ————— } 100\% \quad z = \frac{11,33 \cdot 100}{14,11} = 80,3\%$$

$$11,33 \text{ ————— } z$$

$$\text{OD: } \frac{7,96}{3} = 2,65 \quad 14,11 \text{ ————— } 100\% \quad z = \frac{2,65 \cdot 100}{14,11} = 18,8\%$$

$$2,65 \text{ ————— } z$$

$$\text{pH: } \frac{0,36}{3} = 0,12 \quad 14,11 \text{ ————— } 100\% \quad z = \frac{0,12 \cdot 100}{14,11} = 0,9\%$$

$$0,12 \text{ ————— } z$$

El resultado del cálculo del Punto 4 de Muestreo N°2 que tiene como ubicación, zona el Temporal, dio como resultado su índice de Prati de 14,10, el cual se encuentra en la tabla 2 entre el rango 8-16 lo cual significa que las aguas de dicho punto están “muy contaminadas” y se representa con el color rojo, el DBO₅ tiene una incidencia del 80,30% sobre el resultado final, lo cual hace que este punto presente aguas muy contaminadas.

3.1.9 Resultados obtenidos de muestras de la Quebrada Cabeza de Toro por el método índice de Prati

Tabla 6

Resultados de los índices de Prati, según puntos de muestreo

MUESTREO	P1		P2		P3		P4	
	Prati	Rango	Prati	Rango	Prati	Rango	Prati	Rango
Primera Muestra	410,78	>16	285,35	>16	8,66	8-16	5,41	4-8
	Altamente contaminadas		Altamente contaminadas		Muy contaminadas		Contaminadas	
Segunda Muestra	468,57	>16	101,21	>16	11,82	8-16	14,10	8-16
	Altamente contaminadas		Altamente contaminadas		Muy contaminadas		Muy contaminadas	

Fuente: Elaboración propia.

Según la tabla 6, los resultados obtenidos en el muestreo 1 realizado en el mes de agosto y su posterior comparación usando el método de Prati, se pudo concluir que, de los 4 puntos de muestreo seleccionados, el punto 1 y 2 presentan aguas "altamente contaminadas" representados por el color negro, el punto 3 presenta agua "muy contaminada" representado por el color rojo y el punto 4 presenta agua "contaminada" representado por el color naranja. Para el muestreo N°2 realizado en el mes de septiembre y su posterior comparación se pudo concluir que, de los 4 puntos de muestreo seleccionados, el punto 1 con un valor de 468,57 y el punto 2 con un valor de 101,21 presentan aguas "altamente contaminadas" representados por el color negro, el punto 3 con su índice de Prati de 11.82 presenta agua "muy contaminada" representado por el color rojo y el punto 4 con 14,10 presenta agua "muy contaminada" representado por el color rojo, según el porcentaje de incidencia de los parámetros sobre el resultado final del índice de Prati de cada punto, el parámetro que más incide en los resultados de su índice de Prati es el DBO₅.

Tabla 7

Resultado de la Quebrada Cabeza de Toro, según promedio del Índice de Prati

Puntos de muestreo	MUESTREOS EN LA QUEBRADA CABEZA DE TORO	CONCENTRACIONES			UNIDAD DE CONTAMINACIÓN			ÍNDICE DE PRATI
		DBO5 mg/t	OD mg/t	pH	DBO5 mg/t	OD mg/t	pH	
Punto 1	Muestreo 1	1.836	3,19	6,82	1.224	7,97	0,36	410,78
	Muestreo 2	2.096	3,25	6,3	1.396,33	7,97	1,4	468,9
	PROMEDIO							439,84
Punto 2	Muestreo 1	1.272	3,70	7.27	848	7,97	0,0729	285,35
	Muestreo 2	442	3,42	6.5	294,67	7,97	1	101,21
	PROMEDIO							193,28
Punto 3	Muestreo 1	26	4,13	7,83	17,33	7,96	0,6889	8,66
	Muestreo 2	41,0	4,08	7,4	27,33	7,96	0,16	11,82
	PROMEDIO							10,24
Punto 4	Muestreo 1	12	4,60	7,54	8	7,96	0,2916	5,41
	Muestreo 2	51,0	4,54	7,6	34	7,96	0,36	14,11
	PROMEDIO							9,76

Fuente: elaboración propia.

Tabla 8
Promedios del porcentaje de incidencia de cada parámetro y promedios del índice de Prati

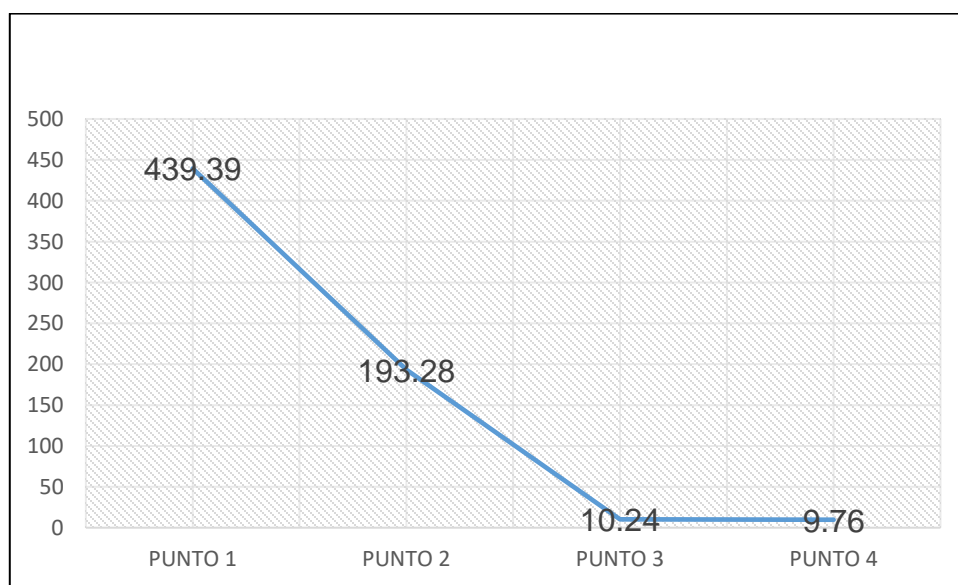
Puntos de muestreo	MUESTREOS EN LA QUEBRADA CABEZA DE TORO	PROMEDIO DELPORCENTAJE DE INCIDENCIA DE CADA PARAMETRO			PROMEDIOS DEL ÍNDICE DE PRATI
		DBO5	OD	pH	
		%	%	%	
Punto 1	Muestreo 1 y 2	99,325	0,61	0,065	439,39
Punto 2	Muestreo 1 y 2	98,05	1,78	0,17	193,28
Punto 3	Muestreo 1 y 2	71,92	26,53	1,55	10,24
Punto 4	Muestreo 1 y 2	64,8	33,85	1,35	9,76

Como se puede ver en la tabla 7 y 8, de acuerdo a los resultados de los promedios de cada punto, podemos evidenciar que los puntos 1 y 2 se encuentran en el rango de "altamente contaminado" representado por el color negro, el parámetro con mayor incidencia en el resultado final es el DBO₅, que de acuerdo a la tabla 2 se encuentra en el rango >16, presentando valores muy elevados en su índice de Prati; el punto 3 y 4 se encuentra en el rango de "muy contaminado" representado con el color rojo, el parámetro que más incide en este resultado es el DBO₅ con valores mayores al 60%, seguido por el OD que presenta valores mayores al 20% y por último el parámetro pH

que tiene una incidencia de un poco más del 1% en el resultado final de su índice de Prati.

Gráfico 1

Resultados obtenidos por el Método Índice de Prati (Promedios)



Fuente: CEANID.

En el gráfico anterior, se pueden observar los promedios de los dos muestreos, el primer muestreo se realizó en fecha 24/08/2021, el segundo muestreo se realizó en fecha 28/09/2021, cuyos resultados de los 4 puntos, se puede apreciar que en el punto N°1 se obtuvo un resultado de 439,39 , lo que se sobrepasa por mucho el rango máximo que nos da Prati que es >16 "altamente contaminado" se debe que en el punto uno fue tomada en la descarga del matadero frigorífico municipal de Tarija que de acuerdo a los análisis se pudo ver que tanto el DBO_5 como el DQO presentan valores altos por toda la carga orgánica como, en el punto 2 con 193,28 que de igual manera está en el rango de "altamente contaminado" esto se encuentra a una distancia aproximada de 100m de la descarga se tomó este punto ya que en el lugar existe un sembradío de maíz y se desvía el agua residual de la descarga del matadero para ser utilizada como riego de estos sembradíos, en el punto N°2 se puede evidenciar un descenso significativo de 10,24, rango que se encuentra "muy contaminado" a lo largo del trayecto de la quebrada

hasta llegar al punto 3, que de igual manera se puede evidenciar una disminución significativa hasta llegar al último punto que es el punto 4 que tiene como resultado 9,76 dentro del rango de Prati se encuentra en "muy contaminado", para este último punto no se puede apreciar gran descenso ya que a 100m aproximadamente hay una casa de campo cuyas aguas residuales se vierten a la quebrada Cabeza de Toro, de acuerdo a la información dada por el señor Gregorio Ortega sereno de la planta procesadora de áridos, los dueños de dicha casa estuvieron de visita el mes de septiembre, mes que fue tomada la muestra N°2.

3.2 Resultados de la Autodepuración de la Quebrada Cabeza De Toro Hasta Su Intersección con el Río Guadalquivir

Es pertinente mencionar que los cuerpos de agua tienen la capacidad de auto regenerarse a sí mismos sin intervención antrópica, a esto se le conoce como la autodepuración.

Con el fin de evidenciar la capacidad de autodepuración que tiene la Quebrada Cabeza de Toro, se planteó el análisis de un tramo del mismo, más específicamente se investigó los 4 puntos de muestreo que se encuentran a lo largo de este tramo, es decir desde el Matadero Municipal hasta su intersección con el Río Guadalquivir, teniendo como base de análisis los datos de los parámetros de calidad de agua que abarcan estos puntos.

Al identificar que a lo largo de la Quebrada Cabeza de Toro se encuentra datos como el pH, OD, DQO, DBO₅, valores que se pueden ver en la tabla N° 3, se determinó mediante el método de índice de Prati (ver tabla 6) que la quebrada tiene un grado de "altamente contaminado a muy contaminado", por este motivo se realizó el estudio de los parámetros que indican la calidad del agua, en cada punto de muestreo para obtener resultados de autodepuración que presenta la Quebrada Cabeza de Toro y además identificar qué puntos tienen un comportamiento más crítico.

3.2.1 Demanda Biológica de Oxígeno (DBO₅)

La demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅) es un parámetro que mide la cantidad de oxígeno consumido al degradar la materia orgánica de una muestra líquida. Es la

materia susceptible de ser consumida u oxidada por medios biológicos que contiene una muestra líquida, disuelta o en suspensión.

A continuación, se presentan los valores de la Demanda Biológica de Oxígeno que se obtuvieron en cada uno de los puntos de muestreo.

Tabla 9

Demanda Biológica de Oxígeno (DBO₅) según Muestreo N° 1

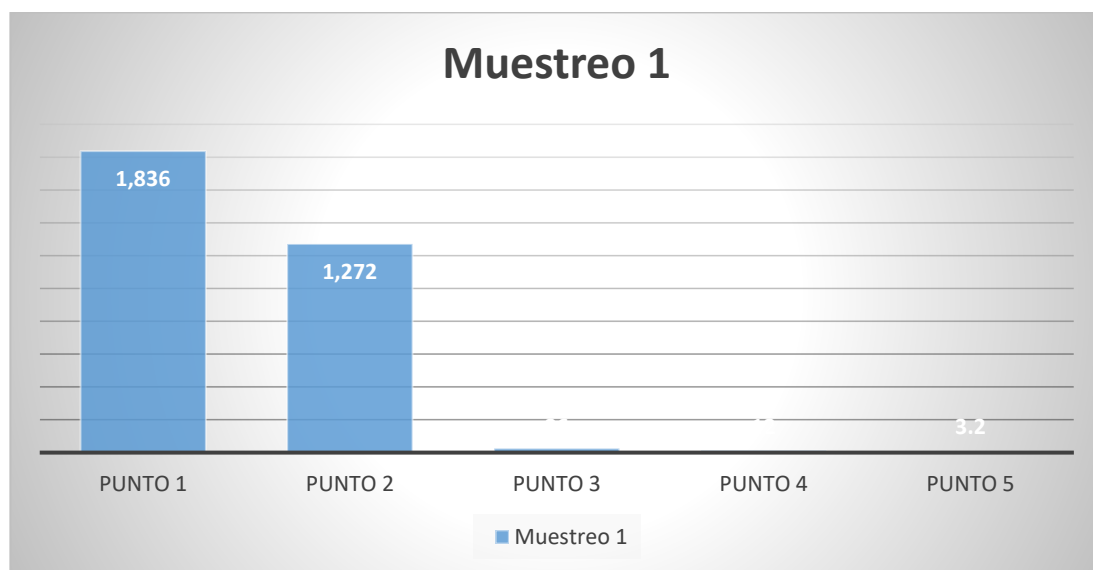
Muestreo N°1					
PARAMETROS	PUNTO 1	PUNTO 2	PUNTO 3	PUNTO 4	PUNTO 5
DBO ₅ (mg/ℓ)	1.836	1.272	26	12	3,2

Fuente: CEANID.

De acuerdo con los resultados de los análisis en el laboratorio reflejados en la tabla 9 se muestran los diferentes valores del análisis físico-químico que se realizó en laboratorio de la DBO₅ del muestreo 1.

Gráfico 2

Demanda biológica de oxígeno (mg/t) según Muestreo N° 1



Fuente: CEANID.

De acuerdo al gráfico 2, podemos ver que existe una variación de la demanda biológica de (DBO_5), empezando de 1.836 mg/l en el punto 1, en el efluente del Matadero Frigorífico Municipal de Tarija ubicado en el barrio San Salvador, el aspecto del agua es sucia, de color rojo, por la sangre del matadero. En el punto 2 disminuye en una cantidad de 1.272 mg/l, el agua es de color marrón, esta agua es utilizada para riego de una parcela con sembradíos de maíz. En el punto 3 hay un gran descenso del (DBO_5) es de 26 mg/l en este punto se puede evidenciar que ya vuelve la vegetación en la quebrada Cabeza de Toro, el agua es de color gris claro, para el punto 4 se tiene una cantidad de 12 mg/l, el agua se clarifica, hay más vegetación después de una distancia de 3,6 km desde la descarga del efluente del Matadero Frigorífico Municipal, en este punto el oxígeno disuelto que ha ido aumentando en la quebrada Cabeza de Toro, ayuda a degradar los compuestos contaminantes. El (DBO_5) disminuye en función a que no se tiene contaminación orgánica externa, se puede ver que en el punto 5, aguas arriba del Rio Guadalquivir, presenta un DBO_5 de 3,2 mg/l, en este punto no existe la interferencia de las aguas residuales provenientes del matadero.

El contenido de la calidad del (DBO_5) (mg/l) en el muestreo N°1 de la quebrada Cabeza de Toro, se encuentra en el contenido de calidad altamente contaminada en los puntos 1, 2 y 3, y en el punto 4 la calidad mejora de acuerdo al método del índice de Prati, aunque sigue siendo “muy contaminada”.

Tabla 10

Demanda Biológica de Oxígeno (DBO_5) según Muestreo N° 2

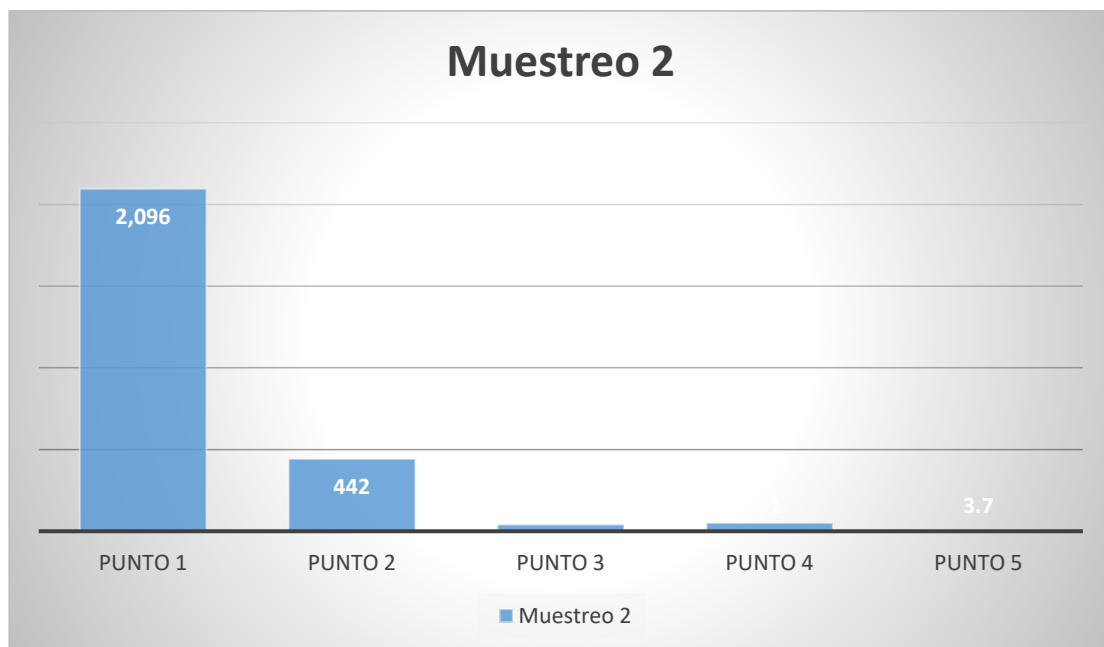
Muestreo N°2					
PARAMETROS	PUNTO 1	PUNTO 2	PUNTO 3	PUNTO 4	PUNTO 5
DBO_5 (mg/l)	2.096	442	41	51	3,7

Fuente: CEANID.

De acuerdo con los resultados de los análisis en el laboratorio reflejados en la tabla 10 se muestran los valores del DBO₅ del muestreo 2, donde se observa que los primeros puntos presentan un DBO₅ mayor.

Gráfico 3.

Demanda biológica de oxígeno (mg/l) según Muestreo N° 2



Fuente: CEANID.

En el muestreo N°2 que se realizó el mes de septiembre, se puede observar que, de la misma manera que en el muestreo N°1, existe una variación del DBO₅ empezando en el punto 1 con 2.096 mg/l teniendo después en el punto 2 un descenso a 442 mg/l, en el punto 3 se puede ver una disminución significativa a 41 mg/l, esta disminución se debe a que va disminuyendo en el agua la carga orgánica (sangre, excrementos, etc) proveniente de la descarga del matadero; en el punto 4 se tiene un aumento de 10 mg/l ya que presenta un valor de 51 mg/l esto se dio debido a que aproximadamente 100m antes de la intersección de la quebrada Cabeza de Toro con el río Guadalquivir, hay una casa de campo que sus aguas residuales las arroja a la quebrada Cabeza de Toro, como se expuso anteriormente, aguas arriba del Río Guadalquivir donde se ubica el

punto 5, presenta un DBO₅ de 3,7, este valor es bajo porque en este punto no llegan las aguas residuales del Matadero Frigorífico Municipal de Tarija.

3.2.2 Demanda Química de Oxígeno

La Demanda Química de Oxígeno (DQO) determina la cantidad de oxígeno requerido para oxidar la materia orgánica e inorgánica en una muestra de agua, bajo condiciones específicas de agente oxidante, temperatura y tiempo.

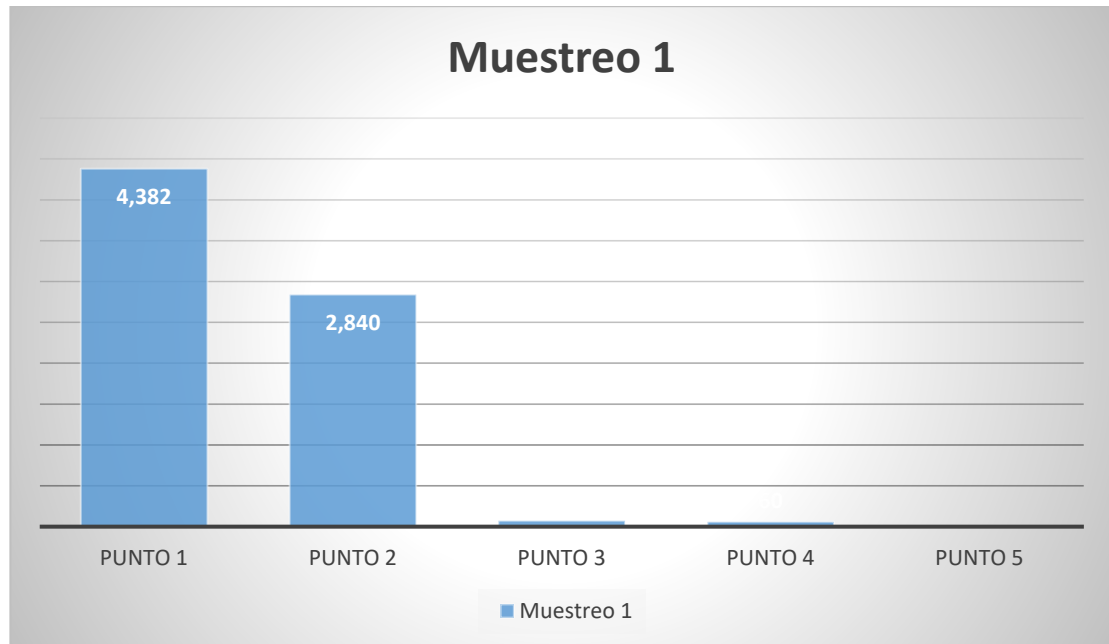
Tabla 11

Demanda química de oxígeno (mg/ℓ), según el muestreo N° 1

Muestreo N°1				
PARAMETROS	PUNTO 1	PUNTO 2	PUNTO 3	PUNTO 4
DQO (mg/ℓ)	4.382	2.840	73	60

Fuente: CEANID.

De acuerdo con los resultados de los análisis en el laboratorio reflejados en la tabla 11 muestra los valores obtenidos en laboratorio del DQO del muestreo 1, donde se observa que los primeros puntos presentan un mayor valor.

Gráfico 4**Demanda química de oxígeno (mg/l), según el muestreo N° 1**

Fuente: CEANID.

El DQO obtenido en el laboratorio CEANID, muestra que el punto más alto es el punto 1, el efluente del Matadero Frigorífico Municipal de Tarija con 4382mg/l, el valor de este parámetro es elevado, ya que no existe ninguna clase de tratamiento de las aguas residuales del matadero frigorífico municipal previo a la descarga, luego para el punto 2 se tiene un descenso a 2840 mg/l, como se puede observar para el punto dos disminuye aproximadamente la mitad del valor inicial, para el punto 3 tenemos un DQO de 73 mg/l lo que marca un descenso significativo, y finalmente para el punto 4 con 60 mg/l lo que nos indica que la quebrada Cabeza de Toro reduce de manera natural la carga de la DQO para este último punto antes de la intersección con el río Guadalquivir, para el punto 5, no se realizó el análisis de este parámetro, solo se analizó al DBO₅ por ser el principal indicador de contaminación orgánica del agua.

Tabla 12

Demanda química de oxígeno (mg/l), según el muestreo N° 2

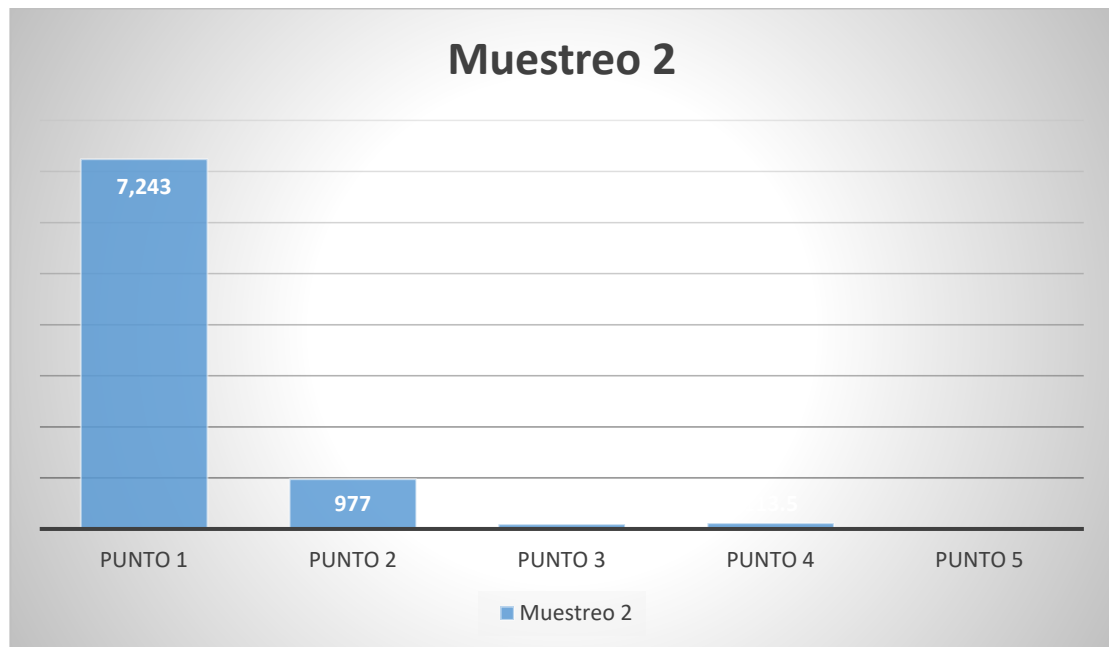
Muestreo N°2				
PARAMETROS	PUNTO 1	PUNTO 2	PUNTO 3	PUNTO 4
DQO (mg/l)	7.243	976,5	92	113,5

Fuente: CEANID.

De acuerdo con los resultados de los análisis en el laboratorio reflejados en la tabla 12 se observan los valores del DQO según el muestreo 2, el punto 1 y 2 presentan los valores más altos.

Gráfico 5.

Demanda química de oxígeno (mg/l), según el muestreo N° 2



Fuente: CEANID.

La DQO también se la emplea como una forma de medir la concentración de materia orgánica que se encuentra en este caso en residuos industriales provenientes de Matadero Frigorífico Municipal de Tarija, en el gráfico 5, se puede evidenciar que los

valores DQO de la segunda muestra indican que, en el punto 1 se tiene 7.243 mg/ℓ debido al incremento de reses faenadas en esta segunda muestra, en el punto 2 se nota un descenso notable a 979,5 mg/ℓ, con relación al punto uno que es el punto de la descarga, en el punto 3 se observa que la quebrada Cabeza de Toro tiene una recuperación, para este punto que esta con DQO de 92 mg/ℓ y como último punto, el N°4, se puede observar un ascenso de 21,5 mg/ℓ, ya que se obtuvo una demanda de oxígeno de 113,5 mg/ℓ debido a que aproximadamente 100m antes de la intersección de la quebrada Cabeza de Toro con el río Guadalquivir, hay una casa de campo cuyas aguas residuales son vertidas a la quebrada Cabeza de Toro, como se explicó en puntos anteriores.

3.2.3 Oxígeno Disuelto

El oxígeno disuelto (OD) es la cantidad de oxígeno gaseoso que esta disuelto en el agua. El oxígeno libre es fundamental para la vida de los peces, plantas, y otros organismos de la quebrada; por eso, se ha considerado como un indicador de la capacidad de la misma para mantener la vida acuática.

Tabla 13

Oxígeno Disuelto (mg/ℓ) según muestreo N° 1

Muestreo N°1				
PARAMETROS	PUNTO 1	PUNTO 2	PUNTO 3	PUNTO 4
OD (mg/ℓ)	3,19	3,7	4,13	4,6

Fuente: CEANID.

De acuerdo con los resultados de los análisis en el laboratorio reflejados en la tabla 13 muestra los valores del OD obtenidos por laboratorio, de los puntos del muestreo 1, donde se observa que los últimos puntos presentan un OD más alto.

Tabla 14
Saturación de Oxígeno (mg/l) según muestreo N° 1

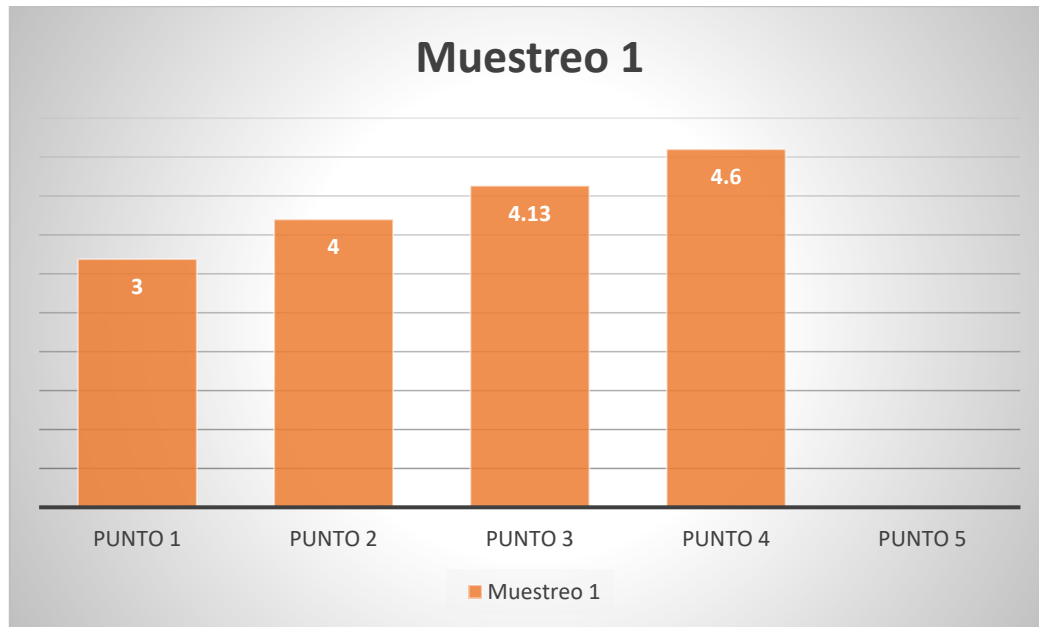
Muestreo N°1				
PARAMETROS	PUNTO 1	PUNTO 2	PUNTO 3	PUNTO 4
Saturación de oxígeno %	37,40	41,86	44,99	46,98

Fuente: CEANID.

Las transformaciones del oxígeno disuelto, para obtener el porcentaje de saturación con relación a la temperatura, se realizan de acuerdo a la tabla 1 de este documento.

Gráfico 6

Oxígeno Disuelto (mg/l) según muestreo N° 1



Fuente: CEANID.

De acuerdo a la muestra N°1 correspondiente al mes de agosto, se obtuvo el oxígeno disuelto en el punto N°1 que es de 3,19 mg/l con una saturación de 37,40 % aumentando en el punto N°2 a 3,7 mg/l y con una saturación de 41,86% observando el resultado para los puntos 3 y 4 se puede observar que hay un notable aumento del oxígeno disuelto de 4,13 mg/l y 4,6 esto con una saturación de 44,99% y 46,98% respectivamente esto nos indica que a lo contrario del DBO₅ o del DQO que tiene que disminuir para que haya una recuperación natural, en el caso del oxígeno disuelto mientras más se incremente mayor va ser la autodepuración de la quebrada Cabeza de Toro, en el punto 5 no se realizó el análisis del Oxígeno Disuelto.

Tabla 15**Oxígeno Disuelto (mg/l) según muestreo N° 2**

Muestreo N°2				
PARAMETROS	PUNTO 1	PUNTO 2	PUNTO 3	PUNTO 4
OD (mg/l)	3,25	3,42	4,08	4,54

Fuente: CEANID.

La tabla 15 muestra los valores obtenidos en laboratorio del OD, según el muestreo 2, los primeros puntos presentan valores más bajos.

Tabla 16.**Saturación de Oxígeno (mg/l) según muestreo N° 2**

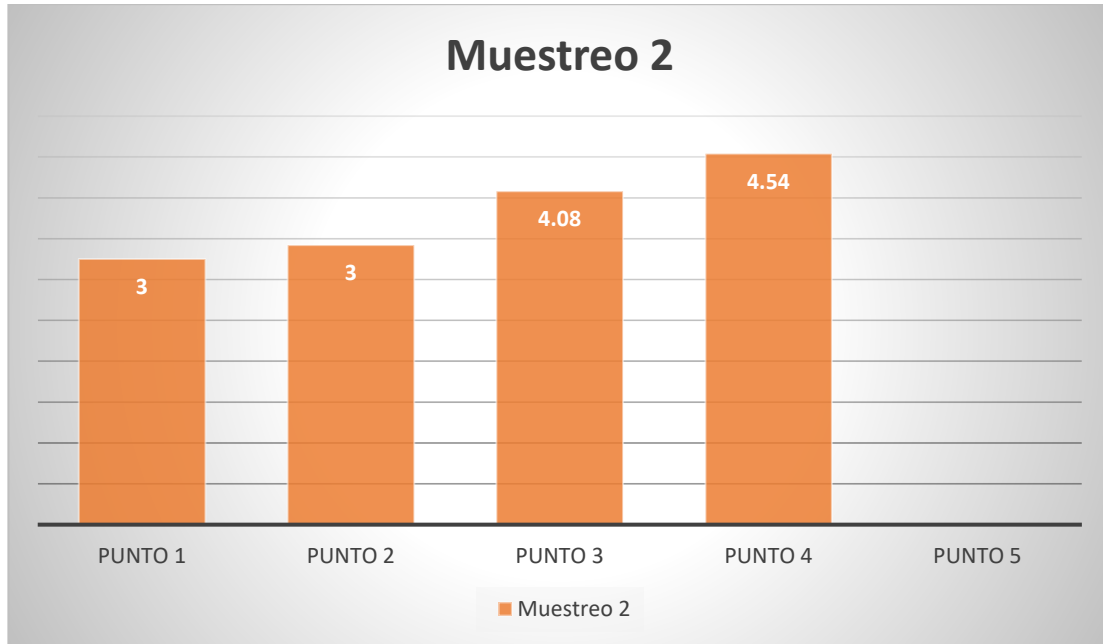
Muestreo N°2				
PARAMETROS	PUNTO 1	PUNTO 2	PUNTO 3	PUNTO 4
Saturación de oxígeno %	37,44	40,09	48,67	55,03

Fuente: CEANID.

Las transformaciones del oxígeno disuelto, para obtener el porcentaje de saturación con relación a la temperatura, se realizan de acuerdo a la tabla 3 descrita en la pág. 56.

Gráfico 7

Oxígeno Disuelto (mg/l) según muestreo N° 2



Fuente: CEANID.

De acuerdo a la muestra N°2 realizada en el mes de septiembre se puede observar en el gráfico 7, que empezando por el punto N°1 que es el efluente del Matadero Frigorífico Municipal de Tarija, se tiene un Oxígeno disuelto relativamente bajo de 3,25 mg/l con saturación de 37,44% que sube para el punto 2 con 3,42 mg/l con saturación de 40,09% concluyendo con los puntos N° 3 y 4 que presentan un valor de 4,08 mg/l y 4,54 estos con una saturación de 48,67 y 55,03 respectivamente, en este segundo muestreo se pudo evidenciar que la autodepuración de la quebrada Cabeza de Toro, en el mes de septiembre fue menor a la del mes de agosto, con diferencia de 0,06 mg/l.

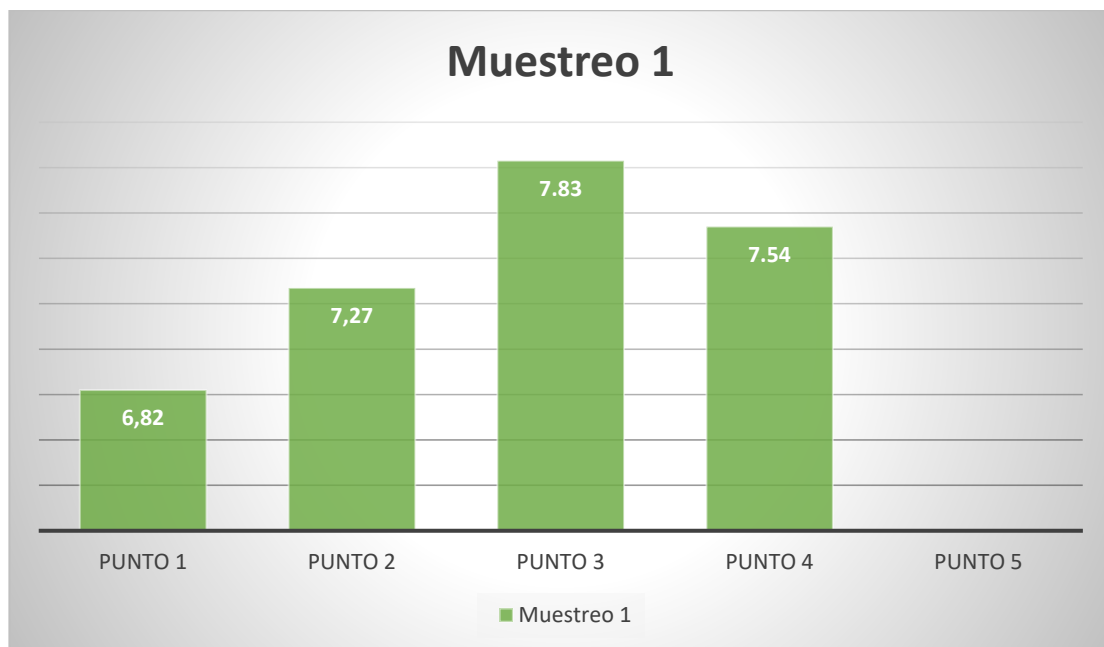
Tabla 17.
pH según muestreo N° 1

Muestreo N°1				
PARAMETROS	PUNTO 1	PUNTO 2	PUNTO 3	PUNTO 4
pH	6,82	7,27	7,83	7,54

Fuente: CEANID.

Como se puede observar la tabla 17, el pH se acerca más a la neutralidad en los puntos más alejados.

Gráfico 8
pH según muestreo N° 1



Como se puede ver en la tabla 17 y gráfico 8, el pH en el muestreo 1, presenta un valor de 6,82 en el punto 1, un valor de 7,27 en el punto 2, un valor de 7,83 en el punto 3 y un valor de 7,54 en el punto 4, el pH en el primer punto es ácido y en los tres últimos

puntos se va acercando a la neutralidad; en el punto 5 no se realizó el análisis del pH, solo se tomó en cuenta al DBO₅.

Tabla 18.

pH según muestreo N° 2

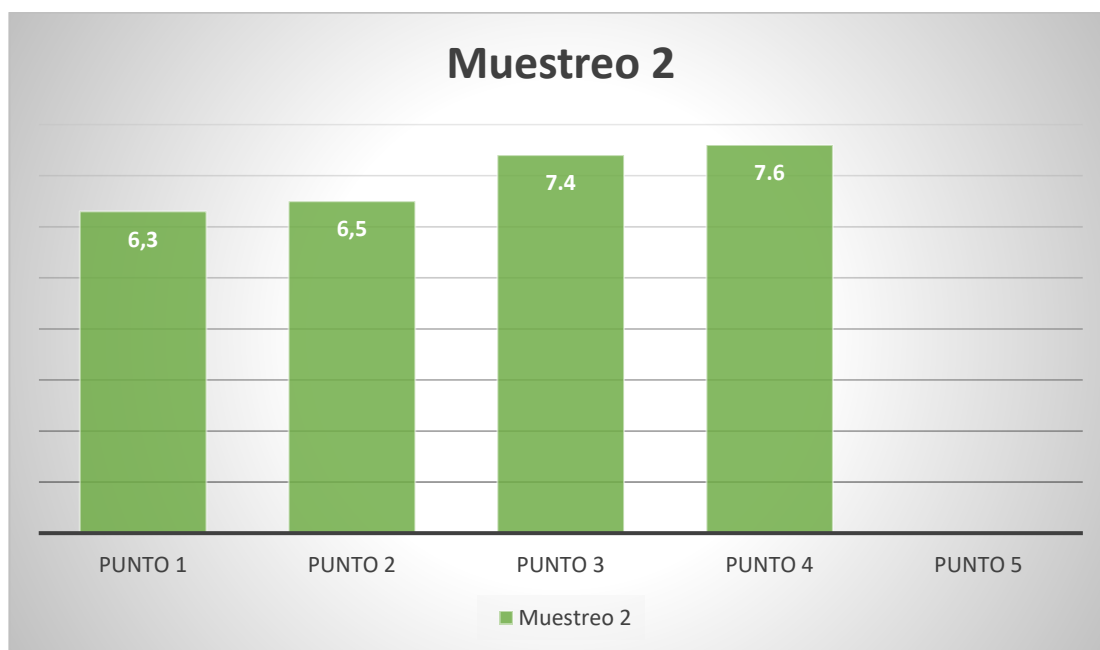
Muestreo N°2				
PARAMETROS	PUNTO 1	PUNTO 2	PUNTO 3	PUNTO 4
pH	6,3	6,5	7,4	7,6

Fuente: CEANID.

Como se puede observar la tabla 18, el pH se acerca más a la neutralidad en los puntos 3 y 4.

Gráfico 9

pH según muestreo N° 2



Como se puede ver en la tabla 18 y gráfico 9, el pH en el muestreo 2, presenta un valor de 6,3 en el punto 1, un valor de 6,5 en el punto 2, un valor de 7,4 en el punto 3 y un

valor de 7,6 en el punto 4, el pH en los dos primeros puntos es levemente ácido y en el punto 3 y 4 se va acercando a la neutralidad; en el punto 5 no se realizó el análisis del pH, solo se tomó en cuenta al DBO₅ por ser el principal indicador de la contaminación orgánica del agua.

3.2.4 Conclusiones del análisis de la Autodepuración

Mediante el análisis de estos cuatro parámetros que son Demanda Biológica de Oxígeno (DBO₅), Demanda Química de Oxígeno (DQO), Oxígeno Disuelto (OD) y del pH, realizados en el cuerpo de agua superficial, quebrada Cabeza de Toro habiendo estudiado una distancia de 3,6km, presenta una autodepuración natural ya que se evidencio una disminución significativa, de los diferentes parámetros, para que haya una regeneración óptima depende de tres aspectos, primero el caudal ya que a mayor caudal permite diluir mejor el vertido y facilita su posterior degradación del contaminante, segundo también depende mucho de la turbulencia del agua esta otorga lo que es el oxígeno disuelto al medio que favorece a la actividad microbiana no siendo el caso en el área de estudio ya que es una quebrada, y finalmente depende de la naturaleza (sol) y el tamaño del vertido.

3.3 Determinación del grado de impacto del Rio Guadalquivir causado por la Quebrada Cabeza de Toro mediante el análisis de laboratorio del DBO₅ aguas arriba

Aún sin ser un estudio formal de evaluación de impacto ambiental (EIA), que habría involucrado considerables recursos humanos y económicos, especialmente para establecer la línea de base y mejorar los niveles de calidad y cantidad de información, la metodología general de este trabajo mantiene cierta similitud con aquellas de común aceptación en este tipo de estudios.

Tabla 19: Atributos de cada factor a ser tomado o no en cuenta

FACTOR AMBIENTAL AFECTADO	ATRIBUTOS	JUSTIFICACIÓN DEL ATRIBUTO PARA SER TOMADO O NO EN CUENTA
AIRE	Factor de dispersión	Es tomado en cuenta por que se genera un transporte del olor
	Partículas suspendidas	No se toma en cuenta porque no se vio presencia de partículas suspendidas en el sitio de estudio
	Óxido de azufre	No se lo tomo en cuenta porque no se producen gases azufrados
	Óxido de nitrógeno	No se lo toma en cuenta porque no se producen óxidos de nitrógeno en la quebrada.
	Monóxido de carbono	No se identificó monóxido de carbono en el sitio de estudio
	Oxidantes fotoquímicos	No se lo toma en cuenta porque no existen oxidantes fotoquímicos en la quebrada.
	Olor	Se toma en cuenta porque existe la presencia de olor por la descarga del matadero
AGUA	Producción de acuíferos	No se toma en cuenta porque la descarga no produce acuíferos
	Variaciones de caudal	Se toma en cuenta porque la descarga produce variaciones del caudal de la quebrada.
	Aceites y grasas	No se toma en cuenta porque los perros se comen las grasas y vísceras haciendo que estas no produzcan impactos.
	Sólidos suspendidos	Se toma en cuenta por que existen sólidos suspendidos en el agua de la quebrada.
	Temperatura	No se lo toma en cuenta ya que la temperatura que sale de la descarga es la misma del ambiente
	Acidez y alcalinidad	Se lo toma en cuenta ya que el pH en los dos primeros puntos es ácido y en los dos últimos presenta pH alcalinos.
	DBO₅	Este atributo es tomado en cuenta porque es uno de los principales indicadores de la existencia de contaminación en la quebrada Cabeza de Toro.
	Oxígeno disuelto	Es tomado en cuenta porque es otro indicador importante que muestra la contaminación que existe.
	Sólidos disueltos	Es tomado en cuenta porque la quebrada presenta sangre.
	Nutrientes	Si es tomado en cuenta por la presencia de materia orgánica que tiene el agua
	Compuestos tóxicos	No se toma en cuenta porque no se identificaron compuestos tóxicos y ya se está tomando a coliformes fecales.
	Coliformes fecales	Se toma en cuenta porque existen coliformes fecales (<i>Escherichia coli</i>)
	SUELO	Salinidad y alcalinidad
Compactación		No se toma en cuenta porque no hay compactación, solo es una descarga
Nutrientes		No se toma en cuenta por contribuir de forma positiva al suelo, por los nutrientes que aporta
Erosión		No es tomado en cuenta porque no se vio la influencia del agua residual industrial del matadero en la erosión de la quebrada.
Riesgos		No se toma en cuenta porque no se ven riesgos que pueda generar la quebrada al suelo
Uso de suelos		No se toma en cuenta porque es usado de forma positiva por los campesinos
	Fauna terrestre	Se toma en cuenta por la existencia de perros callejeros que se alimentan en las orillas de la quebrada
	Fauna acuática	No se toma en cuenta porque no se ve la presencia de fauna acuática

ECOLOGIA	Aves	No se toma en cuenta porque las aves se alimentan de la materia orgánica que hay en la quebrada
	Vegetación y flora terrestre	No se toma en cuenta porque la vegetación no se ve afectada
	Áreas verdes urbanas	No se toma en cuenta porque no hay áreas verdes urbanas en la zona de estudio
	Vegetación y flora acuática	No es tomado en cuenta por qué no se evidencio afectación a la flora acuática
	Cosecha agrícola	No es tomado en cuenta porque los campesinos usan las aguas positivamente para producir sus productos
	Vectores	Se toma en cuenta por la presencia de vectores como zancudos y otros
	Paisajismo	Es tomado en cuenta porque el paisajismo es afectado por la presencia de sangre, canes y piscinas en la quebrada.
RUIDO	Efectos fisiológicos	No se toma en cuenta porque no existe ruido
	Comunicación	No se toma en cuenta por la no existencia del ruido
	Rendimiento laboral	No se evidencio ruido en la quebrada
	Comportamiento social	No se evidencio ruido en la quebrada
SOCIOECONOMICO	Estilo de vida	No se toma en cuenta porque el estilo de vida no se ve afectado
	Sistemas fisiológicos	No se toma en cuenta porque no hay personas por la quebrada
	Necesidades comunales	No se lo toma en cuenta porque no se tiene evidencia de algún tipo de necesidad comunal.
	Empleo	No se toma en cuenta porque no hay generación de empleo negativa.
	Ingreso al sector publico	Se toma en cuenta porque las personas no se ven interesadas de ingresar por la contaminación que hay en la quebrada Cabeza de Toro.
	Consumo per cápita	No se lo toma en cuenta porque no se genera actividad económica en la quebrada cabeza de Toro.
	Propiedad publica	No se lo toma en cuenta porque no se ve afectada la propiedad publica
	Propiedad privada	No se toma en cuenta porque no afecta a la propiedad privada, ya que solo es una quebrada

Fuente: Elaboración propia

TABLA 20

MATRIZ DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL N°3 (DESCARGA Y MEZCLA AL RIO GUADALQUIVIR) CON EL MÉTODO DE VICENTE CONESA FERNÁNDEZ – VÍTORA.

MATRIZ DE EVALUACION DE IMPACTO AMBIENTAL N°3 (DESCARGA Y MEZCLA AL RIO GUADALQUIVIR)					
FACTOR AMBIENTAL AFECTADO	ATRIBUTOS	VARIABLES	ACCIONES IMPACTANTES		
			ACCION 1: DESCARGA FINAL DE EFLUENTE DE LA QUEBRADA CABEZA DE TORO	ACCION 2: MEZCLA CON EL EFLUENTE DEL RIO GUADALQUIVIR	VALOR MEDIO DEL FACTOR
AIRE	Factor de dispersión		-13	-13	-13
	Olor		-13	-13	-13
	IMPORTANCIA MEDIA				-13
AGUA	Variaciones de caudal		-13	-13	-13
	Solidos suspendidos		-28	-22	-25
	Acidez y alcalinidad		-13	-13	-13
	DBO5		-34	-28	-31
	Oxígeno disuelto		-13	-13	-13
	Solidos disueltos		-29	-25	-27
	Coliformes fecales		-32	-27	-29,5
IMPORTANCIA MEDIA				-21,64	
ECOLOGIA	Fauna terrestre		-13	-13	-13
	Vectores		-36	-40	-38
	Paisajismo		-13	-13	-13
	IMPORTANCIA MEDIA				-21,33
SOCIOECONOMICO	Ingreso al sector publico		-13	-13	-13
	IMPORTANCIA MEDIA				-13
	VALOR MEDIO DE LAS ACCIONES			-20,23	-18,92

Fuente: Elaboración propia

Como se observa la tabla 20, la matriz de evaluación de impacto ambiental N°3 (descarga y mezcla al Rio Guadalquivir) del Matadero Frigorífico Municipal de Tarija, presenta 2 acciones, acción 1 (descarga final de efluente de la Quebrada Cabeza de Toro), acción 2 (mezcla con el efluente del rio Guadalquivir), a continuación, se describen los factores ambientales afectados.

La asignación de los valores para cada acción, donde se calcula la importancia de los impactos ambientales, se dio en base a la intensidad, extensión, momento, persistencia, reversibilidad, sinergia, acumulación, efecto, periodicidad y recuperabilidad que presentan los impactos, por ejemplo.

Tabla 21: Ejemplo de la asignación de valores de la matriz 3

Descarga del efluente de la Quebrada Cabeza de Toro														
Factor ambiental	Atributo	NA	IN	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	Importancia	Clasificación del atributo
Aire	Factor de dispersión	(-)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-13	Impacto irrelevante

La Importancia se calcula mediante la formula:

$$I = \pm (3IN + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)$$

$$I = - (3(1) + 2(1) + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1) = -13$$

Factor aire. – En este factor, el atributo factor de dispersión y el olor presentan un valor medio de -13 siendo un efecto irrelevante, que se representa por el color celeste.

Factor agua. – Este factor ambiental, presenta en su atributo variaciones de caudal, acidez y alcalinidad y en oxígeno disuelto un valor de -13, siendo un efecto irrelevante que se representa por el color celeste, solidos suspendidos presenta un valor de -25, el DBO₅ un valor de -31, solidos disueltos con un valor de -27, y coliformes fecales presenta un valor de -29,5, estos atributos presentan un efecto moderado que se representan por el color rosa.

Factor ecología. – Este factor presenta 3 atributos, de los cuales la fauna terrestre y paisajismo presentan un valor de -13 siendo este un efecto irrelevante que se representa por el color celeste, el atributo vector tiene un valor medio de -38 presentando un efecto moderado que se identifica con el color rosa.

Factor socioeconómico. – En este factor solo se presenta un atributo que es el ingreso al sector público, el cual presenta un efecto irrelevante, con un valor de -13, se identifica con el color celeste.

Tabla 22

Límites máximos permisibles de DBO₅

Límites máximos permisibles de la (DBO ₅)			
CLASE "A"	CLASE "B"	CLASE "C"	CLASE "D"
<2	<5	<20	<30

Fuente: (RMCH, 1995).

Se presentan los valores obtenidos de la demanda biológica de oxígeno (DBO₅) en el laboratorio CEANID, en los diferentes puntos de muestreo.

Tabla 23.

**Comparación de los resultados obtenidos en laboratorio según el Reglamento en
Materia de Contaminación Hídrica**

PARAMETRO	UNIDAD	PUNTO 4 Quebrada Cabeza de Toro	Clase en la que se encuentra el punto 4 (Intervalo)	PUNTO 5 Rio Guadalquivir	Clase en la que se encuentra el punto 5 (Intervalo)
(DBO ₅) MUESTRA 1	mg/ℓ	12	Este punto según la tabla 22, se encuentra entre Clase "C" Y Clase "D"	3,2	Este punto se encuentra en clase B
(DBO ₅) MUESTRA 2	mg/ℓ	51		3,7	

Fuente: CEANID.

Al realizar la comparación de los resultados obtenidos en el laboratorio (CEANID) con el reglamento en Materia de Contaminación Hídrica, se pudo determinar que el punto N°4 que es la intersección de la quebrada Cabeza de Toro con el punto N°5 río Guadalquivir, se encuentra según el muestreo N°1 una (DBO₅) de 12 mg/ℓ, y en el muestreo N°2, 51 mg/ℓ, obteniendo un intervalo entre estos puntos según la tabla 22, se encuentra entre Clase "C" Y Clase "D" de ambas muestras según el (RMCH) clasifica en la CLASE "D" que está representada por el color rojo, son guas de calidad

mínima, que, para consumo humano en los casos extremos de necesidad pública, requieren un proceso inicial de pre sedimentación, pues pueden tener una elevada turbiedad por elevado contenido de sólidos en suspensión, y luego tratamiento físico químico completo y desinfección bacteriológica especial contra huevos y parásitos intestinales y en la Clase "C" que son aguas de utilidad general, que para ser habilitadas para consumo humano requieren tratamiento físico-químico completo y desinfección bacteriológica. En el punto N°5, que está ubicado a 20m desde la intersección de la quebrada Cabeza de Toro con el río Guadalquivir, aguas arriba del río Guadalquivir, se tiene que el muestreo N°1 presenta una (DBO₅) de 3,2 mg/ℓ, y en el muestreo N°2, de 3,7 mg/ℓ, cuyo intervalo de ambas muestras se encuentra en la Clase "B" que son aguas de utilidad general, que para consumo humano requieren tratamiento físico y desinfección bacteriológica.. Según el (RMCH) está representada por el color amarillo. Es así que se confirma que el río Guadalquivir se encuentra contaminado, ya que se clasifica en la CLASE "B", y que, según el artículo 4 del (RMCH), la CLASE "B", pertenece a las aguas de utilidad general, para consumo humano, para lo cual requiere tratamiento físico y desinfección bacteriológica, y que, en realidad, al ser un río, debería estar en la CLASE "A" que son aguas naturales de máxima calidad, lo cual las habilita como "agua potable" para consumo humano sin ningún tratamiento previo.

Desde la intersección de la quebrada Cabeza de Toro con el río Guadalquivir este recurso hídrico es usado para riego de cultivos en las comunidades de Portillo, La pintada, Pampa la villa, La Choza, Chocloca, La Angostura finalmente para llegar al valle sin ningún previo tratamiento.

Al analizar la tabla 20 y la tabla 23 se puede decir lo siguiente:

- Los parámetros de DBO₅ determinan la gran cantidad de biodegradación de la materia oxidable biológicamente, expresan cantidad de oxígeno consumido en la degradación bioquímica de la materia orgánica mediante proceso biológico. Los valores del DBO₅ se encuentran en mayores cantidades y no cumplen con los LMP dados por la Normatividad Boliviana (RMCH, 1995).

- En conclusión, mediante el análisis de laboratorio de DBO₅ se determina que existe un grado de impacto en el río Guadalquivir y la quebrada Cabeza de Toro vendría a elevar este grado de impacto de acuerdo al método de conesa mediante la matriz realizada en la descarga y mezcla al río Guadalquivir se determinó que el factor más afectado de la evaluación fue el factor agua que tiene una media de -21,64 se representa con el color amarillo, que son impactos bajos, esto en comparación con el P1 que es el efluente del matadero Frigorífico Municipal específicamente en el parámetro DBO₅ que se tomó como el más significativo reduce notablemente.

3.4.- Resultado objetivo N°4 proponer las medidas de mitigación correspondientes, resultado de las tres evaluaciones de impactos ambientales en el cuerpo receptor, Quebrada Cabeza de Toro y la intersección con el río Guadalquivir causado por el efluente del matadero frigorífico municipal de Tarija.

Para responder al objetivo específico N°4 se procedió a realizar el trabajo de campo para su posterior evaluación tanto de los parámetros analizados como también la utilización del método de la observación directa en el área del trabajo de investigación que sirvió para proceder a realizar las evaluaciones de impactos ambientales que ocasiona la descarga del Matadero Frigorífico Municipal de Tarija. Para después proponer las medidas de mitigación correspondientes.

Tabla 24

MATRIZ DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL N°1 (IMPACTOS EN LA DESCARGA Y PISCINAS) DEL MATADERO FRIGORÍFICO MUNICIPAL DE TARIJA CON EL MÉTODO DE VICENTE CONESA FERNÁNDEZ – VÍTORA.

MATRIZ DE EVALUACION DE IMPACTO AMBIENTAL N°1 (IMPACTOS EN LA DESCARGA Y PISCINAS)					
FACTOR AMBIENTAL AFECTADO	ATRIBUTOS	VARIABLES	ACCIONES IMPACTANTES		VALOR MEDIO DEL FACTOR
			ACCION 1: DESCARGA INICIAL	ACCION 2: PISCINAS	
AIRE	Factor de dispersión		-41	-34	-37,5
	Olor		-45	-37	-41
	IMPORTANCIA MEDIA				-39,25
AGUA	Variaciones de caudal		-49	-55	-52
	Solidos suspendidos		-56	-52	-54
	Acidez y alcalinidad		-35	-31	-33
	DBO5		-94	-92	-93
	Oxígeno disuelto		-92	-92	-92
	Solidos disueltos		-64	-60	-62
	Coliformes fecales		-80	-66	-73
	IMPORTANCIA MEDIA				-65,57
ECOLOGIA	Fauna terrestre		-53	-34	-43,5
	Vectores		-24	-23	-23,5
	Paisajismo		-38	-28	-33
	IMPORTANCIA MEDIA				-33,33
SOCIOECONOMICO	Ingreso al sector publico		-42	-28	-35
	IMPORTANCIA MEDIA				-35
	VALOR MEDIO DE LAS ACCIONES			-54,85	-48,62

FUENTE: Elaboración propia.

Ejemplo de la asignación de valores en cada acción de la matriz 1 para obtener la importancia del impacto

Tabla 25: Ejemplo de la asignación de valores de la matriz 1

Acción N° 1 Descarga inicial														
Factor ambiental	Atributo	NA	IN	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	Importancia	Clasificación del atributo
Aire	Factor de dispersión	(-)	4	4	4	2	2	2	1	4	2	4	-41	Impacto moderado

La Importancia se calcula mediante la formula:

$$I = \pm (3IN + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)$$

$$I = - (3(4) + 2(4) + 4 + 2 + 2 + 2 + 1 + 4 + 2 + 4) = -41$$

En la tabla 24, se puede observar la matriz de evaluación de impacto ambiental N°1 (Impactos en la descarga y piscinas) del Matadero Frigorífico Municipal de Tarija, esta matriz presenta 2 acciones, acción 1 (descarga inicial) y acción 2 (piscinas), a continuación, se describen los factores ambientales afectados.

Factor aire. – En este factor, el atributo factor de dispersión presenta un valor medio de su factor de -37,5, de acuerdo al cuadro 8 presenta un efecto moderado, identificándose con el color rosa, el atributo olor presenta un valor medio de -41 siendo un efecto moderado, que de igual manera se representa por el color rosa.

En este factor el impacto que más afecta es el olor causado por los residuos que salen del Matadero

Factor agua. – Este factor ambiental, presenta en su atributo variaciones de caudal un valor de -52, de acuerdo al cuadro 8, tiene un efecto crítico que se representa por el color anaranjado, el atributo solidos suspendidos de igual manera presenta un efecto crítico con un valor de -54, la acidez y alcalinidad posee un valor de -33, siendo un efecto moderado que se representa con el color rosa, el DBO₅ y el oxígeno disuelto

presentan un efecto crítico, ya que presentan un valor de -93 y -92 consecutivamente, los mismos se identifican con el color anaranjado, en estos puntos el valor del DBO₅ es muy elevado, los atributos sólidos disueltos y coliformes fecales presentan un efecto de igual manera crítico con valores de -62 y -73 consecutivamente.

En este factor, el mayor impacto se da por la sangre, ya que altera principalmente al DBO₅ y oxígeno disuelto haciendo que presenten valores fuera del límite permisible.

Factor ecología. – Este factor presenta 3 atributos, de los cuales la fauna terrestre y el paisajismo, presentan efectos moderados con un valor de -43,5 y -33 consecutivamente, representándose por el color rosa, el atributo vector, posee un valor de -23,5 el cual es un efecto bajo que se identifica con el color amarillo.

En el factor ecología el impacto principal son los perros que se alimentan de los restos de viseras y grasas que salen del efluente del matadero.

Factor socioeconómico. – En este factor solo se presenta un atributo que es el ingreso al sector público, el cual presenta un efecto moderado, ya que posee un valor de -35, se identifica con el color rosa.

Su impacto del factor socioeconómico se produce porque al existir un Matadero que genera aguas residuales, las personas ya no habitan el lugar y esto frena el crecimiento, las personas ya no construyen en el lugar afectando negativamente a los ingresos económicos.

TABLA 26

MATRIZ DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL N°2 (TRANSPORTE DEL FLUJO) CON EL MÉTODO DE VICENTE CONESA FERNÁNDEZ – VÍTORA.

MATRIZ DE EVALUACION DE IMPACTO AMBIENTAL N°2 (TRANSPORTE DEL FLUIDO)						
ACCIONES IMPACTANTES						
FACTOR AMBIENTAL AFECTADO	ATRIBUTOS	VARIABLES	ACCION 1: TRANSPORTE CORTO DE QUEBRADA DEL MATADERO FRIGORIFICO MUNICIPAL DE TARIJA	ACCION 2: CRUCE DEL CAMPO DE CULTIVO	ACCION 3: TRANSPORTE EN LA QUEBRADA CABEZA DE TORO	VALOR MEDIO DEL FACTOR
AIRE	Factor de dispersión		-22	-20	-19	-20,33
	Olor		-24	-22	-22	-22,67
	IMPORTANCIA MEDIA					-21,5
AGUA	Variaciones de caudal		-24	-23	-24	-23,67
	Solidos suspendidos		-36	-32	-30	-32,67
	Acidez y alcalinidad		-24	-21	-20	-21,67
	DBO5		-44	-42	-38	-41,33
	Oxígeno disuelto		-34	-36	-40	-36,67
	Solidos disueltos		-34	-34	-36	-34,67
	Coliformes fecales		-42	-36	-30	-36
IMPORTANCIA MEDIA					-32,38	
ECOLOGIA	Fauna terrestre		-48	-42	-35	-41,67
	Vectores		-22	-23	-24	-23
	Paisajismo		-24	-25	-27	-25,33
IMPORTANCIA MEDIA					-30	
SOCIOECONOMICO	Ingreso al sector publico		-42	-28	-35	-35
	IMPORTANCIA MEDIA					-35
	VALOR MEDIO DE LAS ACCIONES			-32,31	-29,54	-29,23

FUENTE: Elaboración propia.

Ejemplo de la asignación de valores en las acciones.

Tabla 27: Ejemplo de la asignación de valores de la matriz 2

Acción 1: Transporte corto de Quebrada del Matadero Frigorífico Municipal de Tarija														
Factor ambiental	Atributo	NA	IN	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	Importancia	Clasificación del atributo
Aire	Factor de dispersión	(-)	1	1	2	2	2	2	1	4	2	2	-22	Impacto bajo

La Importancia se calcula mediante la formula:

$$I = \pm (3IN + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)$$

$$I = - (3(1) + 2(1) + 2 + 2 + 2 + 2 + 1 + 4 + 2 + 2) = -22$$

Como se observa la tabla 26, la matriz de evaluación de impacto ambiental N°2 (transporte del flujo) del Matadero Frigorífico Municipal de Tarija, presenta 3 acciones, acción 1 (transporte corto de Quebrada del Matadero Frigorífico Municipal de Tarija), acción 2 (cruce del campo de cultivo) y (Transporte en la Quebrada Cabeza De Toro), a continuación, se describen los factores ambientales afectados.

Factor aire. – En este factor, el atributo factor de dispersión presenta un valor medio de -20,33, el olor presenta un valor de -22,67 y de acuerdo al cuadro 8 ambos presentan un efecto bajo, identificándose con el color amarillo.

En este factor lo que más impacta es el olor, pero para este punto, el impacto que genera es bajo, por ser un sitio abierto.

Factor agua. – Este factor ambiental, presenta en sus atributos, variaciones de caudal un valor de -23,67, la acidez y alcalinidad posee un valor de -21,67 ambos atributos presentan un efecto moderado, representados por el color amarillo, solidos suspendidos presenta un valor de -32,67, el DBO₅ tiene un valor de -41,33, el oxígeno disuelto con un valor de -36,67 ,solidos disueltos un valor de -34,67 y coliformes fecales presenta

un valor de -36 , todos estos atributos presentan un efecto moderado, el cual se representa por el color rosa.

En este factor, los valores que más impactan son del DBO₅ y el OD, aunque en este punto presentan un efecto moderado.

Factor ecología. – Este factor presenta en sus atributos fauna terrestre, paisajismo un efecto moderado que se identifican con el color rosa ya que poseen los valores de -41,67, y -25,33 consecutivamente, el atributo vector presenta un valor de -23 siendo un efecto bajo que se representa por el color amarillo.

En el factor ecología el mayor impacto está en la fauna terrestre, por la presencia de perros que buscan su alimento a orillas de la quebrada, espantan aves y son medio agresivos.

Factor socioeconómico. – En este factor solo se presenta un atributo que es el ingreso al sector público, el cual presenta un efecto moderado, con un valor de -35, se identifica con el color rosa.

Este factor se ve impactado de forma moderada, en este punto a las personas no les llama la atención vivir en una zona con contaminación.

TABLA 28

RESUMEN DE LA MATRIZ DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL N°3
(DESCARGA Y MEZCLA AL RIO GUADALQUIVIR) CON EL MÉTODO DE VICENTE
CONESA FERNÁNDEZ – VÍTORA.

FACTOR AMBIENTAL AFECTADO	ATRIBUTOS	VALOR MEDIO DEL FACTOR
AIRE	Factor de dispersión	-13
	Olor	-13
	IMPORTANCIA MEDIA	-13
AGUA	Variaciones de caudal	-13
	Sólidos suspendidos	-25
	Acidez y alcalinidad	-13
	DBO5	-31
	Oxígeno disuelto	-13
	Sólidos disueltos	-27
	Nutrientes	
	Coliformes fecales	-29,5
	IMPORTANCIA MEDIA	-21,64
	ECOLOGIA	Fauna terrestre
Vectores		-38
Paisajismo		-13
IMPORTANCIA MEDIA		-21,33
SOCIOECONOMICO	Ingreso al sector publico	-13
	IMPORTANCIA MEDIA	-13

FUENTE: Elaboración propia

Como se observa la tabla 28, el resumen de la matriz de evaluación de impacto ambiental N°3 (descarga y mezcla al Río Guadalquivir) del Matadero Frigorífico Municipal de Tarija, que presenta 2 acciones, acción 1 (descarga final de efluente de la Quebrada Cabeza de Toro), acción 2 (mezcla con el efluente del río Guadalquivir)

Factor aire. - El factor aire presenta una importancia media de -13 siendo un impacto irrelevante, que se identifica con el color celeste, en este punto este factor no presenta impactos de consideración.

Factor agua. - El factor ambiental agua, presenta una importancia media de -21,64 siendo un impacto bajo que se identifica por el color amarillo, en este punto el impacto a considerarse es el DBO₅ que sigue siendo un impacto porque sobrepasa los límites permisibles, el OD en este punto su impacto irrelevante porque sube de forma positiva.

Factor ecología. - Tiene un valor medio de -21,33 siendo un impacto bajo, en este factor el impacto a considerarse son los vectores, ya que, al bajar los niveles de contaminación, estos se reproducen en aguas más limpias.

Factor Socioeconómico. - Este factor presenta una importancia media de -13 y que según el Cuadro 8 es un impacto irrelevante que se identifica con el color celeste, en este punto, los impactos de este factor no son considerados.

4.1.- PROPUESTAS DE MITIGACION PARA LOS IMPACTOS AMBIENTALES GENERADOS

4.1.1.- Propuestas de mitigación para los impactos que se observan en la matriz de evaluación de impacto ambiental 1 (impactos en la descarga y piscinas) del Matadero Frigorífico Municipal de Tarija.

Tabla 29

MITIGACIONES PARA LOS IMPACTOS EN LA DESCARGA Y PISCINAS

Factor	Atributo	Impacto	Medidas de Mitigación
AIRE	Olor y Factor de dispersión	Presentan impactos moderado, existe la presencia de olores que se sienten a 3 o 4 metros.	Se mitigan naturalmente por ser un área con espacios abiertos.
AGUA	Sólidos suspendidos	Mezcla de sólidos orgánicos e inorgánicos, los inorgánicos se sedimentan y los orgánicos generan un mal olor por estar compuesto de excremento.	El Matadero Frigorífico Municipal de Tarija debe realizar la instalación de un desarenador.
	Acidez y alcalinidad	En este punto existe la presencia de pH ácidos y alcalinos que afectan la fauna.	Realizar un proceso de secado a la sangre, que es el principal contaminante de las aguas.
	DBO ₅	Presenta un impacto crítico, sus valores están muy por encima de los límites máximos permisibles, este impacto se debe a la sangre que genera el matadero.	Transformar la sangre en harina, mediante un proceso de secado, la misma contiene un alto contenido proteico.
	Oxígeno Disuelto	Impacto crítico por presentar un contenido muy bajo de Oxígeno Disuelto, el mismo es causado por la sangre y otros compuestos solubles.	Al transformar la sangre en harina, el Oxígeno Disuelto subirá.

	Sólidos Disueltos	Se deben a la sangre y fluidos corporales	De igual manera, al mitigar la sangre se mitigarán los sólidos disueltos.
	Coliformes fecales	Generación de aguas servidas por los excrementos de los animales faeneados en el matadero.	Se sugiere instalar un clorador de hipoclorito de calcio para eliminar los coliformes fecales
ECOLOGIA	Fauna terrestre	Existencia de jaurías de perros que se alimentan de los intestinos y otras viseras de los animales	Se deben colocar cribas de diferente luz de malla para que retengan todos los intestinos y viseras que no deben salir al punto 1.
	Paisajismo	El paisajismo se ve afectado por la presencia de sangre saliente del matadero que recorre unos 100m hasta llegar a la Quebrada Cabeza de Toro.	Para mejorar la calidad del paisaje, todos los tratamientos se deben hacer dentro de los predios, las piscinas deben desaparecer y la descarga se debe entubar aproximadamente 100m hasta la llegada del punto 1 a la Quebrada Cabeza de Toro.
SOCIOECONOMICO	Ingreso al sector publico	Las personas no habitan el área por presencia de impactos que generada por el Matadero	Todos los tratamientos deben realizarse dentro de los predios del matadero, el mismo debe contar con cerramiento perimetral

Fuente: Elaboración propia

Como se puede ver la tabla 29, se proponen medidas de mitigación ante los impactos generados por el Matadero Frigorífico Municipal de Tarija que mejoran la calidad del medio ambiente, en esta tabla no se tomaron en cuenta a variaciones de caudal, acidez y alcalinidad y a vectores, que se explican a continuación

- ❖ **Variaciones de caudal.** – Las variaciones de caudal son muy pequeñas y no afecta a la flora y fauna por esta razón no se mitiga.
- ❖ **Vectores.** – Al aplicar el hipoclorito de calcio que es un excelente microbicida se mitigaran los pocos vectores que hay en este punto; Por esta razón no se toma en cuenta al atributo vector en la tabla 29.

4.1.2.- Propuestas de mitigación para los impactos que se observan en la matriz de evaluación de impacto ambiental 2 (transporte del fluido) del Matadero Frigorífico Municipal de Tarija.

Tabla 30

MITIGACIONES PARA LOS IMPACTOS EN EL TRANSPORTE DEL FLUIDO			
Factor	Atributo	Impacto	Medidas de Mitigación
AGUA	Solidos suspendidos	Existen solidos suspendidos con un impacto moderado.	Se debe realizar el colocado de un desarenador en el punto 1.
	Acidez y alcalinidad	En este punto aún existen la presencia de pH ácidos y alcalinos que afectan la fauna.	Al realizar un proceso de secado a la sangre que es el principal contaminante de las aguas, el pH tendrá niveles más cercanos a la neutralidad.
	DBO₅	Lo valores del DBO ₅ sobrepasan los límites máximos permisibles, Según el RMCH, este impacto se debe a la sangre que genera el matadero.	Al transformar la sangre en harina, en los predios del matadero, se mitigara el DBO ₅ .
	Oxígeno Disuelto	En este punto se presenta un impacto moderado, dado que el Oxígeno Disuelto, es más alto que el punto 1 pero no se encuentra dentro de los limites permisible.	Al transformar la sangre en harina, el Oxígeno Disuelto subirá.
	Solidos Disueltos	Se deben a la sangre y fluidos corporales	De igual manera, al mitigar la sangre en los predios del matadero, se

			mitigarán los sólidos disueltos.
	Coliformes fecales	Aguas servidas por los excrementos y rumen de los animales faeneados en el matadero.	Se sugiere instalar un clorador de hipoclorito de calcio en los predios del matadero para eliminar los coliformes fecales
ECOLOGIA	Fauna terrestre	Existencia de pocas jaurías de perros que se alimentan de los intestinos y otras viseras de los animales que llegan del punto 1 pero en menor cantidad	Se deben colocar cribas de diferente luz de malla en el primer punto para que retengan todos los intestinos y viseras que no deben salir al punto 1.
	Paisajismo	En este punto el paisajismo se ve afectado por la presencia de sangre saliente del matadero en la Quebrada Cabeza de Toro	Para mejorar la calidad del paisaje, todos los tratamientos se deben hacer dentro de los predios del Matadero Frigorífico Municipal de Tarija.
SOCIOECONOMICO	Ingreso al sector publico	Las personas no habitan el área por presencia de contaminación generada por el matadero y no se genera economía.	Todos los tratamientos deben realizarse dentro de los predios del matadero, el mismo debe contar con cerramiento perimetral

Fuente: Elaboración Propia

Como se puede ver la tabla 30, presenta las propuestas de las diferentes mitigaciones que se deben realizar para cada impacto producido por la descarga de aguas residuales del matadero, en donde no se toma en cuenta al factor aire, variación de caudal y vectores que se explica a continuación.

- ❖ **Olor y factor de dispersión.** - En el transporte del fluido de la quebrada, no se sienten olores porque es bastante abierto como también en el cruce del campo de cultivo es mucho más abierto como se muestra en el anexo 2 donde no se genera gran cantidad de olor, y por lo tanto no se necesita mitigar.
- ❖ **Variaciones de caudal.** – Las variaciones de caudal son inevitables ya que existen días en donde se faena más cantidad de animales y se hace uso de mayor cantidad de agua, pero el caudal no impacta porque es un caudal pequeño, lo que no se necesita mitigar.
- ❖ **Vectores.** – Al aplicar el hipoclorito de calcio para las coliformes fecales, se minimizarán los vectores, pero en estos puntos no existen gran cantidad de vectores, su impacto es bajo por esta razón no se lo toma en cuenta en la tabla 30.

4.1.3.- Propuestas de mitigación para los impactos que se observan en la matriz de evaluación de impacto ambiental N° 3 (descarga y mezcla al Río Guadalquivir) del Matadero Frigorífico Municipal de Tarija.

Tabla 31

MITIGACIONES PARA LOS IMPACTOS EN DESCARGA Y MEZCLA AL RIO GUADALQUIVIR			
AGUA	Solidos suspendidos	En este punto aún existen solidos suspendidos con un impacto moderado.	Se debe realizar el colocado de un desarenador en los predios del matadero.
	DBO₅	En este punto los valores del DBO ₅ son más bajos que los anteriores puntos pero siguen sobrepasando los límites máximos permisibles, Según el RMCH.	Al transformar la sangre en harina, en los predios del matadero, se mitigará el DBO ₅ .

	Oxígeno Disuelto	En este punto se presenta un impacto irrelevante, dado que el Oxígeno Disuelto, es más alto que los demás puntos, el agua se va auto depurando, pero no se encuentra dentro de los límites permisibles.	Al transformar la sangre en harina en los predios del matadero, en este punto el Oxígeno disuelto subirá y hay más probabilidad que se encuentre dentro de los límites máximos permisibles que exige la ley (RMCH)
	Sólidos Disueltos	Se deben a la sangre y fluidos corporales	Al mitigar la sangre en los predios del matadero, se mitigarán los sólidos disueltos.
	Coliformes fecales	En este punto siguen las aguas servidas (coliformes fecales) por los excrementos y rumen de los animales faeneados en el matadero.	Se sugiere instalar un clorador de hipoclorito de calcio en los predios del matadero para eliminar los coliformes fecales
ECOLOGIA	Vectores	En este punto existen gran cantidad de vectores porque es un agua recuperada a comparación de los primeros puntos	Usar insecticidas o bien hacer control biológico e instalar un clorador de hipoclorito de calcio que es un excelente microbicida, se mitigaran los vectores

Fuente: Elaboración Propia

Como se puede ver la tabla 31, se realizaron las propuestas de mitigación para los impactos producidos en la descarga y mezcla de la quebrada Cabeza de Toro al Rio Guadalquivir; en esta tabla no se tomó en cuenta al factor aire, a variaciones de caudal, acidez y alcalinidad, fauna terrestre, paisajismo y al factor socioeconómico, los mismos se explican a continuación.

- ❖ **Olor y factor de dispersión.** – En este punto ya no existen olores desagradables, su impacto es irrelevante por lo tanto no se debe mitigar.
- ❖ **Variaciones de caudal.** – Las variaciones de caudal no afectan, ya que es un caudal pequeño que desemboca al Río Guadalquivir y que no se necesita mitigar.
- ❖ **Acidez y alcalinidad.** – En estos puntos el pH no afecta a la flora, y no se necesita mitigar.
- ❖ **Fauna terrestre.** - Al colocar las cribas de diferente luz de malla en los predios del matadero, los perros desaparecerán en este punto por no contar con su alimento, de esta manera se mitigaría este impacto.
- ❖ **Paisajismo.** – No hay afectación por ser solo una quebrada y no se presenciaron impactos.
- ❖ **Ingreso al sector público.** – No hay afectación al sector público porque en este punto se evidencian personas trabajando en áridos.

CAPÍTULO IV
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 CONCLUSIONES

- Se realizó la evaluación de los parámetros obtenidos en el cuerpo receptor, de la Quebrada Cabeza de Toro con el índice de Prati en donde se obtuvo que el punto 1 presenta un valor de 439,39 "altamente contaminado", el punto 2 con un valor de 193,28 el mismo se encuentra "altamente contaminado", se puede evidenciar un deceso significativo para el punto 3 con un valor de 10,24 siendo "muy contaminado" y el punto 4 presenta un valor de 9,76 que de igual manera esta "muy contaminado".

Lo que nos indica que existe gran contaminación en la quebrada Cabeza de Toro a lo largo de los 3.6km de distancia que fue del área de estudio.

- Se determinó el grado de autodepuración del cuerpo receptor, de la Quebrada Cabeza de Toro, mediante el análisis físico-químico para conocer cuánto es lo que impacta al río Guadalquivir, en donde se evidencio que la quebrada Cabeza de Toro presenta un grado de autodepuración después de haber analizado los tres parámetros que son demanda biológica de oxígeno (DBO_5), demanda química de oxígeno (DQO) y oxígeno disuelto (OD) realizados en dicho cuerpo de agua superficial, ya que se evidencio una disminución significativa de los diferentes parámetros, es entonces que no se cumple con una autodepuración en su totalidad, las aguas de la quebrada Cabeza de Toro impactan al río Guadalquivir.
- Se realizó el análisis de laboratorio de DBO_5 se determina que existe un grado de impacto en el río Guadalquivir y la quebrada Cabeza de Toro vendría a elevar este grado de impacto de acuerdo al método de Conesa mediante la matriz realizada en la descarga y mezcla al río Guadalquivir se determinó que el factor más afectado de la evaluación fue el factor agua que tiene una media de -21,64 se representa con el color amarillo, que son

impactos bajos, esto en comparación con el P1 que es el efluente del matadero Frigorífico Municipal específicamente en el parámetro DBO₅ que se tomó como el más significativo reduce notablemente.

- La hipótesis planteada en el presente trabajo de investigación es falsa ya que la quebrada Cabeza de Toro si impacta al río Guadalquivir.
- Con la evaluación de las tres matrices de evaluación de impacto ambiental, se pudo identificar que el agua, aire, ecología y el factor socioeconómico presentan impactos por la descarga del matadero frigorífico municipal, en donde el DBO₅ presenta valores más altos y la principal medida de mitigación es realizar un proceso de secado de la sangre en los predios del matadero el mismo que debe estar con cerramiento perimetral, como también se deben poner cribas y desarenadores al mismo tiempo realizar el entubamiento del pequeño caudal hasta la quebrada Cabeza de Toro, de esta manera se mitigaran los impactos producidos a los factores del medio ambiente.

4.2 RECOMENDACIONES

1. Las autoridades correspondientes deben proteger la Quebrada Cabeza de Toro, ya que, con los estudios realizados, se pudo evidenciar que impacta al río Guadalquivir y estas aguas son usadas para riego de cultivos aguas abajo por diferentes comunidades.
2. El matadero frigorífico municipal de la ciudad de Tarija debe implementar medidas de mitigación dentro de sus predios para disminuir algún grado la contaminación que provoca por sus aguas residuales.
3. Realizar monitoreos periódicos en la quebrada Cabeza de Toro para saber si incrementa o bajan los impactos ambientales.
4. Se recomienda realizar estudios sobre las curtiembres ya que desechan sus aguas residuales que contienen químicos a la Quebrada Cabeza de Toro causando impactos de gran importancia que deben ser estudiados.
5. Se recomienda y es de gran importancia la implementación de una planta de tratamiento de aguas residuales para que las aguas residuales sean tratadas y que no causen impactos a la Quebrada Cabeza de Toro.
6. Se recomienda al matadero frigorífico municipal mantener todas sus instalaciones dentro de un cerramiento perimetral, para evitar la presencia de los perros.
7. Se recomienda realizar un trabajo investigación sobre el secado de la sangre.
8. Se recomienda la construcción de gaviones en la quebrada Cabeza de Toro.
9. Se recomienda el mantenimiento periódico de las cámaras donde se almacena las aguas residuales.