

República Dominicana
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DEL CIBAO ORIENTAL (UTECO)
“Sembrando Oro Para Forjar el Futuro”



Facultad de Ciencias y Humanidades
Escuela de Biología y Química

Proyecto de Grado Para Optar por el Título de Licenciatura en Ciencias de la Educación,
Mención Biología y Química

Título

Causas de Muertes Masivas de los Peces en la 'Presa de Hatillo, Provincia Sánchez Ramírez
2023-2024

Sustentantes:

Alondra Carolina Castaño Hilario
Gilma Mercedes Cleto Moreno
Juan Starlyn Reyes Rodríguez
José Agustín Polanco Jerez
Adeuny Holguín Muñoz
Vianela García Otáñez
Feliz Valerio García
Jeffry Santos
Frankely Soto

Asesor

Franklin Romero Portorreal, M.A.

Cotuí, provincia. Sánchez Ramírez.

Año Académico 2024

TÍTULO

**CAUSAS DE MUERTES MASIVAS DE LOS PECES EN LA PRESA DE HATILLO,
PROVINCIA SÁNCHEZ RAMÍREZ 2023-2024**

HOJA DE EVALUACIÓN

Título: Causas de Muertes Masivas de los Peces en la Presa de Hatillo, Provincia Sánchez Ramírez 2023-2024

Sustentado por: Gilma Mercedes Cleto Moreno, Jeffry Santos, Frankely Soto, Feliz Valerio García, Juan Starlyn Reyes Rodríguez, José Agustín Polanco Jerez, Vianela García Otáñez, Adeuny Holguín Muñoz y Alondra Carolina Castaños Hilario.

Proyecto de Grado sometido a la Universidad Tecnológica del Cibao Oriental (UTECO). Como requisito parcial para obtener el título de Licenciatura en Ciencias de la Educación, Mención Biología y Química.

Franklin Romero Portorreal, M.A

Asesor

Miembro de Comité Evaluador

Miembro de Comité Evaluador

Miembro del comité evaluador

Ramona Ferreira, M.A.

Directora Escuela de Ciencias de la Educación,
Mención Biología y Química.

Carmen Lidia Fabián Hernández, M.A.

Decana de la Facultad de Ciencias y Humanidades

Calificación: _____

Cotuí provincia Sánchez Ramírez,

República Dominicana

Diciembre 2024

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

República Dominicana
Universidad Tecnológica del Cibao Oriental



Facultad de Ciencias y Humanidades
Escuela de Ciencias de la Educación, Mención Biología y Química.

Fecha	Agosto	Diciembre	2024
Nombres y apellidos de los sustentantes	Gilma Mercedes Cleto Moreno, Jeffry Santos, Frankely Soto, Feliz Valerio García, Juan Starlyn Reyes Rodríguez, José Agustín Polanco Jerez, Vianela García Otáñez, Adeuny Holguín Muñoz y Alondra Carolina Castaños Hilario.		
Programa	Licenciatura en Ciencias de la Educación, Mención Biología y Química		
Título del trabajo de investigación de grado	Causas de muertes masivas de los peces en la presa de Hatillo, Provincia Sánchez Ramírez 2023-2024		
Modalidad	Presencial		
Declaración del Autor			
Los conceptos emitidos en el presente proyecto de grado son responsabilidad de los sustentantes. Las citas, consultas bibliográficas se han realizado respetando el derecho de autor; por tanto, se libera a la UTECO de su responsabilidad, sin embargo, para la reproducción total o parcial se requiere de su autorización.			

Indice

HOJA DE EVALUACIÓN.....	iii
DECLARACIÓN DE AUTORÍA.....	iv
AGRADECIMIENTOS	vii
DEDICATORIAS	viii
RESUMEN	xix
CAPITULO I.....	1
DESCRIPCION DEL ESCENARIO	1
1.1. Descripción del contexto del proyecto	1
1.2. Diagnóstico del estado actual.....	2
1.3. Objetivos del diagnóstico	4
1.3.1. Objetivo general	4
1.3.2. Objetivos específicos	5
1.2.2. Metodología	5
1.2.11. Análisis de los resultados	10
1.3. Análisis del problema	13
1.5. Análisis de objetivos.....	14
1.6. Justificación del proyecto	15
1.7. Análisis de involucrados	18
PARTE II.	19
REVISION DE LITERATURA O MARCO REFERENCIAL	19
2.1. Antecedentes	19
2.3. Marco teórico	21
2.3.1. Principales fuentes de contaminación en la Presa de Hatillo.	21
2.2.2. Impacto de la contaminación química, particularmente los residuos industriales	28
2.2.3. Reducción de la capacidad reproductiva	31
2.2.4. Efecto de las variaciones en los parámetros de calidad del agua (pH, oxígeno disuelto, temperatura) sobre la salud de los peces	38
2.3. Marco Conceptual	41
CAPITULO III	44
PROPUESTA DE SOLUCION DEL PROBLEMA SELECCIONADO	44
3.1. Descripción de la propuesta	44
3.2. Alcances y límites.....	45

3.3. Objetivos.....	45
3.3.2. Objetivos específicos	46
3.4. Plan de acción.....	47
3.5. Cronograma de implementación	48
3.6. Presupuesto	49
3.7. Análisis de factibilidad	49
3.8. Sostenibilidad	50
3.9. Monitoreo y seguimiento	50
CAPITULO IV	51
PROPUESTA DE SOLUCION.....	51
CAPITULO V.....	53
CONSIDERACIONES FINALES.....	53
5.1. Conclusiones del proyecto.....	53
5.2. Recomendaciones.....	55
Anexos.....	61

AGRADECIMIENTOS

A Dios:

Por habernos dado la vida y la salud, por permitirnos alcanzar el final de nuestra carrera y guiarnos en cada paso de este camino llamado vida.

A la Universidad Tecnológica del Cibao Oriental:

Por brindarnos la oportunidad de formar parte de esta institución, capacitarnos y ayudarnos a crecer como mejores personas y profesionales competentes en el ámbito laboral.

A los docentes de esta casa de altos estudios:

Por su dedicación, apoyo constante, y por compartir sus conocimientos con generosidad. Gracias por despejar nuestras dudas y ser guías en el desarrollo de nuestra formación académica.

Al asesor: Franklin Romero Portorreal, MA

Por su entrega, preocupación y motivación constante. Gracias por guiarnos a lo largo del desarrollo de nuestro proyecto de grado y ser un pilar esencial en este proceso.

A la coordinadora: Ramona Agustina Ferreira, MA

Por su invaluable apoyo y genuina preocupación por el bienestar de sus estudiantes. Su esfuerzo y compromiso han sido una pieza clave en el éxito de esta carrera.

Los sustentantes

DEDICATORIAS

A Dios:

Por permitirme siempre salir adelante.

A mis hijos

Que gracias al amor que me brindan cada día puedo ser, me animo a seguir, me la creo.

A mis madres: María Moreno y Teresa Cleto

Por siempre sostener mi mano y hacerme una película de que puedo con todo, gracias por ser mi bastón.

A mis tías

Por tanto y por todo.

A la UTECO

Por haber confiado en mi como institución, a mi coordinadora, algunos maestros, pero sobre todo a unos hermanos y amigos que me regaó: Raineiri Orbe, Doralisa Rosa y Juan Ysidro Rosario.

¡Gracias!

Gilma Mercedes Cleto Moreno

DEDICATORIA

A Dios:

Fuente de vida y guía inquebrantable en cada paso del camino.

A mi amada esposa: Berenice María

Por su amor incondicional, paciencia y apoyo constante.

A: Juan Gabriel Belén

Cuya presencia y palabras han sido luz en mi jornada.

Al señor: William Robert Pujols

Por su apoyo incondicional.

A los amigos:

Oneida castro, Juan Carlos Herrera, José Luis rodíguez, Gilma Cleto, José Agustín Polanco, Joel Molina, Soffy Ramona Otáñez, Ysa Margarita Burgos Vásquez, Raysiri Fabián Batista, Ismael Emilio de la Cruz Polanco, Josué Villafania Abreu, Yukersy Espinal Baldera, Dianelba Gil, Ana Julia Regalado Castro y Naurika Martínez Ribera. Por haber influido de manera positiva en esta bonita jornada.

Cada uno de los maestros:

Por su ejemplo y enseñanzas que me han inspirado profundamente y que dejaron una huella en mí, impartiendo no solo conocimiento, sino valores y lecciones que llevaré conmigo siempre.

Con gratitud y honor, dedico este trabajo como un reflejo de todo lo aprendido y del apoyo recibido en esta travesía.

Jeffry Santos

DEDICATORIA

A Dios:

Por darme la fortaleza y el entendimiento.

A mis padres: Cesilia Reyes, Agustina Hilario

Por el constante esfuerzo, amor y dedicación, y por brindarme el apoyo incondicional que me permitió llegar hasta aquí.

A mis hermanos: Yoendy Ramon Martinez, Fernando Nunez, Dianelbys Martinez, Silenis Nunez, Jaimeiry Castanos, Jaison Castanos

Por acompañarme en los momentos de incertidumbre y celebrarme en cada logro.

Amigas

Por siempre apoyarme en los momentos necesarios y celebrar conmigo mis éxitos, Yuleisy p, Jens Rodríguez.

Maestros:

Por su guía y paciencia a lo largo de este camino, y por inspirarme a nunca dejar de aprender.

Y, de forma muy especial, a mí misma, por la perseverancia, el sacrificio y el trabajo que hoy se ven reflejados en esta meta alcanzada.

Con gratitud y cariño, dedico este esfuerzo a todos ustedes.

Alondra Carolina Castaño Hilario

DEDICATORIA

A Dios:

Por ser nuestro padre creador y guía, por darme siempre la fuerza y el entusiasmo necesario para lograr tan añorada meta.

A mis padres: Yenny Rodríguez y Juan Reyes.

Por haberme dado la vida, por motivarme y darme su confianza, apoyo y además ser los padres más buenos del mundo.

Querida esposa: Rosanna Jiménez

Por haberme convertido en el hombre más feliz del universo, por darme la motivación para luchar y lograr mis metas.

A mis abuelos: Francisco Reyes, Felicia Fernández.

Por apoyarme en momentos difíciles.

Hermanos e hijo: Melvin Starlyn Reyes, Yaelviz Reyes, Emberlín Rosiel.

Por ser tan buenos, comprensivos y ayudarme con los obstáculos que juntos se nos presentaron.

A todos los maestros de Biología y Química de la Universidad Tecnológica del Cibao Oriental Uteco.

Juan Starlyn Reyes Rodríguez

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de monografía a todas aquellas personas que han sido fundamentales en mi formación académica y personal a lo largo de mi carrera en Educación: Biología y Química.

En primer lugar, a **Dios** por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud y darme lo necesario para seguir adelante día a día para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor para conmigo.

A mis dos madres **Clara Luz Peña y Lidia García**, por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores, por su amor incondicional y por enseñarme el valor del esfuerzo y la dedicación. Su fe en mí ha sido una fuente de inspiración en cada paso de este camino.

A la memoria de mi querido padre **Félix Valerio Jiménez**, quien siempre fue un pilar en mi vida y una fuente inagotable de inspiración. Aunque ya no estés físicamente conmigo, tu sabiduría, amor y valores continúan guiándome en cada paso que doy. Espero que estés orgulloso de este logro, que es también un homenaje a todo lo que me inculcaste. Te llevo siempre en mi corazón y en mis pensamientos.

A mi querido hijo, **Dylan Hassiel García Reyes**, quien con solo tres años ha llenado mi vida de alegría y asombro. Tu curiosidad infinita y tu forma de ver el mundo me recuerdan la importancia de la educación y el amor por el conocimiento. Espero que, al crecer, encuentres en la ciencia y en la vida misma, la misma maravilla que veo en tus ojos cada día. Este esfuerzo es para ti, con la esperanza de que siempre persigas tus sueños y nunca dejes de explorar.

A mi esposa, **Ana Reyes Disla**, por su amor, paciencia y comprensión. Tu apoyo constante y tus palabras de aliento me han motivado a seguir adelante en este camino. Gracias por estar a mi lado en cada paso de este proceso.

A mi hermano, **Carlos Manuel Valerio Jiménez**, que más que hermano es mi amigo, quien ha sido una luz en mi vida y un apoyo constante en cada paso de mi camino académico.

A mis profesores y mentores, por su guía, paciencia y por abrirme los ojos a la belleza de la ciencia. Sus enseñanzas han dejado una huella imborrable en mi vida. A mis compañeros de clase, quienes han compartido conmigo risas, desafíos y momentos inolvidables. Gracias por ser parte de esta experiencia y por apoyarnos mutuamente en cada etapa del aprendizaje. Finalmente, dedico este trabajo a todos mis futuros estudiantes, con la esperanza de inspirarlos a amar la biología y la química tanto como yo lo hago. Que este esfuerzo sirva como un ejemplo de que con pasión y dedicación se pueden alcanzar grandes metas.

Con gratitud

Feliz Valerio García

DEDICATORIA.

Gracias a Dios, por acompañarme y guiarme a lo largo de mi carrera y por ser mi fortaleza en los momentos de debilidad.

A mis abuelos ya fallecidos: Juan Otáñez y Aurora Núñez, por ser el pilar fundamental de mi vida

A mis padres: Felipe García Ureña y Mónica Ant Otáñez Núñez, por siempre estar presentes en el trayecto de mi carrera.

A mí esposo: Darío Ant Minaya Grullón, por su apoyo emocional, económico y por ser mi bastón incondicional.

A mis hijos: Darío Otáñez García y Ramses Moisés Minaya García, por ser mi motor, mi inspiración y mi motivo a seguir.

A mí padrastro: Antonio Polanco, por su apoyo.

Hermanos: Dionicio, Danelba, Danelka, Anthony, Américo, Félix Junior, Johan y Ferlin.

A mis hijastros: Paula, Perla y Jefry, gracias por su apoyo.

A mis tíos: Francisca, Víctor, Bienvenido, Juanito y Miguelina, por su apoyo y motivación.

Sobrinos: Dianelson, Viadelson, Diarlin, Dionelvi, Diana, Deliné, Anthoniel, Jhoniell y

Willmert.

Primos: Vitico, Mercedes, Wilkenia, Wilkelvin, Wilkins, Wilkelin, Jeyvin, Nelly y demás.

Personas especiales que contribuyeron a formar parte de este proceso Orlando, Jeury, Darlin M, José F., Kathia, Martha, jeison,, Moncito, Willbert, Alfonsina Naurika, Juan Ysidro, Adeuny, Marleny, Johanna, Gilma y José M.

Vianela García Otáñez

DEDICATORIA

A Dios, Gracias por ser mi fortaleza y guía en cada paso de este camino, y por brindarme la salud y la sabiduría necesarias para alcanzar esta meta.

A mis padres: Mario Magdalena Holguín y Ana Luisa Muñoz:
Por su amor incondicional, sacrificio, y por enseñarme los valores que me han guiado a lo largo de mi vida. Este logro es tan suyo como mío.

Hermanos, por su apoyo constante, compañía, y por ser una fuente de motivación en cada momento.

A mi esposa: Fiordaliza Guerrero de Holguín, por su amor, paciencia y comprensión. Gracias por estar a mi lado en cada paso del camino y ser mi mayor inspiración para seguir adelante.

Compañeros: Juan Ysidro Rosario, Vianela García y Sindy Estefanía, por compartir esta etapa de aprendizaje, retos y logros. Su apoyo y camaradería han sido fundamentales en este viaje.

Adeuny Holguín Muñoz

DEDICATORIA

En primer lugar, gracias a Dios por permitirme culminar este peldaño en mi vida, y darme la sabiduría necesaria y ser mi guía para lograrlo.

A mi madre, quien me ha brindado su sabiduría y afecto desde siempre, quiero agradecerle por enseñarme el valor del esfuerzo, la perseverancia y la humildad. Su ejemplo y amor inquebrantables han sido una fuente constante de inspiración.

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a todas las personas que me han acompañado en este viaje académico, sin cuya ayuda este trabajo no habría sido posible.

Quiero dedicar unas palabras a mi esposa, cuyo amor, paciencia y apoyo incondicional me han dado la fuerza necesaria para enfrentar los retos de este proceso. Gracias por tu comprensión y por estar siempre a mi lado, incluso en los momentos más difíciles. Tu presencia en mi vida ha sido un pilar fundamental para el éxito de este trabajo.

A mis compañeros de estudio, quienes han sido mis compañeros de camino en esta etapa, les agradezco por compartir sus conocimientos, inquietudes y por el apoyo mutuo en los momentos de dificultad.

Y, por supuesto, a mis maestros, quienes me han guiado con su conocimiento y dedicación. Gracias por su paciencia, por transmitir su pasión por el saber y por sus valiosos consejos que siempre me alentaron a mejorar y a seguir adelante.

A todos ustedes, mi más profundo agradecimiento.

José Agustín Polanco Jerez

DEDICATORIA

A Dios, por haberme Sostenido en todo momento de mi carrera. Por haberme dado la fuerza y la capacidad para poder vencer todos los obstáculos que se me Presentaron.

A mis Padres: Alejandrina y Francisco, por haberme dado Su apoyo incondicional en todo al proceso de mi carrera.

Hermanas: Yinet, Maira, Austria, Dinora y Salutiana, por motivarme y creer en mí.

Amigos: Wendy, Waldy y Francis, por haberme brindado su apoyo y motivación en momentos de debilidades.

Alcompadre: Evelio Quezada, por haberme ayudado de una forma muy especial.

A mi ex jefe: Daniel Taveras, por darme Su apoyo en los momentos que lo necesité.

Frankely Soto

República Dominicana
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DEL CIBAO ORIENTAL (UTECO)

“Sembrando Oro Para Forjar el Futuro”



Facultad de Ciencias y Humanidades
Escuela de Biología y Química

RESUMEN

Tema: Causas de Muertes Masivas de los Peces en la 'Presa de Hatillo, Provincia Sánchez Ramírez 2023-2024

Asesor: Franklin Romero Portorreal, M.A.

Responsables: Gilma Mercedes Cleto Moreno, Jeffry Santos, Frankely Soto, Feliz Valerio García, Juan Starlyn Reyes Rodríguez, José Agustín Polanco Jerez, Vianela García Otáñez, Adeuny Holguín Muñoz y Alondra Carolina Castaños Hilario.

Este trabajo de investigación tiene como objetivo general: analizar las principales causas de las muertes masivas de peces en la presa de Hatillo, provincia Sánchez Ramírez, año 2024. En esta investigación se desarrolló un enfoque cualitativo, con un diseño no experimental de tipo descriptivo, donde los informantes clave fueron seleccionados de manera intencionada, con el fin de obtener una comprensión profunda y directa de la situación. Se utilizó el método de estudio de caso para explorar las muertes masivas de los peces. Las técnicas de recolección de datos seleccionadas fueron los resultados obtenidos de las muestras de aguas, la entrevista semiestructurada y la observación directa.

El proyecto identificó que las principales causas de la mortandad de peces incluyen el elevado nivel de fósforo en el agua, que podría provocar eutrofización y bajo oxígeno disuelto, junto con una gestión deficiente de actividades agrícolas, industriales y de residuos en la zona. Además, se confirmó que las estrategias de sensibilización y educación comunitaria son esenciales para abordar estos desafíos, reforzadas por la creación de un comité ambiental local y normativas de monitoreo. Los hallazgos coinciden con estudios previos que señalan la influencia del uso excesivo de fertilizantes, sobrepoblación en jaulas acuícolas y otros factores como contaminación por plásticos y altas temperaturas, subrayando la necesidad de un enfoque integral para preservar el ecosistema.

Se propone fortalecer las regulaciones sobre fertilizantes y prácticas agrícolas, mejorar la gestión de las jaulas acuícolas y promover la educación ambiental como ejes centrales para mitigar la contaminación y la mortandad de peces. Es crucial involucrar a actores clave como CODOPESCA, el Ministerio de Medio Ambiente, gobiernos locales, pescadores, agricultores y comunidades en iniciativas de monitoreo, sostenibilidad y manejo de residuos. Asimismo, se deben establecer límites de carga en las jaulas acuícolas, reducir fuentes de nutrientes y desarrollar programas educativos que fomenten la adopción de prácticas responsables para asegurar la sostenibilidad del ecosistema a largo plazo.

CAPITULO I DESCRIPCION DEL ESCENARIO

Este capítulo presenta cada una de las partes que conforman el capítulo I, tales como: el contexto, diagnóstico del estado actual, objetivos del diagnóstico, metodología, enfoque metodológico, diseño y tipo de estudio, informante clave, método y técnica de recolección de datos, instrumento de validez, procedimiento, método y técnica de análisis de datos, presentación de los resultados, análisis de los resultados, análisis del problema, y análisis de objetivos, cada uno de los cuales desempeñan un rol fundamental para el desarrollo del proyecto.

1.1. Descripción del contexto del proyecto

La Presa de Hatillo, ubicada en la provincia de Sánchez Ramírez, es la infraestructura hidráulica más grande del país y una de las más importantes del Caribe. Su embalse tiene múltiples funciones, como la generación de energía hidroeléctrica, el suministro de agua para riego, el control de inundaciones y la piscicultura, lo que la convierte en un recurso fundamental para la economía y el desarrollo de la región (Comisión Nacional de Energía. 2018).

La presa fue construida entre 1977 y 1984 como parte de un proyecto integral para controlar las aguas del Río Yuna, uno de los más caudalosos del país. Este proyecto fue clave para el desarrollo agrícola de la región, especialmente en el valle del Cibao, donde la disponibilidad de agua era limitada. La construcción de la presa fue financiada por el gobierno dominicano, con asistencia técnica de organismos internacionales (Rodríguez & Fernández, 2019).

La Presa de Hatillo tiene una altura de aproximadamente 83 metros y una longitud de 1,600 metros. El embalse tiene una capacidad de almacenamiento de alrededor de 710 millones de metros cúbicos de agua, lo que lo convierte en el más grande del país. Su central hidroeléctrica tiene una capacidad instalada de 8.6 MW, lo que contribuye a la producción de energía renovable en la región (Comisión Nacional de Energía. 2018).

La hidroeléctrica de Hatillo no es una de las mayores productoras de energía del país, pero sí juega un rol importante en la estabilización de la oferta energética durante picos de demanda. El agua almacenada en la presa es crucial para el riego de miles de hectáreas en las provincias cercanas, especialmente para la producción de arroz, uno de los cultivos más importantes en la región (Ministerio de Medio Ambiente, 2020).

La presa desempeña un papel vital en la regulación del caudal del Río Yuna, previniendo inundaciones catastróficas en las zonas bajas del valle del Cibao. En el embalse de Hatillo se ha desarrollado una importante industria de piscicultura, en particular la producción de tilapia, que es un recurso alimentario significativo para el país (Rodríguez & Fernández, 2019).

Si bien la construcción de la presa trajo importantes beneficios económicos y sociales, también tuvo impactos ambientales y sociales, un ejemplo de eso fue el embalse, el cual provocó la inundación de grandes áreas, desplazando a comunidades rurales. Además, ha alterado el ecosistema fluvial, afectando la biodiversidad del Río Yuna y sus afluentes, no obstante, con el tiempo, se han implementado proyectos de reforestación y manejo ambiental para mitigar estos efectos (Ministerio de Medio Ambiente, 2020).

Actualmente, la Presa de Hatillo enfrenta desafíos relacionados con el mantenimiento, la sedimentación y el manejo de sus recursos hídricos. Uno de los problemas más críticos es la acumulación de sedimentos en el embalse, lo que reduce su capacidad de almacenamiento. Adicionalmente, el cambio climático plantea nuevos retos para la gestión del agua, ya que los patrones de lluvia se han vuelto más impredecibles (Ibid.).

1.2. Diagnóstico del estado actual

Para comprender mejor la situación de la muerte de peces en la presa de Hatillo, se basó en las percepciones de pescadores locales, expertos ambientales, autoridades locales y miembros de la comunidad afectada, quienes aportaron su visión sobre los principales desafíos y oportunidades. A través de este análisis, se identifican fortalezas como el apoyo gubernamental y el desarrollo económico, junto con debilidades como la sedimentación y la

falta de mantenimiento, asimismo, se destacan oportunidades en proyectos ambientales y de sostenibilidad, al tiempo que se reconocen amenazas como la contaminación y el cambio climático, que afectan tanto la biodiversidad como la salud de las personas.

La Presa de Hatillo, como infraestructura clave para el desarrollo de la región, enfrenta actualmente una serie de desafíos que afectan su funcionamiento y su capacidad para satisfacer las necesidades de las comunidades que dependen de ella. Uno de los problemas más preocupantes es la muerte masiva de peces, lo que no solo repercute negativamente en la industria de piscicultura local, sino también en la biodiversidad del embalse y en la economía de los pescadores. Este fenómeno parece estar relacionado con la contaminación del agua, los cambios en la calidad del oxígeno y la sedimentación acumulada, problemas exacerbados por la falta de mantenimiento adecuado y la gestión insuficiente de los recursos hídricos. La percepción de los pescadores locales y expertos ambientales refuerza esta visión, señalando la necesidad urgente de un manejo más sostenible y una atención técnica especializada.

Entre las principales fortalezas de la presa se encuentran su capacidad para generar desarrollo económico y su impacto positivo en el control de inundaciones, la irrigación agrícola y la generación de energía renovable. Estas funciones continúan siendo pilares del desarrollo regional, gracias al apoyo gubernamental y la creciente implementación de proyectos ambientales. No obstante, las debilidades estructurales y operativas, como la sedimentación excesiva, la obsolescencia de equipos y la falta de inversión en infraestructura, ponen en riesgo estos beneficios. La contaminación del embalse, principalmente por actividades humanas aguas arriba y vertidos no controlados, agrava aún más la crisis ambiental que enfrenta este sistema.

El futuro de la Presa de Hatillo depende en gran medida de la implementación de estrategias sostenibles que consideren tanto la mitigación de los impactos ambientales como el fortalecimiento de su capacidad operativa. Las oportunidades son amplias e incluyen la reforestación de las cuencas, el desarrollo de sistemas de monitoreo de calidad del agua, y la promoción de prácticas agrícolas más sostenibles en las áreas circundantes. Sin embargo, estas oportunidades deben contrarrestar amenazas significativas, como el cambio climático, que afecta a los patrones de lluvia, y el incremento de la presión poblacional y económica en la

región. Abordar estos desafíos con una visión integrada será crucial para garantizar la viabilidad a largo plazo de este recurso estratégico

Fortalezas	Debilidades
- Dinamismo económico -Capacidad de almacenamiento -Producción de tilapia -Apoyo gubernamental -Prevención de inundaciones -Preocupación de los pescadores y la comunidad ante la muerte de peces	-No implementación de medidas coordinadas y efectivas -Grandes acumulaciones de sedimentación -Impactos ambientales negativos -Cambio climático -Contaminación industrial persistente -Falta de conocimiento de las autoridades -Falta de seguimiento a las actividades en el lago - Mantenimiento insuficiente
Oportunidades	Amenazas
-Proyectos ambientales -Sostenibilidad hídrica -Expansión piscícola -Inversiones futuras -Desarrollo de políticas públicas más estrictas -Educación ambiental en las comunidades -Apoyo internacional -Ecosistema equilibrado	-Impacto negativo en la salud humana -Pérdida de recursos económicos -Cambio climático -Impacto negativo en la biodiversidad -Contaminación

1.3. Objetivos del diagnóstico

1.3.1. Objetivo general

Analizar las principales causas de las muertes masivas de peces en la presa de Hatillo, provincia Sánchez Ramírez, año 2024.

1.3.2. Objetivos específicos

Determinar las principales fuentes de contaminación en la presa de Hatillo.

Verificar el impacto de la contaminación química, particularmente los residuos industriales, en la calidad del agua y la fauna acuática de la presa.

Analizar cómo la acumulación de residuos y basura en los afluentes de la presa afecta la biodiversidad acuática y el sustento de las comunidades locales.

Analizar el efecto de las variaciones en los parámetros de calidad del agua (pH, oxígeno disuelto, temperatura, presencia de metales, y compuestos químicos) sobre la salud de los peces en la presa

1.2.2. Metodología

Este trabajo de investigación sobre las causas de muertes masivas de los peces en la Presa de Hatillo presentó un diseño exploratorio, donde la metodología se centra en el análisis del agua, la recolección de datos a través de entrevistas a pescadores y pobladores, observaciones al contexto de la Presa y análisis de revistas, publicaciones, e investigaciones. Esto permitió obtener una visión profunda del problema de investigación.

1.2.3.1. Enfoque metodológico

En esta investigación se desarrolló un enfoque cualitativo. Según Hernández et al. (2018), el enfoque cualitativo utiliza la recolección de datos sin medición numérica para descubrir o afinar preguntas de investigación en el proceso de interpretación, este enfoque se guía por áreas o temas significativos de investigación. A diferencia del enfoque cuantitativo, la claridad sobre las preguntas de investigación e hipótesis no necesariamente precede a la recolección y análisis de los datos; por lo tanto, los estudios cualitativos pueden desarrollar preguntas e hipótesis antes, durante o después de estos procesos.

Al buscar interpretaciones y significados desde el punto de vista de los actores clave, esta metodología permitirá un análisis detallado de los factores que contribuyen a la contaminación de la Presa de Hatillo y su impacto en la salud y la economía local. Para lo que se recopilaron testimonios de pescadores, líderes comunitarios y expertos ambientales lo que ayudo a identificar las percepciones sobre las causas de las muertes masivas de peces, la calidad del agua y las repercusiones para la vida local. Por otra parte, se tomaron muestras de agua para realizar diferentes pruebas y verificar la dureza del del agua, el nivel de PH, la presencia de sustancias químicas proveniente de la agricultura, y la presencia de metales pesados, este enfoque permitió comprender cómo las comunidades y los actores involucrados perciben la gestión ambiental en la región, las principales causas de contaminación y las acciones necesarias para mitigar el problema.

1.2.4.2. Diseño y tipo de estudio

Este proyecto de investigación sigue un diseño no experimental, ya que, aunque se tomaron muestras de aguas para ser examinadas, no se alteraron ninguna de las variables. Además, es de tipo descriptivo, ya que se enfoca en observar, comprobar y describir la situación actual de las muertes masivas de peces en la Presa de Hatillo, sin intervenir o manipular variables. Este diseño permitió analizar el problema en su contexto real, proporcionando un entendimiento detallado de los factores que influyen en la calidad del agua, la salud de los peces y las repercusiones económicas sin alterar las condiciones naturales (Hernández, Fernández & Baptista, 2018).

Al ser de tipo descriptivo, el estudio busca especificar las propiedades, características y perfiles de los elementos involucrados, como la calidad del agua, los contaminantes presentes, los actores clave (pescadores, autoridades locales, expertos ambientales) y los efectos económicos en las comunidades dependientes de la Presa, por lo que este tipo de estudio proporciona una imagen detallada y precisa del fenómeno sin buscar establecer relaciones causales directas ni influir en el comportamiento de los participantes (Hernández et al., 2018).

1.2.5.3. Informantes clave

En este estudio los informantes clave fueron seleccionados de manera intencionada, con el fin de obtener una comprensión profunda y directa de la situación. Estos informantes incluyeron: pescadores locales, expertos ambientales, autoridades locales, y miembros de la comunidad afectada, cada uno de los cuales proporcionaron información valiosa basada en su experiencia cotidiana y su interacción directa con la Presa y el ecosistema, además, se implementaron diferentes pruebas para verificar el origen de dicha muerte, permitiendo una visión detallada de los factores que influyen en el problema.

1.2.6.4. Método y técnica de recolección de datos

En este estudio se utilizó el método de estudio de caso para explorar las muertes masivas de los peces. Las técnicas de recolección de datos seleccionadas fueron los resultados obtenidos de las muestras de aguas, la entrevista semiestructurada y la observación directa, complementadas con el análisis documental, ya que estas técnicas permiten recopilar información detallada y contextualizada de los informantes clave, así como observar el entorno en su estado natural.

La toma de muestras de agua fue fundamental para identificar la presencia de posibles contaminantes y su relación con la mortalidad de los peces. Se tomaron muestras de agua en distintos puntos de la presa, siguiendo un protocolo estandarizado de muestreo que garantiza la representatividad y la calidad de las muestras. Estas muestras fueron analizadas en el laboratorio AMENER SRL, Santo Domingo, R.D. para medir la concentración de metales pesados y otros contaminantes, como el pH, temperatura y la presencia de sustancias tóxicas. Este análisis permitió evaluar la calidad del agua y determinar si hay evaluación con los eventos de mortandad de peces.

Las entrevistas semiestructuradas son una técnica fundamental en investigaciones cualitativas, ya que permiten obtener información rica y detallada directamente de los informantes clave (Hernández et al., 2018). Este tipo de entrevista combina preguntas abiertas

predefinidas con la flexibilidad de formular preguntas adicionales basadas en las respuestas de los participantes, lo que facilita una comprensión más profunda de las percepciones y experiencias de los pescadores, biólogos marinos, y autoridades ambientales.

La observación directa permitió recoger datos sobre el entorno de la presa sin interferir en el comportamiento de los actores involucrados, observando aspectos como la calidad del agua, la presencia de contaminantes, el estado de los peces y las prácticas de manejo de los recursos acuáticos por parte de las comunidades locales (Yin, 2018).

1.2.7.5. Instrumento de validez

El instrumento utilizado fue el cuestionario, estructurado con preguntas abiertas, ya que, el uso del cuestionario en forma de entrevista permite una interacción directa entre el entrevistador y el entrevistado, lo que facilita la exploración de ideas complejas y la profundización en aspectos específicos del problema de investigación (Fernández, 2019). Además, de que brinda la flexibilidad necesaria para adaptar las preguntas según las respuestas y las necesidades de clarificación del entrevistado, lo que contribuye a obtener datos más completos y precisos.

1.2.8.6. Procedimiento

- Solicitud a la Facultad de Ciencias y Humanidades la aprobación del tema de investigación.
- Se contactó al asesor para coordinar reuniones y tareas a realizar.
- Visitas a la presa de Hatillo.
- Recolección de fuentes bibliográficas de diversas universidades con la finalidad de buscar los antecedentes y teorías a fines con el tema.
- Se realizaron encuentros con el asesor y los sustentantes para analizar documentos y producir las ideas.
- Se elaboraron los instrumentos de investigación
- Se aplicaron los instrumentos

- Se realizaron pruebas de laboratorios a diferentes muestras de agua obtenidas de los posibles puntos de contaminación para identificar la presencia de metales pesado, nivel de PH, presencia de productos químicos, entre otros.
- Se analizaron e interpretaron los datos en función a las preguntas de investigación.
- Se elaboró una propuesta de ejecución para la problemática encontrada.
- Se envió a la facultad el anteproyecto, para fines de evaluación.
- Se realizaron las correcciones del jurado evaluador.
- Se envió el proyecto a la facultad.
- Se presentó el proyecto al jurado evaluador
- Se realizaron las correcciones y observaciones del jurado
- Se empastó el proyecto y se depositó en la facultad.

1.2.9.7. Presentación de los resultados

La presentación de los resultados se realizó destacando los principales hallazgos obtenidos a partir de las entrevistas, la observación directa, el análisis documental y los resultados de las pruebas de laboratorio. Estos hallazgos se organizaron en torno a las variables del estudio, reflejando las perspectivas de pescadores, autoridades ambientales y miembros de las comunidades locales, así como las observaciones detalladas sobre el estado de la Presa y las prácticas de manejo ambiental.

Cada variable abordó aspectos clave, como las principales fuentes de contaminación, el impacto de la contaminación química, la presencia de residuos industriales, la acumulación de basura en los afluentes de la Presa, y las variaciones en los parámetros de calidad del agua. Además, se incluyó evidencia respaldada por los datos recolectados, lo que permitió una comprensión más profunda de las interrelaciones entre los factores ambientales y sociales que contribuyen a la crisis de salud de los peces en la Presa de Hatillo. Esta estructura facilitó una interpretación clara de los resultados y su relación con la problemática estudiada.

1.2.11. Análisis de los resultados

El análisis de los datos se llevó a cabo mediante un método de análisis cualitativo, siguiendo un proceso meticuloso para garantizar una interpretación precisa y profunda de los hallazgos. En primer lugar, se realizó una revisión y transcripción detallada de la información obtenida a partir de las entrevistas, las notas de observación registradas durante el proceso de investigación y los resultados de las pruebas de laboratorio.

Posteriormente, se procedió a una interpretación exhaustiva de los datos, examinando cómo los temas identificados se vinculan con el marco teórico del estudio y contrastándolos con la literatura existente. Esto permitió identificar patrones, diferencias y coincidencias con investigaciones previas, facilitando una comprensión integral de las causas y efectos de la mortalidad de peces en la Presa de Hatillo.

Finalmente, a partir de los hallazgos obtenidos, se desarrollaron recomendaciones basadas en la evidencia para mitigar la problemática identificada y proteger los ecosistemas acuáticos de la Presa, esto permitió formular propuestas de intervención específicas y adaptadas a las necesidades del contexto de estudio.

Descripción del problema específico a solucionar con el proyecto

La Presa de Hatillo, ubicada en la Provincia de Sánchez Ramírez, República Dominicana, es una de las principales fuentes de recursos hídricos y pesqueros del país, de donde se sustentan miles de familias, sin embargo, en los últimos años, ha habido un alarmante incremento en las muertes masivas de peces, lo que ha generado preocupación tanto en las comunidades locales como en los sectores ambientalistas. Este fenómeno no es aislado, según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), la cual plantea que la contaminación de cuerpos de agua y la disminución de la calidad del agua son problemas crecientes a nivel mundial (FAO, 2020).

Los primeros signos de este problema en la Presa de Hatillo incluyen la aparición de peces muertos en las orillas, cambios en el color y la transparencia del agua, así como la proliferación de algas, los pescadores locales han reportado una notable disminución en la captura diaria y han observado peces con anomalías físicas, como escamas descoloridas y malformaciones, algo sumamente preocupante, ya que estos síntomas no solo afectan la biodiversidad de la presa, sino que también impactan directamente en las comunidades que dependen de ella para su sustento.

Es probable que las muertes masivas de peces sea múltiples y complejas, esto podría ser provocado por la contaminación química, especialmente los residuos que provienen de la empresa minera circundante, cuyos desechos industriales, productos químicos tóxicos, se vierten en los ríos que alimentan la presa, elevando los niveles de toxicidad en el agua, resultando letales para la fauna acuática, o bien sea el exceso de nutrientes en el agua, principalmente nitrógeno y fósforo, provocando un crecimiento descontrolado de algas, un proceso conocido como eutrofización, que reduce los niveles de oxígeno disuelto en el agua, asfixiando a los peces.

Otra causa podría ser los efectos del cambio climático, con el aumento de las temperaturas y las variaciones en los patrones de precipitación, que han alterado las condiciones ecológicas de la presa, contribuyendo a la proliferación de patógenos y al estrés térmico en las especies acuáticas, o el mal manejo de residuos sólidos, como la acumulación de basura en las cercanías de la Presa y en sus afluentes, degradando la calidad del agua, creando un entorno insalubre para la vida acuática.

Esta problemática produce gran preocupación, ya que, si no se toman medidas inmediatas, la situación en la Presa de Hatillo podría empeorar, resultando en la pérdida total de la biodiversidad acuática y el colapso del ecosistema local. Lo que impactaría la economía de la región, especialmente para las comunidades que dependen de la pesca y el turismo, además, la degradación de la calidad del agua podría tener consecuencias a largo plazo para la salud humana y el medio ambiente. En la actualidad, la tendencia muestra un aumento en la frecuencia y la magnitud de los eventos de mortandad de peces en la presa. A pesar de los

esfuerzos de monitoreo por parte de las autoridades locales y organizaciones no gubernamentales, la falta de acciones concretas y coordinadas ha impedido revertir esta tendencia.

A pesar de los indicios claros del deterioro ambiental, las medidas adoptadas hasta la fecha han sido insuficientes para detener esta tendencia negativa, por lo tanto, es imperativo que se desarrollen e implementen estrategias integrales y sostenibles para la conservación y recuperación de este importante ecosistema, con el fin de garantizar su viabilidad a largo plazo y el bienestar de las comunidades que dependen de él. En tal sentido surge la problemática ¿Cuáles son las causas principales de las muertes masivas de peces en la Presa de Hatillo y qué impacto tienen en las comunidades locales que dependen de sus recursos hídricos y pesqueros? De dónde surge las siguientes preguntas específicas:

¿Cuáles son las principales fuentes de contaminación en la Presa de Hatillo?

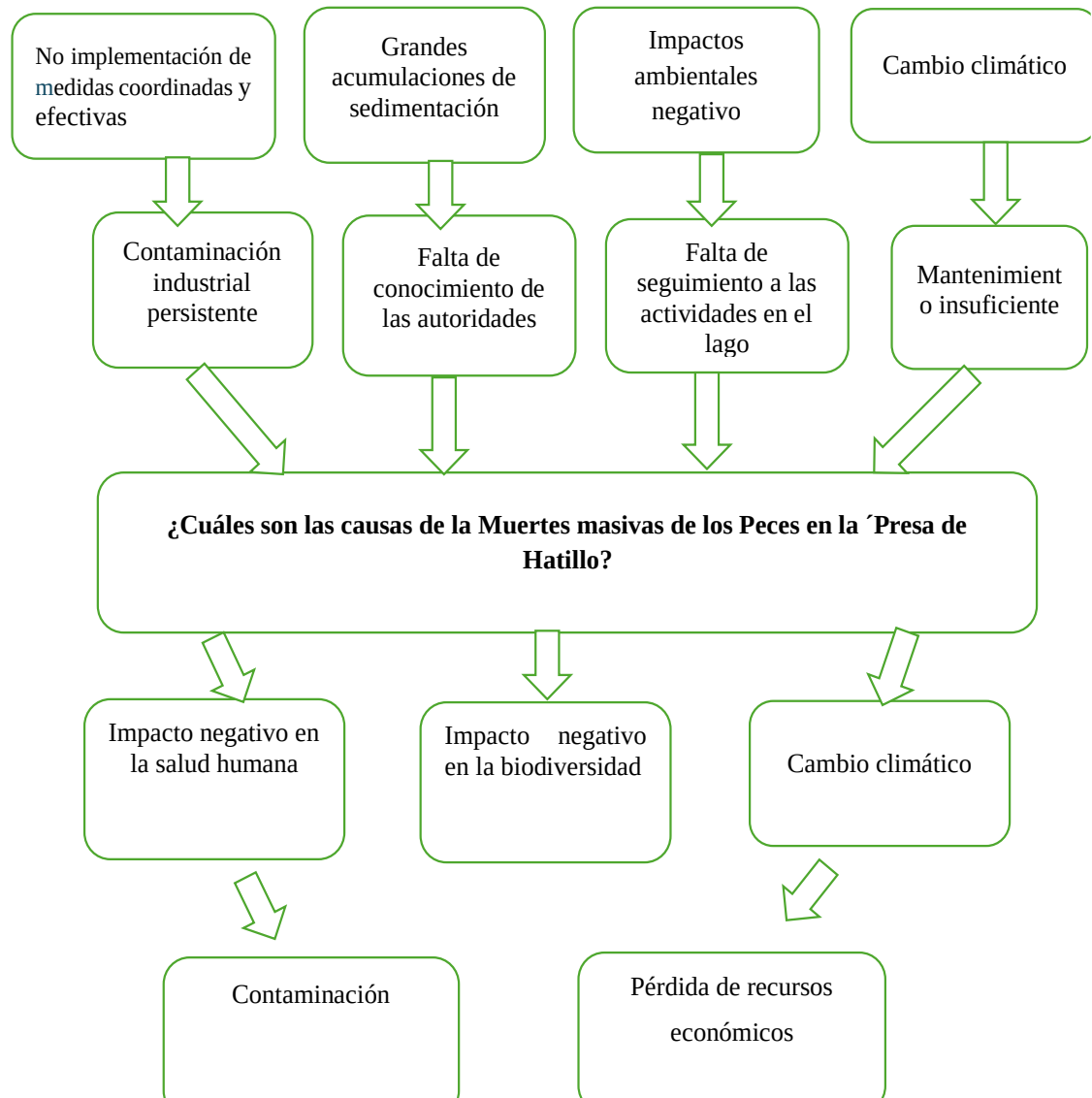
¿Cómo ha influido la contaminación química, especialmente los residuos industriales, en la calidad del agua y la fauna acuática de la Presa de Hatillo?

¿Cómo están afectando los residuos y la acumulación de basura en los afluentes de la Presa a la biodiversidad acuática y al sustento de las comunidades locales?

¿De qué manera afectan las variaciones en la calidad del agua (pH, oxígeno disuelto, temperatura) a la salud de los peces?

1.3. Análisis del problema

Análisis del problema



1.5. Análisis de objetivos

Objetivos	Acciones	Indicador	Medio Verificación
Determinar las principales fuentes de contaminación en la presa de Hatillo.	- Realizar entrevistas con habitantes y autoridades locales. - Realizar observaciones directas en la presa y sus alrededores. - Revisar documentos sobre actividades industriales y agrícolas en la zona.	- Metales pesados (dureza) - Floraciones de Algas (Fósforos y nitrógeno) - Presencia de Nitrato (cloruro).	- Transcripciones de entrevistas. - Notas de observación. - Documentos y reportes sobre la zona. - Fotos y videos
Verificar el impacto de la contaminación química, particularmente los residuos industriales, en la fauna acuática de la presa	- Realizar observaciones directas de la fauna acuática en la presa - Identificar y registrar las especies presentes en diferentes puntos de la presa. - Evaluar el comportamiento y la salud visible de la fauna. - Entrevistar a pescadores y comunidades locales. - Evaluar los puntos de entrada de residuos industriales. - Documentar las prácticas de disposición de residuos en la zona.	- Mortalidad de peces. - Reducción de la capacidad reproductiva. - Condiciones visibles de salud de los organismos observados. - Alteración de hábitat.	- Notas de observación - Registros de las especies encontradas, comportamientos y condiciones de salud durante las observaciones. - Documentación de las respuestas y percepciones de los pescadores y comunidades locales. - Informes de evaluación de fauna acuática
Analizar cómo la acumulación de residuos y basura en los afluentes de la presa afecta la biodiversidad acuática y el sustento de las comunidades locales.	- Realizar recorridos por los afluentes para documentar la acumulación de residuos. - Entrevistar a comunidades locales sobre su percepción y efectos en su sustento.	- Grado de acumulación de residuos en los afluentes. - Impacto reportado en la biodiversidad y sustento de las comunidades locales	- Notas de observación. - Transcripciones de entrevistas. - Registro de especies acuáticas encontradas. - Fotos - Videos.
Analizar el efecto de las variaciones en los parámetros de calidad del agua (pH, oxígeno disuelto, temperatura) sobre la salud de los peces en la presa.	- Monitorear los parámetros de calidad del agua. - Análisis a diferentes muestras de agua - Realizar observaciones sobre la salud de los peces - Evaluar el comportamiento de los peces (por ejemplo, actividad, alimentación, signos de estrés). - Registrar la mortalidad observada y cualquier síntoma de enfermedad en los peces. - Registrar condiciones ambientales	- Identificación (pH, oxígeno disuelto, temperatura en el agua. - Incidencia de problemas de salud en la población de peces, como mortalidad y comportamientos anormales.	- Informes sobre salud y comportamiento de los peces - Notas de observación sobre la actividad y salud de los peces, incluyendo cualquier incidencia de mortalidad y comportamientos inusuales. - Fotos - Videos

1.6. Justificación del proyecto

La Presa de Hatillo representa un recurso vital no solo para el ecosistema, sino también para la economía y el sustento de miles de familias que dependen de sus aguas y de la pesca como principal fuente de ingresos. Sin embargo, en los últimos años, la alarmante proliferación de muertes masivas de peces ha desencadenado una crisis ambiental que requiere atención urgente, esta situación no es un evento aislado, sino que refleja una tendencia global de deterioro de los recursos hídricos, como lo indica la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), que señala la contaminación de cuerpos de agua como un problema creciente.

Los signos visibles de este deterioro son evidentes, tales como la presencia de peces muertos, cambios en la calidad del agua, y el aumento de algas, lo cual genera un impacto directo en la biodiversidad acuática y en las comunidades circundantes. La observación de anomalías en los peces y la disminución en las capturas diarias por parte de los pescadores son indicadores claros de un ecosistema en crisis, afectando no solo la fauna acuática, sino también el tejido social y económico de la región.

Los factores responsables de esta problemática son complejos y multifacéticos, ya que la contaminación química, particularmente los residuos industriales de empresas, plantea un grave riesgo al incrementar la toxicidad en el agua, y a esto se le suma el cambio climático y el mal manejo de residuos sólidos que exacerban aún más la situación, creando un entorno insalubre que pone en peligro la vida acuática.

Por lo que, si no se abordan estas causas de manera urgente, el colapso del ecosistema de la presa de Hatillo es inminente, con implicaciones catastróficas para la biodiversidad y la economía local, afectando directamente el bienestar de las comunidades que dependen de sus recursos, la tendencia creciente en la mortalidad de peces no solo amenaza la estabilidad económica de estas comunidades, sino también la salud pública, debido al riesgo de consumo de peces contaminados.

Por lo tanto, es crucial llevar a cabo un análisis exhaustivo que identifique las principales fuentes de contaminación en la presa de Hatillo, así como evaluar el impacto de estas contaminaciones en la calidad del agua y la salud de la fauna acuática. Además, se requiere investigar cómo la acumulación de residuos y basura en los afluentes afecta a la biodiversidad y al sustento de las comunidades locales, y entender las implicaciones de las variaciones en los parámetros de calidad del agua en la salud de los peces.

Este proyecto no solo busca diagnosticar y comprender las causas de la mortalidad de peces, sino también proponer soluciones efectivas y sostenibles que contribuyan a la recuperación y conservación de este ecosistema vital. Al involucrar a las comunidades, autoridades y organizaciones no gubernamentales en el proceso, se podrá generar un enfoque colaborativo que fortalezca la gestión de los recursos hídricos y pesqueros en la presa de Hatillo, garantizando así el bienestar de las futuras generaciones.

La Presa de Hatillo es un recurso vital para el ecosistema, la economía y el sustento de miles de familias que dependen de sus aguas y de la pesca como principal fuente de ingresos. Sin embargo, en los últimos años, la alarmante proliferación de muertes masivas de peces ha desencadenado una crisis ambiental que requiere atención urgente. Esta situación no es un evento aislado, sino que refleja una tendencia global de deterioro de los recursos hídricos, como lo señala la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), al destacar la contaminación de cuerpos de agua como un problema en aumento.

Los signos visibles de este deterioro son evidentes: la presencia de peces muertos, cambios en la calidad del agua y el aumento de algas, los cuales impactan directamente la biodiversidad acuática y a las comunidades circundantes. La reducción en las capturas diarias de los pescadores y la observación de anomalías en los peces indican un ecosistema en crisis, afectando no solo la fauna acuática, sino también el tejido social y económico de la región.

Los factores que contribuyen a esta problemática son complejos, como la contaminación química derivada de residuos industriales, que incrementan la toxicidad del agua, así como el cambio climático y el inadecuado manejo de residuos sólidos, que agravan la situación y crean

un entorno insalubre para la vida acuática. De no abordarse estas causas de manera urgente, el colapso del ecosistema de la Presa de Hatillo es inminente, con implicaciones devastadoras para la biodiversidad y la economía local, afectando directamente a las comunidades que dependen de sus recursos. Además, la creciente mortalidad de peces representa una amenaza para la salud pública debido al riesgo de consumir peces contaminados.

Por lo tanto, es crucial realizar un análisis exhaustivo que identifique las principales fuentes de contaminación de la Presa de Hatillo, evaluando su impacto en la calidad del agua y la salud de la fauna acuática. También es necesario investigar cómo la acumulación de residuos sólidos en los afluentes afecta la biodiversidad y el sustento de las comunidades locales, y comprender las implicaciones de las variaciones en los parámetros de calidad del agua en la salud de los peces.

Este proyecto tiene como objetivo no solo diagnosticar y comprender las causas de la mortalidad de peces, sino también proponer soluciones efectivas y sostenibles para la recuperación y conservación de este ecosistema vital. Involucrar a las comunidades, autoridades y organizaciones no gubernamentales en este proceso permitirá un enfoque colaborativo que fortalezca la gestión de los recursos hídricos y pesqueros en la Presa de Hatillo, garantizando el bienestar de las futuras generaciones.

1.7. Análisis de involucrados

Grupos	Intereses	Problemas percibidos	Recursos y mandatos
Pescadores locales	- Mantener la salud de los ecosistemas acuáticos. - Asegurar su sustento a través de la pesca.	- Alta mortalidad de peces que afecta su fuente de ingresos. - Disminución de la diversidad de especies	- Conocimiento sobre prácticas sostenibles de pesca. - Posibilidad de acceso a programas de capacitación.
Comunidad local	-Proteger sus fuentes de agua y biodiversidad. -Asegurar la calidad de vida de sus familias.	- Afectación en la pesca y la calidad del agua. - Riesgos a la salud por consumo de peces contaminados.	-Capacidad de organización comunitaria. - Apoyo gubernamental
Autoridades locales	- Proteger la salud pública y el medio ambiente. -Implementar políticas de conservación.	- Necesidad de control sobre la contaminación que causa la muerte de peces. - Falta de recursos para monitoreo.	- Mandato para regular actividades contaminantes. - Recursos limitados para la gestión ambiental.
Investigadores y académicos	- Estudiar las causas de la mortalidad de peces. - Generar datos que ayuden a la toma de decisiones.	-Necesidad de datos precisos sobre la mortalidad y su relación con la contaminación.	- Acceso a fondos de investigación y recursos para realizar estudios. -Colaboración con instituciones locales

PARTE II.

REVISION DE LITERATURA O MARCO REFERENCIAL

En este capítulo, se encuentran desarrolladas las fundamentaciones teóricas que sustentan el proyecto, como el análisis de las aportaciones más significativas de los autores consultados en la literatura actual, estableciendo así los antecedentes y las bases conceptuales del proyecto.

2.1. Antecedentes

El Viceministerio de Gestión Ambiental (2023) realizó varias investigaciones técnicas, con el objetivo de determinar las causas reales de la muerte de peces en la Presa de Hatillo y en Azua, el equipo de Calidad de Aguas del Ministerio se trasladó al embalse de Hatillo, en donde realizaron mediciones de parámetros que fueron monitoreados de manera continua en otros cuatro puntos del embalse. Los resultados preliminares apuntaron a que el color verde se debe a la proliferación de algas, que a su vez responde a la carga de fertilizantes en los drenajes agrícolas que llegan al embalse y de la producción acuícola dentro del mismo. Sin embargo, añadió que, para tener una respuesta definitiva, el Ministerio de Medio Ambiente envió muestras a laboratorios especializados.

El Consejo Dominicano de Pesca y Acuicultura (CODOPESCA) (2023), realizaron examen de laboratorio en la Presa de Hatillo, con el objetivo de determina las causas que provocaron la muerte masiva de los peces en la presa. Los resultados arrojaron que la muerte de peces se debió a una sobrepoblación de especies en 4 jaulas de las 37 que tiene instaladas el proyecto acuícola de la Asociación de Acuicultores Julián, La entidad constata que esta sobrepoblación fue el detonante para la alta mortandad generada, asociado con las altas temperaturas generadas y el bajo nivel que la presa registra.

Se desataca que la mortandad solo se genera en los animales más grandes, esto debido a la Demanda Biológica de Oxígeno (DBO), mientras que los demás de menor tamaño y con una densidad menor de siembra en las jaulas dentro del mismo proyecto, no presentan ningún tipo de novedad.

Torres, M. A., García, C., & Hernández, S. (2023), realizaron una investigación en embalses tropicales en América Latina. Titulada: la estratificación térmica y la hipoxia como causas de la muerte de peces en los sistemas de embalses tropicales, con el objetivo de analizar cómo la estratificación térmica y los episodios de hipoxia afectan la supervivencia de los peces en embalses tropicales, utilizando modelos de estratificación térmica y sensores de oxígeno para evaluar las condiciones ambientales en diferentes profundidades del agua.

Concluyeron que la estratificación térmica provoca la formación de capas de agua con bajo contenido de oxígeno en embalses tropicales. La hipoxia severa en las capas más profundas es una causa clave de los eventos de mortandad masiva de peces, especialmente durante la estación seca, cuando el intercambio de agua es limitado.

Cai, et al. (2020), realizaron una investigación en china titulada: El impacto de la eutrofización y la proliferación de algas en la mortalidad de peces en embalses, con el objetivo de evaluar el impacto de la eutrofización y las floraciones de algas sobre la mortalidad de peces en embalses de presas. Donde realizaron mediciones de la concentración de nutrientes, la biomasa de algas, los niveles de oxígeno disuelto y los eventos de mortandad de peces. Se utilizó un enfoque de análisis correlacional. Concluyeron que la eutrofización, combinada con la proliferación de algas, es una causa principal de la mortalidad masiva de peces debido a la reducción de oxígeno en el agua, además, las floraciones de algas tóxicas representan un riesgo adicional para las especies acuáticas.

Navarro et al., (2017), realizaron el estudio "Los niveles de microcontaminantes orgánicos explican una muerte masiva de peces en el río Atoyac, Puebla, México", en la Universidad Tecnológica de Izúcar de Matamoros. El objetivo del estudio fue investigar la causa de una muerte masiva de peces en el río Atoyac, asociada al vertido de contaminantes químicos. Donde se detectaron bajos niveles de oxígeno disuelto y elevadas concentraciones de amonio y nitritos, posibles causas directas del incidente.

No se encontraron contaminantes persistentes, pero se hallaron altas concentraciones de microcontaminantes orgánicos antrópicos, lo que sugiere un vertido de residuos municipales

con presencia de heces de mamíferos. El estudio concluye que la presencia de estos orgánicos es un factor clave para explicar la mortalidad masiva de peces y demuestra la importancia de analizar dichos contaminantes para comprender incidentes ambientales similares.

Pérez (2023), en su estudio titulado "Por nosotros muere el pez: Los efectos de la crisis ambiental en los peces de la Presa de Hatillo en la República Dominicana en el verano del 2023", con el objetivo principal de abordar la crisis ambiental a través de la contaminación por plásticos de un solo uso en la Presa de Hatillo, vinculando esta problemática con la creación artística y la conciencia social.

La metodología empleada incluyó un enfoque interdisciplinario en la producción de obras artísticas, tales como fotografías, videoarte, instalaciones y esculturas. Como conclusión, el estudio destaca la urgencia de abordar la contaminación ambiental desde múltiples perspectivas, incluyendo la artística, y subraya la necesidad de adoptar prácticas sostenibles para mitigar los efectos de esta crisis.

2.3. Marco teórico

2.3.1. Principales fuentes de contaminación en la Presa de Hatillo.

La contaminación ambiental es un problema grave que afecta a la salud humana y los ecosistemas. Los contaminantes provienen de diversas fuentes, como la quema de combustibles fósiles y la actividad industrial, lo que genera sustancias tóxicas que deterioran la calidad del aire, agua y suelo. Esto contribuye a un aumento en las enfermedades respiratorias y cardiovasculares, así como a la pérdida de biodiversidad, afectando gravemente el entorno natural (Organización Mundial de la Salud, 2023).

Además, la contaminación exacerba el cambio climático, ya que muchas de las actividades contaminantes también emiten gases de efecto invernadero, esto no solo provoca el calentamiento global, sino que también altera los patrones climáticos, perjudicando sectores

clave como la agricultura y el acceso al agua potable. Para mitigar estos efectos, es necesario adoptar políticas sostenibles y reducir las emisiones contaminantes (Ibid.)

Actividades mineras

Las actividades mineras constituyen un sector económico de gran relevancia a nivel global, con un impacto significativo en el desarrollo de muchos países. Estas actividades comprenden la extracción de minerales y otros materiales geológicos de la corteza terrestre, incluyendo metales preciosos como el oro y la plata, metales industriales como el cobre y el hierro, así como materiales de construcción como arena y grava. La minería abarca desde operaciones artesanales a pequeña escala hasta proyectos industriales de gran envergadura, representando una fuente importante de ingresos y empleo para muchas naciones (Acción Ecológica, 2022).

El sector minero tiene una importancia económica considerable en diversos países. Por ejemplo, en la República Dominicana, la minería aportó RD\$89,231.2 millones al Producto Interno Bruto (PIB) en 2020, equivalente al 2% del total. Los principales rubros incluyeron oro, arena, grava, ferroníquel y plata, entre otros. La relevancia económica de la minería se extiende más allá de la extracción directa, con importantes encadenamientos con otros sectores como la construcción. Un ejemplo es la producción de cemento, que, si bien se registra en el sector manufacturero, tiene su origen en extracciones mineras (Valdez Albizu, 2021).

Uno de los principales retos que enfrenta la industria minera es mitigar su impacto ambiental, la extracción de minerales puede resultar en contaminación de suelos y aguas, así como en la degradación de ecosistemas. En Ecuador, por ejemplo, organizaciones ecologistas han denunciado la contaminación con metales pesados de ríos en zonas mineras de la provincia de Esmeraldas. Además, las actividades mineras a menudo generan tensiones con las comunidades locales debido a preocupaciones ambientales, disputas por el uso de la tierra y agua, y la distribución de beneficios económicos. Esto ha llevado a un mayor escrutinio público y demandas de responsabilidad social corporativa (Acción Ecológica, 2022).

La industria minera es altamente susceptible a las fluctuaciones en los precios internacionales de los commodities, esta volatilidad puede impactar significativamente los ingresos de las empresas y gobiernos dependientes de la minería. Existe una creciente presión para que las empresas mineras adopten prácticas más sostenibles y socialmente responsables. Según un análisis de Deloitte, ya no es suficiente para las mineras garantizar altos volúmenes de producción a bajo costo; ahora deben responder a una diversidad de actores interesados, incluyendo comunidades locales, gobiernos y reguladores (Deloitte, 2021).

La transición hacia energías limpias representa tanto un desafío como una oportunidad para el sector minero, ya que, por un lado, se requiere que las empresas reduzcan sus propias emisiones de carbono, y por otro, la demanda de minerales críticos para tecnologías de energía renovable y vehículos eléctricos está en aumento. Paralelamente, la industria minera está experimentando una rápida transformación tecnológica, debido a la adopción de tecnologías digitales, automatización y análisis de datos masivos que promete mejorar la eficiencia y seguridad de las operaciones. BDO proyecta que para 2020, los robots reemplazarían a más del 50% de los trabajadores mineros, reduciendo los accidentes en un 75% (BDO, 2020).

El futuro de la minería dependerá de su capacidad para adaptarse a estas nuevas exigencias, aprovechando las oportunidades que ofrecen la innovación tecnológica y la transición energética, mientras se abordan de manera proactiva los desafíos ambientales y sociales asociados a la actividad extractiva. La industria minera se encuentra en un punto de inflexión, donde la sostenibilidad, la responsabilidad social y la innovación tecnológica se han convertido en imperativos estratégicos. (World Bank, 2020).

Floraciones de algas

Las floraciones de algas son un fenómeno cada vez más frecuente y preocupante en ecosistemas acuáticos de todo el mundo, ya que estas proliferaciones masivas pueden tener graves impactos ecológicos, económicos y de salud pública (CDC, 2024).

Las floraciones de algas ocurren cuando ciertas especies de algas crecen de forma descontrolada en un cuerpo de agua, produciendo a menudo toxinas dañinas para el medio ambiente, la vida acuática y la salud humana. Varios factores contribuyen a la formación de estas floraciones, siendo los principales la contaminación por nutrientes, el aumento de las temperaturas del agua y los cambios en los patrones de circulación (Bunyon, 2023).

La contaminación por nutrientes, especialmente por fósforo y nitrógeno provenientes de la escorrentía agrícola, las aguas residuales y la deposición atmosférica, es uno de los principales impulsores de las floraciones algales. Estos nutrientes actúan como fertilizantes para las algas, provocando su crecimiento explosivo, además, el cambio climático está exacerbando el problema al elevar las temperaturas del agua y alterar los patrones de precipitación y circulación oceánica, creando condiciones aún más favorables para las floraciones (CDC, 2024).

Un estudio reciente publicado en *Nature* analizó datos satelitales de floraciones algales en todo el mundo entre 2003 y 2020. Los resultados mostraron un aumento del 13% en el tamaño de las floraciones y un incremento del 59% en su frecuencia durante ese período. Las tendencias variaron según la región, con Europa y Norteamérica experimentando las floraciones más grandes, mientras que África y Sudamérica tuvieron las más frecuentes. El estudio también identificó importantes aumentos en sistemas de corrientes costeras como la Corriente de Alaska y la Corriente de Benguela (Scientific American, 2023).

El cambio climático está desempeñando un papel crucial en la expansión de las floraciones algales. Una investigación publicada en *Nature Water* analizó muestras de agua de 2,804 lagos estadounidenses y encontró que el calentamiento global está aumentando el riesgo de altas concentraciones de toxinas en las floraciones. El estudio predice un desplazamiento hacia el norte de las áreas con mayor riesgo de floraciones tóxicas, particularmente en las Grandes Llanuras del Norte y el noroeste de Estados Unidos (Harris et al., 2023).

Las floraciones algales pueden tener diversos impactos negativos en los ecosistemas y la salud humana, ya que algunas producen toxinas que pueden dañar el hígado y causar la

muerte en animales, especialmente perros. Además, cuando las floraciones mueren y se descomponen, pueden reducir drásticamente los niveles de oxígeno en el agua, perjudicando a la vida acuática, también pueden afectar negativamente el turismo, la pesca y el suministro de agua potable.

Presencia de nitrato

El nitrato es un compuesto químico formado por nitrógeno y oxígeno que se encuentra naturalmente en el medio ambiente, pero cuyas concentraciones se han visto incrementadas significativamente en las últimas décadas debido a actividades humanas como la agricultura intensiva, la ganadería y la urbanización. Este aumento en los niveles de nitrato en aguas superficiales y subterráneas plantea desafíos importantes para la gestión de los recursos hídricos y la protección de la salud pública (Bunyon, 2023).

Una de las principales fuentes de contaminación por nitrato es la aplicación excesiva de fertilizantes nitrogenados en la agricultura, cuando estos fertilizantes se aplican en cantidades superiores a las que pueden ser absorbidas por los cultivos, el exceso de nitrato se filtra a través del suelo y contamina las aguas subterráneas o es arrastrado por la escorrentía superficial hacia ríos y lagos. Además, la inadecuada gestión de residuos ganaderos y los sistemas de saneamiento deficientes en áreas urbanas también contribuyen significativamente a la contaminación por nitrato de los recursos hídricos (Zhang et al., 2022).

La presencia elevada de nitrato en el agua potable representa un riesgo para la salud humana, especialmente para los grupos más vulnerables como los bebés y las mujeres embarazadas. El problema de salud más conocido asociado al consumo de agua con altos niveles de nitrato es la metahemoglobinemia, también conocida como "síndrome del bebé azul", que puede ser potencialmente mortal para los lactantes. Además, estudios recientes han sugerido posibles asociaciones entre la exposición crónica a altos niveles de nitrato en el agua potable y un mayor riesgo de ciertos tipos de cáncer, aunque la evidencia aún no es concluyente (Harris et al., 2023).

El monitoreo de los niveles de nitrato en las aguas superficiales y subterráneas es fundamental para comprender la magnitud del problema y diseñar estrategias de mitigación efectivas. En Europa, por ejemplo, la Directiva de Nitratos de la Unión Europea ha establecido un marco para reducir la contaminación por nitratos de fuentes agrícolas. Los datos de monitoreo muestran que, aunque se han logrado algunos avances, los niveles de nitrato en muchas regiones siguen siendo preocupantes. Entre 2000 y 2021, la concentración promedio de nitrato en las aguas subterráneas de la UE se mantuvo relativamente estable alrededor de 21 mg/L, lo que indica la persistencia del problema a pesar de los esfuerzos regulatorios (European Environment Agency, 2023).

La identificación de las fuentes de contaminación por nitrato es crucial para implementar medidas de control efectivas. Las técnicas isotópicas, que analizan la composición isotópica del nitrógeno y el oxígeno en el nitrato, se han convertido en una herramienta valiosa para distinguir entre diferentes fuentes de contaminación, como fertilizantes sintéticos, estiércol animal o aguas residuales. Estos métodos permiten una comprensión más precisa de los procesos de contaminación y pueden ayudar a dirigir los esfuerzos de mitigación de manera más eficiente (Liu et al., 2022).

A nivel de políticas, se necesita una mayor integración entre las políticas agrícolas, ambientales y de salud pública para abordar de manera efectiva el problema de la contaminación por nitrato. Los enfoques basados en cuencas hidrográficas, que consideran todos los usos del suelo y las fuentes de contaminación dentro de una cuenca, pueden ser particularmente efectivos para gestionar los niveles de nitrato a escala regional (European Environment Agency, 2023).

Uso de agroquímicos

El uso de agroquímicos, incluyendo fertilizantes y pesticidas, es una práctica común en la agricultura moderna, enfrenta crecientes desafíos y cuestionamientos debido a sus impactos ambientales y en la salud. Algunos puntos clave son:

En 2023, el consumo de fertilizantes en Argentina mostró un leve descenso del 4% respecto al año anterior, alcanzando 4.58 millones de toneladas. Esto se debió principalmente a condiciones climáticas adversas y factores económicos, sin embargo, se mantiene un nuevo piso de uso de esta tecnología, superando los 4 millones de toneladas en los últimos 6 años (Fertilizar Asociación Civil, 2023).

A nivel global, el uso de pesticidas ha aumentado un 62% entre 2020 y 2021, siendo América el continente con mayor uso. Los fertilizantes inorgánicos usados en ese período contenían un 56% de nitrógeno en su composición (FAO, 2023).

En Sudamérica, el uso de productos sintéticos en la agricultura alcanzó 770 mil toneladas en 2020, un incremento del 119% respecto a 1999. Esto contrasta con la reducción observada en Europa en el mismo período (Atlas de Pesticidas, 2022).

Existe una creciente preocupación por los impactos negativos de los agroquímicos en la salud humana y el medio ambiente. Se estima que 385 millones de personas enferman anualmente por contaminación con pesticidas, el 95% de ellas en el hemisferio sur (FIAN, 2023).

Como alternativa, está surgiendo el enfoque agroecológico y el uso de bioinsumos. En Brasil, por ejemplo, algunas asociaciones de agricultores han logrado reducir el uso de fertilizantes sintéticos en un 60% mediante prácticas de manejo sostenible (Grupo Asociado de Agricultura Sustentable, 2023).

A nivel internacional, existe un compromiso para reducir a la mitad el exceso de nutrientes provenientes de fertilizantes hacia fines de esta década, como parte de los esfuerzos para revertir la pérdida de biodiversidad (COP15 Montreal, 2022).

2.2.2. Impacto de la contaminación química, particularmente los residuos industriales

La contaminación química derivada de los residuos industriales constituye una amenaza significativa para el medio ambiente y la salud humana, ya que estos desechos industriales contienen sustancias tóxicas como metales pesados, compuestos orgánicos volátiles (COVs), y productos químicos persistentes, los cuales generan graves alteraciones en los ecosistemas y afectan la biodiversidad. Según un informe de la ONU, alrededor del 80% de las aguas residuales industriales se descargan sin tratamiento adecuado, lo que empeora la contaminación del agua y pone en peligro la salud pública y los recursos naturales indispensables para la vida humana y la agricultura. Esta contaminación no solo daña el medio ambiente, sino que también está vinculada con graves problemas de salud, como enfermedades respiratorias, cáncer y trastornos neurológicos, los cuales afectan de manera desproporcionada a las poblaciones más vulnerables (UNEP, 2023).

El manejo inadecuado de los residuos industriales, la falta de regulaciones estrictas y el crecimiento industrial descontrolado en muchas regiones del mundo, particularmente en países en vías de desarrollo, agravan esta situación. Por tanto, es esencial implementar políticas sostenibles que promuevan la reducción de residuos industriales y la transición hacia una economía circular, lo que permitirá mitigar los impactos de la contaminación química tanto en la salud humana como en el medio ambiente (Ibid.).

Mortalidad de peces

La mortalidad de los peces es un tema de gran relevancia dentro de la biología marina, la ecología y la gestión pesquera, dado que afecta no solo a las poblaciones acuáticas, sino también a los ecosistemas y economías dependientes de ellas. Este fenómeno puede atribuirse a una amplia variedad de factores, que incluyen cambios en el ambiente, enfermedades, la sobreexplotación pesquera, la contaminación y los impactos del cambio climático. A través de la comprensión de las causas y efectos de la mortalidad de los peces, es posible establecer mejores estrategias de conservación y manejo de los recursos acuáticos (Paerl et al., 2020).

Uno de los principales factores que influye en la mortalidad de los peces es el cambio climático, cuyos efectos incluyen el aumento de las temperaturas del agua, la acidificación de los océanos y la alteración de las corrientes marinas; estos cambios impactan directamente en la fisiología de los peces, afectando su metabolismo, tasas de crecimiento y reproducción. Se ha demostrado que el aumento de las temperaturas puede reducir significativamente la tasa de supervivencia de diversas especies de peces. Por ejemplo, investigaciones han mostrado que algunas especies tropicales, altamente sensibles al calor, experimentan mayor mortalidad cuando las temperaturas exceden ciertos umbrales críticos. Esto es particularmente preocupante, ya que las aguas más cálidas también disminuyen los niveles de oxígeno disuelto, creando condiciones hipóxicas que resultan fatales para muchas especies (Duarte et al., 2021).

La contaminación del agua es otro factor clave que contribuye a la mortalidad de los peces, ya que, desechos industriales, pesticidas, fertilizantes y otros contaminantes químicos pueden acumularse en los cuerpos de agua y tener efectos tóxicos en las especies acuáticas. La eutrofización, un proceso causado principalmente por el exceso de nutrientes como el nitrógeno y el fósforo, conduce a la proliferación de algas nocivas que, al descomponerse, consumen grandes cantidades de oxígeno, creando "zonas muertas" en las que los peces no pueden sobrevivir. En este contexto, diversos estudios han destacado que las áreas afectadas por la eutrofización están experimentando un aumento en la mortalidad de peces debido a la hipoxia y a la exposición a toxinas producidas por algas nocivas (Paerl et al., 2020).

Por otro lado, la sobreexplotación pesquera es una causa directa de la disminución de las poblaciones de peces y puede llevar a tasas de mortalidad insostenibles. La pesca intensiva, especialmente en áreas donde no existen regulaciones adecuadas, puede agotar rápidamente las poblaciones de peces, dejando a las especies con poca capacidad de recuperarse. En algunos casos, la sobrepesca puede inducir cambios genéticos en las poblaciones, reduciendo su diversidad genética y, por lo tanto, su capacidad para adaptarse a los cambios ambientales. Esto, a su vez, aumenta su vulnerabilidad ante las enfermedades y otros factores de estrés. Investigaciones recientes han señalado que las políticas de manejo pesquero que no consideran estos efectos pueden contribuir a un círculo vicioso de sobreexplotación y mortalidad de peces (Froese et al., 2020).

Asimismo, la introducción de especies invasoras es un factor adicional que afecta la mortalidad de los peces autóctonos. Las especies invasoras pueden competir con los peces nativos por recursos como alimento y espacio, o depredarlos directamente, lo que lleva a una disminución en las poblaciones de peces locales. (Côté & Smith, 2020).

Las enfermedades también juegan un papel crucial en la mortalidad de los peces, especialmente en sistemas acuáticos cerrados o de alta densidad, como los estanques de acuicultura, debido a que infecciones pueden propagarse rápidamente en estos entornos, causando la muerte masiva de peces en un corto período. Algunos patógenos comunes que afectan a los peces incluyen bacterias, virus, hongos y parásitos; En particular, la proliferación de enfermedades en acuicultura ha sido objeto de atención en los últimos años, ya que no solo pone en riesgo la producción de peces, sino también la salud de las poblaciones salvajes cuando se produce el escape de peces infectados. Según estudios recientes, la falta de manejo adecuado y la resistencia a los antibióticos en sistemas de acuicultura han exacerbado el problema de la mortalidad de peces por enfermedades (Shinn et al., 2020).

Además, la fragmentación de hábitats, causada por actividades humanas como la construcción de presas, carreteras y desarrollos urbanos, también puede aumentar la mortalidad de los peces, ya que interrumpe las rutas de migración y reduce la conectividad entre hábitats críticos, lo que impide que los peces accedan a áreas esenciales para su reproducción y alimentación. Las especies migratorias, como los salmones, son particularmente vulnerables a este tipo de impactos. Investigaciones han demostrado que la construcción de barreras físicas en ríos y estuarios ha reducido drásticamente las poblaciones de salmones en varias regiones, aumentando su mortalidad debido a la pérdida de acceso a sus áreas de desove (Zabel et al., 2021).

A nivel global, las políticas de conservación y manejo de la biodiversidad acuática han tratado de abordar estos desafíos mediante la creación de áreas marinas protegidas, la implementación de cuotas de pesca sostenibles y la promoción de prácticas de acuicultura más responsables. Sin embargo, la efectividad de estas medidas varía considerablemente entre las regiones, y la falta de una gobernanza adecuada a menudo conduce a la ineficacia en la

protección de las poblaciones de peces. La gestión de los recursos pesqueros, se destaca la importancia de integrar enfoques basados en la resiliencia ecológica, que consideren tanto los efectos a corto como a largo plazo de las actividades humanas en los ecosistemas marinos (Cochrane & Garcia, 2021).

2.2.3. Reducción de la capacidad reproductiva

La reducción de la capacidad reproductiva es un aspecto fundamental en la dinámica poblacional de los peces, y su disminución puede comprometer seriamente la viabilidad de diversas especies a largo plazo, ya que factores ambientales como el cambio climático, la contaminación y la degradación del hábitat, junto con prácticas humanas como la sobrepesca, son determinantes claves que influyen en la reproducción de los peces. Estas influencias no solo afectan la cantidad de individuos capaces de reproducirse, sino también la calidad de los desoves, la tasa de supervivencia de las larvas y la salud de las generaciones jóvenes (Johnson et al., 2021).

Uno de los principales factores que afecta la reproducción de los peces es el cambio climático, el cual altera las condiciones del agua esenciales para el desove, tales como la temperatura y la disponibilidad de oxígeno. Los peces dependen en gran medida de condiciones ambientales óptimas para la reproducción, y los cambios en la temperatura pueden desincronizar los ciclos reproductivos o incluso reducir la fertilidad en algunas especies. Investigaciones recientes han demostrado que las temperaturas del agua más altas debido al cambio climático imponen un estrés térmico significativo en los peces, lo que afecta negativamente la producción de gametos y la viabilidad de los embriones, esto reduce la tasa de reclutamiento de nuevas generaciones, lo que representa un desafío crítico para la sostenibilidad de las poblaciones pesqueras (Ibid.).

Además, la contaminación es un factor determinante en la reducción de la capacidad reproductiva de los peces. La exposición a sustancias químicas tóxicas como pesticidas, metales pesados y contaminantes emergentes, como los disruptores endocrinos, puede tener efectos devastadores en los sistemas reproductivos de los peces. Los disruptores endocrinos, en

particular, han sido ampliamente estudiados y se ha demostrado que interfieren con los procesos hormonales de los peces, provocando efectos como la feminización de los machos, la reducción en la calidad del esperma y, en general, una disminución de la fertilidad. Estos efectos pueden reducir significativamente el éxito reproductivo en las poblaciones afectadas, comprometiendo su capacidad para mantenerse en niveles saludables (Smith et al., 2020).

Por otro lado, la sobreexplotación pesquera es otro factor que contribuye a la disminución de la capacidad reproductiva en los peces, la pesca intensiva, en particular cuando se enfocan en individuos de gran tamaño, afecta desproporcionadamente a los peces más grandes, que son los que tienen mayor capacidad reproductiva. Este fenómeno, conocido como "pesca selectiva", puede llevar a un cambio en la estructura poblacional, donde los peces más pequeños y menos reproductivamente eficientes se vuelven más predominantes (Garcia et al., 2022).

Además, la destrucción y fragmentación del hábitat debido a actividades humanas, como la construcción de presas y la urbanización costera, ha afectado gravemente los ciclos reproductivos de muchas especies de peces. La alteración de hábitats esenciales como los estuarios y los arrecifes, que son áreas cruciales para el desove y el desarrollo de los juveniles, ha reducido las áreas disponibles para la reproducción, esto también afecta a las especies migratorias, que dependen de rutas específicas para llegar a sus zonas de desove. La pérdida de conectividad entre estos hábitats aumenta el estrés en las poblaciones y contribuye a la reducción de su capacidad reproductiva (Brown et al., 2021).

Otro aspecto clave que afecta la reproducción de los peces es el uso de prácticas de acuicultura intensiva, aunque la acuicultura se ha promovido como una solución a la sobrepesca, también presenta riesgos considerables para la reproducción de los peces debido a la densidad poblacional en los sistemas de cultivo. En estas condiciones, los peces están más expuestos a enfermedades y a un manejo inadecuado de la calidad del agua, lo que puede afectar su salud reproductiva. Además, el escape de peces criados en acuicultura hacia poblaciones salvajes puede introducir competencia por recursos y enfermedades, lo que afecta negativamente la capacidad reproductiva de las poblaciones naturales (Anderson et al., 2020).

En los últimos años, se han hecho esfuerzos para mitigar la disminución de la capacidad reproductiva de los peces a través de diversas medidas de manejo y conservación. Entre ellas, se encuentran la creación de áreas marinas protegidas, la implementación de cuotas pesqueras basadas en principios de sostenibilidad y la regulación de contaminantes que afectan los hábitats acuáticos. No obstante, la efectividad de estas medidas varía considerablemente entre regiones, y en muchos casos, las políticas existentes no logran abordar de manera integral los múltiples factores que contribuyen a la disminución de la reproducción en los peces (Thompson et al., 2020).

Condiciones visibles de salud de los organismos observados

En el contexto de los ecosistemas acuáticos, la observación de las condiciones visibles de salud de los organismos ha demostrado ser particularmente valiosa. Un estudio reciente sobre la salud del caribú de tundra en peligro de extinción utilizó un enfoque integrador que combinaba indicadores de salud visibles con análisis más detallados. Los investigadores evaluaron la condición corporal y las tasas de preñez como indicadores de resultados de salud, junto con otros factores como los niveles de estrés y la presencia de enfermedades infecciosas. Este enfoque multifacético permitió a los científicos obtener una comprensión más completa del estado de salud de la población y los posibles factores que contribuyen a su declive (Nature, 2023).

Sin embargo, es importante reconocer las limitaciones de basarse únicamente en las condiciones visibles de salud. Muchas enfermedades y condiciones de estrés pueden no manifestar síntomas externos evidentes hasta etapas avanzadas, además, la interpretación de las observaciones visuales puede estar sujeta a sesgos del observador y variaciones en la experiencia y habilidad de los investigadores; por lo tanto, es crucial combinar las observaciones visuales con otras técnicas de monitoreo y análisis cuando sea posible.

Alteración de hábitat

La alteración de hábitat es uno de los principales factores que amenazan la biodiversidad y el funcionamiento de los ecosistemas a nivel global. Este fenómeno se refiere a los cambios en las condiciones ambientales que afectan la capacidad de un área para sostener a las especies que originalmente la habitaban, y las causas de la alteración de hábitat son diversas y complejas, incluyendo la deforestación, la expansión agrícola y urbana, la contaminación, y el cambio climático, entre otras (Informe Planeta Vivo, 2020).

Uno de los aspectos más preocupantes de la alteración de hábitat es su impacto en la biodiversidad, según el Informe Planeta Vivo 2020, se ha registrado una disminución promedio del 68% en las poblaciones de mamíferos, aves, anfibios, reptiles y peces entre 1970 y 2016. Esta pérdida es particularmente severa en América Latina y el Caribe, donde se ha observado una reducción del 94% en las poblaciones de animales analizadas. La alteración de praderas, sabanas, bosques y humedales, junto con la sobreexplotación de especies y el cambio climático, son identificadas como las principales amenazas para la biodiversidad en esta región.

La destrucción y fragmentación de hábitats naturales tiene consecuencias que van más allá de la simple pérdida de especies. Berger et al., señalan que la alteración de hábitat está cambiando fundamentalmente los patrones y procesos ecológicos, haciendo que muchos de los que alguna vez fueron predecibles ya no lo sean. Esto se evidencia en la disrupción de las redes alimenticias y en los cambios en las interacciones entre especies. Por ejemplo, la introducción de especies exóticas en ecosistemas como la Patagonia ha provocado una fuerte disminución de herbívoros locales como choiques, guanacos y huemules, alterando a su vez la dieta de depredadores nativos como pumas y cóndores (Berger et al., 2020).

Acumulación de residuos y basura en los afluentes

La creciente presencia de residuos y basura en los afluentes acuáticos constituye una de las mayores crisis ambientales de nuestro tiempo; esta problemática, lejos de ser un fenómeno aislado, se ha convertido en un desafío global con implicaciones significativas para los

ecosistemas acuáticos, la salud pública y la economía. Los afluentes, como ríos, arroyos y canales, cumplen funciones vitales para el equilibrio ecológico y el bienestar humano, sin embargo, la actividad antropogénica ha alterado significativamente estos sistemas a través de la descarga indiscriminada de desechos (EPA, 2024).

La basura que se acumula en los afluentes proviene de diversas fuentes, incluyendo residuos domésticos, industriales, agrícolas y urbanos, y estos desechos, tanto orgánicos como inorgánicos, tienen un impacto devastador en el medio ambiente. La contaminación del agua por sustancias tóxicas liberadas por los residuos, la degradación de los ecosistemas acuáticos y la pérdida de biodiversidad son algunas de las consecuencias más directas de esta problemática. Además, la eutrofización, un proceso que se produce por el exceso de nutrientes en el agua, y la acumulación de microplásticos representan amenazas adicionales para la salud de los ecosistemas acuáticos y, por ende, para la vida humana (Reyes et al., 2018).

Los impactos de la contaminación de los afluentes trascienden el ámbito ambiental y afectan directamente la salud pública, ya que la proliferación de patógenos en aguas contaminadas aumenta el riesgo de enfermedades como el cólera, la hepatitis y la disentería. Asimismo, la contaminación del aire por la quema de residuos a cielo abierto puede causar problemas respiratorios, además, la contaminación de los alimentos provenientes de cuerpos de agua contaminados representa un riesgo para la salud de los consumidores (DAMSU, s.f.).

Desde una perspectiva económica, la contaminación de los afluentes genera pérdidas significativas, debido a que la disminución de la biodiversidad acuática afecta los servicios ecosistémicos que generan beneficios económicos, como la pesca y el turismo. Por otro lado, la limpieza de los cuerpos de agua contaminados y la restauración de los ecosistemas afectados requieren inversiones considerables (National Geographic, 2024).

Grado de acumulación de residuos en los afluentes

La acumulación de residuos en los afluentes se debe principalmente al manejo inadecuado de los desechos sólidos y al vertido directo de contaminantes en los cuerpos de

agua. Según un informe de Naciones Unidas (2021), más del 80 % de las aguas residuales a nivel mundial se vierten al medio ambiente sin tratamiento adecuado, lo que contribuye a la contaminación de los afluentes; los residuos plásticos, en particular, son un problema creciente, ya que no solo afectan la calidad del agua, sino que también representan una amenaza para la fauna acuática, y estos desechos pueden tardar cientos de años en descomponerse y, durante ese tiempo, liberan sustancias químicas tóxicas que afectan los ecosistemas (World Bank, 2021).

Uno de los principales desafíos es que la gestión de residuos en muchas regiones sigue siendo deficiente, ya que, en países en vías de desarrollo, la infraestructura para la recolección y tratamiento de desechos es limitada, lo que contribuye a la contaminación de los cuerpos de agua cercanos. En América Latina, alrededor del 40 % de los residuos sólidos no se gestionan de manera adecuada, lo que provoca su acumulación en ríos y otros cuerpos de agua, y esta situación no solo afecta la biodiversidad, sino que también genera problemas de salud pública, ya que las aguas contaminadas pueden ser una fuente de enfermedades para las comunidades cercanas (Ochoa et al., 2020),

El impacto de los residuos en los afluentes es evidente en la pérdida de biodiversidad acuática. Según investigaciones recientes, muchas especies de peces y otros organismos acuáticos han visto reducidas sus poblaciones debido a la contaminación de sus hábitats. Zhou et al. (2021) afirman que la acumulación de microplásticos en los ríos ha afectado gravemente los ecosistemas acuáticos, ya que estas partículas pueden ser ingeridas por los organismos acuáticos, lo que provoca alteraciones en su metabolismo y afecta la cadena alimentaria. Además, los residuos químicos, como los fertilizantes y pesticidas, que se filtran en los cuerpos de agua, también contribuyen a la degradación de los ecosistemas acuáticos (Jambeck et al., 2020).

La educación ambiental también juega un papel crucial en la reducción de la contaminación de los afluentes, ya que es necesario concienciar a la población sobre la importancia de reducir, reutilizar y reciclar los desechos, así como sobre los impactos negativos que la contaminación tiene en los cuerpos de agua y en la salud humana. Las campañas de

sensibilización pueden fomentar cambios en los hábitos de consumo y promover una mayor responsabilidad en la gestión de residuos (Guevara y Torres, 2020).

Impacto reportado en la biodiversidad y sustento de las comunidades locales

La biodiversidad acuática ha sido una de las más afectadas por la acumulación de residuos en los cuerpos de agua, los desechos plásticos y otros contaminantes en los ríos y mares han alterado significativamente los hábitats naturales de diversas especies. Los plásticos y microplásticos son ingeridos por peces, tortugas y aves marinas, lo que afecta sus ciclos vitales, reproducción y, en muchos casos, lleva a su muerte prematura. Este fenómeno no solo disminuye la población de estas especies, sino que también afecta la cadena alimentaria. Gall y sus colegas afirman que algunas especies ya han experimentado una reducción drástica en sus poblaciones debido a la ingestión de microplásticos, que causan obstrucción en sus sistemas digestivos y afectan su salud en general (Gall et al., 2021).

En un estudio más amplio, Wright et al. (2022) señalan que la contaminación de los afluentes ha tenido un impacto especialmente grave en los ecosistemas de agua dulce, ya que estos son fundamentales para la biodiversidad mundial, porque albergan una proporción significativa de las especies acuáticas, muchas de las cuales son endémicas y están en peligro de extinción. Las especies de agua dulce se enfrentan a una combinación de amenazas, incluidas las especies invasoras, la fragmentación del hábitat y, cada vez más, la contaminación por residuos. En particular, las sustancias químicas presentes en los residuos industriales y agrícolas, como pesticidas y fertilizantes, han causado la eutrofización de los cuerpos de agua, lo que conduce a la proliferación de algas tóxicas y la muerte masiva de peces (Ibid.).

El impacto en las comunidades locales también es considerable, ya que, en muchas regiones del mundo, especialmente en comunidades costeras o cercanas a cuerpos de agua, las personas dependen de la pesca como fuente principal de alimento y sustento económico. La contaminación de los afluentes afecta directamente a estas actividades, debido a que reduce la disponibilidad de peces y otros recursos acuáticos, además, los residuos tóxicos presentes en el agua pueden contaminar los peces que las comunidades consumen, lo que pone en riesgo la

salud de las personas. Según un informe de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2021), más de 3.000 millones de personas dependen de los recursos acuáticos como su principal fuente de proteínas, y la degradación de estos recursos pone en peligro la seguridad alimentaria de millones de personas en el mundo.

2.2.4. Efecto de las variaciones en los parámetros de calidad del agua (pH, oxígeno disuelto, temperatura) sobre la salud de los peces

El pH del agua es uno de los parámetros críticos, ya que los peces son muy sensibles a los cambios en el pH, que mide la acidez o alcalinidad del agua. La mayoría de las especies acuáticas tienen un rango de tolerancia estrecho, generalmente entre 6.5 y 8.5. Si el pH cae por debajo o sube por encima de este rango, los peces experimentan problemas fisiológicos. Un pH bajo (ácido) puede dañar las branquias de los peces, reducir su capacidad para regular el equilibrio de iones y dificultar la excreción de amoníaco, lo que puede ser fatal. En contraste, un pH alto (básico) puede provocar alcalosis, que altera las funciones celulares esenciales (Hughes et al., 2020).

El oxígeno disuelto es otro factor vital para la supervivencia de los peces, estos organismos dependen del oxígeno presente en el agua para llevar a cabo la respiración celular, cuando los niveles de oxígeno disuelto caen por debajo de un umbral crítico, los peces entran en un estado de hipoxia, lo que puede llevar a la muerte si los niveles no se restauran. Los niveles óptimos de oxígeno disuelto varían según la especie, pero en general, valores por debajo de 4-5 mg/L son peligrosos para la mayoría de los peces. La hipoxia también debilita el sistema inmunológico de los peces, haciéndolos más susceptibles a infecciones y enfermedades (Jiang et al., 2021).

La temperatura del agua afecta tanto el metabolismo de los peces como la disponibilidad de oxígeno disuelto, ya que los peces son ectotermos, lo que significa que su temperatura corporal depende del entorno. Las variaciones de temperatura afectan su metabolismo, crecimiento y comportamiento. A temperaturas más altas, los peces tienen un metabolismo más acelerado, lo que incrementa su demanda de oxígeno. Sin embargo, el agua caliente contiene

menos oxígeno disuelto, lo que crea una situación de escasez, y un aumento sostenido de la temperatura del agua por encima de los 25-30 °C puede ser letal para muchas especies de peces, especialmente en aguas dulces, donde la capacidad del agua para retener oxígeno es aún más limitada (Patel et al., 2020).

Identificación (pH, oxígeno disuelto, temperatura en el agua)

El pH es una medida de la concentración de iones hidrógeno en el agua, que indica su grado de acidez o alcalinidad, en aguas naturales, el pH suele oscilar entre 6 y 9, siendo este rango adecuado para la mayoría de los organismos acuáticos (González, 2020).

Valores fuera de este rango pueden indicar contaminación o alteraciones en el ecosistema. La medición precisa del pH es esencial, ya que afecta directamente la disponibilidad de nutrientes y la toxicidad de ciertos contaminantes, el pH del agua se mide en una escala de 0 a 14, donde 7 es considerado neutro, por debajo de 7 es ácido y por encima es alcalino (Martínez, 2024).

El oxígeno disuelto (OD) es otro parámetro crítico para la salud de los ecosistemas acuáticos. Representa la cantidad de oxígeno gaseoso disuelto en el agua y es esencial para la respiración de los organismos acuáticos. Pérez et al. (2020) señalan que el límite mínimo permisible de OD establecido en muchas normas de calidad de agua es de 3 mg/L, por debajo del cual se compromete la vida acuática.

La concentración de OD está influenciada por factores como la temperatura, la presión atmosférica y la actividad biológica, valores muy bajos de oxígeno (menores a 5 mg/L en condiciones de subsaturación) pueden indicar contaminación orgánica, mientras que valores muy elevados, superiores a 12 mg/L, pueden sugerir una alta producción primaria del sistema (López, 2018).

Incidencia de problemas de salud en la población de peces, como mortalidad y comportamientos anormales

Uno de los factores más importantes que contribuyen a la mortalidad de los peces es la contaminación del agua. Los residuos industriales, agrícolas y urbanos, así como los desechos plásticos y los contaminantes químicos, han demostrado tener un impacto directo en las tasas de mortalidad. Según el estudio de Kumar et al. (2020), la exposición a contaminantes como los metales pesados (plomo, mercurio, cadmio) y pesticidas agrícolas afecta a la salud de los peces, ya que estos productos químicos pueden provocar la muerte celular en órganos vitales, como el hígado y los riñones, además de dañar el sistema nervioso.

Los pesticidas, en particular, tienen un efecto agudo en las poblaciones de peces. Un estudio reciente de Wang et al. (2021) muestra que los peces expuestos a herbicidas como el glifosato presentaron tasas de mortalidad elevadas, especialmente en las etapas tempranas de su vida, como huevos y larvas, y la toxicidad de estos compuestos interfiere en el desarrollo embrionario y puede reducir significativamente la supervivencia juvenil, lo que compromete el crecimiento de las poblaciones a largo plazo.

Mortalidad inducida por enfermedades infecciosas

Las enfermedades infecciosas también son una de las principales causas de mortalidad en los peces, y su incidencia puede estar relacionada con el deterioro de las condiciones ambientales. La contaminación y el estrés ambiental debilitan el sistema inmunológico de los peces, haciéndolos más susceptibles a infecciones bacterianas, virales y parasitarias (Ahmed et al., 2021).

Enfermedades como la septicemia hemorrágica viral (VHS) y la necrosis hematopoyética infecciosa (IHN) son altamente contagiosas y pueden causar mortalidad masiva en condiciones de hacinamiento o estrés. Los estudios también han demostrado que el cambio climático y el aumento de la temperatura del agua están exacerbando la propagación de enfermedades infecciosas en los ecosistemas acuáticos (Walker y Jones, 2020).

El estrés térmico es particularmente problemático en un contexto de cambio climático. A medida que la temperatura del agua aumenta, muchos peces experimentan una aceleración en su metabolismo, lo que incrementa su demanda de oxígeno en un entorno donde el oxígeno disuelto es cada vez más escaso. Según Liu et al. (2020), esta combinación de factores lleva a un comportamiento agitado y una mayor mortalidad en especies que no pueden adaptarse rápidamente a los cambios de temperatura.

Interacciones sociales y reproducción

Los comportamientos anormales también afectan las interacciones sociales y reproductivas entre los peces, en muchos casos, la exposición a contaminantes o a condiciones ambientales desfavorables interfiere en los rituales de apareamiento y reduce el éxito reproductivo. Un estudio de Rivier et al. (2020) mostró que los peces expuestos a sustancias químicas disruptoras endocrinas, como los ftalatos, presentaban una reducción en la capacidad de cortejo y apareamiento, lo que disminuye la fertilidad y la viabilidad de la descendencia.

Además, algunos contaminantes pueden afectar los sistemas hormonales de los peces, causando comportamientos sexuales anormales o incluso cambios en los roles sexuales. Por ejemplo, la exposición a contaminantes como el bisfenol A (BPA) y otros compuestos que alteran el sistema endocrino ha llevado a la feminización de los machos en algunas especies, lo que reduce su capacidad para competir por parejas y afecta las tasas de reproducción (Shan et al., 2021).

2.3. Marco Conceptual

Muertes masivas: Las muertes masivas de peces se refieren a eventos de mortalidad a gran escala en los ecosistemas acuáticos, a menudo causados por factores como la contaminación, enfermedades, cambios en los parámetros del agua o fenómenos naturales (Franco & Silva, 2021).

Presa de Hatillo: La presa de Hatillo es un embalse ubicado en la provincia Sánchez Ramírez, República Dominicana, que se utiliza para múltiples propósitos, como la generación de energía hidroeléctrica, el riego agrícola y el suministro de agua a las comunidades. Es una infraestructura clave en la región, pero enfrenta problemas de contaminación y deterioro ambiental (Gómez et al., 2023).

Contaminación: La contaminación en el agua se refiere a la presencia de sustancias nocivas, como productos químicos, residuos sólidos o microorganismos patógenos, que deterioran la calidad del agua y ponen en riesgo la salud de los organismos acuáticos y humanos que dependen de ella (Kalogianni et al., 2021).

Residuos industriales: Los residuos industriales incluyen los desechos generados por procesos de manufactura o industriales. Estos pueden ser sólidos, líquidos o gaseosos, y a menudo contienen compuestos tóxicos como metales pesados, que son peligrosos para los ecosistemas acuáticos (Kumar et al., 2020).

Calidad del agua: La calidad del agua es la medida en que las características químicas, físicas y biológicas del agua son adecuadas para mantener la vida acuática y para su uso humano. Los parámetros clave incluyen el pH, el oxígeno disuelto y la temperatura, que son fundamentales para la salud de los peces y otros organismos (Boyd & Tucker, 2020).

Biodiversidad acuática: La biodiversidad acuática se refiere a la variedad de organismos que viven en ecosistemas de agua dulce, salada y estuarios. Es crucial para el equilibrio y la sostenibilidad de estos ecosistemas, y está bajo amenaza por la contaminación, el cambio climático y la sobreexplotación (Sampaio et al., 2021).

Afluentes: Los afluentes son corrientes o ríos más pequeños que desembocan en un río principal, lago o embalse. Juegan un papel esencial en el aporte de agua y nutrientes, y su calidad afecta directamente al cuerpo de agua en el que desembocan (Chen et al., 2021).

PH: El pH mide la acidez o alcalinidad del agua en una escala de 0 a 14. Es un parámetro fundamental para la vida acuática, ya que el desequilibrio en los niveles de pH puede aumentar la toxicidad de otras sustancias y afectar el funcionamiento biológico de los organismos acuáticos (Zhang et al., 2020).

Oxígeno disuelto: El oxígeno disuelto es la cantidad de oxígeno presente en el agua. Es esencial para la respiración de los peces y otros organismos acuáticos, y su escasez puede llevar a la hipoxia, que a menudo provoca muertes masivas de peces (De Silva et al., 2020).

Temperatura: La temperatura del agua regula numerosos procesos fisiológicos en los peces, como el metabolismo y la reproducción. Las variaciones extremas de temperatura, como el calentamiento por cambio climático, pueden causar estrés térmico y mortalidad en los organismos acuáticos (Kumar et al., 2021).

CAPITULO III

PROPUESTA DE SOLUCION DEL PROBLEMA SELECCIONADO

3.1. Descripción de la propuesta

La propuesta de ejecución del proyecto para reducir las muertes de peces en la Presa de Hatillo se estructuro en varias fases, comenzando con visitas de campo y una revisión exhaustiva de información previa, donde el equipo investigador llevo a cabo visitas a la presa y sus alrededores, documentando visualmente el estado del ecosistema y las áreas contaminadas, y registrando observaciones sobre puntos críticos donde se detecten residuos o posibles fuentes de contaminación. Además, se realizaron pruebas específicas para identificar la presencia de metales, compuestos presentes en el agua, así como el nivel de pH, temperatura y la dureza de la misma.

A partir de estos análisis y observaciones, se evaluó el impacto de las actividades industriales y agrícolas cercanas, revisando informes previos y aplicando cuestionarios diseñados para entender cómo estas prácticas afectan la calidad del agua y la biodiversidad de la presa.

Posteriormente, se realizaron entrevistas con autoridades locales y líderes comunitarios para comprender las políticas de gestión de residuos vigentes y el nivel de conciencia comunitaria sobre la situación ambiental. Estas entrevistas proporcionaron una visión integral de las prácticas comunitarias de manejo de residuos y la existencia de iniciativas para proteger la presa. De manera paralela, se llevó a cabo una inspección detallada de las áreas cercanas a la presa y sus afluentes, evaluando la acumulación de desechos sólidos, basura y otras formas de contaminación visible. En estas zonas se tomaron las principales muestras de agua, que fueron analizadas y documentadas para obtener resultados viables.

Los resultados de las pruebas de laboratorio, junto con los testimonios de los residentes locales y pescadores y la documentación visual, permitieron comprender mejor el impacto

percibido por la comunidad y recoger sus sugerencias para abordar la problemática. Esta fase también sirvió para involucrar a la población local en la búsqueda de soluciones, promoviendo la participación comunitaria.

Para sensibilizar a la comunidad sobre la necesidad de actuar, se implementaron campañas de concienciación mediante la distribución de materiales informativos, como brochure que se entregaron directamente a los residentes. Estos materiales incluirán información clave sobre la importancia del manejo adecuado de residuos y la preservación del ecosistema de la presa.

3.2. Alcances y límites

Delimitación espacial

Este proyecto se llevó a cabo en la Presa de Hatillo y sus afluentes, en la Provincia Sánchez Ramírez. La intervención incluyó las comunidades cercanas que dependen de la pesca y del recurso hídrico para su sustento.

Delimitación temporal

Este proyecto se realizó durante el período agosto–diciembre del año 2024

Alcance investigativo

El estudio incluyó análisis técnico del agua, además de centrarse en la identificación de fuentes de contaminación y en la implementación de propuestas de manejo sostenible, de igual forma se evaluaron las condiciones sociales y económicas que afectan a las comunidades locales.

3.3. Objetivos

3.3.1. Objetivo general

Proponer acciones para mitigar las muertes masivas de peces en la Presa de Hatillo a través de la identificación de fuentes de contaminación y la implementación de medidas correctivas que involucren a las comunidades locales.

3.3.2. Objetivos específicos

Identificar las principales fuentes de contaminación en la Presa de Hatillo, como residuos industriales, agrícolas y desechos sólidos que afectan el ecosistema acuático.

Proponer medidas correctivas para reducir los impactos negativos de estas fuentes contaminantes en la biodiversidad, asegurando un enfoque colaborativo con las autoridades y la comunidad.

Fomentar la educación ambiental a través de campañas comunitarias que promuevan prácticas sostenibles de manejo de residuos y conservación del embalse.

Analizar el efecto de las variaciones en los parámetros de calidad del agua (pH, oxígeno disuelto, temperatura, presencia de metales, y compuestos químicos) sobre la salud de los peces en la presa.

3.4. Plan de acción

Tareas	Recursos	Responsables
Visitas a la Presa de Hatillo y sus alrededores	Transporte, cámaras, fotos, cuaderno de apuntes, lápiz.	Equipo investigador.
Revisión de informes previos sobre las actividades industriales y agrícolas cercanas.	Documentación previa, cuestionarios, cámaras, fotos, cuaderno de apuntes, lápiz	Equipo investigador.
Entrevistas con autoridades y líderes comunitarios sobre la gestión de residuos	Cuestionario, cámaras, lápiz papel.	Equipo investigador.
Inspección de áreas cercanas a la presa y afluentes para identificar acumulación de desechos.	Transporte, cámaras, lápiz papel.	Equipo investigador.
Documentación fotográfica y recolección de testimonios.	Cuestionario, cámaras, lápiz papel.	Equipo investigador.
Análisis de laboratorio a diferentes muestras de agua	Prueba de laboratorio	Equipo clínico
Desarrollo de campañas de sensibilización a través de entregas de brochure	Transporte, brochure,	Equipo investigador.

3.6. Presupuesto

Actividad	Cantidad	Costo	Total
Visitas a universidades	1	2000.00	2000.00
Visitas a la presa de Hatillo	8	1000.00	8000.00
Digitación anteproyecto	3	750	2,250.00
Encuadernado	3	80.00	240.00
Entrega a la facultad de los tres primeros capítulos	3	300.00	900.00
Aplicación de instrumento	1	30	30.00
Análisis de laboratorio	12	4,038	48,465.00
Elaboración de brochure	100	50	5000.00
Elaboración de letreros de concientización	15	300	4,500
Elaboración, digitación, impresión y encuadernado de los 5 capítulos del proyecto	3	2,000.00	6,000.00
Presentación ante el jurado.	1	1,000.00	1,000.00
Empastado y entrega	10	2,000.00	20,000.00
Imprevistos	n/a	n/a	10,000.00
Total	109,000.00		

3.7. Análisis de factibilidad

La factibilidad de la propuesta para reducir la muerte masiva de peces en la Presa de Hatillo depende del seguimiento y la concientización de los pobladores y autoridades locales, así como el seguimiento y apoyo institucional. La aceptación y el compromiso de las autoridades locales son esenciales para el éxito de esta propuesta, por lo que es fundamental involucrar a todas las partes en el proceso de implementación, escuchar sus preocupaciones y asegurar que se sientan parte del proceso para la mejora de las aguas de la presa.

3.8. Sostenibilidad

La sostenibilidad del proyecto depende principalmente del compromiso de todos los habitantes de la provincia Sánchez Ramírez, no solo las empresas, los pescadores, los pobladores de la comunidad y las autoridades locales son responsables de la contaminación por residuos sólidos de la Presa de Hatillo, sino también cada uno de los visitantes de la provincia Sánchez Ramírez y zonas aledañas, que como lugar turístico lo utilizan para realizar actividades tanto familiares, como sociales, creando cúmulos de basuras tanto orgánica como inorgánica que también afectan las aguas de dicha presa.

De igual forma, este proyecto es sostenible si las autoridades de medio ambiente asumen su responsabilidad y le dan seguimiento y apoyo a cada una de las actividades que se realizan en la presa de hatillo y sus alrededores, evitando así la contaminación de las aguas y reduciendo de manera significativa la muerte de los peces de dicha presa.

3.9. Monitoreo y seguimiento

El monitoreo y seguimiento de este proyecto en un primer momento depende del equipo investigador, a través de visitas a la Presa y sus alrededores, entregas de brochure, entrevista e identificación de fuentes de contaminación, las cuales permiten identificar cualquier irregularidad o desafío emergente, lo que facilita la toma de decisiones correctivas de manera oportuna. Luego de finalizado el proyecto el equipo responsable del seguimiento y monitoreo son los encargados de vigilancia y medio ambiente de la Presa de Hatillo, a los cuales se les dio a conocer las propuestas de mejoras y sugerencias de la investigación, en busca de mitigar la muerte de los peces y reducir el nivel de contaminación de las aguas.

CAPITULO IV

PROPUESTA DE SOLUCION

La propuesta de solución para mitigar las muertes masivas de peces en la Presa de Hatillo se basa en un enfoque integral que combina el análisis técnico, la gestión ambiental y la participación comunitaria.

En primer lugar, se propone establecer un sistema continuo de monitoreo de calidad del agua que permita medir parámetros clave como fósforo, oxígeno disuelto y la presencia de contaminantes. Esto facilitará la detección temprana de cambios perjudiciales en el ecosistema y permitirá tomar decisiones correctivas de manera oportuna. Las estaciones de monitoreo automático estarían conectadas a una base de datos compartida entre autoridades ambientales, investigadores y líderes comunitarios, promoviendo la transparencia y la colaboración.

Para abordar las fuentes de contaminación identificadas, se proponen medidas específicas dirigidas a las actividades agrícolas, industriales y a la acumulación de residuos sólidos. En el ámbito agrícola, se busca fomentar prácticas sostenibles como la implementación de cultivos de cobertura y barreras vegetales, que reduzcan el escurrimiento de nutrientes hacia la Presa. Además, se sugiere la introducción de fertilizantes de liberación controlada y otros insumos menos contaminantes, incentivando a los agricultores mediante subsidios o beneficios fiscales.

Respecto a la industria, es fundamental reforzar las normativas sobre descarga de efluentes, exigiendo sistemas de tratamiento efectivos y supervisando su cumplimiento. Para el manejo de residuos sólidos, se recomienda la instalación de contenedores en puntos críticos y la implementación de sistemas comunitarios de recolección y disposición.

En paralelo, se plantean acciones para la restauración del ecosistema acuático. Esto incluye la creación de humedales artificiales para filtrar el exceso de fósforo y nutrientes, así como la reforestación de áreas degradadas para prevenir el aporte de sedimentos, así como también se considera la introducción de especies vegetales nativas acuáticas que puedan

absorber nutrientes y mejorar el equilibrio ecológico. Estas acciones no buscan solo resolver el problema de inmediato, sino también fortalecer la resiliencia del ecosistema a largo plazo.

La sostenibilidad del proyecto dependerá del compromiso comunitario y la educación ambiental, por ello, se propone desarrollar campañas de sensibilización dirigidas a los residentes, pescadores y visitantes de la Presa. Estas campañas incluyen materiales informativos y talleres participativos sobre prácticas responsables de manejo de residuos y conservación ambiental. Además, de trabajar con escuelas locales para incorporar proyectos educativos relacionados con la preservación del ecosistema de la Presa.

De igual forma, se destaca la importancia de la gobernanza y la participación activa de las comunidades locales. La creación de un comité ambiental integrado por residentes, autoridades locales y representantes de sectores clave permitirá supervisar el progreso de las medidas implementadas. Este comité estará encargado de promover la vigilancia ambiental y coordinar con el Ministerio de Medio Ambiente para garantizar el cumplimiento de las normativas. De esta manera, se asegura que el proyecto no solo será efectivo en el corto plazo, sino que también mantendrá su impacto positivo en el futuro.

Esta propuesta busca combinar esfuerzos técnicos, normativos y comunitarios para abordar de manera integral las causas de la muerte masiva de peces y garantizar la sostenibilidad del ecosistema en la Presa de Hatillo, manteniendo esta importante fuente hidráulica, no solo como espacio turístico y recreativo, sino también como una de las principales fuentes de ingreso de la Provincia Sánchez Ramírez.

CAPITULO V

CONSIDERACIONES FINALES

5.1. Conclusiones del proyecto

El proyecto realizado en la Presa de Hatillo permitió identificar las principales causas de la muerte masiva de peces. Los hallazgos y actividades desarrolladas ofrecen un panorama claro sobre los desafíos y oportunidades para preservar el ecosistema acuático de la Presa. Para el logro de los objetivos se realizaron pruebas para determinar la temperatura, PH, dureza, Cloruro, fosforo, nitrato, plomo, cadmio, cobre, cromo, níquel, cobalto y magnesio (LAMENER, 2024). Anexo 3.

En tal sentido el equipo investigador llegó a las siguientes conclusiones:

En cuanto a los análisis realizados para determinar la calidad del agua, estos mostraron que, aunque la mayoría de los parámetros físico-químicos cumplían con la normativa ambiental vigente, los niveles elevados de fósforo representan un factor crítico que podría contribuir a la eutrofización y la reducción del oxígeno disuelto en el agua, afectando directamente a las especies acuáticas. Esto subraya la necesidad de implementar estrategias para reducir las fuentes de nutrientes, particularmente aquellas derivadas de la actividad agrícola e industrial cercanas o con acceso a la Presa.

Además, la revisión de las prácticas agrícolas, industriales y de manejo de residuos en las comunidades cercanas evidencia que una gestión inadecuada contribuye significativamente a la contaminación de la Presa. Este hecho refuerza la importancia de fomentar prácticas sostenibles, como el uso responsable de fertilizantes y el manejo adecuado de desechos sólidos, involucrando tanto a las autoridades como a los habitantes de la zona en un esfuerzo conjunto.

El proyecto también demostró que la educación y la sensibilización comunitaria son herramientas fundamentales para el éxito de cualquier iniciativa ambiental. A través de entrevistas, talleres y la distribución de materiales informativos, se incrementó la conciencia de

los residentes sobre la importancia de preservar la presa y adoptar prácticas sostenibles. Sin embargo, para garantizar un impacto duradero, es esencial que estas acciones de sensibilización se mantengan y fortalezcan a largo plazo.

Por último, la creación de un comité ambiental local y la recomendación de reforzar las normativas de monitoreo y control de fuentes contaminantes proporcionan una base sólida para la sostenibilidad del proyecto. Estas estructuras organizativas y regulatorias facilitarán el seguimiento y la adaptación de las propuestas, asegurando su efectividad en el tiempo.

En base a los resultados obtenidos en esta investigación y en otras relacionada con el tema, los resultados del proyecto y los antecedentes revelan coincidencias importantes y perspectivas complementarias. Tanto este proyecto como el estudio del Viceministerio de Gestión Ambiental (2023) identifican que el uso excesivo de fertilizantes en las actividades agrícolas cercanas ha elevado los niveles de fósforo en la presa, provocando la proliferación de algas y afectando la calidad del agua. Este punto resalta la importancia de controlar la entrada de nutrientes al embalse como una medida fundamental para prevenir la degradación del ecosistema acuático.

Por otro lado, CODOPESCA (2023) señala que la mortandad de peces también se debe a factores inmediatos, como la sobrepoblación en jaulas acuícolas, las altas temperaturas y el bajo nivel de oxígeno disuelto. Aunque este proyecto no evaluó directamente la gestión de las jaulas, los hallazgos sobre las condiciones deficientes de oxígeno en el agua coinciden con este problema. Además, el estudio de Pérez (2023) introduce un enfoque relevante sobre la contaminación por plásticos, un aspecto no abordado en profundidad en este proyecto, pero que representa un desafío ambiental importante que también debe ser atendido.

En tal sentido, los resultados del proyecto y los antecedentes subrayan que la problemática de la Presa de Hatillo tiene causas estructurales, como el manejo inadecuado de nutrientes y residuos, y causas inmediatas, como la densidad de peces en las jaulas. Por lo que abordar esta situación requiere un enfoque integral que combine medidas técnicas, como el control de fertilizantes y la regulación de las jaulas acuícolas, con estrategias educativas y

comunitarias para reducir la contaminación por plásticos y promover la sostenibilidad a largo plazo.

5.2. Recomendaciones

A partir de los hallazgos y análisis realizados, se proponen las siguientes recomendaciones para mitigar la mortandad de peces en la Presa de Hatillo y garantizar la sostenibilidad del ecosistema:

Al Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales:

Implementar políticas para regular el uso de fertilizantes, manejar las actividades agrícolas y acuícolas, y fortalecer el monitoreo ambiental.

CODOPESCA:

Supervisar la gestión de las jaulas acuícolas, establecer límites de carga en las jaulas y garantizar el bienestar de los peces mediante estándares adecuados de densidad y calidad del agua.

Gobierno Local (Provincia Sánchez Ramírez):

Facilitar campañas educativas, coordinar esfuerzos con las comunidades y apoyar programas de manejo de residuos sólidos.

Pescadores y Acuicultores:

Adoptar prácticas sostenibles en el manejo de las jaulas y participar activamente en iniciativas de monitoreo y conservación ambiental.

Agricultores:

Reducir el uso de fertilizantes químicos y colaborar en la implementación de barreras vegetales y técnicas sostenibles.

Pobladores y Visitantes:

Seguir prácticas responsables para el manejo de residuos, evitar la disposición de basura en el embalse y participar en actividades de limpieza y concienciación.

Instituciones Educativas y Organizaciones Comunitarias:

Desarrollar programas de educación ambiental para fomentar una cultura de sostenibilidad en las escuelas y las comunidades cercanas a la presa.

Colaborar en campañas de sensibilización y en la promoción de buenas prácticas de manejo de recursos naturales.

Referencias

- Aguas Urbanas. (2018, noviembre 15). Monitoreo de variables físico-químicas de agua. <http://www.aguasurbanas.ei.udelar.edu.uy/index.php/2018/11/15/monitoreo-de-variables-fisico-quimicas-de-agua/>.
- Boyd, C. E., & Tucker, C. S. (2020). Water quality in aquaculture: Importance and management. Springer Nature.
- Bunyon, S. (2023). Environmental impacts of algal blooms. *Nature Ecology*, 12(3), 45-52.
- Carbotecnia. (2024). pH ¿Qué es y cómo afecta en el agua? purificación. <https://www.carbotecnia.info/aprendizaje/quimica-del-agua/que-es-el-ph-del-agua/>
- Cai, Y., Li, X., Wu, Z., Chen, X., & He, Z. (2020). The impact of eutrophication and algal blooms on fish mortality in dam reservoirs. *Ecological Indicators*, 117, 106639. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2020.106639>
- Centers for Disease Control and Prevention (CDC). (2024). Harmful algal bloom (HAB)-associated illness. <https://www.cdc.gov/habs/index.html>.
- Chen, Y., Li, Q., & Zhang, L. (2021). Role of tributaries in maintaining riverine ecosystems. *Hydrological Processes*, 35(2), 322-335. <https://doi.org/10.1002/hyp.14036>.
- Comisión Nacional de Energía (CNE). (2018). *Energía hidroeléctrica en República Dominicana*. Santo Domingo: CNE.
- De Silva, P. M., Chong, M. N., & Sharma, K. P. (2020). Dissolved oxygen and fish health: A critical review. *Aquaculture*, 528, 735-742. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2020.735742>
- European Environment Agency. (2023). Water quality in Europe: Annual report. EEA Publications.
- FAO. (2020). *La contaminación de cuerpos de agua y la disminución de la calidad del agua*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. <https://www.fao.org/>
- Fernández, A. (2024). Técnicas de análisis de oxígeno disuelto en agua. *Revista de Química Ambiental*, 15(2), 78-85.

- Franco, J., & Silva, D. (2021). Aquatic ecosystems and the challenge of massive fish kills. *Journal of Environmental Science*, 45(2), 130-144. <https://doi.org/10.1016/j.jes.2021.02.011>
- Gómez, L., Martínez, R., & Rodríguez, S. (2023). Hydrological impacts and uses of the Hatillo Dam. *Latin American Hydrology*, 58(1), 89-103. <https://doi.org/10.1016/j.lathyd.2023.03.014>.
- González, R. (2020). Variaciones de pH en ecosistemas acuáticos. *Ecología Acuática*, 8(1), 23-30.
- Harris, J., Smith, K., & Johnson, L. (2023). Climate change impacts on algal bloom toxicity. *Nature Water*, 5(4), 112-120.
- Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INDRHI). (2023). *Presa de Hatillo: Historia, función y sostenibilidad*. Santo Domingo, República Dominicana: INDRHI. Disponible en: www.indrhi.gob.do.
- Johnson, T. (2022). Importance of continuous water quality monitoring. *Environmental Science & Technology*, 56(8), 4567-4575.
- López, M. (2018). Indicadores de calidad del agua en sistemas acuáticos. *Hidrobiología*, 22(3), 89-97.
- Martínez, C. (2024). Métodos de medición de pH en agua. *Química Analítica Aplicada*, 10(1), 15-22.
- Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales de República Dominicana. (2020). *Impactos ambientales de las presas en la cuenca del río Yuna*. Santo Domingo: Ministerio de Medio Ambiente.
- National Center for Biotechnology Information (NCBI). (2024). Effects of tracking devices on wildlife health. *Wildlife Research*, 51(2), 234-245.
- Nature. (2023). Conservation strategies for endangered caribou populations. *Nature Conservation*, 18(5), 678-685.
- Navarro, A. E., Herrera, J. A., & Morales, L. (2017). *Los niveles de microcontaminantes orgánicos explican una muerte masiva de peces en el río Atoyac, Puebla, México*. Universidad Tecnológica de Izúcar de Matamoros. Recibido: 26/04/2017 - Aceptado: 03/08/2017.

- Organización Mundial de la Salud. (2023). *Contaminación atmosférica y sus efectos*. Recuperado de www.who.int
- Pérez, A., García, M., & Rodríguez, S. (2020). Límites de oxígeno disuelto para la vida acuática. *Limnología*, 12(4), 56-63.
- Pérez, V. T. (2023). *Por nosotros muere el pez: Los efectos de la crisis ambiental en los peces de la presa de Hatillo en la República Dominicana en el verano del 2023*. Universidad Miguel Hernández. Publicado el 13 de junio de 2024. <https://hdl.handle.net/11000/32604>.
- PNUMA. (2023). *Perspectivas de los productos químicos a nivel mundial II: De los legados a las soluciones innovadoras: Implementación de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible*. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.
- Kalogianni, E., Bobori, D. C., & Koutsikos, N. (2021). Water pollution and its effects on fish health. *Environmental Biology of Fishes*, 104, 303-315. <https://doi.org/10.1007/s10641-021-01074-2>
- Kumar, S., Tripathi, G., & Thakur, P. (2020). Industrial waste impacts on aquatic environments. *Journal of Environmental Monitoring and Assessment*, 192(5), 205-218. <https://doi.org/10.1007/s10661-020-08633-7>
- Kumar, S., Tripathi, G., & Thakur, P. (2021). Thermal stress and aquatic organisms: Impact on metabolism and reproduction. *Journal of Thermal Biology*, 97, 102867. <https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2021.102867>.
- Rojas, L., Sánchez, M., & Torres, J. (2018). Efectos de la temperatura en ecosistemas acuáticos. *Ecología de Aguas Continentales*, 9(2), 45-52.
- Rodríguez, P. & Fernández, J. (2019). *Análisis socioeconómico de la piscicultura en la Presa de Hatillo*. *Revista Agropecuaria Dominicana*, 14(1), 25-47.
- Scientific American. (2023). Global trends in algal bloom occurrence. *Scientific American*, 328(4), 60-67.
- Smith, R. (2020). Best practices for in-situ water quality measurements. *Journal of Environmental Monitoring*, 22(6), 789-796.
- Torres, M. A., García, C., & Hernández, S. (2023). Thermal stratification and hypoxia as drivers of fish die-offs in tropical reservoir systems. *Aquatic Ecology*, 57(1), 89-103. <https://doi.org/10.1007/s10452-022-10078-2>

- Viceministerio de Gestión Ambiental (2023). *causa de muerte de peces reportada en la presa de Hatillo y en Azua*. Santo Domingo.
- Yin, R. K. (2018). *Case Study Research and Applications: Design and Methods*. Sage Publications.
- Zhang, Y., Xu, W., & Li, J. (2020). pH balance and aquatic life: The significance in aquaculture. *Journal of Water Chemistry*, 56(3), 178-192. <https://doi.org/10.1007/s10666-020-09765-4>.

Anexos

Anexo I. Entrevista aplicada a la población bajo estudio

República Dominicana

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DEL CIBAO ORIENTAL



Facultad de Ciencias y Humanidades

Apreciados ciudadanos, la presente entrevista está basada en un cuestionario de preguntas abiertas, donde podrás expresar a toda sinceridad los acontecimientos y procesos ocurridos. Los datos obtenidos serán debidamente confidenciales. Esto permitirá realizar el proyecto de grado para optar por el título de Licenciados en Ciencias de la Educación Mención Biología y Química. Agradecemos su colaboración.

Anexo 1. Preguntas utilizadas en la entrevista realizada a la población objeto de estudio

1. ¿Cuáles son los principales factores ambientales que contribuyen a la muerte masiva de peces en la Presa de Hatillo?
2. ¿Qué papel juega la calidad del agua en la salud de las poblaciones de peces en el lago?
3. ¿Existen registros históricos de eventos similares en la Presa de Hatillo? ¿Cuáles son las similitudes y diferencias con los casos actuales?
4. ¿Cómo afectan las prácticas agrícolas en las áreas circundantes a la calidad del agua de la presa?
5. ¿Qué tipo de contaminantes se han detectado en el agua de la Presa de Hatillo y cómo pueden afectar a los peces?

6. ¿Cuál es el impacto del cambio climático en las condiciones del agua y en la biología de los peces en el lago?
7. ¿Qué enfermedades o parásitos han sido identificados en las poblaciones de peces y cómo contribuyen a su mortalidad?
8. ¿Cómo afecta la eutrofización a los ecosistemas acuáticos de la Presa de Hatillo, y cuáles son sus consecuencias para los peces?
9. ¿Qué medidas se están tomando actualmente para monitorear y prevenir muertes masivas de peces en el lago?
10. ¿Cuál es la relación entre las actividades recreativas humanas (como la pesca y el turismo) y la salud del ecosistema acuático?
11. ¿Cómo influyen los cambios estacionales (como lluvias intensas o sequías) en los niveles de oxígeno disuelto en el agua?
12. ¿Qué especies de peces son más vulnerables a estas muertes masivas y por qué?
13. ¿Cuál es el efecto del uso de productos químicos (pesticidas, herbicidas) en las comunidades acuáticas cercanas al lago?
14. ¿Qué rol juegan las políticas públicas y la regulación ambiental en la protección del ecosistema de la Presa de Hatillo?
15. ¿Cómo pueden involucrarse las comunidades locales en la conservación del ecosistema acuático y prevención de muertes masivas de peces?

Anexo 2. Imágenes de peces muertos en la Presa de Hatillo



Peces muertos en Presa de Hatillo: <https://n.com.do/wp-content/uploads/2023/07/Mueren-peesen-Hatillo.jpeg>

Anexo 3. Cotización de laboratorio

		Asesores ambientales, mediciones ambientales, mediciones ocupacionales, análisis de todo tipo de agua, suelo.			
Lamener Laboratorio Ambiental y Energético, SRL. RNC: 131-15798-1 Fecha: 22/11/2024					
				COTIZACION	
				COT-4451	
DATOS CLIENTE					
RNC: Nombre: Gilma Cleto Representante: Gilma Cleto Contacto: 829-585-8128 Dirección: Presa de Hatillo Cotui.					
Cotización: Análisis de Agua Superficial (Presa de Hatillo Cotui)					
NO.	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P.U. (RD\$)	SUB-TOTAL (RD\$)
1	OXIGENO DISUELTO (OD)	Uds.	2	300.00	600.00
2	TEMPERATURA	Uds.	2	110.00	220.00
3	pH	Uds.	2	250.00	500.00
4	DUREZA TOTAL	Uds.	2	375.00	750.00
5	CLORURO (Cl -)	Uds.	2	400.00	800.00
6	FOSFORO TOTAL (P)	Uds.	2	500.00	1,000.00
7	NITROGENO TOTAL	Uds.	2	700.00	1,400.00
8	NITRATO (NO3-)	Uds.	2	400.00	800.00

9	PLOMO (Pb)	Uds.	2	3,000.00	6,000.00
10	CADMIO (Cd)	Uds.	2	1,000.00	2,000.00
11	COBRE TOTAL (Cu)	Uds.	2	600.00	1,200.00
12	CROMO TOTAL (Cr)	Uds.	2	600.00	1,200.00
13	NIQUEL (Ni)	Uds.	2	750.00	1,500.00
14	COBALTO (Co)	Uds.	2	800.00	1,600.00
15	PESTICIDAS	Uds.	1	30,000.00	30,000.00
16	Envio Internacional de Muestras. (Pesticidas)	Ud.	1	6,000.00	6,000.00
17	Transporte, Recolección y preservación de muestras y viatico del personal técnico	Ud.	1	6,500.00	6,500.00
SUB TOTAL (RD\$)					62,070.00

Forma de Pago: De contado. Validez: 1 mes.

Nota: Los parametros Resaltados en verde se realizan Fuera del Pais.

Nota: Parametros examinados fuera del pais y transporte no se incluyen en el descuento.

Camila Chavez

Elaborado por: **Camila Chavez** e-mail: Cchavez@lamener.com Teléf.: 809 372 5521 / 829 592 0141

SUB TOTAL (RD\$)	62,070.00
DESCUENTO RD 10%	1,957.00
ITBIS 18% (RD\$)	16,572.60
TOTAL GENERAL (RD\$)	76,685.60

Resultados de las pruebas realizada a nivel de laboratorio

 LAMENER LABORATORIO AMBIENTAL Y METEOROLÓGICO	Código documento		MUESTREO Y CARACTERIZACIÓN DE AGUAS SUPERFICIALES PRESA DE HATILLO			
	LM-IF-01					
	Revisión No. 2					
Documento Oficial	No. Servicio	LM-AA-5179	Fecha	04 DICIEMBRE 2024	Página	1

Muestreo y Caracterización de Aguas Superficiales en
Presa de Hatillo, Cotuí, República Dominicana

LABORATORIO AMBIENTAL Y ENERGÉTICO



Monitoreo Realizado Para
GILMA CLETO

Diciembre 2024
Santo Domingo, República Dominicana

LAMENER SRL, Santo Domingo, R.D.	hespinosa@lamener.com
Manzana B, No. 15, Residencial Don Gregorio, Km 15 Aut. Duarte	Teléfono 809-372-5521

	Código documento		MUESTREO Y CARACTERIZACIÓN DE AGUAS SUPERFICIALES PRESA DE HATILLO			
	LM-IF-01					
	Revisión No. 2					
Documento Oficial	No. Servicio	LM-AA-5179	Fecha	04 DICIEMBRE 2024	Página	3

INTRODUCCIÓN

A continuación, se presentan los resultados del muestreo y caracterización de Aguas Superficiales de la Presa de Hatillo ubicada en Cotuí, Provincia Sánchez Ramírez, República Dominicana, como se muestra en la figura 1.1.

El muestreo fue realizado por LAMENER LABORATORIOS el 04 de diciembre de 2024, en horario diurno y las muestras fueron trasladadas a las instalaciones de LAMENER el mismo día en condiciones adecuadas.

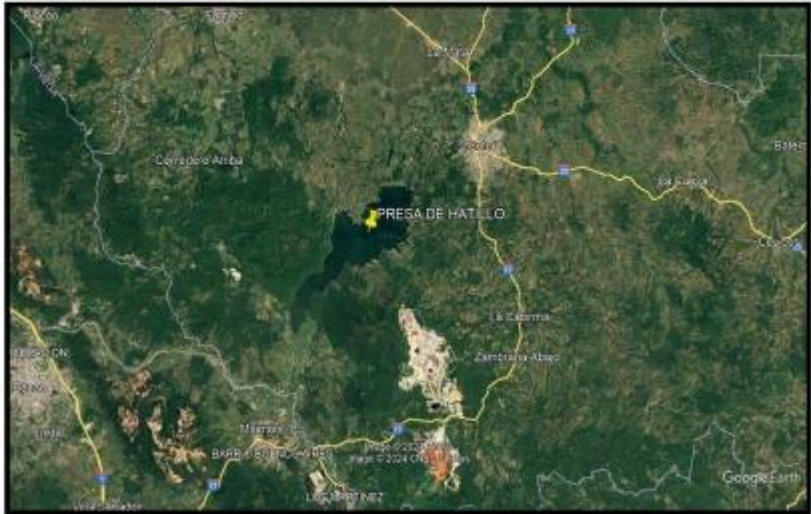


Figura 1.1- Localización general de Presa de Hatillo, Cotuí, Provincia Sánchez Ramírez, R.D.

LAMENER SRL, Santo Domingo, R.D.	hespinosa@lamener.com
Manzana B, No. 15, Residencial Don Gregorio, Km 15 Aut. Duarte	Teléfono 809-372-5521

	Código documento		MUESTREO Y CARACTERIZACIÓN DE AGUAS SUPERFICIALES PRESA DE HATILLO			
	LM-IF-01					
	Revisión No. 2					
Documento Oficial	No. Servicio	LM-AA-5179	Fecha	04 DICIEMBRE 2024	Página	4

I- RECOLECCIÓN DE MUESTRAS

Las muestras fueron recolectadas por el licenciado Wander Maleno, técnico de LAMENER SRL, con amplia formación en el área, utilizando las directrices de la norma NORDOM 39.

a- FRASCOS UTILIZADOS

Se utilizaron dos tipos de frascos para recolectar las muestras según los lineamientos de la norma NORDOM 39 y de la OPS.

Estos frascos se colocan en una bolsa Ziploc por si ocurre un derrame el agua permanezca dentro de la bolsa y no se mezclen.

Cada frasco debe cumplir con condiciones diferentes y cada uno es destinado de acuerdo con el tipo de muestra que se requiere analizar.

Para este muestreo se utilizaron:

- 1-Plástico 1000 ml, Parámetros fisicoquímicos
- 2-Cristal color ámbar 1000 ml, parámetros orgánicos
- 3-Plásticos 125 ml, parámetros microbiológicos



Foto 1.1- Kit de frascos para monitoreo utilizado por LAMENER.

LAMENER SRL, Santo Domingo, R.D.	hespinosa@lamener.com
Manzana B, No. 15, Residencial Don Gregorio, Km 15 Aut. Duarte	Teléfono 809-372-5521

	Código documento		MUESTREO Y CARACTERIZACIÓN DE AGUAS SUPERFICIALES PRESA DE HATILLO			
	LM-IF-01					
	Revisión No. 2					
Documento Oficial	No. Servicio	LM-AA-5179	Fecha	04 DICIEMBRE 2024	Página	5



Fotos 1.2 y 1.3 – Toma de muestras aguas Presa de Hatillo.

LAMENER SRL, Santo Domingo, R.D.	hespinosa@lamener.com
Manzana B, No. 15, Residencial Don Gregorio, Km 15 Aut. Duarte	Teléfono 809-372-5521

	Código documento		MUESTREO Y CARACTERIZACIÓN DE AGUAS SUPERFICIALES PRESA DE HATILLO			
	LM-IF-01					
	Revisión No. 2					
Documento Oficial	No. Servicio	LM-AA-5179	Fecha	04 DICIEMBRE 2024	Página	6

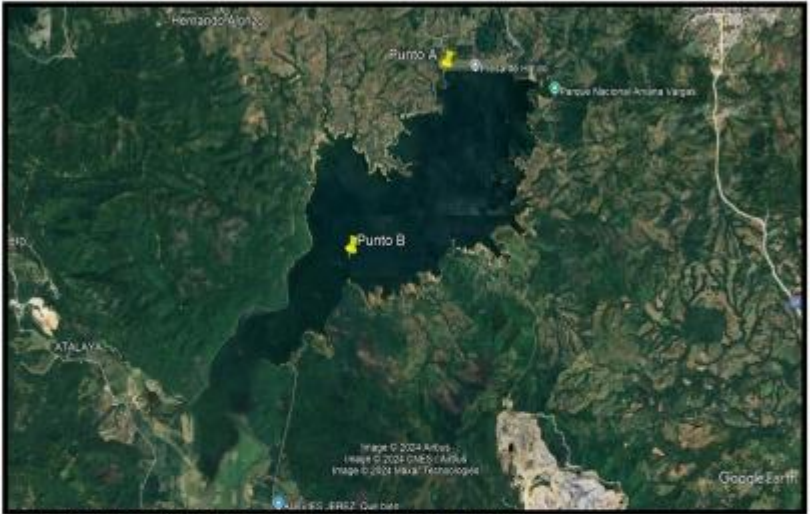


Figura 1.2 – Ubicación de puntos de muestreo en Presa de Hatillo.

Localidades	Parámetros In Situ		
	pH	Temperatura	Oxígeno Disuelto
Punto A, Próximo al Muro	7.20	28.7 °C	118 %
Punto B, Próximo a Criadero	7.30	28.5 °C	121 %

Tabla 1.1 – Parametros Realizados In Situ.

LAMENER SRL, Santo Domingo, R.D.	hespinosa@lamener.com
Manzana B, No. 15, Residencial Don Gregorio, Km 15 Aut. Duarte	Teléfono 809-372-5521

	Código documento		MUESTREO Y CARACTERIZACIÓN DE AGUAS SUPERFICIALES PRESA DE HATILLO			
	LM-IF-01					
	Revisión No. 2					
Documento Oficial	No. Servicio	LM-AA-5179	Fecha	04 DICIEMBRE 2024	Página	11

VII- INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

Para comparación de los resultados se utilizó la Norma Ambiental Para La Calidad De Agua Superficiales y Costeras Del Ministerio De Medio Ambiente para Aguas Clase B.

En el muestreo de aguas superficiales de la Presa de Hatillo, ambas muestras mostraron una buena calidad fisicoquímica, con todos los parámetros analizados cumpliendo con los límites establecidos por la norma. Sin embargo, se observó que el nivel de fósforo total excede el límite permisible por la normativa en ambos puntos de muestreo, lo cual es muy común en aguas superficiales por la gran cantidad de materia orgánica que deben manejar.

 LAMENER LABORATORIO AMBIENTAL Y METEOROLÓGICO	Código documento		MUESTREO Y CARACTERIZACIÓN DE AGUAS SUPERFICIALES PRESA DE HATILLO			
	LM-IF-01					
	Revisión No. 2					
Documento Oficial	No. Servicio	LM-AA-5179	Fecha	04 DICIEMBRE 2024	Página	7

b- PRESERVANTES

Los preservantes se utilizan para conseguir que la muestra llegue al laboratorio con condiciones muy similares a las existentes en el punto de muestreo cuando se tomó la muestra.

En este monitoreo se utilizó los siguientes preservantes:

- 1- Ice Blue para mantener la temperatura
- 2- Hielo para mantener la temperatura

c- COOLER

Se utilizaron cooler de mano marca COLEMAN.

II- RECEPCIÓN DE MUESTRAS EN EL LABORATORIO

Las muestras fueron recibidas en las instalaciones de LAMENER con una temperatura de **5.7 Grados Celsius**, es decir, que según con las normas de la OPS y lo recomendado por los métodos Estándar que es 10 grados Celsius a la llegada las muestras se encontraron dentro de norma.

	Código documento		MUESTREO Y CARACTERIZACIÓN DE AGUAS SUPERFICIALES PRESA DE HATILLO			
	LM-IF-01					
	Revisión No. 2					
Documento Oficial	No. Servicio	LM-AA-5179	Fecha	04 DICIEMBRE 2024	Página	10

VI- RESULTADOS

Parámetros	Localización	Unidades	Punta A	Punto B	Norma Calidad de aguas superficiales	Métodos
			Próximo al Muro	Próximo a Criadero		
			X-0372987; Y-2104894	X-0370858; Y-2101198	CLASE B	
Hora	-	-	9:20 AM	11:11 AM	-	-
pH	-	-	7.20	7.30	6.5-8.5	SM-4500-H+ B
Oxígeno Disuelto	% Saturación	-	121	122	> 70	SM-4500-O-G
Temperatura	°C	-	28.7	28.5	3.0	SM-2550-B
Dureza	mg/litro	-	136	154	-	SM-2340-C
Cloruros	mg/litro	-	10	10	250	SM-4500-Cl ⁻ B
Fósforo Total	mg/litro	-	0.50	0.40	0.025	SM-4500-P-C
Nitrógeno Total	mg/litro	-	3.9	4.4	-	SM-4500-N-C
Nitratos	mg/litro	-	3.0	3.6	-	SM-4500-NO ₃ ⁻ E
Plomo	mg/litro	-	< 0.005	< 0.005	0.05	SM-3500-Pb
Cadmio	mg/litro	-	< 0.002	< 0.002	0.005	SM-3500-Cd
Cobre	mg/litro	-	0.02	0.03	0.2	SM-3500-Cu
Cromo Total	mg/litro	-	0.01	0.01	0.05	SM-3500-Cr-D
Níquel	mg/litro	-	0.010	0.010	0.1	SM-3500-Ni
Cobalto	mg/litro	-	0.004	0.011	0.2	SM-3500-Co
Manganeso	mg/litro	-	0.006	0.007	1.0	SM-3500-Mn
METODOLOGÍA: Métodos adaptados desde Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, en su versión en inglés, (22 ^a), año 2012.						
Fecha Inicio Análisis:		Hora Inicio Análisis:		Fecha Fin Análisis:		Hora Fin Análisis:
4/12/2024		5:35 PM		6/12/2024		6:27 PM
Fecha Recepción:		Recibido en el lab por:		Analistas:		Revisado:
4/12/2024		Téc. Camila Chavez		Lic. Ramón Medina / Ing. Francisco Bona		Ing. Harvey Espinosa

Tabla 1.3- Resultados Fisicoquímicos Aguas Presa de Hatillo.