

Improvement proposal in environmental management to reduce costs in a construction project for an alcoholic beverage factory, Cartavio 2024

Miguel Angel Rodríguez-Alza, Doctor en Ciencias e Ingeniería¹, James Jesus Garcia-Rodriguez, estudiante de Ingeniería Industrial², Jose Benjamin Silva-Iparraguirre, estudiante de Ingeniería Industrial³
¹⁻³Universidad Privada del Norte, Perú, miguel.rodriguez@upn.edu.pe, n00274434@upn.pe, n00252015@upn.pe

Abstract– This paper addresses the environmental management of an infrastructure construction project for an alcoholic beverage factory, focusing on identifying and mitigating the environmental impacts generated during its execution. Three main root causes were diagnosed: particulate matter emissions, solid waste generation and excessive noise, whose effects generate environmental risks and additional operating costs. As a solution, a Prevention, Remediation, and Mitigation Plan was designed to implement specific measures, such as emissions control, proper waste management, and regulation of noisy activities, together with an Environmental Contingency Plan to respond to emergencies. The P.A.M.A. Matrix tool made it possible to structure these actions and evaluate their impact on the environment. The financial analysis of the project showed its viability, with a TMAR of 1.88%, an NPV of S/. 14,761, an IRR of 43% and a B/C of 2.19, which indicates that for each sol invested, S/. 2.19 of profit is generated. These results demonstrate the effectiveness of the proposal, both environmentally and economically, ensuring the sustainability of the project, regulatory compliance and protection of the natural environment.

Keywords- Environmental management, Cost reduction, Sustainable construction, Environmental impact, Pollution prevention.

Propuesta de mejora en la gestión ambiental para reducir costos en un proyecto de construcción en una fábrica de bebidas alcohólicas, Cartavio 2024

Improvement proposal in environmental management to reduce costs in a construction project for an alcoholic beverage factory, Cartavio 2024

Miguel Angel Rodríguez-Alza, Doctor en Ciencias e Ingeniería¹, James Jesus Garcia-Rodriguez, estudiante de Ingeniería Industrial², Jose Benjamin Silva-Iparraguirre, estudiante de Ingeniería Industrial³

¹⁻³Universidad Privada del Norte, Perú, miguel.rodriguez@upn.edu.pe, n00274434@upn.pe, n00252015@upn.pe

Resumen– El presente trabajo aborda la gestión ambiental en un proyecto de construcción de infraestructura para una fábrica de bebidas alcohólicas, centrado en identificar y mitigar los impactos ambientales generados durante su ejecución. Se diagnosticaron tres causas raíz principales: emisiones de partículas de suspensión, generación de residuos sólidos y ruido excesivo, cuyos efectos generan riesgos ambientales y costos operativos adicionales. Como solución, se diseñó un Plan de Prevención, Remediación y Mitigación para implementar medidas específicas, como control de emisiones, manejo adecuado de residuos y regulación de actividades ruidosas, junto con un Plan de Contingencia Ambiental para responder a emergencias. La herramienta Matriz P.A.M.A. permitió estructurar estas acciones y evaluar su impacto en el entorno. El análisis financiero del proyecto mostró su viabilidad, con un TMAR de 1.88%, un VAN de S/. 14,761, una TIR de 43% y un B/C de 2.19, lo que indica que por cada sol invertido se generan S/. 2.19 de beneficio. Estos resultados demuestran la efectividad de la propuesta, tanto ambiental como económicamente, asegurando la sostenibilidad del proyecto, el cumplimiento normativo y la protección del entorno natural.

Palabras clave– Gestión ambiental, Reducción de costos, Construcción sostenible, Impacto ambiental, Prevención de contaminación.

I. INTRODUCCIÓN

Actualmente, las empresas constructoras son actores clave en las industrias de muchos países. Sin embargo, su actividad tiende a generar varios impactos negativos, entre los más significativos están los desechos y el ruido, los cuales provocan un gran impacto ambiental en las poblaciones vecinas y en el entorno natural. Las obras de construcción contribuyen a la degradación del medio ambiente, agotando los recursos debido a la extracción de materias primas, lo que a su vez reduce la biodiversidad. Además, la dispersión de residuos y la contaminación del aire afectan la salud de los seres vivos y los ecosistemas. Esto se refleja en fenómenos como el cambio climático, la lluvia ácida y las emisiones generadas por el transporte y la producción de materiales para la construcción. En el ámbito nacional, investigaciones realizadas en 2020 revelaron que en la provincia de Lima se produjeron 3,881,000 toneladas de desechos sólidos urbanos, lo que representó un incremento del 7.4 % con respecto al año anterior (Bonett & Aguilar, 2021). La incorrecta eliminación de estos residuos genera contaminación y daños a los recursos naturales como el aire, el agua y el suelo, lo que también conlleva riesgos para la salud pública.

Durante el 2021, se generaron 16.4 millones de toneladas de residuos sólidos en Perú, de los cuales 5.8 millones corresponden a residuos domiciliarios, 2.5 millones a residuos no domiciliarios y 8.2 millones a residuos municipales. En particular, el departamento de Lima produjo 7.2 millones de toneladas, representando el 46.3 % del total nacional, mientras que Lima Metropolitana generó 6.7 millones, lo que equivale al 40.7 % del total del país. Esto significó un aumento del 3.9 % con respecto al 2020 (MINAM, 2023). A pesar de los desafíos que enfrenta la gestión de residuos de construcción y demolición (RCD) en Perú, es importante mencionar que existen regulaciones y lineamientos establecidos en la normativa peruana, como la Ley N° 27314, aprobada mediante el D.S N° 014-2017-MINAM.

La empresa constructora objeto de esta propuesta es una empresa con más de 29 años de experiencia en el sector de la construcción, especializada en proyectos industriales. Cuenta con una plantilla de 48 trabajadores directos y 110 indirectos en su red de contratistas. En los últimos años, la constructora ha participado en varios proyectos relevantes en la región, como la construcción de instalaciones para plantas procesadoras y almacenes industriales.

En términos ambientales, la constructora ha reportado anteriormente un promedio de 50 toneladas de residuos sólidos anuales, de las cuales solo el 20% ha sido reciclado adecuadamente. Asimismo, se ha identificado que las obras de la empresa generan emisiones de polvo de aproximadamente 1.5 toneladas anuales debido al tráfico vehicular y la manipulación de materiales de construcción, especialmente en áreas sin pavimentar. Los niveles de ruido en proyectos previos han alcanzado picos de 85 decibelios (dB), superando el límite permisible de 70 dB en zonas urbanas.

En el presente proyecto, la constructora está a cargo de la construcción de una garita, una sala de inducción y vestuarios para los trabajadores de la empresa cliente, dedicada a la fabricación de bebidas alcohólicas. El objetivo es mejorar las instalaciones para garantizar el cumplimiento de los estándares de seguridad laboral y comodidad de los trabajadores. La inversión total del proyecto asciende a S/ 200,000, y se espera que las obras finalicen en un plazo de 6 meses.

II. METODOLOGÍA

Este tipo de construcción, aunque de mediana envergadura, involucra actividades que generan un impacto significativo en el entorno de la empresa cliente. Las obras se desarrollan en un área que colinda con zonas residenciales y agrícolas, lo que aumenta la sensibilidad del entorno frente a los efectos ambientales.

Durante la ejecución del proyecto, se han identificado tres problemas ambientales críticos:

Emisión de partículas de suspensión: La obra está generando una cantidad considerable de polvo y partículas en suspensión debido a la manipulación de materiales como cemento y arena, así como al constante movimiento de maquinaria pesada. Estas partículas, al ser transportadas por el viento, están afectando tanto al ambiente como a la salud de los trabajadores y pobladores cercanos. Se estima que, hasta la fecha, se han emitido alrededor de 300 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de partículas al aire, superando las normativas locales para zonas urbanas.

Generación de residuos sólidos: La construcción ha generado 15 toneladas de residuos sólidos en los primeros dos meses de obra, compuestos principalmente de restos de material de construcción (escombros, madera y plástico). A pesar de las normativas sobre la correcta disposición de estos residuos, solo se ha gestionado adecuadamente un 30% del total, lo que ha generado acumulaciones y riesgos de contaminación en las áreas circundantes.

Ruido excesivo: El uso de maquinaria pesada y herramientas eléctricas ha generado niveles de ruido que superan los 80 dB en las zonas de trabajo. Esto está afectando tanto a los trabajadores como a los residentes cercanos. Los picos más altos se han registrado durante la operación de maquinaria para la excavación de cimientos, generando quejas de la comunidad local y posibles sanciones.

Cada uno de estos problemas tiene implicaciones directas en los costos del proyecto. Las emisiones de partículas y la incorrecta disposición de residuos podrían resultar en multas ambientales. Además, el ruido excesivo no solo conlleva posibles sanciones, sino que también ha reducido la eficiencia de los trabajadores, debido a que las interrupciones han incrementado el tiempo estimado de ejecución de la obra.

El costo asociado a las medidas de mitigación no implementadas (control de polvo mediante regado, mejor gestión de residuos, barreras de sonido) podría estar generando un sobrecosto, que incrementaría si no se toman medidas correctivas inmediatas. De no abordarse estos problemas, la constructora enfrentará costos adicionales significativos, además de posibles retrasos en la entrega del proyecto. La reputación de la constructora también podría verse afectada, lo que impactaría en su capacidad para obtener nuevos contratos. La empresa cliente, por su parte, podría verse afectada por la presión de la comunidad y organismos reguladores, lo que podría dañar su imagen y generar problemas operativos. Por lo tanto, es crucial implementar un plan de mejora en la gestión ambiental para mitigar estos impactos, reducir costos y cumplir con los plazos establecidos sin contratiempos adicionales.

Se llevó a cabo una investigación diagnóstica y propositiva mediante un diseño preexperimental. Esta investigación se estructuró en tres etapas: diagnóstico, propuesta de solución y evaluación económica. Para el diagnóstico, se elaboró un diagrama de Ishikawa que permitió identificar tres causas raíz, las cuales se cuantificaron aplicando un modelo de costeo. La solución propuesta incluye tres planes para la gestión ambiental: el Plan de Contingencia, el Plan de Prevención, Remediación y Mitigación de Impactos Ambientales, y el Plan de Adecuación y Manejo Ambiental (PAMA).

2.1. DIAGNÓSTICO

La constructora cuenta con varios procesos clave dentro del proyecto, tales como: planificación y diseño de obra, preparación del terreno, construcción de estructuras (garita, sala de inducción y vestuario), gestión de residuos, control de calidad y supervisión, así como la entrega final del proyecto. A continuación, se presenta un diagrama de Ishikawa que detalla las causas raíz de los principales problemas ambientales que se busca mitigar, con el fin de optimizar la gestión y minimizar costos durante la ejecución del proyecto.

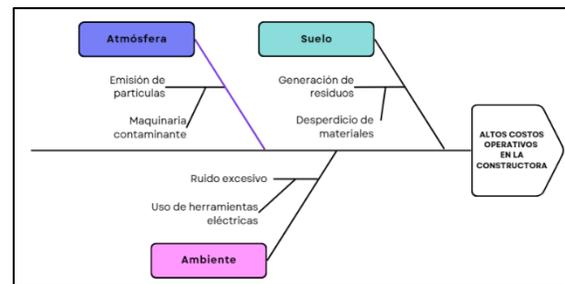


Figura 1. Diagrama de Ishikawa causas raíz del proyecto

2.1.1. MAPA DE LA UBICACIÓN

A continuación, se presenta un mapa que muestra la ubicación y área geográfica del proyecto de construcción. Este se desarrolla en la ciudad de Cartavio, donde tanto la constructora como la empresa cliente están establecidas. La obra comprende la construcción de una garita, una sala de inducción y un vestuario para los trabajadores, dentro de las instalaciones de la fábrica de Cartavio Rum, todo delimitado en el área señalada.

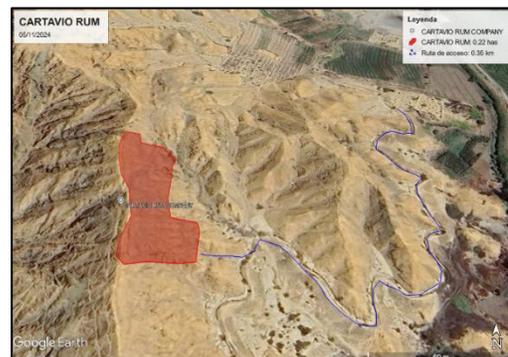


Figura 2. Mapa geográfico ubicación

2.1.2. DIAGRAMAS DE IMPACTO AMBIENTAL

CR1.- El diagrama a continuación representa la red de impactos generados por la acción contaminante "Dispersión de polvo" durante el proyecto de construcción. Se identifican áreas de impacto inmediato (nivel 1) como la atmósfera, salud ocupacional, vegetación y comunidades cercanas, que desencadenan efectos en nivel 2 y nivel 3, como conflictos sociales, alteración ecológica y migración de pobladores. Este análisis destaca la importancia de mitigar adecuadamente estos impactos para reducir sus efectos a largo plazo.

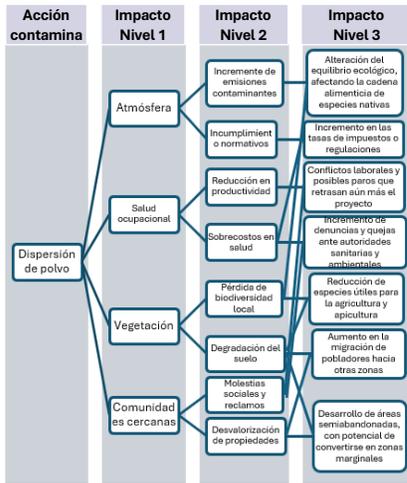


Figura 3. Diagrama de red CRI

CR2.- El siguiente diagrama representa los impactos generados por la acción contaminante "Acumulación de escombros" en la ejecución del proyecto. Este análisis muestra cómo la acumulación de desechos puede afectar distintos aspectos del entorno, desde impactos inmediatos en la estética y seguridad del área, hasta efectos secundarios como problemas de salud pública y conflictos sociales. Al visualizar esta cadena de impactos, es posible entender la importancia de una gestión adecuada de los escombros para mitigar riesgos ambientales y sociales en el desarrollo del proyecto.

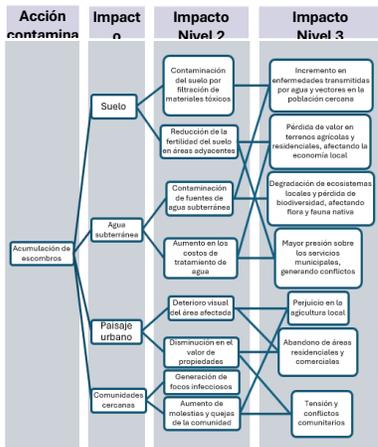


Figura 4. Diagrama de red CR2

CR3.- Este diagrama ilustra los problemas e impactos de nivel 1 generados por la acción contaminante "Generación de ruido excesivo" en el proyecto. Los principales problemas identificados son: la afectación a la salud de los trabajadores, la disminución de la calidad de vida en las comunidades cercanas y la interrupción en la fauna local. Cada uno de estos problemas se desglosa en impactos inmediatos, que abarcan desde efectos en la salud ocupacional y el bienestar de la comunidad, hasta alteraciones en el comportamiento de especies animales, evidenciando la necesidad de implementar estrategias efectivas para mitigar estos impactos.

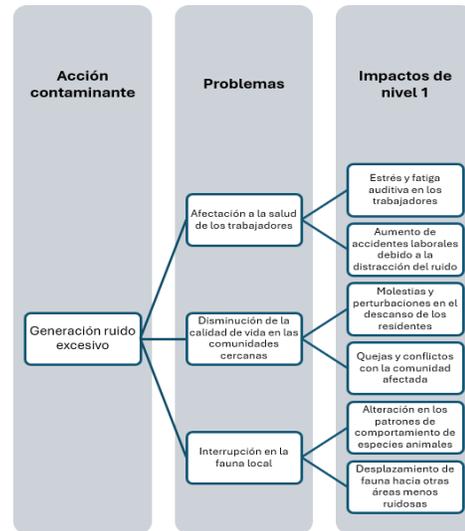


Figura 5. Diagrama de red CR3

La siguiente es una Matriz de Leopold, adaptada para evaluar los impactos ambientales de las distintas subetapas del proyecto de construcción. En esta matriz, cada celda presenta el impacto en términos de magnitud (qué tanto afecta la actividad al elemento) e importancia (qué tanto repercute este impacto a largo plazo). Ambos valores se expresan en una escala de 0 a 10. Esta herramienta ayuda a visualizar las afectaciones ambientales y priorizar acciones correctivas donde sea necesario.

ELEMENTO	ACTIVIDAD	Preparación			Construcción		Acabados			I							
		Desbroce	Excavación	Cimentación	Estructuras	Techo	Acabados estructurales	Instalaciones internas	Aplicación acabados		Remoción						
FISIICO	Terrestre	8	7	6	7	5	6	4	3	2	2	7	8	44			
	Aéreo	6	5	6	4	5	6	7	4	3	4	2	3	4	38		
	Acústico	4	3	5		3	4		2	3		2	3	4	18		
BIOLOGICO	Flora	9	10	7	8	6	7	5	4	3	3		2	3	6	7	42
	Fauna	8	9	7	8	6	7	5	4	3	3	4	2	3	3	6	7
SOCIOCULTURAL	Cultura	5	5	5	4	3	4	2				1	2	4	5	24	
	Educación	3	3	3	4		2	2	1	1				3	4	13	
I		43	49	37	44	26	29	29	33	23	15	15	6	13	35	42	

Figura 6. Matriz de Leopold

Como se observa, la etapa con más impacto ambiental durante la ejecución del proyecto es la "Preparación", esta afecta sobre todo al elemento físico terrestre del ambiente.

2.1.3. VALORIZACIÓN DE CAUSAS RAÍZ

En la ejecución del proyecto se identificaron 3 causas raíz, las cuales serán monetizadas. Con base en estos resultados, se propondrán alternativas de mejora utilizando herramientas enfocadas en el impacto ambiental. La Tabla 1 presenta las causas raíz seleccionadas para el análisis.

Tabla 1. Causas Raíz

CR	Causa Raíz	Indicador	Fórmula	Valor actual	Valor meta
CR1	Emisión de partículas de suspensión	Cantidad de partículas en suspensión emitidas por mes ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Peso total de partículas ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) / mes	300 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
CR2	Generación de residuos sólidos	Porcentaje de residuos sólidos gestionados adecuadamente	(Residuos gestionados adecuadamente / Residuos generados totales) x 100	30%	100%
CR3	Ruido excesivo	Nivel de ruido promedio en áreas de trabajo (dB)	Suma de registros de nivel de ruido (dB) / Número de mediciones	85 dB	75 dB

Las causas raíz identificadas previamente en la matriz de indicadores representan un riesgo, ya que podrían generar costos innecesarios para la Empresa de Calzado. Por ello, es fundamental estimar los montos asociados para evaluar el impacto que provocan. A continuación, la Tabla 2 presenta el costo por cada causa raíz.

Tabla 2. Monetización de Causas Raíz

Causa raíz	Descripción	Monetización								
CR1: Emisión de partículas de suspensión	La (OEFA) impone sanciones de contenido patrimonial y no patrimonial que pueden ser ejecutadas mediante los mecanismos de ejecución coactiva. La escala de sanciones aplicadas a los dirigentes del sector industrial manufacturera y comercio interno, según La Resolución N° 004-2018-OEFA/CD. La escala de sanciones aplicable a los administrados del sector industria manufacturera y comercio interno bajo, califican las conductas como leves y muy graves, constituye infracción administrativa realizar un inadecuado manejo ambiental de efluentes, ruidos, vibraciones, residuos sólidos u otros que se generen como resultado de procesos y operaciones, la	<p><u>Costos evitados:</u> Estos corresponden al ahorro que la empresa obtiene al no cumplir con las obligaciones ambientales sujetas a fiscalización, al no incurrir en gastos destinados a medidas preventivas.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Descripción</th> <th>Valor</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Costo implementación de sistemas de control de partículas</td> <td>S/ 3,500</td> </tr> <tr> <td>Valor COK en S/ (mensual)</td> <td>20%</td> </tr> <tr> <td>Beneficio ilícito ajustado con el COK</td> <td>S/ 4,200</td> </tr> </tbody> </table>	Descripción	Valor	Costo implementación de sistemas de control de partículas	S/ 3,500	Valor COK en S/ (mensual)	20%	Beneficio ilícito ajustado con el COK	S/ 4,200
		Descripción	Valor							
		Costo implementación de sistemas de control de partículas	S/ 3,500							
		Valor COK en S/ (mensual)	20%							
Beneficio ilícito ajustado con el COK	S/ 4,200									
Multa por la falta de control de material particulado al ambiente (PM.10 y PM 2.5): S/ 15,000										
Multa por no contar con la documentación de supervisión de control de calidad de aire: s/20,000.										
	<p><u>Suma de factores agravantes y atenuantes:</u> Consiste en multiplicar la suma de los factores agravantes por el resultado de dividir el beneficio ilícito entre la probabilidad de detección.</p>									

<p>sanción puede ser hasta con una multa de 1200 Unidades Impositivas Tributarias (UIT).</p> <p>El cálculo de la causa raíz, se obtuvo a través de la metodología de las multas base y aplicación de los factores agravantes y atenuantes a utilizar en la graduación de sanciones, señalada por la Resolución de Presidencia de Consejo Directivo N° 035-2013-OEFA/PCD.</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Factores agravantes y atenuantes</th> <th>Daño potencial</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>f1. Gravedad del daño al ambiente</td> <td>+60%</td> </tr> <tr> <td>f2. Perjuicio económico causado</td> <td>+6%</td> </tr> <tr> <td>f3. Aspectos ambientales o fuentes de contaminación</td> <td>+18%</td> </tr> <tr> <td>f4. Repetición y/o continuidad en la comisión de la infracción</td> <td>0%</td> </tr> <tr> <td>f5. Subsanación voluntaria de conducta infractora</td> <td>0%</td> </tr> <tr> <td>f6. Adopción de medidas necesarias para revertir las consecuencias de la conducta infractora</td> <td>+10%</td> </tr> <tr> <td>f7. Intencionalidad en el conducto del infractor</td> <td>+10%</td> </tr> <tr> <td>f1+f2+f3+f4+f5+f6+f7</td> <td>+104%</td> </tr> <tr> <td>Propuesta de factor agravante y atenuante: F= (1 + f1+f2+f3+f4+f5+f6+f7)</td> <td>204%</td> </tr> </tbody> </table>	Factores agravantes y atenuantes	Daño potencial	f1. Gravedad del daño al ambiente	+60%	f2. Perjuicio económico causado	+6%	f3. Aspectos ambientales o fuentes de contaminación	+18%	f4. Repetición y/o continuidad en la comisión de la infracción	0%	f5. Subsanación voluntaria de conducta infractora	0%	f6. Adopción de medidas necesarias para revertir las consecuencias de la conducta infractora	+10%	f7. Intencionalidad en el conducto del infractor	+10%	f1+f2+f3+f4+f5+f6+f7	+104%	Propuesta de factor agravante y atenuante: F= (1 + f1+f2+f3+f4+f5+f6+f7)	204%
	Factores agravantes y atenuantes	Daño potencial																			
	f1. Gravedad del daño al ambiente	+60%																			
	f2. Perjuicio económico causado	+6%																			
	f3. Aspectos ambientales o fuentes de contaminación	+18%																			
	f4. Repetición y/o continuidad en la comisión de la infracción	0%																			
	f5. Subsanación voluntaria de conducta infractora	0%																			
	f6. Adopción de medidas necesarias para revertir las consecuencias de la conducta infractora	+10%																			
	f7. Intencionalidad en el conducto del infractor	+10%																			
	f1+f2+f3+f4+f5+f6+f7	+104%																			
Propuesta de factor agravante y atenuante: F= (1 + f1+f2+f3+f4+f5+f6+f7)	204%																				
<p>MULTA: (B/p) *(F) MULTA: (Beneficio ilícito/probabilidad) * (Factores) MULTA: (4200 / 0.75) * (2.04) MULTA: S/ 11,424.00</p>																					
<p>El MINSA es el encargado de velar por la disposición final de residuos sólidos en caso la empresa no cumpla con lo establecido es multado por fuertes sumas de dinero hasta puede ser clausurada.</p> <p>la producción de materiales de desecho durante la ejecución de proyectos de construcción, tales como escombros, restos de madera, metales, plásticos y otros productos derivados de la actividad constructiva. Pueden generar unas multas si la empresa no cumple con su disposición final de dichos residuos.</p>	<p>Datos</p> <p>Multa por contaminación de residuos sólidos: S/20,000</p> <p>Multa por vertederos: S/. 10,000</p> <p>Gravedad de infracción: grave.</p> <p>Sanción monetaria: (1 UIT) x (Gravedad de infracción)</p> <p>Sanción: (S/. 30.000) x (0.38) Sanción: S/ 11,400 En la Empresa constructora se considera de sanción el valor de 1 UIT, por ser una microempresa, multiplicado por la gravedad de infracción, siendo para este caso 0.38, obteniendo como resultado una sanción de S/ 11,400.</p>																				
<p>CR2: Generación de residuos sólidos</p>	<p>Respeto a los efectos del ruido, se encuentran la OMS (Organización Mundial de la Salud) han declarado de forma unánime que el ruido tiene efectos</p>																				

CR3: Ruido excesivo	muy perjudiciales para la salud. Estos perjuicios varían desde trastornos puramente fisiológicos, como la conocida pérdida progresiva de audición, hasta los psicológicos, al producir una irritación y un cansancio que provocan disfunciones en la vida cotidiana, tanto en el rendimiento laboral como en la relación con los demás. La lista de posibles consecuencias de la contaminación acústica es larga: interferencias en la comunicación, perturbación del sueño, estrés, irritabilidad, disminución de rendimiento y de la concentración, agresividad, cansancio, dolor de cabeza, problemas de estómago, alteración de la presión arterial, alteración de ritmo cardíaco, depresión del sistema inmunológico (bajada de defensas), alteración de los niveles de segregación endocrina, vasoconstricción, problemas mentales, estados depresivos, etc.	<p style="text-align: center;">Datos</p> <p style="text-align: center;">Multa por contaminación de ruido excesivo: S/15,000</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <th colspan="2" style="text-align: center;">Microempresa</th> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Gravedad de la infracción</td> <td style="text-align: center;">Número de trabajadores afectados</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Muy Grave</td> <td style="text-align: center;">100</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">0.68</td> </tr> </table> <p style="text-align: center;">Sanción monetaria: 1 UIT x Gravedad de la infracción Sanción: (S/.15,000) x (0.68)</p> <p style="text-align: center;">Sanción: S/ 10,200 En la Empresa constructora se considera de sanción el valor de 1 UIT, por ser una microempresa, multiplicado por la gravedad de infracción, siendo para este caso 0.68, obteniendo como resultado una sanción de S/ 10,200.</p>	Microempresa		Gravedad de la infracción	Número de trabajadores afectados	Muy Grave	100		0.68
	Microempresa									
	Gravedad de la infracción	Número de trabajadores afectados								
	Muy Grave	100								
	0.68									

2.1.4. SOLUCIÓN PROPUESTA

2.1.4.1. PLAN DE PREVENCIÓN, REMEDIACIÓN Y MITIGACIÓN

El Plan de Prevención, Remedación y Mitigación del Impacto Ambiental se plantea como una estrategia clave para abordar los efectos negativos que el proyecto de construcción puede generar en el entorno natural y social. Este plan está orientado a identificar y evaluar los impactos ambientales potenciales asociados con las actividades de obra, desde la preparación del terreno hasta la etapa de acabados. Su principal objetivo es prevenir la generación de impactos adversos mediante la implementación de medidas preventivas, como el control de partículas en suspensión, la correcta gestión de residuos y la reducción de ruido, incorporando prácticas sostenibles y soluciones ecoeficientes. Asimismo, establece protocolos claros para responder eficazmente ante emergencias y remediar posibles daños, promoviendo una gestión responsable y un enfoque proactivo en la ejecución del proyecto.

Tabla 3. Plan de Prevención, Remedación y Mitigación

Objetivo: Prevención y análisis de impactos negativos en el medio ambiente					
Aspecto Ambiental	Impacto Identificado	Medidas Propuestas	Indicadores	Medios de Verificación	Plazos Prioridad
Emisiones de Partículas de Suspensión	Contaminación del aire	Utilizar lonas o mallas para cubrir materiales de construcción susceptibles a la dispersión, como arena y cemento	Porcentaje de materiales cubiertos con lonas o mallas respecto al total de materiales susceptibles a dispersión.	Registros fotográficos semanales de los materiales almacenados y checklist de inspección ambiental firmada por el supervisor de obra.	Mensual
Generación de Residuos Sólidos	Contaminación del suelo	Implementar un sistema de separación en origen para clasificar residuos reciclables y no reciclables	Porcentaje de residuos correctamente clasificados en reciclables y no reciclables.	Reportes mensuales del sistema de recolección con detalle de la cantidad y tipo de residuos clasificados	Mensual
Ruido Excesivo	Contaminación del ambiente	Programar actividades ruidosas durante horarios establecidos por la normativa local	Cumplimiento del horario de actividades ruidosas (% de actividades realizadas dentro del horario permitido).	Bitácora de actividades diarias con horarios de ejecución firmada por el responsable de obra	Mensual

La importancia del Plan de Prevención, Remedación y Mitigación de Impactos Ambientales en el proyecto de construcción radica en su capacidad para garantizar un equilibrio armonioso entre las actividades de obra y la preservación del entorno natural. Este plan asegura el cumplimiento de las leyes y normativas ambientales vigentes en el Perú, promoviendo prácticas responsables y sostenibles en cada etapa del proyecto. Establece medidas preventivas diseñadas para minimizar los riesgos ambientales y evitar daños irreversibles, fomentando un enfoque comprometido con la mejora continua y la restauración de posibles impactos negativos. Implementar este plan no solo protege la reputación de la constructora y fortalece su relación con la comunidad, sino que también reafirma su compromiso con la responsabilidad ambiental y contribuye a la conservación a largo plazo de los recursos naturales y la biodiversidad local.

Tabla 4. Costos Plan de Prevención, Remedación y Mitigación

Tipo de Costo	Cálculo del Costo (Fórmula)	Estimado del Costo (\$/)
Personal	Número de trabajadores asignados × Horas de trabajo × Tarifa por hora	4 trabajadores × 50 horas × S/ 15/hora = S/ 3,000
Recursos Tecnológicos	Costo unitario de equipos tecnológicos × Número de equipos necesarios	S/ 1,500/equipo × 1 equipo = S/ 1,500
Capacitación	Costo por capacitación × Número de sesiones × Número de trabajadores	S/ 150/sesión × 2 sesiones × 2 trabajadores = S/ 600
Materiales de Mitigación	Costo unitario de materiales × Cantidad necesaria	S/ 100/lona × 8 lonas = S/ 800
Monitoreo y Evaluación	Costo por inspección × Frecuencia de inspecciones × Duración del proyecto	S/ 500/inspección × 2 inspecciones = S/ 1,000
Total de costo del Plan de Prevención, Remedación y Mitigación de impactos ambientales		S/ 5,000

Se detallan los gastos relacionados con las actividades necesarias para implementar las medidas propuestas. El análisis de los costos del Plan de Prevención, Remedación y Mitigación muestra una distribución eficiente dentro del presupuesto de S/ 5,000. Los costos más significativos corresponden al personal (capacitación y horas de trabajo) y los recursos tecnológicos (herramientas para cubrir materiales y monitoreo). La

capacitación es esencial para garantizar que los empleados sigan las prácticas ambientales adecuadas, mientras que los recursos tecnológicos permiten la implementación efectiva de las medidas de mitigación. Para mantener el presupuesto, se optimizaron algunos gastos, como la reducción de trabajadores en ciertas tareas y la negociación de precios para servicios. Este enfoque asegura que el plan sea viable y cumpla con los objetivos de sostenibilidad sin exceder los costos previstos.

2.1.4.2. PLAN DE CONTINGENCIA AMBIENTAL

Para una empresa de construcción, el Plan de Contingencia Ambiental es un conjunto organizado de acciones y estrategias diseñadas para gestionar eventos inesperados o emergencias que puedan afectar tanto el entorno como la continuidad de las operaciones del proyecto. Este plan establece medidas preventivas, correctivas y de recuperación con el fin de mitigar los impactos negativos que puedan surgir durante el desarrollo de la obra, como accidentes ambientales, desastres naturales, o incidentes relacionados con la salud pública o la seguridad. Su propósito principal es proteger los recursos naturales, garantizar la seguridad de los trabajadores y la comunidad, y salvaguardar la reputación de la empresa. El Plan de Contingencia proporciona pautas claras, recursos adecuados y una estructura de respuesta ante emergencias, asegurando que se tomen decisiones oportunas para minimizar los daños y restaurar la normalidad lo más rápidamente posible.

Tabla 5. Plan de Contingencias

Aspectos Ambientales	Impacto Identificado	Medidas Propuestas	Indicadores	Medios de Verificación
Riesgo de Emergencia	Impacto en la salud y seguridad de los empleados y ciudadanos	Implementar protocolos de emergencia claros y capacitación continua para todos los trabajadores	Número de simulacros de emergencia realizados al año	Registros de simulacros y participación de los empleados
		Establecer un sistema de primeros auxilios y equipos de protección personal (EPP)	Porcentaje de trabajadores con formación en primeros auxilios	Registros de capacitaciones realizadas y asistencia al personal
	Contaminación del suelo, aire o agua	Instalar sistemas de control de emisiones y contención de derrames	Porcentaje de residuos controlados y no vertidos al suelo	Informes de inspección ambiental y control de derrames
		Implementar medidas de manejo adecuado de residuos y materiales peligrosos	Número de residuos correctamente gestionados	Registros de disposición y clasificación de residuos

El plan de contingencia para el proyecto de construcción es esencial para garantizar la continuidad de la obra ante cualquier evento inesperado que pueda interrumpir las actividades. Este plan proporciona un enfoque organizado para anticipar y

gestionar riesgos como desastres naturales, emergencias sanitarias o problemas en la cadena de suministro. Asegura la protección de los trabajadores, los recursos y la reputación del proyecto. Además, el Plan de Contingencia establece estrategias, acciones específicas y asignación de roles para garantizar una respuesta ágil ante situaciones críticas, minimizando los impactos negativos en la ejecución, distribución y relación con las partes interesadas. En resumen, este plan no solo fortalece la resiliencia y la protección operativa, sino que también mejora la confianza y seguridad de todos los involucrados en el proyecto.

Tabla 6. Costos Plan de Contingencias

Tipo de Costo	Cálculo del Costo	Costo Estimado (S/)
Personal (Emergencias)	Número de supervisores asignados × Horas de trabajo × Tarifa por hora	2 supervisores × 40 horas × S/ 20/hora = S/ 1,600
Equipos y Herramientas de Emergencia	Número de equipos necesarios × Costo por equipo	10 equipos × S/ 120/cada uno = S/ 1,200
Capacitación en Emergencias	Número de trabajadores × Costo por curso	20 empleados × S/ 50/cada uno = S/ 1,000
Materiales de Respuesta	Cantidad de material necesario × Costo por unidad	5 unidades × S/ 160/cada uno = S/ 800
Consultoría y Planeación	Número de consultores × Días de consultoría × Tarifa diaria	2 consultores × 5 días × S/ 200/día = S/ 2,000
Total de costo Plan de Contingencia		S/ 6,600

El análisis de los costos del Plan de Contingencia Ambiental con un total de S/ 6,600 muestra una asignación equilibrada entre las diferentes áreas clave para garantizar la capacidad de la empresa de enfrentar emergencias de forma eficaz. Los mayores costos se distribuyen en personal, que incluye la contratación de expertos para desarrollar los protocolos de emergencia y capacitación del personal, y en equipos de seguridad y emergencias, que incluyen los recursos necesarios como kits de primeros auxilios y herramientas de protección. A pesar de que los equipos de seguridad suponen una inversión significativa, se prioriza la calidad y la preparación ante eventos críticos. Además, los protocolos y recursos adicionales están destinados al desarrollo de las estrategias y herramientas para gestionar emergencias de manera adecuada, y la administración y seguimiento del plan se destina a cubrir los gastos de monitoreo y ajustes continuos en caso de que se necesiten cambios en los procedimientos establecidos. Para mantener el presupuesto bajo control, se ajustaron las horas de capacitación y la cantidad de recursos iniciales, lo que garantiza que el plan sea efectivo y se ajuste al presupuesto sin comprometer la preparación ante emergencias.

2.1.4.3. PLAN DE ADECUACIÓN DE MANEJO AMBIENTAL (PAMA)

El PAMA es una herramienta clave para gestionar de manera integral los impactos ambientales que puedan surgir a lo largo de las operaciones del proyecto, en este caso, relacionado con la construcción de la fábrica de bebidas alcohólicas. Este plan se estructura para garantizar que todos los riesgos ambientales sean identificados y controlados de manera efectiva, estableciendo estrategias claras de acción en cada fase del proceso. se compone de dos grandes ejes: el Plan de Prevención, Remediación y Mitigación, que aborda las medidas preventivas para evitar impactos negativos y la remediación de aquellos que ya hayan ocurrido, y el Plan de Contingencia Ambiental, que se encarga de la respuesta ante situaciones inesperadas o emergencias ambientales. Juntos,

permiten gestionar de manera eficiente tanto los riesgos identificados previamente como aquellos que podrían surgir durante la ejecución del proyecto. El objetivo principal del PAMA es minimizar los efectos perjudiciales para el entorno natural y la salud humana, asegurando el cumplimiento de las normativas ambientales vigentes y fomentando la responsabilidad social empresarial. Al implementar un PAMA, el proyecto no solo busca cumplir con la ley, sino que también reafirma su compromiso con la sostenibilidad, la preservación de los recursos naturales y la protección de la comunidad que rodea la obra. Este enfoque proactivo y preventivo asegura que la empresa pueda adaptarse a los cambios normativos y ambientales a lo largo del tiempo, manteniendo la viabilidad y la reputación de la empresa en el mercado.

PLAN DE MANEJO AMBIENTAL												
Nombre de la empresa	Propuesta de Mejora en la Gestión Ambiental para Reducir Costos en la Ejecución de un Proyecto de Construcción en una Fábrica de Bebidas Alcohólicas, Cartavio 2024.									Fecha	29/11/2024	
Nombre del proyecto	Ciudad de Cartavio, región La Libertad, Perú.									Código	PMA-C2024	
Ubicación												
OBJETIVO GENERAL:	Reducir los impactos ambientales											
RESULTADO GENERAL (Hipótesis):	Impactos reducidos en un 95%											
INDICADOR (fórmula)	DESCRIPCIÓN	EQUIPO RESPONSABLE	RESPONSABLE	RECURSOS	INSTITUCIONES DE APOYO	SUPUESTOS	IMPREVISTOS	FORMATO/DOCUMENTO	CÓDIGO	DURACIÓN	COSTO	
Reducir la emisión de partículas en suspensión durante el proyecto												
Resultado: Disminución del 50% de las partículas en suspensión emitidas (de 300 µg/m³ a 150 µg/m³).												
Actividad 1: Implementación de sistemas de control de polvo.	(Partículas controladas / Total de partículas emitidas) x 100.	Instalación de sistemas de riego y cobertura de materiales particulados.	Equipo de control ambiental de la constructora.	Coordinador de medio ambiente.	Sistemas de riego portátiles, lona para cubrir materiales, transporte para agua, herramientas de instalación.	Municipalidad local (autorizaciones para uso de agua), OEFA (supervisión).	Disponibilidad de agua suficiente para los sistemas de riego; ausencia de restricciones climáticas extremas.	Rotura de sistemas de riego o falta de agua.	Registro diario de uso de sistemas de riego.	PCA-01.	2 meses.	S/ 2,400.00
Actividad 2: Monitoreo periódico de la calidad del aire.	(Número de monitoreos realizados / Programados) x 100.	Medición semanal de la calidad del aire en el área de trabajo y zonas aledañas.	Departamento de monitoreo ambiental.	Supervisor ambiental.	Equipos de medición de partículas (p. ej., DustTrak), software de análisis de datos, personal capacitado.	MINAM (referencia normativa), SENAMHI (datos meteorológicos locales).	Disponibilidad de equipos funcionales y acceso continuo al área de monitoreo.	Fallas en los equipos de monitoreo.	Informes semanales de calidad del aire.	PCA-02.	3 meses.	S/ 1,200.00
Incrementar la adecuada gestión de residuos sólidos												
Resultado Incremento del porcentaje de residuos gestionados adecuadamente del 30% al 100%.												
Actividad 1: Capacitación al personal en segregación y reciclaje de residuos.	(Personal capacitado / Total de personal) x 100.	Realizar talleres prácticos para enseñar la separación y disposición adecuada de residuos.	Área de capacitación y gestión ambiental.	Jefe de capacitación.	Materiales de capacitación (presentaciones, trípticos), equipo multimedia (proyector), sala para talleres.	MINAM (material educativo), ONG locales (asistencia técnica en reciclaje).	Disponibilidad del personal para asistir a las capacitaciones; materiales impresos listos.	Ausencia del personal en las capacitaciones.	Lista de asistencia, material de capacitación.	GRS-01.	1 mes.	S/ 1,700.00
Actividad 2: Implementación de puntos ecológicos en el área de trabajo.	(Número de puntos instalados / Planificados) x 100.	Colocación de contenedores segregados para cada tipo de residuo.	Equipo de logística y gestión de residuos.	Encargado de logística.	Contenedores segregados, señalización, vehículos para recolección.	Empresas recicladoras locales (recolección de materiales reciclables), Municipalidad local.	Espacios adecuados para instalar puntos ecológicos; aceptación de recicladores locales.	Falta de materiales o vandalismo en los puntos ecológicos.	Inventario de puntos instalados y plan de mantenimiento.	GRS-02.	1 mes.	S/ 2,300.00
Mitigar el impacto del ruido excesivo												
Resultado Reducción de los niveles de ruido promedio de 85 dB a 75 dB.												
Actividad 1: Insonorización de maquinaria pesada.	(Maquinarias insonorizadas / Maquinarias identificadas) x 100.	Instalación de barreras acústicas y aislamiento en motores.	Equipo técnico de mantenimiento.	Técnico de mantenimiento.	Materiales insonorizantes (paneles, aislamiento), herramientas para instalación, manuales técnicos.	Proveedores de maquinaria (asesoría técnica), OEFA (cumplimiento normativo).	Disponibilidad de los materiales y tiempo para detener maquinaria durante la insonorización.	Retrasos en la adquisición de materiales.	Plan de insonorización con cronograma.	NEX-01.	2 meses.	S/ 2,500.00
Actividad 2: Uso de equipos de protección auditiva para el personal.	(Personal con EPP / Total de personal) x 100.	Distribución de tapones y auriculares para reducir el impacto del ruido en trabajadores.	Área de seguridad y salud ocupacional.	Jefe de seguridad.	Tapones de oído, auriculares protectores, cartillas de uso.	MINSA (normativa de seguridad), proveedores de EPP.	Disponibilidad del personal para capacitaciones rápidas; Aceptación del uso del EPP.	Resistencia del personal al uso del equipo.	Registro de distribución de EPP y evaluación de uso.	NEX-02.	Permanente durante el proyecto.	S/ 1,500.00

Figura 3. Plan de Manejo Ambiental

III. RESULTADOS

Se hizo el flujo de caja proyectado desde diciembre 2024 hasta 10 meses posteriores.

MES	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre
EGRESOS	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Diseño de herramienta	\$/ 1,500										
Capacitación	\$/ 800	\$/ 600									
Implementación	\$/ 1,500	\$/ 1,200	\$/ 1,000	\$/ 700	\$/ 700	\$/ 500	\$/ 500	\$/ 500	\$/ 500	\$/ 500	\$/ 500
Mantenimiento		\$/ 100	\$/ 100	\$/ 100	\$/ 100	\$/ 100	\$/ 100	\$/ 100	\$/ 100	\$/ 100	\$/ 100
COK (mensual)	\$/ 100	\$/ 100	\$/ 100	\$/ 100	\$/ 100	\$/ 100	\$/ 100	\$/ 100	\$/ 100	\$/ 100	\$/ 100
Costos operativos adicionales											
TOTAL EGRESOS	\$/ 3,900	\$/ 2,000	\$/ 1,200	\$/ 900	\$/ 900	\$/ 700					
INGRESOS	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Beneficios Herramienta 1		\$/ 900	\$/ 900	\$/ 900	\$/ 900	\$/ 900	\$/ 900	\$/ 900	\$/ 900	\$/ 900	\$/ 900
Beneficios Herramienta 2		\$/ 2,100	\$/ 2,100	\$/ 2,100	\$/ 2,100	\$/ 2,100	\$/ 2,100	\$/ 2,100	\$/ 2,100	\$/ 2,100	\$/ 2,100
TOTAL INGRESOS	\$/ 0	\$/ 3,000									
FLUJO MENSUAL DE CAJA	-\$/ 3,900	\$/ 1,000	\$/ 1,800	\$/ 2,100	\$/ 2,100	\$/ 2,300					

Figura 4. Flujo de caja proyectado

Además, se usaron indicadores económicos para evaluar la rentabilidad de las propuestas de solución.

Tabla 7. Indicadores económicos

TMAR	1.88%
TIR	43%
VAN	\$/ 14,761
B/C	2.19
VAN Ingresos	\$/ 27,122
VAN Egresos	\$/ 12,361

En la tabla c se determinó que el Valor Actual Neto (VAN) para el proyecto es de \$/ 14,761, lo que indica una rentabilidad positiva para la implementación del PAMA. Asimismo, la Tasa Interna de Retorno (TIR), que mide el nivel de rentabilidad de la inversión en términos porcentuales, se ubicó en 43%, lo cual representa una sólida justificación financiera para la ejecución del proyecto. Por otro lado, la relación Beneficio/Costo calculada muestra un valor de \$/ 2.19, lo que significa que, por cada sol invertido, el proyecto genera un rendimiento adicional de \$/ 2.19. En detalle, se ha proyectado que, durante el periodo de julio de 2023 a mayo de 2024, los beneficios tendrán un VAN de \$/ 27,122, mientras que los egresos asociados alcanzarán un VAN de \$/ 12,361. Esto genera una utilidad neta de \$/ 14,761 al restar los costos de los beneficios estimados. Este resultado es altamente beneficioso para la constructora y la empresa cliente, ya que permitirá optimizar costos operativos, fomentar una gestión ambiental responsable y evitar posibles sanciones por incumplimientos normativos en materia ambiental.

IV. DISCUSIÓN

Para este trabajo, se obtuvo un VAN de \$/ 14,761 y una TIR del 43%. Al comparar estos indicadores con trabajos similares, el proyecto presenta un desempeño económico competitivo. Por ejemplo, en un estudio relacionado con la implementación de planes ambientales en una industria de calzado, se obtuvo un VAN de \$/ 19,809.47, una TIR de 51% y un B/C de 3.18. Aunque dichos valores son ligeramente superiores, es importante considerar las diferencias en las escalas de operación y las inversiones iniciales, ya que este proyecto se enfoca en una implementación más localizada y en etapas específicas del proceso constructivo, con un presupuesto controlado y un horizonte temporal más limitado. Asimismo, investigaciones previas sobre planes ambientales en proyectos de construcción han reportado TIR cercanas al 35%, valores de VAN promedio en torno a los \$/ 10,000, y relaciones B/C entre 1.5 y 2.0, lo que posiciona este proyecto por encima de la media en cuanto a indicadores económicos. Esto demuestra que las estrategias propuestas son efectivas para mitigar impactos ambientales, optimizando al mismo tiempo los costos y generando un retorno positivo. Finalmente, los resultados obtenidos también destacan la importancia de integrar prácticas sostenibles desde las etapas iniciales del proyecto. La sólida rentabilidad observada respalda la implementación de herramientas como el PAMA, no solo desde un enfoque ambiental, sino también como un aporte clave para la sostenibilidad financiera y operativa de las empresas involucradas.

V. CONCLUSIONES

El Plan de Prevención, Remediación y Mitigación de Impactos Ambientales asegura la protección ambiental durante la ejecución del proyecto de construcción, cumpliendo con responsabilidades éticas y legales que no solo contribuyen al cuidado del entorno natural, sino también optimizan el uso de recursos y minimizan riesgos financieros asociados a sanciones o litigios. La herramienta principal, la Matriz P.A.M.A. (Plan de Prevención, Actuación y Mitigación), permite consolidar las normativas ambientales en un esquema práctico para gestionar de manera integral los residuos y otros impactos generados por el proyecto. Esta herramienta facilita la identificación de posibles daños al medio ambiente y establece medidas preventivas que promueven prácticas sostenibles, con el objetivo de reducir significativamente la huella ecológica y preservar los recursos naturales. Por otro lado, el Plan de Contingencia refuerza el compromiso del proyecto frente a cualquier emergencia ambiental. Este plan se basa en estrategias proactivas que involucran la colaboración con las partes interesadas, además de medidas preventivas para mitigar riesgos. Garantiza la sostenibilidad a largo plazo y promueve la responsabilidad corporativa al establecer protocolos claros, asignar responsabilidades específicas y detallar procedimientos de respuesta ante situaciones críticas. Se logró realizar el diagnóstico ambiental del proyecto de construcción, identificando tres causas raíz que generan impactos negativos en el medio ambiente y aumentan los costos operativos:

emisiones de partículas de suspensión, generación de residuos sólidos y ruido excesivo durante las etapas de ejecución de la obra. Se alcanzó con éxito diseñar una propuesta de mejora ambiental para el proyecto, la cual incluyó un Plan de Prevención, Remediación y Mitigación, un Plan de Contingencia Ambiental y la herramienta Matriz P.A.M.A., con el objetivo de garantizar la sostenibilidad ambiental y la correcta gestión de los impactos identificados.

Además, se determinó el impacto económico de implementar la propuesta de mejora ambiental, obteniendo resultados financieros sólidos: un TMAR de 1.88%, un VAN de S/. 14,761, una TIR de 43% y un B/C de 2.19. Estos indicadores muestran la viabilidad económica del proyecto y su capacidad para generar beneficios ambientales y operativos a largo plazo.

REFERENCIAS

- [1] Bevilacqua, M., Ciarapica, F. E., & Giacchetta, G. (2007). "Development of a quality management system for Italian SMEs: Lessons from an empirical study". *International Journal of Quality & Reliability Management*, 24(2), 202-221.
- [2] Chan, F. T., & Kumar, N. (2007). "Global supplier development considering risk factors using fuzzy extended AHP-based approach". *Omega*, 35(4), 417-431.
- [3] De Treville, S., Shapiro, R. D., & Hameri, A. P. (2004). "From supply chain to demand chain: The role of lead time reduction in improving demand chain performance". *Journal of Operations Management*, 21(6), 613-627.
- [4] Flynn, B. B., Sakakibara, S., Schroeder, R. G., Bates, K. A., & Flynn, E. J. (1990). "Empirical research methods in operations management". *Journal of Operations Management*, 9(2), 250-284.
- [5] Guamán Vargas, C. E. (2016). Auditoría de gestión de la distribuidora de productos de consumo masivo de la línea Nestlé período enero 2013 a diciembre 2014 (Bachelor's thesis, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo).
- [6] Hayes, R. H., & Wheelwright, S. C. (1984). "Restoring our competitive edge: Competing through manufacturing". Wiley.
- [7] Jayaram, J., Ahire, S. L., & Dreyfus, P. (2010). "Contingency relationships of firm size, TQM duration, unionization, and industry context on TQM implementation—a focus on total effects". *Journal of Operations Management*, 28(4), 345-356.
- [8] Kaplan, R. S., & Norton, D. P. (1992). "The balanced scorecard—measures that drive performance". *Harvard Business Review*, 70(1), 71-79.
- [9] Kumar, M., Antony, J., & Dhakar, T. S. (2006). "Integrating quality function deployment and benchmarking to achieve greater profitability". *Benchmarking: An International Journal*, 13(3), 290-310.
- [10] Lee, H. L., & Billington, C. (1992). "Managing supply chain inventory: Pitfalls and opportunities". *Sloan Management Review*, 33(3), 65-73.
- [11] Oviedo Rodríguez, C. A. (2016). Propuesta de Cambio de la Red de Distribución de la Empresa de Consumo Masivo Alicorp SAA para Optimizar los Costos de Distribución Asociados a la Atención de Clientes de la Ciudad de Quillabamba-Cusco.
- [12] Sousa, R., & Voss, C. A. (2008). "Contingency research in operations management practices". *Journal of Operations Management*, 26(6), 697-713.
- [13] Zapata, J. (2023). Estrategias de fidelización para el aumento de las ventas y crecimiento en unidades en la marca Colgate Palmolive focalizado en la categoría de cuidado oral.