

**GERENCIA DE LA CALIDAD E
INNOVACIÓN**

**Trabajo de investigación previo a la obtención del título de
Magíster en Gerencia de la Calidad e Innovación**

AUTORES:

**Ángel Oswaldo Salcedo Cuadrado
Dayana Lisseth Duque Cajas
María Alexandra Cabezas Sandoval
Alex Mauricio Chilig Collaguazo
Andrea Stefanía Cueva Guamán
Carlos Salustino Moreno Castillo**

**Mgs José Francisco Garrido Casas
Mags Nathalie Chauvin Andrade**

Título del Trabajo de Titulación

**“Diseño de un modelo de gestión ambiental conforme a la norma ISO
14001:2015 para la empresa Ingenio Azucarero Monterrey de la provincia de
Loja- Ecuador (MALCA)”**

Quito, (Enero 2026)

Certificación de Autoría

Nosotros, **Ángel Oswaldo Salcedo Cuadrado, Dayana Lisseth Duque Cajas, María Alexandra Cabezas Sandoval, Alex Mauricio Chilig Collaguazo, Andrea Stefanía Cueva Guamán, Carlos Salustino Moreno Castillo**, declaramos bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría; que no ha sido presentado anteriormente para ningún grado o calificación profesional y que se ha consultado la bibliografía detallada. Cedemos nuestros derechos de propiedad intelectual a la Universidad Internacional del Ecuador (UIDE), para que sea publicado y divulgado en internet, según lo establecido en la Ley de Propiedad Intelectual, su reglamento y demás disposiciones legales.



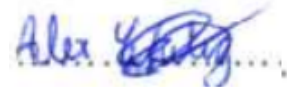
Ángel Oswaldo Salcedo Cuadrado



Dayana Lisseth Duque Cajas



María Alexandra Cabezas Sandoval



Alex Mauricio Chilig Collaguazo



Andrea Stefanía Cueva Guamán



Carlos Salustino Moreno Castillo

Autorización de Derechos de Propiedad Intelectual

Nosotros, **Ángel Oswaldo Salcedo Cuadrado, Dayana Lisseth Duque Cajas, María Alexandra Cabezas Sandoval, Alex Mauricio Chilig Collaguazo, Andrea Stefania Cueva Guamán, Carlos Salustino Moreno Castillo**, en calidad de autores del trabajo de investigación titulado **“Diseño de un modelo de gestión ambiental conforme a la norma ISO 14001:2015 para la empresa Ingenio Azucarero Monterrey de la provincia de Loja- Ecuador (MALCA)”**, autorizamos a la Universidad Internacional del Ecuador (UIDE) para hacer uso de todos los contenidos que nos pertenecen o de parte de los que contiene esta obra, con fines estrictamente académicos o de investigación. Los derechos que como autores nos corresponden, lo establecido en los artículos 5, 6, 8, 19 y demás pertinentes de la Ley de Propiedad Intelectual y su Reglamento en Ecuador.

D. M. Quito, Enero 2026



**Firma del graduando
Ángel Oswaldo Salcedo Cuadrado**



**Firma del graduando
Dayana Lisseth Duque Cajas**



Firma del graduando
María Alexandra Cabezas Sandoval



Firma del graduando
Alex Mauricio Chilig Collaguazo



Firma del graduando
Andrea Stefanía Cueva Guamán



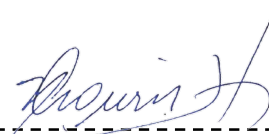
Firma del graduando
Carlos Salustino Moreno Castillo

Aprobación de Dirección y Coordinación del Programa

Nosotros, **Mgs José Francisco Garrido Casas y Coordinador de la Maestría Mags Nathalie Chauvin Andrade**, declaramos que los graduandos: **Ángel Oswaldo Salcedo Cuadrado, Dayana Lisseth Duque Cajas, María Alexandra Cabezas Sandoval, Alex Mauricio Chilig Collaguazo, Andrea Stefanía Cueva Guamán, Carlos Salustino Moreno Castillo**, son los autores exclusivos de la presente investigación y que ésta es original, auténtica y personal de ellos.



Mgs José Francisco Garrido Casas
Director de la
Maestría en Gerencia de la Calidad e
Innovación



Mags Nathalie Chauvin Andrade
Coordinadora de la
Maestría en Gerencia de la Calidad e
Innovación

DEDICATORIA

Este trabajo de investigación es dedicado, primero, a nuestras familias, quienes, con su apoyo constante, comprensión y confianza hicieron posible la culminación de esta etapa académica. Su acompañamiento silencioso y su aliento permanente fueron determinantes para avanzar con perseverancia y responsabilidad.

Extendemos además esta dedicatoria a los docentes de la Maestría en Gerencia de la Calidad e Innovación, cuyo conocimiento, orientación crítica y compromiso con la excelencia académica fortalecieron nuestras competencias profesionales y enriquecieron el desarrollo de la presente investigación.

AGRADECIMIENTOS

Expresamos nuestro profundo agradecimiento a la Universidad Internacional del Ecuador (UIDE) por brindarnos una formación académica orientada a la excelencia, la innovación y el desarrollo profesional, así como por generar espacios de aprendizaje que fortalecieron nuestras capacidades investigativas y gerenciales durante el desarrollo de la Maestría en Gerencia de la Calidad e Innovación.

Agradecemos de manera especial a los docentes de la Universidad, cuyo acompañamiento académico fue fundamental para la construcción de conocimientos sólidos y aplicables a nuestro desempeño profesional. Sus aportes y experiencia contribuyeron de forma decisiva al desarrollo y culminación de este proyecto de titulación. Las herramientas metodológicas y técnicas impartidas a lo largo del programa resultaron esenciales para la elaboración de una propuesta orientada a la empresa MALCA, la cual busca servir como base para la futura implementación del sistema de gestión ambiental ISO 14001, a partir del trabajo desarrollado en la presente investigación.

RESUMEN

La sostenibilidad ambiental constituye un desafío prioritario para el sector agroindustrial, especialmente para la industria azucarera, debido al uso intensivo de recursos naturales y a la generación de residuos, efluentes y emisiones atmosféricas. En este contexto, la presente investigación tuvo como objetivo diseñar un Sistema de Gestión Ambiental (SGA) conforme a los requisitos de la norma ISO 14001:2015 para la empresa Monterrey Azucarera Lojana C.A. (MALCA), ubicada en la provincia de Loja, Ecuador, con el propósito de optimizar su desempeño ambiental y asegurar el cumplimiento del marco legal ecuatoriano vigente.

La investigación se desarrolló bajo un enfoque aplicado y descriptivo, mediante una Revisión Ambiental Inicial, la identificación y evaluación de aspectos e impactos ambientales a través de una metodología matricial semicuantitativa, y el análisis de cumplimiento legal con su normativa correspondiente. Los resultados evidenciaron aspectos ambientales significativos asociados a procesos como la quema de caña y bagazo, el consumo de agua industrial, la gestión de efluentes, residuos peligrosos y emisiones atmosféricas. Asimismo, se identificaron no conformidades legales relevantes y brechas de nivel alto frente a la norma ISO 14001:2015, principalmente en control operacional, evaluación del cumplimiento, preparación y respuesta ante emergencias, seguimiento del desempeño ambiental y gestión de riesgos y oportunidades.

Como aporte principal, se propone el diseño integral del SGA alineado con la estructura de alto nivel de la ISO 14001:2015 y el ciclo PHVA, incorporando la política ambiental, el alcance, la

matriz legal, procedimientos operativos, indicadores de desempeño y mecanismos de mejora continua, constituyéndose en una base técnica para su futura implementación y certificación.

Palabras Claves: Sistema de Gestión Ambiental; ISO 14001:2015; industria azucarera; aspectos e impactos ambientales; cumplimiento legal; sostenibilidad ambiental.

ABSTRACT

Environmental sustainability represents a critical challenge for the agro-industrial sector, particularly for the sugar industry, due to the intensive use of natural resources and the generation of waste, effluents, and atmospheric emissions. In this context, the present research aimed to design an Environmental Management System (EMS) in accordance with the requirements of ISO 14001:2015 for “Monterrey Azucarera Lojana C.A”. (MALCA), located in the province of Loja, Ecuador, with the purpose of optimizing its environmental performance and ensuring compliance with the Ecuadorian legal framework.

The study was conducted using an applied and descriptive approach, through an Initial Environmental Review, the identification and evaluation of environmental aspects and impacts using a semi-quantitative matrix methodology, and the analysis of legal compliance according to applicable regulations. The results identified significant environmental aspects associated with processes such as sugarcane and bagasse burning, industrial water consumption, effluent management, hazardous waste, and atmospheric emissions. Furthermore, relevant legal nonconformities and high-level gaps with respect to ISO 14001:2015 were identified, particularly in operational control, compliance evaluation, emergency preparedness and response, environmental performance monitoring, and risk and opportunity management.

As the main contribution, the study proposes an integrated EMS design aligned with the ISO 14001:2015 high-level structure and the PDCA cycle, incorporating the environmental policy, scope, legal matrix, operational procedures, performance indicators, and continuous improvement mechanisms, providing a technical foundation for its future implementation and certification.

Keywords: Environmental Management System; ISO 14001:2015; sugar industry; environmental aspects and impacts; legal compliance; environmental sustainability.

TABLA DE CONTENIDOS (ÍNDICE)

Certificación de Autoría	2
Autorización de Derechos de Propiedad Intelectual	3
Acuerdo de Confidencialidad	5
Aprobación de Dirección y Coordinación del Programa	6
DEDICATORIA	7
AGRADECIMIENTOS	8
RESUMEN	9
ABSTRACT	11
TABLA DE CONTENIDOS (ÍNDICE)	13
LISTA DE TABLAS (ÍNDICE DE TABLAS)	19
LISTA DE FIGURAS (Índice de figuras)	21
CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN	22
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA E IMPORTANCIA DEL ESTUDIO	22
Pregunta de investigación:	23
Importancia del estudio:	23
1.2. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	24

Objetivo general	24
Objetivos específicos	24
1.3. ALCANCE DEL PROYECTO	25
1.4. LIMITACIONES Y SUPUESTOS DEL ESTUDIO	26
1.5. PERFIL DE LA ORGANIZACIÓN	27
1.5.1. Nombre, actividades, mercados servidos y principales cifras	27
CAPÍTULO 2. MARCO REFERENCIAL Y DIAGNÓSTICO SITUACIONAL	32
2.1. MARCO TEÓRICO.	32
2.1.1. Sistemas de Gestión Ambiental (SGA) y Estructura de Alto Nivel (HLS)	32
2.1.2. Ciclo PHVA/PDCA en ISO 14001	32
2.1.3. Identificación y evaluación de aspectos e impactos ambientales (AAS)	32
2.1.4. Enfoque de ciclo de vida y cadena de valor del azúcar	33
2.1.5. Partes interesadas y obligaciones de cumplimiento	33
2.1.6. Revisión Ambiental Inicial (RAI) y Análisis de Brechas	33
2.1.7. Ecoeficiencia y mejora de procesos en el SGA	34
2.2. DIAGNÓSTICO SITUACIONAL DE MALCA (CLÁUSULA 4 ISO 14001)	34
2.2.1. Perfil de la Empresa MALCA	34
2.2.2. Contexto estratégico y ambiental (análisis PESTEL)	37

2.2.3. Análisis del Contexto Externo e Interno	42
2.2.4. Mapa de procesos y ciclo de vida:	45
2.2.5. Identificación de Partes interesadas y requisitos (Cl. 4.2)	45
2.3. REVISIÓN AMBIENTAL INICIAL (RAI) Y ANÁLISIS DE BRECHAS	48
2.3.1. Identificación y Evaluación de Aspectos Ambientales Significativos (AAS)	49
2.3.2. Análisis de Cumplimiento Legal Ambiental (COA)	52
2.3.3. Brechas frente a los Requisitos de la Norma ISO 14001:2015	53
2.4. Línea base y prioridades para el diseño del SGA	58
CAPÍTULO 3. DISEÑO DEL SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL	60
3.1. Direccionamiento Estratégico Ambiental (Cláusula 5 y 6)	60
3.1.1. Matriz de Objetivos Ambientales SMART y Metas.	66
3.1.2. Alcance del SGA	69
3.2. Diseño del Control Operacional (Cláusula 8.1)	70
3.2.1. Estandarización de procesos críticos (Agua y Efluentes).	70
3.2.2. Gestión de emisiones atmosféricas y eficiencia energética (Calderas).	78
3.2.3. Gestión integral de residuos y sustancias químicas (Talleres y Laboratorios).	89
3.2.4. Procedimiento de aceites usados en talleres.	89

	89
3.3. Preparación y Respuesta ante Emergencias (Cláusula 8.2)	96
3.3.1. Identificación de escenarios de riesgo y protocolos de actuación.	96
3.3.2. Evaluar potenciales daños en las calderas, áreas aledañas y demás instalaciones.	103
3.4. Estructura de brigadas de emergencia	103
3.4.1. Jefe de brigada de emergencia.	104
3.4.2. Brigada de alarma y evacuación.	105
 CAPÍTULO 4. EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO, MEJORA Y VIABILIDAD (VERIFICACIÓN Y ACTUAR)	
	11
0	
4.1. Sistema de Seguimiento y Medición (Cláusula 9.1)	110
4.1.2. Tablero de Control de KPIs y plan de monitoreo legal	110
4.2. Auditoría, Revisión y Mejora Continua (Cláusula 9.2, 9.3 y 10)	118
4.2.1. Procedimiento de Auditoría Interna y Revisión por la Dirección.	118
4.2.2. Gestión de No Conformidades y Acciones Correctivas.	119
4.3. Plan de Implementación (Cronograma).	122
4.3.1. Fases principales del SGA	122

4.4. Análisis de Viabilidad Económica y Financiera.	125
CAPÍTULO 5: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	129
5.1. Conclusiones generales	129
5.2. Conclusiones específicas	129
BIBLIOGRAFÍA	132
ANEXOS	135

LISTA DE TABLAS (ÍNDICE DE TABLAS)

Tabla 1	Matriz FODA	41
Tabla 2	Matriz de necesidades, expectativas e impacto de las partes interesadas de MALCA:	45
Tabla 3	Ponderación: definición de criterios de significancia ambiental y valoración.	48
Tabla 4	Matriz de significancia ASS.	49
Tabla 5	Resumen ASS identificados	50
Tabla 6	Cumplimiento legal: Resumen no conformidades identificadas.	51
Tabla 7	Brechas críticas identificadas: Top-10.	55
Tabla 8	Objetivos 1 SMART del proyecto del SGA.	66
Tabla 9	Objetivos 2 SMART del proyecto del SGA.	66
Tabla 10	Objetivos 3 SMART del proyecto del SGA	67
Tabla 11	Objetivos 4 SMART del proyecto del SGA.	67
Tabla 12	Matriz de planificación de objetivos del SGA	68
Tabla 13	Consumo de agua en fábrica de elaboración de azúcar	70
Tabla 14	Parámetros de calidad del agua de efluentes	72
Tabla 15	Datos técnicos de la caldera	77

Tabla 16	Matriz de acciones y controles del plan contra incendios	107
Tabla 17	KPIs del plan de control de incendios	111
Tabla 18	Matriz de indicadores	114
Tabla 19	Formato de registro de auditoría	120
Tabla 20	Diagrama Gantt del proyecto	122
Tabla 21	Resumen del análisis económico del proyecto	125
Tabla 22	Resumen del análisis financiero.	127

LISTA DE FIGURAS (Índice de figuras)

Figura 1.	Mapa macro de procesos del ingenio	44
Figura 2.	Diagrama de Flujo Hídrico sin Recirculación	71
Figura 3.	Sistema de Abastecimiento de Agua	75
Figura 4.	Diagrama de Flujo Hídrico Propuesto.	76
Figura 5.	Brigada de alarma y evacuación	104
Figura 6.	Diagrama Ishikawa	105
Figura 7.	Incendio en la Bagacera	107

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA E IMPORTANCIA DEL ESTUDIO

La sostenibilidad industrial es hoy un imperativo estratégico y normativo, impulsada por la creciente presión social y comercial para mitigar los efectos del cambio climático y la degradación de los ecosistemas. En este contexto, el sector agroindustrial, y específicamente la industria azucarera, enfrenta desafíos significativos debido a la naturaleza intensiva de sus procesos, los cuales demandan grandes volúmenes de recursos hídricos y generan residuos complejos como vinazas, bagazo y emisiones atmosféricas (García Ramos, Quirós Roque, & Rosales Mendoza, 2022). Para abordar estas problemáticas, la implementación de Sistemas de Gestión Ambiental (SGA) bajo la norma internacional ISO 14001:2015 se presenta como la estrategia más robusta, permitiendo a las organizaciones no solo cumplir con la legislación, sino integrar la gestión ambiental en su modelo de negocio estratégico y promover la mejora continua del desempeño (ISO, 2015).

En Ecuador, además, la Constitución (2008) reconoce los Derechos de la Naturaleza y el Código Orgánico del Ambiente (COA, 2017) establece principios como prevención, precaución y responsabilidad integral, configurando un entorno regulatorio exigente para actividades de mediano y alto impacto, como los ingenios azucareros (Código Orgánico del Ambiente (COA), 2017).

En este marco, Monterrey Azucarera Lojana C.A. (MALCA) —ubicada en el valle de Catamayo (Loja)— enfrenta el reto de fortalecer su gestión ambiental para mitigar riesgos asociados al uso

de agua, a la combustión de bagazo y a la gestión de efluentes y residuos, en un entorno social sensible y con presencia de comunidades cercanas (Bravo, 2021)

El problema central identificado es la ausencia de un SGA formal y certificado en MALCA, lo que se traduce en una gestión principalmente reactiva, exposición a riesgos de incumplimiento legal, potenciales tensiones con partes interesadas y pérdida de competitividad en mercados que exigen prácticas verificables de sostenibilidad

Pregunta de investigación:

¿Cómo diseñar un SGA, conforme a los requisitos de la ISO 14001:2015, que permita a MALCA identificar, evaluar y controlar sus impactos ambientales de manera eficaz, asegurando el cumplimiento normativo y la mejora continua del desempeño?

Importancia del estudio:

Legal-regulatoria: Alinea la gestión corporativa con la Constitución y el COA, previene sanciones y consolida la licencia ambiental (Código Orgánico del Ambiente (COA), 2017).

Operativa-económica: Favorece la ecoeficiencia, reduce costos y abre acceso a cadenas de suministro que valoran certificaciones ambientales (NQA, s.f.).

Social-ambiental: Minimiza externalidades (ruido, hollín, olores, descargas), fortalece la licencia social y contribuye a la conservación de la cuenca local (Bravo, 2021).

1.2. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

Objetivo general

Diseñar un Sistema de Gestión Ambiental para la empresa Monterrey Azucarera Lojana C.A. (MALCA), basado en los requisitos de la norma ISO 14001:2015, a través de un diagnóstico situacional y la evaluación de impactos, para optimizar el desempeño ambiental y asegurar el cumplimiento de la normativa legal ecuatoriana.

Objetivos específicos

Realizar una Revisión Ambiental Inicial (RAI), contrastando las prácticas existentes con los requisitos de la norma ISO 14001:2015 y el marco legal nacional (COA) identificando brechas de cumplimiento.

Identificar y evaluar los aspectos e impactos ambientales derivados de los procesos agrícolas e industriales del ingenio, priorizando los Aspectos Ambientales Significativos (AAS) para priorizar las áreas de intervención.

Elaborar la estructura documental y operativa del SGA, incluyendo la política ambiental, objetivos/KPIs, procedimientos de control operacional, gestión de cumplimiento, plan de emergencias, y lineamientos de seguimiento y mejora continua, con propuestas técnicas para la mitigación de impactos críticos.

Nota metodológica: Los objetivos se formularán con criterios SMART (especificidad, medibilidad, alcance realista, relevancia y temporalidad) al momento de definir metas e indicadores por proceso (ISO, 2015).

1.3. ALCANCE DEL PROYECTO

El proyecto es estrictamente documental y de diseño del SGA. No contempla implementación, mediciones in situ, auditorías internas/externas ni certificación.

Es exploratorio porque indaga en la situación ambiental específica de un sector industrial clave en la provincia de Loja, donde la literatura académica es limitada. Es descriptiva al referir los procesos productivos de la molienda de caña y sus impactos asociados; y es propositiva al culminar con el diseño de un sistema de gestión (SGA) factible de futura implementación (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2014).

El alcance comprende:

Cláusulas ISO 14001:2015 cubiertas: 4 (Contexto), 5 (Liderazgo y política), 6 (Planificación), 7 (Soporte), 8 (Operación, incluido 8.2 emergencias), 9 (Evaluación del desempeño: 9.1 monitoreo, 9.2 auditoría interna, 9.3 revisión por la dirección) y 10 (Mejora).

Procesos incluidos: agrícolas (riego, cosecha/zafra), industriales (recepción/lavado, molienda, clarificación/evaporación, cristalización/centrifugado, secado/empaque), y soporte (calderas/generación de vapor, mantenimiento, laboratorios, gestión de químicos, residuos/efluentes).

Ámbito geográfico: instalaciones y operaciones de MALCA en el valle de Catamayo (Loja).

Horizonte temporal: línea base y diseño referidos al año 2025.

Quedan fuera del alcance las actividades comerciales/marketing y la gestión financiera corporativa no vinculada directamente a la gestión ambiental.

1.4. LIMITACIONES Y SUPUESTOS DEL ESTUDIO

Fuentes de información: el estudio se basa en análisis documental y fuentes secundarias disponibles; no se realizaron mediciones in situ ni entrevistas al personal por restricciones de acceso y tiempo.

Datos operativos y financieros: ante la ausencia de datos primarios verificables, cualquier evaluación de viabilidad económica (VAN, TIR, Payback, ROI) se desarrollará con escenarios y supuestos explícitos, para fines demostrativos y académicos, recomendándole su recalibración con datos reales en fases de implementación.

Generalización: las conclusiones derivan del caso MALCA y del contexto regulatorio ecuatoriano; su extrapolación a otros ingenios requiere ajuste según condiciones específicas (ISO, 2015).

Entregables documentales: Política y alcance del SGA; matriz de partes interesadas; matriz legal; matriz de AAS priorizada; objetivos SMART y KPIs; procedimientos e instructivos; programas de control operacional; plan de emergencias; Gantt propuesto; guía de Payback/VAN/TIR/ROI; plan de seguimiento y mejora.

1.5. PERFIL DE LA ORGANIZACIÓN

1.5.1. Nombre, actividades, mercados servidos y principales cifras

Nombre de la empresa:

Monterrey Azucarera Lojana C.A. (MALCA).

Misión, visión, valores:

Misión. Damos vida a la riqueza del campo generando productos de calidad, con alto valor para nuestros clientes, colaboradores, cañicultores, proveedores y accionistas. innovamos y promovemos prácticas sostenibles, impulsando el desarrollo integral de nuestras comunidades.

Visión. Ser una empresa referente en la industria azucarera ecuatoriana, reconocida por su compromiso con la innovación, calidad y sostenibilidad. Con un legado que trascienda generaciones, inspirando progreso económico , social y ambiental.

Valores. Trabajo en equipo, sostenibilidad, calidad e innovación.

Actividades, marcas, productos y servicios:

La actividad principal corresponde al CIIU C1072.01: Elaboración de azúcar y subproductos. Sus productos incluyen azúcar blanca, azúcar morena, melaza. Comercializa bajo la marca "Azúcar Monterrey".

Ubicación de la sede:

Km 4 ½ Vía a la Costa, Cantón Catamayo, Provincia de Loja, Ecuador. El valle de Catamayo ofrece condiciones climáticas ideales (altas temperaturas y radiación) para el cultivo de caña de azúcar.

Ubicación de las operaciones:

Las operaciones agrícolas (cultivo y cosecha) y las industriales (ingenio) se encuentran integradas en la misma zona geográfica del valle de Catamayo, facilitando la logística de transporte de materia prima.

Propiedad y forma jurídica:

Sociedad Anónima (C.A.), constituida legalmente en Ecuador bajo la supervisión de la Superintendencia de Compañías.

Mercados servidos o ubicación de sus actividades de negocio:

Principalmente el mercado nacional ecuatoriano, con fuerte presencia en la región sur (Loja, Zamora Chinchipe, El Oro) y distribución a nivel nacional.

Tamaño de la organización:

Empresa grande. Cuenta con aproximadamente 650 colaboradores directos y con ellos más 1500 indirectos entre distribuidores y proveedores, generando influencia

económica indirecta en más de 2100 familias que dependen de la actividad económica de la empresa (MALCA, 2025).

Procesos claves relacionados con el objetivo propuesto:

- Cultivo y cosecha
- Recepción de materia prima
- Lavado y preparación de caña
- Molienda (extracción de jugo).
- Clarificación y evaporación.
- Cristalización y centrifugado.
- Generación de vapor (calderas).
- Mantenimiento

Principales cifras, ratios y números que definen a la empresa

Las principales cifras oficiales de la empresa no se encuentran disponibles públicamente, pero los datos de ranking y estimaciones comerciales son los siguientes:

Ingresos totales (estimado 2024): ≈ \$20.2 millones USD de ventas.(Ekos Negocios, 2024).

Utilidad bruta (estimada): ≈ \$152 306 USD (Ekos Negocios, 2024).

Número de accionistas: alrededor de 31 accionistas registrados.

En Ecuador hay seis ingenios azucareros entre ellos se producen más de 500000 toneladas métricas anuales, el Ingenio Monterrey contribuye con un aproximado del 6% de volumen nacional (Ecuabursatil, 2024).

Modelo de negocio.

Actualmente los productos de Monterrey Azucarera se comercializan en las provincias de Loja, Zamora Chinchipe, Azuay, El Oro y Morona Santiago, en donde se distinguen tres segmentos de clientes empresariales, según su canal de distribución se encuentran clasificados en, corporativos, industriales, distribuidores locales y regionales.

La misión de la empresa enfatiza su compromiso con la calidad de sus productos mediante procesos estructurados, integración vertical de su cadena de valor y la responsabilidad social. Por lo que la propuesta de valor se basa en:

Calidad de productos

Integración vertical de la cadena de valor

Responsabilidad social.

Grupos de interés internos y externos.

El ingenio Monterrey tiene un ecosistema amplio de stakeholders, que incluyen a internos con alta influencia y externos estratégicos. Conocer su influencia e intereses le permite mejorar la gestión estratégica, la sostenibilidad y responsabilidad social.

Los principales grupos de interés internos son: personal administrativo y operativo, sindicato, dueños e inversionistas/accionistas y alta dirección.

Los grupos de interés externos son: autoridades de control, comunidad local, clientes y mercado/distribuidores, proveedores (cañicultores).

Otros datos de interés

El Ingenio Monterrey es reconocido en el sector por su productividad, estándares de calidad y rendimiento tanto agrícola como fabriles.

-Rendimiento fabril de 110 kg/ton de caña molida.

-Rendimiento agrícola de 120 ton/ hectárea cultivada

CAPÍTULO 2. MARCO REFERENCIAL Y DIAGNÓSTICO SITUACIONAL

2.1. MARCO TEÓRICO.

2.1.1. *Sistemas de Gestión Ambiental (SGA) y Estructura de Alto Nivel (HLS)*

Un SGA es el conjunto de políticas, procesos y recursos con los que una organización gestiona sus aspectos e impactos ambientales, asegurando cumplimiento y mejora continua.

La

ISO 14001:2015 adopta la Estructura de Alto Nivel (HLS), articulada en las cláusulas 4 (Contexto), 5 (Liderazgo), 6 (Planificación), 7 (Soporte), 8 (Operación), 9 (Evaluación del desempeño) y 10 (Mejora), de modo que el sistema se integre a la dirección estratégica y a los riesgos y oportunidades del negocio (ISO, 2015) (Suárez Espinosa & Salinas Magaña, 2024)

2.1.2. *Ciclo PHVA/PDCA en ISO 14001*

El PHVA/PDCA (Planear–Hacer–Verificar–Actuar) es la lógica operativa del

SGA: Planear: identificar aspectos/impactos, obligaciones y objetivos (Cl. 6);

Hacer: controlar operativamente procesos y emergencias (Cl. 8);

Verificar: monitorear, medir, auditar y revisar (Cl. 9);

Actuar: corregir y mejorar (Cl. 10).

Este enfoque permite prevenir la contaminación y mejorar el desempeño ambiental en ciclos iterativos (ISO, 2015) (Banco Interamericano de Desarrollo (BID), 2017).

2.1.3. *Identificación y evaluación de aspectos e impactos ambientales (AAS)*

La ISO exige determinar los AAS considerando condiciones normales, anormales y de emergencia (Cl. 6.1.2). Para ingenios, los impactos más reportados incluyen consumo intensiv

de agua, emisiones por combustión de bagazo y descargas de vinazas con elevada carga orgánica (Cheesman, 2004; Ospina León, Manotas Duque, & Ramírez Malule, 2022). La evaluación se realiza mediante métodos matriciales semicuantitativos que asignan puntajes y umbrales de significancia para priorizar el control (ISO, 2015) (Suárez Espinosa & Salinas Magaña, 2024).

2.1.4. Enfoque de ciclo de vida y cadena de valor del azúcar

El SGA debe considerar etapas desde el cultivo hasta el empaque, incluyendo soporte energético y gestión de residuos/efluentes, con mirada de ciclo de vida (cultivo→recepción/lavado→molienda→clarificación/evaporación→cristalización/centrifugado→secado/empaque→generación de vapor→manejo de residuos/efluentes). Esto facilita la trazabilidad de aspectos e impactos en la cadena (Cheesman, 2004).

2.1.5. Partes interesadas y obligaciones de cumplimiento

Comprender necesidades y expectativas de autoridades, comunidad, clientes, colaboradores, accionistas y proveedores es esencial para definir obligaciones de cumplimiento (legales y otros requisitos) y alinear el SGA (Cl. 4.2). En Ecuador, rigen la Constitución (Derechos de la Naturaleza) y el COA/RCOA (licencia ambiental, límites máximos permisibles para descargas y emisiones, gestión de residuos peligrosos), así como ordenanzas locales (ISO, 2015) (Código Orgánico del Ambiente (COA), 2017).

2.1.6. Revisión Ambiental Inicial (RAI) y Análisis de Brechas

La Revisión Ambiental Inicial (RAI), también conocida como Diagnóstico Ambiental Inicial, constituye el pilar fundamental en la fase de planificación para cualquier organización que

aspire a implementar un Sistema de Gestión Ambiental (SGA) conforme a la norma ISO 14001:2015, especialmente en empresas que, como MALCA, carecen de un SGA formal preexistente.

El propósito estratégico de la RAI es establecer una línea base objetiva para evaluar la posición real de la organización respecto a su desempeño ambiental y al cumplimiento de sus obligaciones, permitiendo así definir el alcance, la política y los objetivos ambientales (ISO, 2015). Para MALCA, la RAI es indispensable para:

- a) establecer la línea base de desempeño ambiental;
- b) identificar todos los aspectos e impactos significativos; y
- c) determinar el grado de cumplimiento legal vigente.

Este proceso permite priorizar las acciones de gestión y definir el alcance y los objetivos del futuro SGA, focalizando los recursos en las áreas de mayor riesgo ambiental y legal.

2.1.7. Ecoeficiencia y mejora de procesos en el SGA

Metodologías como Lean, 5S, TPM y AMFE complementan el SGA al reducir desperdicios (agua, energía, químicos), estandarizar procesos y anticipar fallas; se integran a la prevención de la contaminación y a la mejora continua (BID, 2017; ISO, 2015).

2.2. DIAGNÓSTICO SITUACIONAL DE MALCA (CLÁUSULA 4 ISO 14001)

2.2.1. Perfil de la Empresa MALCA

Monterrey Azucarera Lojana C.A. (MALCA) representa una de las empresas agroalimentarias más longevas y emblemáticas del austro ecuatoriano. Se fundó en 1959, se ha consolidado como un motor de desarrollo económico para la provincia de Loja y principalmente para el cantón Catamayo donde se ubica, enfocando su actividad en la producción y procesamiento de caña de azúcar en el valle homónimo, contribuyendo significativamente al crecimiento de la región.

Misión

“Damos vida a la riqueza del campo generando productos de calidad, con alto valor para nuestros clientes, colaboradores, cañicultores, proveedores y accionistas. Innovamos y promovemos prácticas sostenibles, impulsando el desarrollo integral de nuestras comunidades”. Esta misión se centra en cultivar, procesar y comercializar productos derivados de la caña de azúcar con altos estándares de calidad, contribuyendo al desarrollo socioeconómico de la provincia de Loja.

Desde una perspectiva de gestión ambiental, esta misión implica que la calidad del producto final debe ir de la mano con la calidad del proceso, incluyendo la gestión responsable de los insumos y residuos, en línea con el enfoque de la Gestión de la Calidad Total (GCT) (Banco Interamericano de Desarrollo (BID), 2017).

Visión

“Ser una empresa referente en la industria azucarera ecuatoriana, reconocida por su compromiso con la innovación, calidad, y sostenibilidad. Con un legado que trascienda generaciones, inspirando progreso económico, social y ambiental”.

MALCA aspira a ser una empresa agroindustrial líder en sostenibilidad, reconocida por su innovación y responsabilidad con el entorno y sus colaboradores, esta aspiración establece directamente el marco estratégico para el diseño de un SGA.

Actualmente la sostenibilidad y la responsabilidad ambiental no son opciones, por lo que deben ser los pilares estratégicos de la visión de MALCA a largo plazo.

La certificación ISO 14001 es un vehículo para materializar esta aspiración.

Valores corporativos

“Trabajo en equipo, sostenibilidad, calidad e innovación”

El pilar de la sostenibilidad constituye la materialización del respeto y compromiso con el medio ambiente, tal como lo exige la norma ISO 14001:2015 desde su cláusula 5.2 sobre Liderazgo y Política Ambiental.

Posicionamiento de mercado

A pesar de su importancia regional en el sur del país, MALCA enfrenta un escenario de alta competencia. Actualmente, capta una cuota del 5% del mercado nacional, con una producción promedio sostenida de 23.000 toneladas métricas anuales en los últimos periodos.

Situación competitiva

La empresa opera en un entorno nacional caracterizado por una sobreproducción estructural. Datos sectoriales indican una producción nacional que bordea las 520.000 toneladas métricas frente a un consumo interno de apenas 250.000 toneladas métricas. Este excedente del 108% satura el mercado, deprime los precios y obliga a ingenios medianos como MALCA a buscar estrategias de diferenciación urgentes, ya que competir exclusivamente por volumen o precio resulta insostenible frente a los grandes conglomerados. (Ecuabursatil, 2024)

2.2.2. Contexto estratégico y ambiental (análisis PESTEL)

Siguiendo las directrices de la Cláusula 4.1 de la ISO 14001, se ha estructurado a continuación un análisis PESTEL (Político, Económico, Social, Tecnológico, Ecológico y Legal) que permite identificar las cuestiones externas e internas que crean riesgos u oportunidades para MALCA y que deben ser consideradas en la planificación del SGA.

P. Políticos

En Ecuador, la estabilidad política es un factor de riesgo para la inversión a largo plazo. Las políticas sectoriales generalmente favorecen la producción agrícola nacional, sin embargo, la industria azucarera se encuentra fuertemente sujeta a políticas gubernamentales que intervienen en la regulación de precios, subsidios y aranceles. La transición gubernamental puede influir en la rigurosidad de los controles ambientales por parte de la Autoridad Ambiental Nacional.

El precio de sustentación de la caña de azúcar es fijado políticamente para proteger al agricultor. MALCA opera con un precio de referencia de materia prima en torno a los \$31,70 por tonelada métrica. Sin embargo, existen presiones gremiales y acuerdos ministeriales recientes que empujan este precio hacia los \$35,05, lo que incrementa directamente los costos operativos de la empresa, reduciendo sus márgenes y exigiendo mayor eficiencia industrial para compensarlo.

El Estado ecuatoriano promueve la adopción de tecnologías limpias. La implementación de la ISO 14001:2015 es vista políticamente como un estándar de mejores prácticas que blindo a la empresa ante cambios regulatorios abruptos y facilita la relación con los entes de control.

E. Económicos

La industria azucarera opera en un mercado de commodity, cuyos precios son volátiles a nivel internacional. A nivel nacional, el sector agrícola ha mostrado una recuperación sostenida post-pandemia, con incrementos en las ventas (Ministerio de Producción, Comercio Exterior e

Inversiones, 2024). La dependencia de los precios del petróleo (para el transporte y maquinaria agrícola) afecta directamente la estructura de costos de MALCA.

El mencionado superávit de producción (520k vs 250k toneladas) genera una guerra de precios agresiva. Para MALCA, que no posee las economías de escala de los ingenios de la costa, la eficiencia operativa se vuelve el factor crítico para reducir costos unitarios y mantener competitividad.

El mercado del azúcar tradicional enfrenta una contracción debido a la penetración de edulcorantes bajos en calorías y cambios en los hábitos de consumo, un segmento alternativo

que se estima crecerá en 19,6 millones de dólares en el año en curso. Esto representa una fuga de ingresos que el SGA debe ayudar a mitigar mediante la diversificación hacia productos con valor agregado.

S. Sociales

El ingenio MALCA es un gran generador de empleo directo e indirecto en una zona donde las oportunidades laborales son limitadas (Superintendencia de Competencia Económica, 2021). La empresa ejecuta programas de Responsabilidad Social Empresarial (RSE) en educación, salud y nutrición. No obstante, existe una alta sensibilidad social respecto a la contaminación de fuentes hídricas y las emisiones atmosféricas (ceniza y hollín), especialmente en el contexto del valle de Catamayo.

La tendencia hacia estilos de vida saludables presiona a la industria a demostrar que sus procesos son inocuos y responsables, combatiendo la percepción negativa de la azúcar refinada.

Un SGA certificado fortalecería la reputación corporativa, validando el compromiso social de la empresa y asegurando el "respaldo social" al cultivo de caña, vital para evitar conflictos comunitarios.

T. Tecnológicos

La tecnología en la industria azucarera se enfoca en la eficiencia de la molienda, el tratamiento de efluentes y la cogeneración. La adopción de tecnologías limpias es un requisito explícito que el Estado promueve (Constitución de la República del Ecuador, 2008).

Existe una brecha tecnológica significativa. Mientras la industria avanza hacia la automatización de la siembra y cosecha, MALCA enfrenta limitaciones de inversión por los altos costos de capital.

La tecnología actual permite valorizar el bagazo (residuo fibroso de la molienda) para la cogeneración de energía eléctrica. Ecuador posee un potencial energético de biomasa de aproximadamente 12.700 GWh/año, pero su aprovechamiento es incipiente. Para MALCA, invertir en calderas de alto rendimiento, abriría una nueva unidad de negocio mediante la venta de energía a la red, alineándose con los principios de economía circular del SGA.

E. Ecológicos/Ambientales

Este factor es el núcleo del SGA. Los riesgos incluyen el cambio climático, que provoca sequías o inundaciones que afectan la cosecha (OCDE-FAO, 2025).

Los impactos críticos identificados son:

Huella hídrica: El cultivo y procesamiento de caña demandan volúmenes masivos de agua. La dependencia excesiva de este recurso, sumada a los riesgos de sequía por el cambio climático (Fenómeno de El Niño/La Niña), representa una vulnerabilidad operativa mayor.

Calidad del aire: La práctica tradicional de la quema de caña antes de la cosecha y las emisiones de material particulado de las calderas actuales son fuentes significativas de contaminación atmosférica y conflicto social.

Gestión de vinazas: La producción de azúcar genera vinazas, un residuo líquido con alta carga orgánica y pH ácido que, si no se trata, puede degradar suelos y cuerpos de agua, pero que tecnológicamente puede transformarse en fertilizante o biogás.

La oportunidad reside en la gestión eficiente del bagazo como fuente de energía renovable y en la minimización del uso de agroquímicos a través de técnicas biológicas.

La implementación del SGA busca mitigar el riesgo ambiental y capitalizar las oportunidades de ecoeficiencia.

L. Legales

El marco legal ecuatoriano es uno de los más rigurosos a nivel constitucional y orgánico, sirviendo como una restricción operativa clave para MALCA.

Constitución de la República (2008): Reconoce el derecho a un ambiente sano (Art. 14) y los Derechos de la Naturaleza (Art. 71), estableciendo la obligación de prevenir y reparar el daño ambiental.

Código Orgánico del Ambiente (COA, 2017): Establece principios fundamentales como la Responsabilidad Integral, el principio de Precaución y Prevención, y el principio de Mejor Tecnología Disponible y Mejores Prácticas Ambientales (Art. 395). Esto obliga a MALCA a mantener su gestión al día y a invertir en tecnología de mitigación.

El COA regula la obligatoriedad de obtener una Licencia Ambiental para actividades de mediano y alto impacto (como un ingenio azucarero) para operar según el Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica (MAATE), y cumplir con los límites de emisión y descarga establecidos en su Reglamento (Código Orgánico del Ambiente (COA), 2017).

El COA también impone sanciones severas bajo el principio de "quien contamina paga".

El incumplimiento no solo acarrea multas, sino riesgos penales y de clausura.

Reglamento al COA (2019): Detalla las normas técnicas, límites permisibles y el procedimiento para la obtención y seguimiento de permisos y licencias ambientales, siendo un requisito indispensable para la Cláusula 6.1.3 de la ISO 14001.

Fuentes normativas clave en Ecuador:

1. **Código Orgánico del Ambiente (COA) y su reglamento de aplicación (RCOA):**
Eje central de la gestión.
2. **Límites Máximos Permisibles (LMP):** Normas Técnicas Ecuatorianas para descargas líquidas, emisiones atmosféricas y ruido (Ej. Libro VI, Anexo 1 del RCOA).
3. **Acuerdo Ministerial (AM) No. 061 y sucesores:** Regulación para la gestión de residuos peligrosos.
4. **Acuerdos Ministeriales Sectoriales:** Regulaciones específicas para la agroindustria (e.g., control de plagas, uso de agroquímicos).
5. **Ordenanzas Locales:** Normativa del GAD Cantonal de Catamayo y Provincial de Loja.

2.2.3. Análisis del Contexto Externo e Interno

FODA:

Tabla 1 Matriz FODA

MATRIZ FODA	FACTORES INTERNOS Y EXTERNOS
FORTALEZAS (Internas)	<p>1. Control de materia prima: El 52% de la caña procesada proviene de cultivos propios, garantizando trazabilidad y calidad; el 48% restante se asegura mediante relaciones estrechas con cañicultores locales.</p> <p>2. Ubicación estratégica: El valle de Catamayo permite una zafra extendida de hasta 10 meses al año, una ventaja competitiva frente a ingenios de otras latitudes con zafras más cortas.</p>

<p>1.</p>	<p>3. Sostenibilidad incipiente: Ya se implementan prácticas de control biológico de plagas (reduciendo agroquímicos) y un esquema básico de economía circular con el uso de subproductos.</p> <p>4. Reconocimiento de marca: Fuerte posicionamiento y lealtad del consumidor en la Región Sur (Loja).</p>
<p>DEBILIDADES (Internas)</p>	<p>1. Tecnología obsoleta: Equipos antiguos en fábrica que reducen la eficiencia de extracción y aumentan el consumo energético.</p> <p>2. Gestión del talento: Alta rotación de personal y fuga de talentos debido a turnos rotativos y condiciones laborales, sumado a desacuerdos con el sindicato.</p> <p>3. Cultura organizacional rígida: Deficiente comunicación con el personal operativo de mayor antigüedad, quienes muestran resistencia a abandonar esquemas de trabajo tradicionales.</p> <p>4. Costos operativos: Elevada dependencia de mano de obra y consumo excesivo de agua, inflando los costos de producción frente a competidores más tecnificados.</p>
<p>OPORTUNIDADES (Externas)</p>	<p>1. Diversificación de portafolio: Mercado potencial para nuevas presentaciones (azúcar líquida, impalpable, morena) que añadan valor.</p> <p>2. Alianzas académicas: Colaboración con universidades para I+D+i (Investigación, Desarrollo e innovación) en bioproductos y mejora de procesos.</p> <p>3. Cogeneración energética: Aprovechamiento del bagazo para autoabastecimiento eléctrico y venta de excedentes (Negocio de Energía).</p> <p>4. Certificaciones: La obtención de la ISO 14001 permitiría acceder a mercados internacionales que exigen cadenas de suministro sostenibles.</p>
<p>AMENAZAS (Externas)</p>	<p>2. Volatilidad climática: Variaciones drásticas (sequías o lluvias intensas) que afectan el rendimiento agrícola (Riesgo Físico del Cambio Climático).</p> <p>3. Guerra de precios: Competidores con costos de producción más bajos debido a economías de escala.</p> <p>4. Cambios de consumo: Creciente preferencia por productos sustitutos y estilos de vida bajos en azúcar.</p>

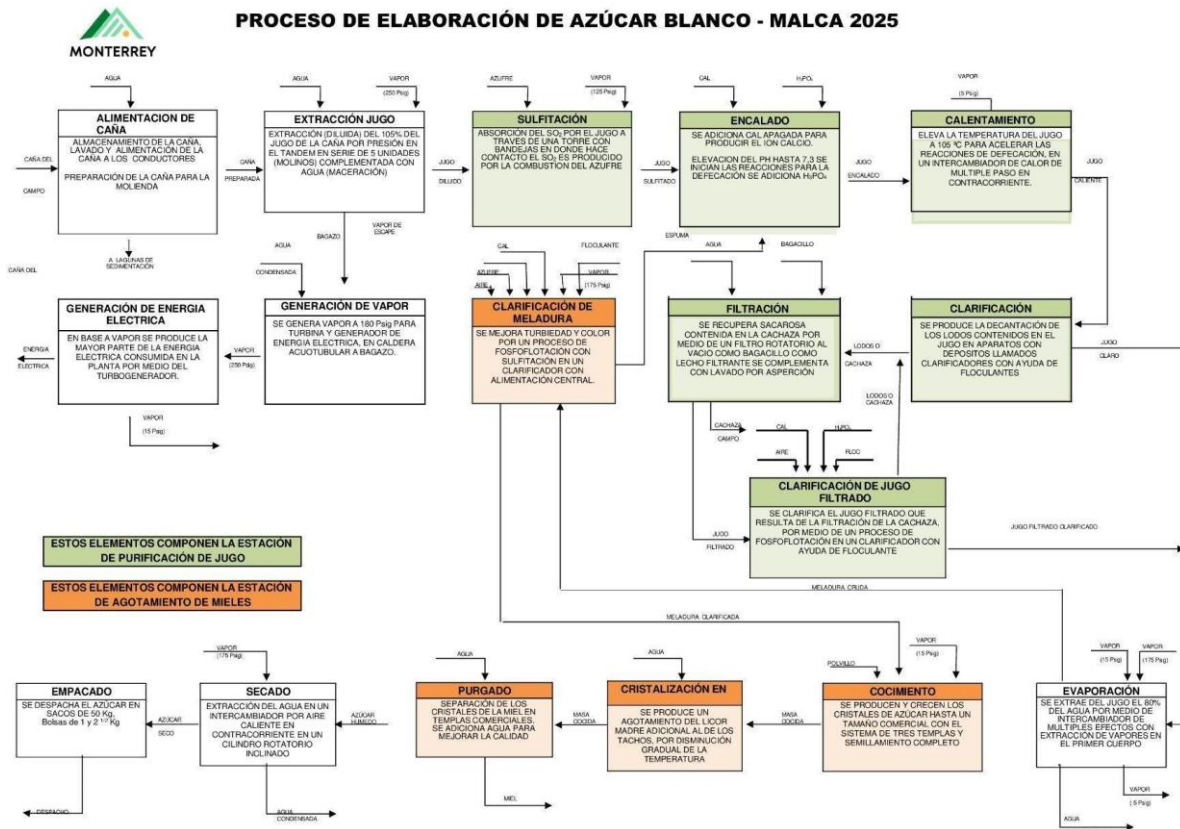
4. **Presión regulatoria:** Endurecimiento de la normativa ambiental sobre recursos hídricos y reducción de la frontera agrícola.

Estrategias derivadas para el SGA:

El análisis cruzado sugiere que el SGA debe enfocarse en estrategias FO (Ofensivas), utilizando el bagazo (F) para generar energía limpia (O); y estrategias DA (Supervivencia), estandarizando procesos operativos (mediante ISO 14001) para mitigar la ineficiencia de equipos obsoletos (D) y sobrevivir a la guerra de precios (A).

2.2.4. Mapa de procesos y ciclo de vida:

Figura 1. Mapa macro de procesos del ingenio



Nota. Elaboración de Ingenio Monterrey.

2.2.5. Identificación de Partes interesadas y requisitos (Cl. 4.2)

A continuación, se presenta la matriz de partes interesadas (*stakeholders*), clasificando sus necesidades para determinar cuáles se convierten en requisitos legales y otros requisitos (obligaciones de cumplimiento) dentro del alcance del SGA:

Tabla 2 Matriz de necesidades, expectativas e impacto de las partes interesadas de MALCA:

Parte interesada	Requisitos (Necesidades establecidas/obligatorias)	Expectativas (Deseos/aspiraciones)	Impacto estratégico en SGA
Autoridades de control (MAATE, ARCSA, Ministerio del trabajo)	<ul style="list-style-type: none"> Cumplimiento legal: Obtención y vigencia de la Licencia ambiental y cumplimiento del código del Trabajo. Normativa técnica: Adherencia a límites permisibles de descarga y emisiones según normativa nacional. 	<ul style="list-style-type: none"> Transparencia proactiva en la gestión de incidentes ambientales. Adopción voluntaria de estándares internacionales antes de que sean obligatorios. 	Obligación de cumplimiento: Define el marco legal mínimo del SGA. El incumplimiento amenaza la continuidad operativa por riesgo de clausuras o multas.
Comunidad local (Cantón Catamayo y zonas aledañas)	<ul style="list-style-type: none"> Salud y seguridad: No afectación por emisiones de material particulado (ceniza) o contaminación de fuentes hídricas. Empleo: Priorización de mano de obra local. 	<ul style="list-style-type: none"> Desarrollo social: Continuidad y ampliación de programas de RSE en educación, salud y nutrición. Bienestar: Mejora de condiciones de vida y reducción de la pobreza en la zona de intervención. 	Aceptación/licencia social para operar: El SGA debe integrar programas de comunicación externa para mantener el respaldo social al cultivo de caña.
Clientes y mercado	<ul style="list-style-type: none"> Calidad del producto: Cumplimiento de 	<ul style="list-style-type: none"> Sostenibilidad: Productos con certificaciones verdes o 	Ventaja Competitiva: La certificación ISO

<p><i>(Industriales y consumo masivo)</i></p>	<p>especificaciones técnicas y sanitarias.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Abastecimiento: Garantía de suministro continuo. 	<p>de sostenibilidad (diferenciación frente a sustitutos).</p> <ul style="list-style-type: none"> • Innovación: Nuevas presentaciones (azúcar líquida, impalpable). 	<p>14001 se convierte en un requisito comercial para fidelizar clientes y entrar a nuevos segmentos de mercado.</p>
<p>Colaboradores y sindicato</p> <p><i>(Personal administrativo y operativo)</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • Seguridad laboral: Condiciones de trabajo seguras y equipos de protección (EPP). • Derechos laborales: Cumplimiento de contratos colectivos y pagos justos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Estabilidad y clima: Mejora en la comunicación (especialmente con personal antiguo) y resolución de desacuerdos sindicales. • Desarrollo: Capacitación técnica y planes de carrera para evitar fuga de talentos. 	<p>Control operacional: El éxito del SGA depende de la competencia y toma de conciencia del personal. Se debe mitigar la resistencia al cambio cultural.</p>
<p>Accionistas / Alta Dirección</p> <p><i>(Dueños e Inversionistas)</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • Rentabilidad: Retorno sobre la inversión y viabilidad financiera. • Legalidad: Evitar pasivos ambientales y sanciones legales. 	<ul style="list-style-type: none"> • Eficiencia: Reducción de costos operativos mediante eficiencia energética y economía circular (uso de bagazo). • Imagen: Reconocimiento de marca y liderazgo en sostenibilidad en la región sur. 	<p>Asignación de recursos:</p> <p>Justifica la inversión en el SGA (VAN/TIR) basándose en la reducción de costos por ineficiencia y la apertura de mercados.</p>
<p>Proveedores</p> <p><i>(Cañicultores)</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • Relación comercial: Pagos puntuales y cumplimiento de 	<ul style="list-style-type: none"> • Asistencia técnica: Apoyo para mejorar el rendimiento 	<p>Ciclo de vida:</p> <p>El SGA debe influir en</p>

<i>independientes - 48% de la materia prima)</i>	acuerdos de compra de caña.	de sus cultivos y manejo de plagas. • Estabilidad: Relaciones comerciales a largo plazo.	los proveedores (cañicultores externos) para asegurar prácticas agrícolas sostenibles fuera de los terrenos propios de MALCA.
--	-----------------------------	---	---

Fuente: Elaboración propia a partir del Análisis PESTEL y FODA de MALCA (2024).

En la tabla [**Matriz Partes Interesadas Trazabilidad y requisitos detallados del SGA**](#) en ANEXO 1, se consolida que las partes interesadas clave (MAATE, comunidad de Catamayo, accionistas/alta gerencia, clientes, personal/sindicato y proveedores) demandan: cumplimiento legal (licencia, LMP para agua y aire), control de emisiones (calderas y zafra), ecoeficiencia (valorización del bagazo), comunicación externa (sostenibilidad del producto), competencia/toma de conciencia y criterios ambientales para compras. Se vincula cada requerimiento a cláusulas ISO: 6.1.3 (obligaciones), 9.1.2 (evaluación de cumplimiento), 8.1 (control operacional), 7.2–7.4 (soporte y comunicación).

La traducción de estas necesidades a obligaciones de cumplimiento coincide con el enfoque de ISO 14001: requisitos legales y otros requisitos derivados tanto de leyes como de compromisos voluntarios / contractuales.

2.3. REVISIÓN AMBIENTAL INICIAL (RAI) Y ANÁLISIS DE BRECHAS

La RAI se desarrolló con un enfoque documental y remoto, atendiendo las limitaciones del proyecto, apoyándose en información interna de MALCA consignada en anexos y en normativa ecuatoriana vigente y estado del arte sectorial.

El objetivo de la RAI es establecer una línea base objetiva del desempeño ambiental, identificar Aspectos Ambientales Significativos (AAS), determinar el cumplimiento legal y consolidar las brechas respecto a ISO 14001:2015 para orientar el diseño del SGA y el plan de implementación (Capítulos 3 y 4). La metodología se alinea con Cl. 6.1.2 (aspectos e impactos), 6.1.3 (obligaciones de cumplimiento) y 9.1.2 (evaluación de cumplimiento) de ISO 14001, integradas bajo la lógica PDCA (Plan–Do–Check–Act) (ISO, 2015).

2.3.1. Identificación y Evaluación de Aspectos Ambientales Significativos (AAS)

2.3.1.1. Metodología de evaluación de la significancia:

Para el caso del Ingenio Monterrey, se ha seleccionado una metodología matricial cuantitativa que integra criterios de probabilidad, severidad y cumplimiento legal, alineada con las disposiciones del Código Orgánico del Ambiente (COA) sobre la responsabilidad integral.

La evaluación se realiza mediante la siguiente ecuación de **Significancia ambiental (S)**:

$$S = (F + M + E) \times L \times P$$

A continuación, se definen criterios.

Tabla 3 Ponderación: definición de criterios de significancia ambiental y valoración.

Criterio	Definición	Valor	Nivel	Descripción
----------	------------	-------	-------	-------------

Frecuencia (F)	Probabilidad de ocurrencia del aspecto ambiental.	1	Improbable	Ocurre menos de una vez al año / situación anómala.
		2	Ocasional	Ocurre en momentos específicos.
		3	Continuo	Ocurre diariamente durante la operación normal.
Magnitud del impacto (M)	Grado de afectación al medio ambiente o la salud	1	Baja	Impacto imperceptible, dentro de los límites de la planta
		3	Media	Impacto reversible, afecta el entorno inmediato (suelo/aire local).
		5	Alta	Impacto irreversible o crítico, afecta a la comunidad de Catamayo o cuencas hídricas
Extensión (E)	Área de influencia geográfica del impacto.	1	Puntual	Restringido al área de trabajo específica.
		3	Local	Afecta a las instalaciones generales de MALCA.
		5	Regional	Trasciende los límites de la empresa (Valle de Catamayo, Río Catamayo).
Factor legal (L)	Existencia de requisitos legales aplicables.	1	Sin regulación específica	No existe norma técnica restrictiva.
		1.5	Regulado	Existe norma y límites permisibles (ej. Tabla de emisiones a la atmósfera). <i>Este factor actúa como amplificador del riesgo</i>
Factor de presión social (P)	Sensibilidad de las partes interesadas (Comunidad, Municipio).	1	Baja	Sin quejas registradas.
		1.2	Alta	Quejas recurrentes o potencial conflicto social (ej. ceniza/hollín)

Criterio de Significancia (Filtro de priorización)

Una vez aplicado el cálculo, los aspectos se clasifican según la siguiente escala para determinar los Aspectos Ambientales Significativos (AAS):

Tabla 4 Matriz de significancia ASS.

Significancia (S)	Rango de puntuación	Clasificación (AAS)	Acciones requeridas
Alto	> 30	Significativo crítico	Control inmediato, objetivos y metas obligatorios del SGA.
Medio	16 - 30	Significativo moderado	Control y monitoreo operativo documentado, consideración en objetivos.

Bajo	0-15	No significativo	Control operativo estándar, seguimiento rutinario.
------	------	------------------	--

Condiciones de operación:

Se clasificaron en Normales (operación rutinaria), Anormales (mantenimiento y paradas) y Emergencias (eventos accidentales), permitiendo una visión integral del riesgo ambiental en el Ingenio Monterrey (Cl. 6.1.2).

2.3.1.2. Resultados principales (AAS priorizados)

En base a matriz diseñada, aplicada y detallada en ANEXO 2, A. [Matriz de Identificación y Evaluación de Riesgos Ambientales MALCA](#), se resume en tabla a continuación los aspectos

con $S \geq 16$ que definen el perfil de riesgo para MALCA y que requieren controles operacionales documentados, metas/objetivos y monitoreo (Cl. 8.1 y 9.1):

Tabla 5. Resumen ASS identificados

Proceso / Actividad	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Condición	S	ASS	Descripción S
Zafra (Cosecha)	Quema de caña	Emisión de CO ₂ , PM10 y ceniza	N	16,20	MEDIO	SIGNIFICATIVO MODERADO
Lavado de caña	Consumo de agua industrial	Presión sobre el recurso hídrico	N	15,60	MEDIO	SIGNIFICATIVO MODERADO
Efluente de lavado	Carga orgánica y sólidos	Degradación calidad del agua	N	23,40	MEDIO	SIGNIFICATIVO MODERADO

Limpieza de	Uso de soda	Vertido químico	N	18,00	MEDIO	SIGNIFICATIVO
-------------	-------------	-----------------	---	-------	-------	---------------

equipos	cáustica	agresivo				MODERADO
Almacén de químicos	Riesgo de derrame químico	Daño al ecosistema	A	16,20	MEDIO	SIGNIFICATIVO MODERADO
Empaque	Generación restos envases	Residuos sólidos comunes	N	16,20	MEDIO	SIGNIFICATIVO MODERADO
Quema de bagazo	Emisión de hollín/gases	Contaminación del aire	N	16,20	MEDIO	SIGNIFICATIVO MODERADO
Purga de calderas	Vertido agua caliente/sales	Contaminación térmica/química	N	19,80	MEDIO	SIGNIFICATIVO MODERADO
Manejo de cenizas	Generación residuo sólido	Impacto paisajístico/suelo	N	16,20	MEDIO	SIGNIFICATIVO MODERADO
Taller mecánico	Generación aceites usados	Residuos Peligrosos	N	16,20	MEDIO	SIGNIFICATIVO MODERADO

2.3.2. Análisis de Cumplimiento Legal Ambiental (COA)

2.3.2.1. Resultados principales de cumplimiento legal ambiental (COA):

En base a la matriz diseñada, aplicada y detallada en ANEXO 2, B. [Matriz Cumplimiento Legal](#)

se evidencia un cumplimiento general de licencias y obligaciones (COA Art. 21, 173),

autorización de uso de agua (Art. 318), y plan de contingencias (Art. 286).

Se resume en tabla a continuación las no conformidades identificadas.

Tabla 6 Cumplimiento legal: Resumen no conformidades identificadas.

Fuente legal	Requisito específico (Art./Núm..)	Aspecto ambiental asociado	Aplicación y alcance (MALCA)	Evidencia requerida	Estado	Riesgo de incumplimiento
		(MALCA)				
AM 061, Art. 25 (Ministerio del Ambiente, 2015)	Disponer de gestor ambiental calificado para residuos peligrosos.	Generación de residuos peligrosos (mantenimiento)	Áreas de talleres, bodegas de químicos.	Manifiestos, certificados de disposición final, Declaración anual.	No cumple	Legal / Reputacional Alto. Sanciones económicas.
COA, Art. 160 (Asamblea Nacional, 2017)	Registrar y reportar la generación de residuos peligrosos.	Manejo de desechos peligrosos.	Generación anual mayor al umbral permitido.	Registro como generador, reportes MAATE.	No cumple	Legal Alto. Multas por omisión de información.
RCOA, Libro VI, Anexo 3 (Ministerio del Ambiente, 2019)	Monitorear y reportar emisiones atmosféricas de fuentes fijas (PM, NOx, SO ₂).	Emisiones atmosféricas por quema de bagazo.	Calderas y chimeneas del sistema de cogeneración.	Informes de medición isocinética.	No cumple	Salud Pública / Legal Alto. Riesgo por material particulado.

El COA es la base regulatoria, por ello el SGA debe incorporar una matriz legal actualizada, procedimiento de evaluación periódica y calendario de monitoreos (agua y aire), integrados a 8.1 control operacional y 9.1 desempeño de ISO 14001 (ISO, 2015).

2.3.3. Brechas frente a los Requisitos de la Norma ISO 14001:2015

El análisis de brechas o *Gap Analysis*, resulta de contrastar el estado ambiental actual de MALCA (según la Revisión Ambiental Inicial – RAI, la matriz de Aspectos e Impactos – AAS, y la matriz de Cumplimiento Legal – COA/RCOA) con los requisitos de la ISO 14001:2015, para definir brechas, riesgos y prioridades. El objetivo es establecer una hoja de ruta clara para el diseño e implementación del SGA, considerando que MALCA parte de un estado inicial sin SGA formal (ISO, 2015).

Metodología:

Con base en matrices que anteceden levantadas para MALCA (RAI, matriz legal COA/RCOA y hallazgos operacionales), se priorizan las no conformidades y faltantes del SGA mediante una puntuación total que integra tres dimensiones: P_Legal, P_Riesgo y P_Doc, cada una en escala 0–3:

P_Legal (0–3):

- 3: Existe incumplimiento legal relevante asociado a la
- 2: Cumplimiento parcial (hay evidencias mixtas o no sistematizadas).
- 1: Cumple (hay permisos/licencia/monitoreos completos y vigentes).
- 0: No aplica.

P_Riesgo (0–3):

- 3: Se identifican aspectos SIGNIFICATIVOS MODERADOS relacionados al requisito.
- 2: Riesgos medios o bajos presentes que requieren control.
- 1: Riesgos bajos o puntuales sin significancia

0: No aplica.

P_Documentación (0–3):

3: No existe SGA formal/documentado.

2: Existe parcialmente.

1: Existe y está controlado conforme al SGA.

0: No aplica.

A efectos de severidad, se utiliza el umbral agregado:

- BAJA: 0–3
- MEDIA: 4–6
- ALTA: 7–9

Esta lógica permite ordenar las brechas en función del riesgo regulatorio, del impacto ambiental (incluye AAS) y del grado de ausencia documental del SGA, para dirigir el diseño e implementación hacia los puntos de mayor criticidad.

2.3.3.1. Análisis de brechas y riesgos frente a ISO 14001:2015

En ANEXO 3, [A.Matriz Brechas ISO14001 MALCA](#) se detalla las brechas identificadas en MALCA.

Las brechas ALTA se concentran en: sistematización de partes interesadas y requisitos (4.2); registro y aplicación de requisitos legales con su evaluación periódica (6.1.3, 9.1.2); plan de seguimiento/medición con indicadores (9.1.1); control operacional de aspectos significativos

(8.1); plan de emergencias integrado y con pruebas documentales (8.2); procedimiento de no conformidades/acciones correctivas (10.2); y gestión de riesgos y oportunidades del SGA (6.1.1).

Las brechas MEDIA corresponden a elementos habilitadores del sistema (alcance, política, control documental, aspectos y objetivos, apoyo 7.1–7.4, auditoría y revisión por la dirección).

Se resume en tabla a continuación un Top-10 de brechas críticas.

Tabla 7 Brechas críticas identificadas: Top-10.

Cláusula	Requisito ISO 14001	Estado actual	Nivel
4.2	Partes interesadas: necesidades/expectativas y requisitos legales	Parcial	ALTA
4.3	Alcance del SGA	No cumple	MEDIA
6.1.1	Acciones para abordar riesgos y oportunidades (general)	No cumple	ALTA
6.1.2	Aspectos ambientales (perspectiva de ciclo de vida)	Parcial	MEDIA
6.1.3	Requisitos legales y otros	Parcial	ALTA
8.1	Planificación y control operacional	Parcial	ALTA
8.2	Preparación y respuesta ante emergencias	No cumple	ALTA
9.1.1	Seguimiento, medición, análisis y evaluación	Parcial	ALTA
9.1.2	Evaluación del cumplimiento	No cumple	ALTA
10.2	No conformidad y acción correctiva	No cumple	ALTA

2.3.3.2. Lectura técnica de las brechas prioritarias y vínculos al diseño del SGA

1. 8.2 – Preparación y respuesta ante emergencias (ALTA)

No existe un proceso formal con pruebas periódicas, registros, roles y formación; se quiere documentar plan de contingencias, simulacros programados y criterios de eficacia (integrar riesgos tecnológicos y químicos, derrames, fugas, incendios, eventos de caldera y efluentes).

2. 4.2 – Partes interesadas y requisitos (ALTA)

La matriz es parcial y no traduce necesidades/expectativas en obligaciones de cumplimiento y controles operacionales con trazabilidad; se requiere sistematización completa (autoridades, comunidad, clientes, personal/sindicato, accionistas, proveedores).

3. 6.1.3 – Requisitos legales y otros (ALTA)

Persisten incumplimientos (gestión de residuos peligrosos y monitoreo de emisiones fijas) y registros no consolidados; levantar registro único de requisitos aplicables y procedimiento de evaluación periódica.

4. 9.1.1 – Seguimiento, medición, análisis y evaluación (ALTA)

Sin plan de medición del SGA (qué, cómo, cuándo, límites/indicadores, métodos y trazabilidad); integrar KPIs (agua, emisiones, residuos) y cronograma de monitoreos.

5. 9.1.2 – Evaluación del cumplimiento (ALTA)

No existe proceso formal de evaluación periódica del cumplimiento legal; definir frecuencia, responsabilidades y registros, y vincular acciones correctivas.

6. 10.2 – No conformidad y acción correctiva (ALTA)

Inexistente; diseñar procedimiento con análisis de causa raíz (Ishikawa/5 Porqués), acciones correctivas/preventivas y verificación de eficacia.

7. 6.1.1 – Riesgos y oportunidades (ALTA)

No hay proceso para identificar/valorar riesgos y oportunidades del SGA (conexión al contexto y AAS); documentar metodología y su integración a planificación y objetivos.

8. 8.1 – Planificación y control operacional (ALTA)

Aspectos significativos sin criterios operacionales ni estándares: formalizar procedimientos

(purga de calderas, efluentes, residuos peligrosos, quema de bagazo, limpieza con soda, manejo de cenizas) con especificaciones y controles.

9. 6.1.2 – Aspectos ambientales (ALTA)

La RAI es parcial: consolidar criterios, registro y comunicación de AAS (incluye condiciones normales/anormales/emergencias), perspectiva de ciclo de vida y regla para convertir AAS en objetivos ambientales.

10. 4.3 – Alcance del SGA (ALTA)

No existe alcance formal; delimitar límites organizacionales, procesos, sitios y actividades (incluye proveedores/contratistas relevantes) evitando exclusiones de procesos con impactos.

2.4. Línea base y prioridades para el diseño del SGA

Los datos de este capítulo arraigan los fundamentos para el diseño del SGA de MALCA conforme a ISO 14001:2015, articulando la estructura de alto nivel (HLS) y el ciclo PHVA/PDCA de la norma, la identificación y evaluación de aspectos e impactos ambientales (AAS) desde una perspectiva de ciclo de vida, y la integración de partes interesadas y obligaciones de cumplimiento como eje del sistema (ISO, 2015).

Esto asegura que el SGA esté alineado con la dirección estratégica, la operación y la mejora continua, facilitando criterios y lenguaje común para el diseño documental que se desarrollará en los capítulos siguientes.

El diagnóstico situacional caracterizó el contexto (PESTEL), el FODA y el mapa macro de procesos, permitiendo una lectura integral de riesgos y oportunidades.

En coherencia con el alcance del proyecto, estos hallazgos se traducen en entregables documentales: política y alcance (5.2; 4.3), matriz legal y procedimiento de evaluación periódica del cumplimiento (6.1.3; 9.1.2), metodología y matriz AAS con regla AAS→objetivos/KPIs, procedimientos de control operacional para procesos críticos, plan/procedimiento de emergencias (8.2), plan de seguimiento y medición (9.1.1) con portafolio de KPIs, y procedimientos de NC/AC, auditoría interna y revisión por la dirección (10.2; 9.2; 9.3) (ISO, 2015; NQA, s.f.). La ejecución, mediciones in situ y la certificación quedan fuera de esta fase y se recomiendan para etapas posteriores, con trazabilidad en los anexos correspondientes.

Con esta línea base y el orden de prioridades establecido, el Capítulo 3 presentará el diseño documental del SGA, y el Capítulo 4 propondrá el plan de evaluación/seguimiento y un cronograma orientativo, junto con un análisis de viabilidad económica en escenario demostrativo, asegurando coherencia con ISO 14001 y el marco regulatorio aplicable (ISO 14001, 2015; OCDE & FAO, 2025)

CAPÍTULO 3. DISEÑO DEL SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL

3.1. Direccionamiento Estratégico Ambiental (Cláusula 5 y 6)

En esta sección se establece el marco estratégico que guía el desempeño ambiental de Monterrey Azucarera Lojana C.A. (MALCA). Se alinea la visión de la alta gerencia con las acciones preventivas necesarias para mitigar los impactos significativos del sector azucarero.

Cláusula 5 - Liderazgo

Liderazgo y Compromiso (Cláusula 5.1)

La alta dirección de MALCA asume la responsabilidad y rendición de cuentas sobre la eficacia del Sistema de Gestión Ambiental (SGA). Este compromiso se manifiesta a través de la provisión de recursos económicos, humanos y tecnológicos necesarios para que la gestión ambiental no sea un proceso aislado, sino parte de la estrategia de negocio para asegurar la sostenibilidad de la empresa.

Política Ambiental (Cláusula 5.2)

La Alta Dirección de **Monterrey Azucarera Lojana C.A. (MALCA)**, como parte fundamental de su direccionamiento estratégico, establece la siguiente Política Ambiental. Esta declaración representa el compromiso institucional con el desarrollo sostenible y sirve como marco de referencia para el establecimiento de los objetivos ambientales de la organización:

Política Ambiental de MALCA

“En Monterrey Azucarera Lojana C.A. (MALCA), empresa líder en la producción y comercialización de azúcar y derivados, estamos comprometidos con la gestión responsable de nuestros impactos ambientales en el valle de Catamayo. Nuestra gestión se fundamenta en los siguientes principios:

1. **Protección del Entorno y Prevención de la Contaminación:** Nos comprometemos a proteger el medio ambiente mediante la implementación de controles operacionales que minimicen la generación de material particulado (hollín) y aseguren una gestión técnica de los subproductos líquidos (vinazas), reduciendo así nuestra huella ambiental.
2. **Cumplimiento de Obligaciones:** Garantizamos el estricto cumplimiento de la legislación ambiental ecuatoriana vigente, específicamente el Código Orgánico del Ambiente (COA) y sus normas técnicas (Acuerdo Ministerial 097-A), así como otros requisitos que la organización suscriba voluntariamente.
3. **Uso Sostenible y Economía Circular:** Promovemos la ecoeficiencia en todos nuestros procesos, priorizando el uso racional del recurso hídrico y el aprovechamiento energético del bagazo, transformando los residuos en recursos para nuestra propia operación.
4. **Cultura y Mejora Continua:** Nos comprometemos a mejorar continuamente el desempeño de nuestro Sistema de Gestión Ambiental (SGA), fomentando la competencia y conciencia ambiental de nuestros colaboradores, contratistas y proveedores.
5. **Relación con las Partes Interesadas:** Mantenemos canales de comunicación abiertos y transparentes con la comunidad y las autoridades, asegurando que nuestra política

esté disponible y sea comprendida por todos los involucrados en nuestra cadena de valor.”

Roles, responsabilidades y autoridades en la organización (Cláusula 5.3)

La Alta Dirección de Monterrey Azucarera Lojana C.A. ha asignado la responsabilidad y autoridad para asegurar que el SGA sea conforme con los requisitos de la norma ISO 14001:2015. Se establecen los siguientes niveles de responsabilidad:

A. Gerencia General (Alta Dirección):

- **Responsabilidad:** Asegurar la disponibilidad de recursos (financieros, tecnológicos y humanos) para el SGA.
- **Autoridad:** Aprobar la Política Ambiental, los objetivos estratégicos y liderar la Revisión por la Dirección anualmente.

B. Gestor Ambiental / Coordinador del SGA:

- **Responsabilidad:** Informar a la Alta Dirección sobre el desempeño del sistema, incluyendo las oportunidades de mejora y cualquier necesidad de cambio.
- **Autoridad:** Asegurar que el SGA se establezca, implemente y mantenga de acuerdo con la norma. Detener cualquier operación que represente un riesgo ambiental inminente o un incumplimiento legal grave.

C. Jefaturas de Áreas (Campo y Fábrica):

- **Responsabilidad:** Garantizar que los procesos bajo su mando (molienda, calderas, riego, etc.) cumplan con los controles operacionales ambientales definidos.
- **Autoridad:** Supervisar que el personal a su cargo utilice correctamente los recursos y gestione adecuadamente los residuos y emisiones.

D. Colaboradores y Contratistas:

- **Responsabilidad:** Cumplir con los procedimientos ambientales establecidos en sus puestos de trabajo y reportar cualquier incidente o aspecto ambiental no controlado.
- **Autoridad:** Detener cualquier actividad que represente un riesgo ambiental inminente y rechazar el uso de equipos con fugas.

CLÁUSULA 6 - Planificación

La planificación en MALCA se enfoca en anticipar eventos que puedan afectar el desempeño ambiental, garantizar el cumplimiento de la normativa ecuatoriana y establecer objetivos que promuevan la ecoeficiencia en la producción de azúcar.

Acciones para abordar riesgos y oportunidades

(Cláusula 6.1) Generalidades (Cláusula 6.1.1)

Basado en el contexto de la organización (ver Tabla 1. Matriz FODA), se han determinado los siguientes elementos críticos

- **Riesgos Ambientales:**

Legales: Sanciones o clausuras por incumplimiento de los Límites Máximos Permitidos (LMP) en emisiones de calderas o descargas de vinazas.

Sociales: Conflictos con la comunidad de Catamayo por la caída de ceniza/hollín y la percepción negativa de la quema de caña.

Climáticos: Sequías o inundaciones que afecten el 100% de la zafra (campo y fábrica).

- **Oportunidades:**

Economía Circular: Valorización del bagazo para la venta de energía eléctrica a la red nacional.

Eficiencia: Reducción de costos operativos mediante la optimización del consumo de agua y agroquímicos.

Aspectos Ambientales (Cláusula 6.1.2)

Siguiendo el mapa de procesos de la Figura 1, los Aspectos Ambientales Significativos (AAS) priorizados para el diseño del SGA son:

1. **Emisión de material particulado:** Derivado de la combustión en calderas de vapor.
2. **Generación de efluentes líquidos (Vinazas):** Residuo de alta carga orgánica y pH ácido con potencial de contaminación de suelos.
3. **Consumo de recurso hídrico:** Extracción intensiva de agua para riego y procesos de clarificación/molienda.

4. **Generación de residuos sólidos (Bagazo):** Subproducto fibroso de la molienda que requiere gestión masiva.

Requisitos legales y otros requisitos (Cláusula 6.1.3)

MALCA debe cumplir con el marco legal ambiental ecuatoriano como requisito indispensable para su licencia ambiental. Las principales normativas integradas en la planificación son:

- Código Orgánico del Ambiente (COA) y su Reglamento: Base de la regulación nacional.
- Acuerdo Ministerial 097-A (Anexos 1 y 3): Establece los límites técnicos para descargas líquidas y emisiones al aire.
- Ordenanzas de Catamayo y Loja: Relacionadas con el uso de suelo y gestión de desechos locales.

Planificación de acciones (Cláusula 6.1.4)

En esta etapa, MALCA planifica la toma de acciones para abordar sus aspectos ambientales significativos, sus requisitos legales y los riesgos y oportunidades identificados. La organización asegura que estas acciones se integren en los procesos de negocio y se evalúe su eficacia periódicamente.

Las acciones planificadas se dividen en tres ejes estratégicos:

Integración en los procesos del SGA: Para cada aspecto significativo se han diseñado controles operacionales que se incorporan en los manuales de procedimiento de las áreas de campo y fábrica.

Jerarquía de Control de Impactos: MALCA prioriza las acciones siguiendo este orden:

1. **Prevención/Eliminación:** Ejemplo: Sustitución de agroquímicos de alta toxicidad por alternativas orgánicas.
2. **Mitigación:** Ejemplo: Instalación de lavadores de gases (scrubbers) en las chimeneas para reducir el material particulado.
3. **Tratamiento:** Ejemplo: Aplicación de vinaza controlada en suelos (fertirriego) bajo normas técnicas para evitar la saturación del suelo.

3.1.1. Matriz de Objetivos Ambientales SMART y Metas.

Objetivos ambientales y planificación para lograrlos (Cláusula 6.2)

En concordancia con la Política Ambiental y tras la evaluación de los Aspectos Ambientales Significativos (AAS), Monterrey Azucarera Lojana C.A. (MALCA) establece sus objetivos ambientales. Estos objetivos están diseñados para ser coherentes con la dirección estratégica, ser medibles y contar con un seguimiento continuo para asegurar la mejora del desempeño ambiental.

Objetivos ambientales (Cláusula 6.2.1)

A continuación, se presentan los objetivos estratégicos bajo la metodología SMART, garantizando que cada uno cumpla con los criterios de especificidad, mensurabilidad, alcanzabilidad, relevancia y temporalidad.

Tabla 8. Objetivos 1 SMART del proyecto del SGA.

ÁREA:	Marco normativo para emisiones atmosféricas
OBJETIVO 1:	Definir los lineamientos de control para las emisiones de material particulado en calderas, asegurando su alineación con los límites permisibles del Acuerdo 097-A.
S (ESPECÍFICO)	Establecer los criterios de operación para el control de hollín
M (MEDIBLE)	Inclusión de una sección específica de "Emisiones" en el manual del SGA.
A (ALCANZABLE)	Basado en la normativa ambiental ecuatoriana vigente
R (RELEVANTE)	Atiende la problemática principal de la comunidad de Catamayo
T (TIEMPO)	Al finalizar la fase de planificación del proyecto.

Tabla 9. Objetivos 2 SMART del proyecto del SGA.

ÁREA:	Estructuración del manejo de vinazas
OBJETIVO 2:	Establecer las directrices documentales para el manejo técnico de las vinazas, enfocadas en su aprovechamiento mediante fertirriego
S (ESPECÍFICO)	Describir el flujo de disposición de residuos líquidos en el diseño del sistema
M (MEDIBLE)	Un apartado técnico sobre gestión de efluentes dentro de la propuesta.
A (ALCANZABLE)	Mediante la revisión de literatura técnica sobre el sector sucroenergético.
R (RELEVANTE)	Previene riesgos de contaminación hídrica desde la fase de diseño.
T (TIEMPO)	Durante el desarrollo del capítulo de la propuesta

Tabla 10 Objetivos 3 SMART del proyecto del SGA

ÁREA:	Lineamientos de ahorro de agua
OBJETIVO 3:	Definir criterios de eficiencia hídrica para los procesos de fábrica con el fin de reducir el desperdicio del recurso en el diseño operativo
S (ESPECÍFICO)	Listar buenas prácticas de consumo de agua para las áreas críticas.
M (MEDIBLE)	Un listado de controles operacionales hídricos propuestos.
A (ALCANZABLE)	Es viable mediante el análisis del proceso de molienda y clarificación.
R (RELEVANTE)	Asegura la sostenibilidad del recurso en la planificación de MALCA
T (TIEMPO)	En el transcurso de la elaboración del SGA

Tabla 11 Objetivos 4 SMART del proyecto del SGA.

ÁREA:	Definición de competencias ambientales
OBJETIVO 4:	Identificar las necesidades de capacitación ambiental para el personal de MALCA, orientadas a la prevención de impactos en el ingenio.
S (ESPECÍFICO)	Determinar los temas clave de formación ambiental para trabajadores y contratistas
M (MEDIBLE)	Una propuesta de matriz de capacitación incluida en el documento
A (ALCANZABLE)	Es puramente descriptivo y se basa en los riesgos identificados
R (RELEVANTE)	Fundamental para la futura viabilidad operativa del sistema diseñado
T (TIEMPO)	Antes del cierre del proyecto de titulación.

Planificación de acciones para lograr los objetivos ambientales (Cláusula 6.2.2)

Matriz de planificación de objetivos

Para asegurar la viabilidad del Sistema de Gestión Ambiental diseñado para MALCA, se establece la siguiente planificación de acciones. Al ser un proyecto de carácter documental, las acciones se centran en la estructuración de la normativa interna y lineamientos técnicos.

Tabla 12 Matriz de planificación de objetivos del SGA

OBJETIVO	¿QUÉ SE VA HACER? (ACCIÓN DOCUMENTAL)	RECURSOS NECESARIOS	RESPONSABLE DEL DISEÑO
1. Emisiones Atmosféricas	Redactar el procedimiento de control operacional para la mitigación de material particulado en calderas.	Normativa AM 097-A, fichas técnicas de calderas.	Gestor Ambiental
2. Manejo de Vinazas	Elaborar el protocolo de buenas prácticas para el fertirriego con vinazas en campos de cultivo.	Estudios previos de suelos, bibliografía técnica azucarera	Área Agrícola
3. Ahorro de Agua	Definir el listado de puntos de control y buenas prácticas de consumo de agua por área.	Mapa de procesos, balances hídricos teóricos.	Jefe de Planta
4. Competencias Ambientales	Estructurar la matriz de capacitación ambiental y los temas clave de sensibilización.	Perfiles de puesto, matriz de aspectos e impactos.	Talento Humano

3.1.2. Alcance del SGA

El alcance del Sistema de Gestión Ambiental de Monterrey Azucarera Lojana C.A. (MALCA) comprende de manera integral los procesos administrativos, agrícolas e industriales vinculados a la producción y comercialización de azúcar blanca, morena y melaza. El límite físico del sistema se sitúa en el predio industrial y las áreas de cultivo controladas directamente por la

organización en el cantón Catamayo, provincia de Loja, asegurando el control sobre las actividades que generan impactos ambientales directos.

El sistema abarca desde la preparación de suelos y cosecha, pasando por la molienda y fabricación, hasta la gestión técnica de subproductos críticos como vinazas, bagazo y emisiones en calderas. Este diseño garantiza que la planificación estratégica del SGA responda eficazmente a los requisitos legales vigentes (Acuerdo Ministerial 097-A) y a las expectativas de las partes interesadas, optimizando el desempeño ambiental en toda su cadena de valor.

3.1. Diseño del Control Operacional (Cláusula 8.1)

Estandarización de procesos críticos (Agua y Efluentes).

Diagnóstico del uso de agua

El agua que se usa en el ingenio Monterrey para el enfriamiento de equipos es principalmente tomada del río Guayabal. La cantidad de agua usada es de 520 m³/hora, en todas las etapas del proceso, lavado, molienda, enfriamiento, caldera y servicios (Rein, 2012).

Por la parte circundante al ingenio pasan los canales de captación de agua, la misma que es conducida a la fábrica a través de una tubería de 12 pulgadas que llega hasta el tanque de agua de la fábrica y desde ahí con la utilización de bombas es llevado hasta los condensadores de evaporadores y tachos (Rein, 2012).

Dependiendo del tamaño del equipo y de la capacidad de evaporación se tiene un requerimiento de agua para los condensadores, en la siguiente tabla se indican los

requerimientos de agua, el requerimiento se calcula mediante fórmulas indicadas en el manual de ingeniería azucarera de Peter Rein.

Tabla 13 Consumo de agua en fábrica de elaboración de azúcar

Evaporadores	189 m ³
Tacho 1.	130
Tacho 2.	65
Tacho 3.	65
Tacho 4.	53
Tacho 5.	46
Tacho 6.	27

En los molinos para el enfriamiento de las cureñas se usan 10 m³/hora (Rein, 2012).

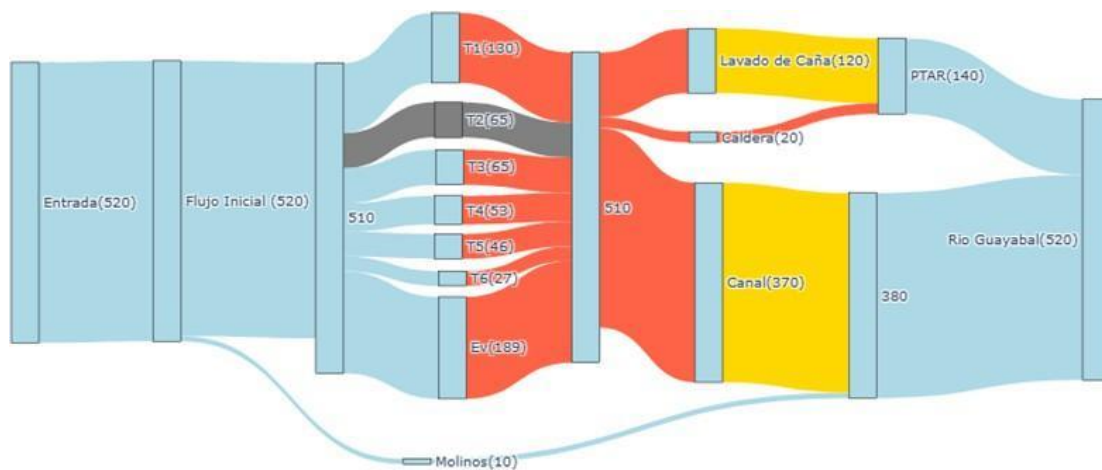
Para la caldera se usan 20m³/hora distribuidos entre los ceniceros y los aspersores de la chimenea para la limpieza de los gases que se emiten en la caldera por consecuencia de la combustión del bagazo (Rein, 2012).

El total de agua fría que se usa en la fábrica está ilustrada en el diagrama de Sankey, en este se puede observar cómo se distribuye el agua y cuales son las descargas de los efluentes generados.

El agua usada en los condensadores del tacho #3 y de los evaporadores se la desvía para poder usarla en el lavado de caña en la mesa, un promedio de 120m³/hora, esta agua con

carga orgánica alta es conducida a las piscinas de oxidación para retirar la materia orgánica y luego llegar a desembocar en el río Guayabal (Rein, 2012).

Figura 2. Diagrama de Flujo Hídrico sin Recirculación



Nota. Elaboración Ingenio Monterrey.

Caracterización de efluentes. Se analizan los parámetros físicos, químicos y biológicos del agua residual (BDO, DQO, sólidos suspendidos, temperatura y pH).

Toda el agua usada en la fábrica se conduce hacia las piscinas de oxidación y de acuerdo con sus usos se les aplica el tratamiento específico.

El agua usada en el lavado de caña y la caldera por su alta carga orgánica es conducida primeramente a las piscinas de sedimentación y luego a las de oxidación para retirar la carga en suspensión y la carga disuelta.

El resto de agua es conducida a través de los canales se enfría y se la envía directamente a desembocar en el río Guayabal.

Análisis Normativo: los límites máximos permisibles para la descarga de efluentes en un sistema de agua dulce los establece la normativa ambiental ecuatoriana (TULASMA, Anexo 1 del libro VI). En la siguiente tabla se muestran los límites indicados en la norma (Ministerio del Ambiente, 2015):

Tabla 14 Parámetros de calidad del agua de efluentes

PARÁMETROS	SIGLAS	UNIDAD	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE
Demanda bioquímica de oxígeno (5 días)	D.B.O	mg/l	100
Demanda química de oxígeno	D.Q.O	mg/l	250
Temperatura	C		35
Potencial de Hidrógeno Sólidos suspendidos	pH		5.9

PROCEDIMIENTO OPERATIVO DEL USO DE AGUA

En el ingenio Monterrey Azucarera Lojana C.A., se usa el agua en diferentes etapas del proceso.

Molinos

Se hace circular agua en las cureñas de los molinos para que se realice el enfriamiento del sistema.

Se enciende la bomba de agua y se regula el flujo de agua que pasa por las cureñas.

El agua del enfriamiento con una pequeña parte de carga orgánica (jugo, bagazo) se lo conduce hacia los canales de agua que ingresa a las plantas de tratamiento de agua residual.

El volumen de agua usado es de 10 m³/ hora.

Lavado de caña

Se encienden las bombas de agua y se regulan las válvulas de agua que ingresa a las mesas de cañas.

Se regula 4 m³ de agua por tonelada de caña.

El agua usada en la limpieza de caña es agua caliente a 50 °C que proviene de los condensadores de los evaporadores y tachos #3.

El agua cargada de materia orgánica (tierra, ceniza, paja, hojas) se conduce hacia las plantas de tratamiento de agua residual.

Elaboración de azúcar

Se inyecta agua en los condensadores con ayuda de las bombas de agua de cada tacho.

El flujo de agua depende de las características de cada equipo, 510 m³ por hora en todos los condensadores.

El agua resultante de esta etapa es agua caliente a 50 °C, sin carga orgánica por esta razón se la envía directamente al canal de descarga al río, asegurando que su temperatura sea menor a 35 °C.

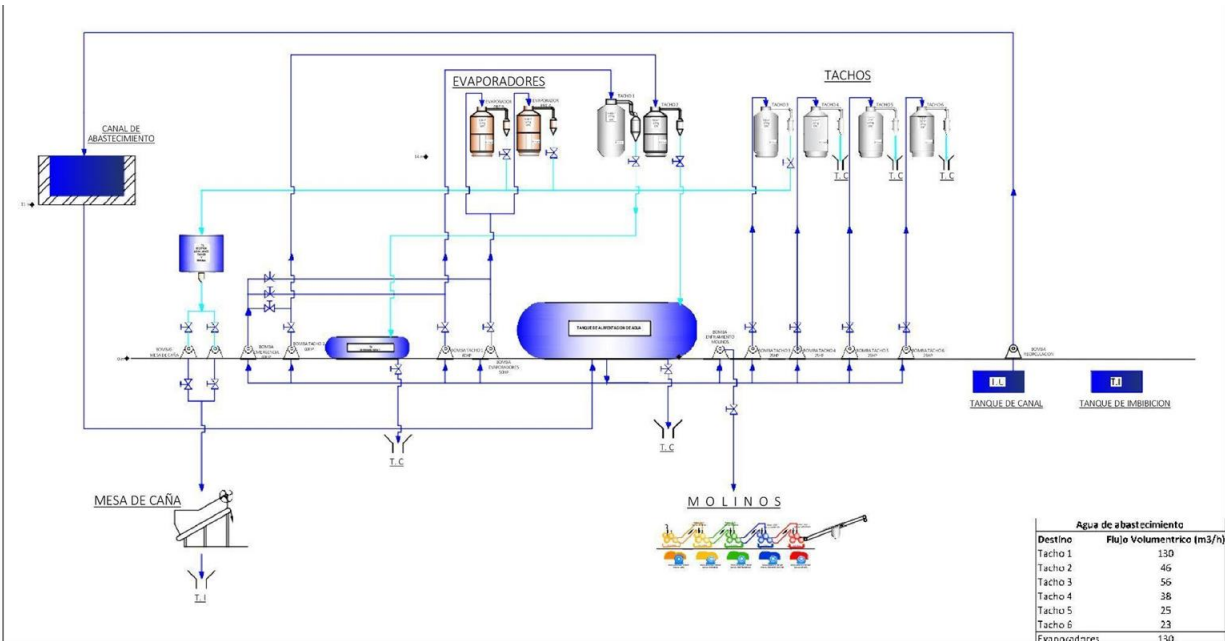
Caldera

Se encienden las bombas de los ceniceros

Se inyecta agua al fondo de la parrilla y se arrastran los residuos de la quema de bagazo.

Con las mismas bombas se envía agua a los aspersores de la chimenea y se separan las partículas de cenizas de los gases de la chimenea.

El agua de los ceniceros y de la chimenea se conduce a la planta de tratamiento de agua residual, en la que se separan los sólidos suspendidos.



Nota. Elaboración Ingenio Monterrey.

PROPUESTA DE RECIRCULACIÓN DE AGUA

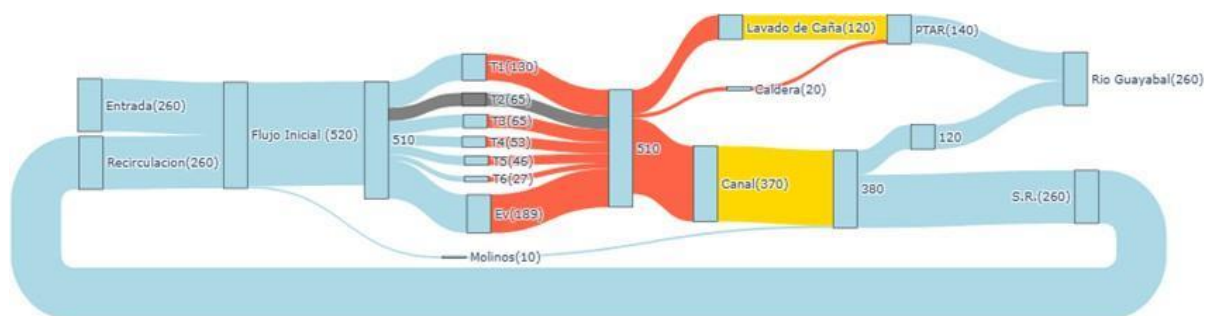
Para que el consumo de agua sea eficiente y acorde con el consumo responsable de recursos se plantea como alternativa la recirculación de agua, el 50% del consumo de agua será reenviado al inicio del sistema de captación de agua para la fábrica.

El agua que se recirculará es la que se usó en los procesos de elaboración ya que es agua libre de carga orgánica, únicamente con temperatura alta de alrededor de 50 °C, por esta razón y para no perder eficiencia en los procesos primeramente se la debe enfriar, para lo cual se debe desarrollar el proyecto de recirculación de agua que incluye el enfriamiento de esta en una torre de enfriamiento.

Adicionalmente cuando se requiera se usará el agua del lavado de caña en el riego de las plantaciones que se encuentran alrededor de la fábrica, para lo cual se construyó el sistema para llevar el agua y filtrar antes de derivar a los campos de caña.

En el diagrama de SANKEY se puede observar el flujo del agua y de los efluentes al ejecutar el proceso de recirculación de agua, el excedente de agua que se genere se la puede usar en el riego del campo.

Figura 4. Diagrama de Flujo Hídrico Propuesto.



Nota. Elaboración Ingenio Monterrey.

Gestión de emisiones atmosféricas y eficiencia energética (Calderas).

Información de la caldera

La caldera del tipo “VS”, fueron proyectadas para trabajar en la intemperie, está formada por dos domos, uno de vapor y otro de agua, conectados por un eje vertical de tubos convectivos, un hogar vertical formada por tubos de agua aleteados. Esta caldera tiene una parrilla viajera apropiada para la quema de combustibles sólidos (Otsuka, 2000).

El hogar de la caldera está constituido por partes enteras de tubos interunidos por aletas soldadas longitudinalmente a lo largo de estos. Este está balanceado, opera a través de la circulación natural del agua, utilizando biomasa como combustible (Lezana, 2006).

El combustible es introducido y dosificado en el interior del hogar, a través de roscas dosificadoras y distribuidos por los esparcidores neumáticos, secando y quemando parcialmente en suspensión y sobre la superficie de la parrilla viajera (Otsuka, 2000).

Datos técnicos de la caldera se indican en el anexo.

Operación de la caldera

Generador de vapor (Lezana, 2006):

Tabla 15 Datos técnicos de la caldera

MODELO	VS. -500
SERIE	VS. 5025/2
N° DE EQUIPO	014
AÑO DE FABRICACIÓN	2000
MÁXIMA PSI DE TRABAJO ADMISIBLE: Kgf/cm ² g	39

PSI DE PRUEBA HIDROSTÁTICO	58,5
-----------------------------------	------

CAPACIDAD MÁXIMA CONTINUA: Kg/h	25000
PSI DE SALIDA DE VAPOR: Kgf/cm²g	32
TEMPERATURA DE SALIDA DE VAPOR: °C	410
ÁREA DE SUPERFICIE DE CALENTAMIENTO: m ²	729
NORMA DE DISEÑO	ASME I - 98

MANUAL DE OPERACIÓN DE CALDERA HPB VS – 5025/2 (Otsuka, 2000):

- **PARTES DE LA CALDERA**
- **DOMO**

La Caldera posee dos domos denominados: domo de agua (superior) y domo de lodos (inferior).

DOMO SUPERIOR

Es el recipiente en donde se contiene el agua para su posterior vaporización; es importante que el nivel en este domo permanezca en 360mm. Equivalente al 50%, a él están conectados todos los tubos que conforman la estructura de las paredes de la caldera (serpentin)

DOMO INFERIOR



En este domo se acumulan las impurezas que contiene el agua.

- **HOGAR**

Es el lugar en donde se lleva a cabo la combustión del bagazo, y en donde se generan los gases, su presión ideal es de $-0.02 \text{ mm H}_2\text{O}$.

- **CHIMENEA**

Está ubicada al final de la caldera y es por donde son expulsados los gases que se generan en el interior del hogar, posee dos duchas de agua fría, cuya función es impedir que los gases expelidos a la atmósfera lleven consigo grandes cantidades de ceniza, esta ceniza es expulsada a través de un colector ubicado en su parte inferior.

- **PARRILLA VIAJERA O GRILLA ROTATIVA**

Es la encargada de limpiar el interior del hogar, depositando los residuos de la combustión en un colector.

- **COLECTORES**

Posee cuatro sellos hidráulicos que sirven para recoger la arena y ceniza que es expulsada hacia fuera mediante caudales de agua.

- **ECONOMIZADOR DE AGUA**



Es un serpentín que tiene por finalidad elevar la temperatura del agua que ingresa al domo. A su entrada la temperatura es de 80°C, pero como se halla en la línea de salida de los gases, en su salida la temperatura asciende a 130°C, siendo esta la temperatura con la que el agua ingresa al domo.

- **PRECALENTADOR DE AIRE**

El aire que es impulsado por el tiro forzado hacia dentro del hogar, pasa previamente por una formación tubular que está ubicada en la salida de los gases y que debido a la alta temperatura de éstos el aire que ingresa al hogar es un aire precalentado.

- **ARRANQUE DE CALDERA**

Previo al arranque de la unidad, debemos constatar que los dampers y switches de los respectivos ventiladores se encuentren cerrados y accionados. La presión por lo regular después de la liquidación se la encontrará entre 200 – 250 psi, así mismo el nivel del domo se debe encontrar en un 40 – 50 %; se debe inspeccionar que todas las puertas de acceso a la unidad se encuentren debidamente cerradas después de realizado el mantenimiento de rutina, una vez cumplidos estos requisitos podemos proceder con el arranque de la caldera.

- **PASOS PARA EL ARRANQUE DE LA CALDERA**

La unidad será encendida inicialmente con la energía suministrada por la Empresa Eléctrica del lugar. Para el arranque de la unidad bastarán 8 talegas de bagazo (fundas) para la



combustión, el encendido de los motores sigue una secuencia, por lo que no se accionará ningún motor, si no se siguen los pasos siguientes:

1. Tiro Inducido (extractor de aire primario de la chimenea)
2. Tiro Forzado (ventilador de aire forzado)
3. Ventilador Sobrefuego
4. Tiro Neumático (ventilador del esparcidor)
5. Esparcidor
6. Dosificadores A/B (Alimentadores de bagazo 1 y 2)
7. Parrilla Viajera (también llamada grilla rotativa)
8. Bomba de Agua A o B (sólo se trabaja con una a la vez)
9. Conductores de bagazo 2 y 3
10. Bomba de Agua de Ceniceros

Encendidos todos los motores se deben abrir los dampers de los tiros. A continuación, los parámetros normales de tiros y alimentadores, en el arranque de caldera (Lezana, 2006):

Tiro Inducido Damper 15%

Tiro Forzado Damper 10%

Tiro Sobrefuego 50%

Ventilador Neumático 50%

Dosificadores entre 500 a 700 r.p.m.



Al arrancar nunca debemos trabajar con los dosificadores al máximo, puesto que la unidad todavía se encuentra fría y esto traería como consecuencia una mala combustión en el hogar debido al exceso de bagazo, retardando el arranque del turbogenerador, y que posteriormente se tape el primer cenicero, impidiendo la salida de agua y residuos hacia el exterior (Lezana, 2006).

Así mismo el valor de los parámetros del tiro forzado no debe ser mayor al del tiro inducido, el procedimiento de arranque de caldera se lo debe realizar desde el Panel de Control en “modo manual” (Lezana, 2006).

En la parte superior de la caldera tenemos un sin número de válvulas que detallamos a continuación (Otsuka, 2000):

- Serpentín o Venteo
- By-pass
- Válvula de salida de Vapor de 400psi
- Válvulas de alivio automáticas
- Válvulas de alivio manuales
- Válvulas de purga

Cuando la presión oscile entre 250 a 300 psi, procedemos a abrir la válvula del serpentín ubicada en la parte superior de la unidad, por espacio de 5 a 10 minutos, con el objeto de eliminar a la atmósfera todos los condensados que se han formado por enfriamiento y que se hallan en toda la tubería de esta (serpentín) (Otsuka, 2000).



Verificando que la presión ha superado los 320 psi, procedemos a abrir el By-pass, por el lapso de 5 a 10 minutos y cerramos el serpentín, esto se hace con la finalidad de calentar la tubería, eliminar los condensados y prevenir los denominados “golpe de ariete” una vez que la unidad entre en funcionamiento (Otsuka, 2000). Posteriormente la válvula principal de salida de vapor debe ser abierta lentamente permitiendo el paso lento del vapor a través de la tubería, para evitar recalentamiento y posibles fisuras. En este momento es permitido acelerar al máximo los dosificadores si la alimentación de bagazo no es suficiente (Otsuka, 2000).

Se debe mantener la presión en un máximo de 430 psi y un mínimo de 350 psi, para que pueda entrar en funcionamiento el Turbo Generador, una vez que haya arrancado y esté en condiciones de generar energía y conectarse “cargas”, paralelamente con el electricista de turno se procede a apagar la caldera para realizar el Cambio de Energía y encenderla nuevamente de acuerdo con los pasos anteriormente descritos; en este momento la unidad queda conectada totalmente al Turbo Generador (Otsuka, 2000).

En este momento cambiamos el modo de operación en el Panel de Control y pasamos de Control Manual a Control Automático (Otsuka, 2000). En este “modo” la unidad es operada por el software suministrado por el fabricante, que a través del monitor de una computadora permite la visualización de los datos más importantes de operación de la unidad, tales como: Presión, temperatura, nivel, caudal, etc., permite también, el Control Manual ingresando datos y cambiando los parámetros de ser necesario (Otsuka, 2000).

Desde la computadora en modo manual o automático se abre la válvula de alimentación de agua, la válvula de vapor de 200 psi, la válvula inyectora de agua en la línea de 200 psi y se



colocan los alimentadores de bagazo en modo automático (Otsuka, 2000). El set – point es un parámetro que está decretado para operar de acuerdo con la norma del fabricante de la caldera, y éstos se deberán cambiar sólo en casos especiales (Otsuka, 2000). Durante el funcionamiento normal de la unidad, con alimentación de bagazo constante (desde los molinos), los parámetros normales son los que se verán a continuación en la siguiente figura:

Los siguientes son los datos más importantes (Otsuka, 2000):

- Temperatura Vapor sobrecalentado (TE200) 360°C
- Temperatura Gases salida caldera (TE400) 360°C
- Temperatura Línea 200 psi (TE501) 205°C
- Presión en el Hogar (PT500) – 0.3 mm H₂O
- Presión de Vapor 400 psi (PT400) 420 psi
- Presión de Vapor 200 psi (PT501) 200 psi
- Presión de Alimentación de Agua 700 psi
- Caudal de vapor (FT300) 20 Ton/h
- Caudal de Agua (FT100) 20 Ton/h
- Alimentadores 1 y 2 50%
- Nivel de Domo 50%
- Presión de Aire
- Tiro Inducido
- Tiro Forzado



PLAN TPM APLICADO A LA CALDERA DE BAGAZO DEL INGENIO MONTERREY AZUCARERA LOJANA (MALCA)

Objetivo del plan

Mejorar la eficiencia operativa y la confiabilidad de la caldera de bagazo, disminuyendo las paradas no programadas y los costos, mediante la implementación de la metodología TPM.

Fases e implementación del Modelo TPM en Calderas.

1. Diagnóstico inicial y prioridades.

Determinar la línea base, punto de referencia del estado actual del equipo, para identificar las oportunidades de mejora y su impacto.

- Evaluar estado actual de la caldera (rendimiento, fallas históricas)
- Identificar los modos de fallas comunes.

2. Mantenimiento autónomo.

Empoderar a los operadores y personal de mantenimiento para realizar las actividades de rutina diaria como las siguientes:

De esta forma el personal operativo puede detectar fallas y reportar antes que se conviertan en problemas mayores y ocasionar paradas no programadas por mantenimiento.

- Revisión de niveles de agua, presión y temperatura de operación.



- Inspección visual del hogar, parrilla viajera, válvulas, ventiladores, ceniceros y conductores de bagazo.
- Inspección de la lubricación y mantenimiento de las bombas.
- Limpieza de las superficies de trabajo y de los accesos, eliminación de los residuos.

3. Mantenimiento planificado.

El programador y planificador de mantenimiento debe programar las actividades de mantenimiento con la finalidad de evitar fallos y asegurar la disponibilidad del equipo. Estas actividades se realizan en las paradas mensuales y en el mantenimiento anual.

- Revisión y limpieza del hogar de la caldera.
- Revisión y mantenimiento de la parrilla viajera.
- Verificación del sistema de alimentación de bagazo (conductores, alimentadores).
- Verificación y calibración de las válvulas de seguridad.
- Calibración y prueba de los instrumentos de control.

4. Indicadores de desempeño.

Establecer indicadores y métricas para medir y orientar las mejoras, de esta forma se puede evaluar la efectividad de la metodología TPM, capacitar al personal de y ajustar los planes de mantenimiento.

- Disponibilidad de la caldera. (% de tiempo total operativo).



- Eficiencia térmica. Relación entre la energía útil vs. la energía disponible del bagazo.
- MTBF. Tiempo medio entre fallas.
- MTTR, tiempo medio de reparación.

5. Capacitación continua.

Por medio de la capacitación del personal, se logra mayor responsabilidad y reducción de fallas por el uso incorrecto.

- Técnicas de mantenimiento autónomo.
- Uso e interpretación de los indicadores de rendimiento.
- Seguridad y manejo de equipos de alta presión y temperatura.
- Certificación de operación de calderas de alta presión.

HERRAMIENTAS.

Mantenimiento preventivo.

Mediante la incorporación de técnicas de predicción, como son: análisis de vibración, termografías, análisis de combustión.

Mantenimiento Basado en condición.

Análisis continuos de parámetros operativos para evitar paradas no programadas.

RESULTADOS ESPERADOS.



- Incremento en el tiempo disponible de la caldera.
- Disminución de los tiempos de paradas no programadas.
- Mejorar la eficiencia térmica de la caldera y la disminución del bagazo consumido en la generación.
- Propiciar la participación del personal operativo en actividades de mantenimiento que ayudan a evitar las paradas no programadas.

Gestión integral de residuos y sustancias químicas (Talleres y Laboratorios).

PROCEDIMIENTO DE MANEJO DE ACEITE USADO EN TALLERES.

OBJETIVO

Establecer las acciones y responsabilidades del personal del taller para el manejo del aceite de lubricación usado de los motores y reductores en el ingenio Monterrey para evitar impactos ambientales negativos, cuidar la salud del personal y cumplir con la normativa de medio ambiente local.

ALCANCE

Se aplica a todas las actividades del taller en el cual se genera aceite usado y su manejo posterior.

DEFINICIÓN.



Aceite lubricante usado. Es todo aceite que por el trabajo ha perdido sus propiedades originales, y que puede estar contaminado con metales, combustibles u otros tipos de residuos (Naranjo, 2014).

Residuo peligroso. Son aquellos productos que representan un riesgo para la salud y el medio ambiente (Naranjo, 2014).

RESPONSABILIDAD.

- JEFE DE TALLER. Asegurar y verificar que el procedimiento se cumpla.
- MECANICO DE TALLER. Manejar, drenar y almacenar el aceite usado según las prácticas establecidas.
- JEFE DE SEGURIDAD Y MEDIO AMBIENTE. Coordinar el almacenamiento temporal, registro y entrega del aceite a un gestor autorizado.

PROCEDIMIENTO DETALLADO (Naranjo, 2014):

- Preparar herramientas y recipientes adecuados para la recolección del aceite usado,
- Usar equipos de protección personal,
- Colocar bandejas para la recolección de aceite y evitar derrames en el piso del taller,
- Drenar el aceite del motor o reductor que se esté interviniendo,
- Tratar por separado el aceite usado de otros productos líquidos,
- Usar recipientes adecuados y resistentes para colocar el aceite para su almacenamiento temporal,



- Etiquetar los recipientes con el rotulado claro de ACEITE USADO, indicando la fecha de llenado y el origen del aceite,
- Cada tipo de aceite se debe almacenar por separado dependiendo de su origen y utilización,
- Los filtros antes de ser eliminados se les debe dejar drenar para retirar la mayor parte posible de aceite,
- Llevar un registro del aceite usado indicando el volumen, la fecha y origen del aceite,
- Registrar la entrega del aceite al gestor ambiental autorizado, o al centro de acopio.

DISPOSICIÓN FINAL Y REVALORIZACIÓN (Naranjo, 2014):

- El aceite usado debe ser gestionado por un gestor autorizado por reciclaje, regeneración o disposición final,
- El aceite usado se puede recuperar mediante la filtración y mezclado para usos secundarios, reduciendo el impacto ambiental mediante el uso de este en lugar de aceite nuevo.

INTEGRACIÓN DE LA METODOLOGÍA 5 S AL MANEJO DEL ACEITE USADO

La aplicación de esta metodología permitirá (Sanchez, 2025):



- Mejorará la separación de los residuos peligrosos, identificando adecuadamente los recipientes y los lugares en los cuales se colocarán mientras se los entrega al gestor autorizado,
- Estandarizar el etiquetado de los recipientes y la documentación necesaria para cumplir con los requerimientos normativos,
- Facilitar la prevención de contaminación ambiental por derrames de aceite usado.

1. **SEIRI-CLASIFICAR (Sanchez, 2025):**

Establecer un área adecuada y específica para la clasificación del aceite usado.

Identificar adecuadamente cada contenedor indicando su origen y fecha de recolección.

Eliminar lo que no se necesita.

2. **SEITON-ORDENAR (Sanchez, 2025):**

Crea el espacio designado y señalizado para cada tipo de material.

Usar etiquetas con color para poder identificar los tipos de materiales.

Sitúa los contenedores de aceite usado cerca de la zona de mantenimiento.

3. **SEISO-LIMPIAR (Sanchez, 2025):**

Establecer rutinas diarias de limpieza.

Limpiar inmediatamente cualquier tipo de derrame de aceite.



Usa kits de derrames.

Limpiar y drenar los filtros antes de eliminarlos para evitar derrames de aceite usado y contaminación del medio ambiente.

4. SEIKETSU-ESTANDARIZAR (Sanchez, 2025):

Documentar los procedimientos escritos y visuales.

Usar lista de verificación.

Definir tiempo y responsables para la evaluación constante.

5. SHITSUKE-DISCIPLINA (Sanchez, 2025):

Capacitar al personal en proceso de 5S.

Realizar auditorías periódicas de metodología 5S a los talleres.

Reconocimiento al personal por mantener la metodología 5S.

PROCEDIMIENTO PARA LA ELIMINACIÓN DE REACTIVOS USADOS Y CADUCADOS DE LABORATORIO.

OBJETIVO.



Establecer un procedimiento claro y seguro para la disposición final de los reactivos usados o caducados generados por el laboratorio del ingenio y prevenir la contaminación ambiental.

ALCANCE

El procedimiento aplica para todos los reactivos y productos químicos utilizados en el laboratorio tanto reactivos caducados, fuera de uso y sus recipientes antes de su eliminación definitiva (Loayza *et al.*, 2005).

RESPONSABILIDADES.

- Jefe de laboratorio. Coordinar y verificar el cumplimiento del procedimiento.
- Analista de laboratorio. Clasificar y registrar los reactivos.
- Jefe de seguridad y medio ambiente. Coordinar el almacenamiento temporal y su disposición final con un gestor autorizado.

APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA LAS 5S

- **SEIRI-CLASIFICAR (Sánchez, 2025):**

Identificar todos los reactivos, separando los que se usan, los que están en desuso y los caducados. Los reactivos que no se usan se los retiran del laboratorio

- **SEITON-ORDENAR (Sánchez, 2025):**



Identificar claramente los reactivos por tipo y peligrosidad. Etiquetar claramente los envases de los reactivos con nombre, estado y fecha de caducidad.

- **SEISO-LIMPIAR (Sánchez, 2025):**

Limpiar periódicamente las zonas de trabajo, retirar envases dañados o contaminados de las áreas del laboratorio

- **SEIKETSU-ESTANDARIZAR (Sánchez, 2025):**

Establecer el uso del procedimiento.

Usar listas de verificación, crear etiquetas visuales para facilitar el manejo de reactivos.

- **SHITSUKE-DISCIPLINA (Sánchez, 2025):**

Capacitar al personal en la metodología 5S.

Realizar auditorías a la metodología 5S trimestral y anual.

Incentivos para el personal de laboratorio que cumpla con la metodología 5S.

PROCEDIMIENTO DE MANEJO DE REACTIVOS USADOS Y CADUCADOS

(Loayza *et al.*, 2005).



- Identificar y registrar los reactivos que se encuentran en el laboratorio, nombre, fecha y estado,
- Separar los reactivos de acuerdo con su compatibilidad química,
- Utilizar contenedores adecuados según el tipo de reactivo,
- Ubicar contenedores en la áreas adecuadas, ventiladas, etiquetadas y con contención secundaria para evitar contaminación por derrames,
- De ser necesario realizar el tratamiento previo de los reactivos antes de su eliminación,
- Coordinar con la autoridad o empresa capacitada la recolección y disposición final de los residuos químicos,
- Documentar la entrega, registrando la cantidad y clase de reactivo entregado al gestor final,
- No verter directamente los residuos químicos a los desagües o medio ambiente.

SEGURIDAD Y EMERGENCIA (Loayza *et al.*, 2005):

- Mantener equipos de emergencia de lavado,
- Elaborar procedimientos de respuesta a derrames de químicos.

2.1. Preparación y Respuesta ante Emergencias (Cláusula 8.2)

Identificación de escenarios de riesgo y protocolos de actuación.

Protocolo: Incendio en bagacera.

Riesgo: Incendio contaminación ambiental



Objetivo: Prevenir, controlar y responder de manera rápida y confiable ante un incendio en la bagacera minimizando los riesgos y emisiones al medio ambiente y riesgos a la infraestructura y personal.

Alcance: El presente protocolo tiene alcance al área de bagacera donde se almacena el bagazo de caña de azúcar, el personal propio y las áreas adyacentes.

Responsables: Los responsables del cumplimiento y aplicación del presente protocolo es el jefe de planta, el supervisor del área, Jefe de seguridad, brigadista contra incendios.

Descripción del riesgo: En caso de producirse un incendio en la bagacera esto generaría emisiones atmosféricas significativas como son emisión de humo, desprendimiento de partículas y cenizas, posible propagación del fuego, contaminación al aire y al suelo.

Procedimiento:

1. Activar la alarma contra incendios.
2. Suspender todas las operaciones de manera inmediata en el área y abandonar el lugar de incendio.
3. Una vez en el exterior avisar a la Brigada de Primera Intervención, brigada Contra Incendios y a recepción (hágalo sin pensar que otros ya lo han hecho).
4. Aplicar el control inicial por medio de la brigada utilizando los medios de extinción autorizados, evitando así la propagación del incendio.



5. Protección ambiental por medio de barreras que eviten la propagación de humo y cenizas.

6. Realizar el análisis post-incendio entre el Supervisor y el jefe del área a través de un informe con los detalles pertinentes.

Equipos y recursos:

- Equipo de protección personal
- Extintores
- Hidrantes
- Mangueras
- Uniformes aislantes
- Sistema de detección.

Comunicación y reporte: Informar al jefe de seguridad para que se comunique directo con la alta gerencia y registrar el incidente ambiental

Protocolo: Derrame químico

Riesgo: Derrame contaminación ambiental

Objetivo: Establecer medidas preventivas bien definidas, debido a la alta inflamabilidad, volatilidad y toxicidad de varias sustancias, por eso se establecen los pasos a seguir ante un



derrame, para garantizar la seguridad de las personas, prevenir incendios y minimizar los impactos ambientales.

Alcance: El siguiente protocolo tiene alcance a todo el personal ya que deben notificar cualquier derrame o situación anómala.

Responsables: Los responsables son la brigada de emergencia ya que ejecutan el protocolo de contención y limpieza. Supervisor de área del incidente y Jefatura de A&SSO ya que valida las causas y acciones correctivas.

Procedimiento:

1. Evacuación y alerta

- Evacuar a las personas no involucradas.
- Activar alarma interna si el derrame es significativo.
- Aislar el área en un radio de al menos 15 metros.

2. Notificación inmediata

- Avisar al supervisor y a la brigada de emergencias.
- Registrar hora y lugar del incidente.

3. Evaluación de riesgo

- Determinar si hay riesgo de incendio o vapores concentrados.



- Verificar condiciones de ventilación natural o forzada.

4. Colocación de EPP

- Todo el personal de respuesta debe colocarse el EPP antes de ingresar al área afectada. Ver MSDS del producto.

5. Contención del derrame

- Si es seguro, detener la fuga en el origen.
- Colocar barreras absorbentes alrededor del líquido.
- Aplicar material absorbente en el centro del derrame.

6. Recuperación y limpieza

- Recoger absorbentes saturados en bolsas o tambores de residuos peligrosos.
- Limpiar la zona con paños antiestáticos o solución aprobada.
- Asegurar adecuada ventilación.

7. Gestión de residuos

- Etiquetar los residuos como "Residuos peligrosos – acetona".
- Almacenar en área designada hasta su recolección por proveedor autorizado.

8. Cierre del incidente



- Levantar reporte de incidente.
- Anexar evidencia fotográfica (si aplica).
- Revisar causa raíz y emitir medidas preventivas.

Equipos y recursos:

- Kit de derrames para líquidos inflamables (absorbentes compatibles).
- Extintor tipo CO₂ o polvo químico seco.
- EPP: guantes de nitrilo, gafas o careta facial, ropa ignífuga, mascarilla con filtro de vapores orgánicos.
- Señalización de emergencia.
- Contenedor para residuos peligrosos.

Comunicación y reporte: Informar al jefe de seguridad para que se comunique directo con la alta gerencia y registrar el derrame provocado.

Protocolo: Explosión en caldera.

Riesgo: Explosión contaminación ambiental

Objetivo: Establecer las acciones a seguir ante una explosión en una caldera con el fin de responder de manera rápida y confiable para proteger la seguridad de todo el personal, minimizar los riesgos y emisiones al medio ambiente y prevenir incendios.



Alcance: El presente protocolo tiene alcance a todas las áreas productivas y las áreas adyacentes.

Responsables: jefes y operadores del área productiva. Brigadas de emergencia para apoyar en la evacuación inicial, controlar incendios pequeños y brindar primeros auxilios. Jefatura de seguridad ya que valida las causas y acciones correctivas.

Descripción del riesgo: En caso de producirse una explosión en una caldera esto generaría emisiones atmosféricas significativas como son emisión de humo, desprendimiento de partículas y cenizas, posible propagación del fuego, contaminación al aire y al suelo.

Procedimiento

1. Procedimiento inicial

- Activar la alarma de emergencia.
- Detener las actividades en las calderas si es posible.
- Evacuar al personal al punto de encuentro (brigada de evacuación).
- Cortar los puntos que puedan generar mayor riesgo como es el combustible o la electricidad.

2. Control



- El líder de la brigada y su personal capacitado procederán a evaluar la magnitud de la explosión.
- Controlar los incendios moderados de manera segura.
- En caso de presentar un incendio mayor comunicarse con el cuerpo de bomberos.
- Restringir el acceso al personal.

3. Minimización de riesgo ambiental

- Evaluar potenciales daños en las calderas, áreas aledañas y demás instalaciones.
- Registrar el incidente y contar con registros pertinentes.
- Analizar las posibles causas del incidente.
- Gestionar acciones correctivas y preventivas necesarias.

Comunicación y reporte: Informar al jefe de seguridad para que se comunique directo con la alta gerencia y registrar el incidente.

3.4. Estructura de brigadas de emergencia

El Ingenio Azucarero Monterrey (MALCA) es una empresa en un entorno ambiental que implica riesgos operativos y ambientales. Por lo que es fundamental para la empresa contar con brigadas de emergencia para asegurar la respuesta y control ante situaciones externas.



La brigada de emergencia de MALCA se estructura de la siguiente manera:

Jefe de brigada de emergencia

- Comunicar inmediatamente la emergencia a los coordinadores de brigadas y brigadistas que se encuentren de turno.
- Comunicar al Gerente General sobre la gravedad de la emergencia.
- Solicitar a los Coordinadores de las brigadas el informe sobre todos los aspectos para el control de emergencias.
- Realizar y coordinar la elaboración del programa anual de simulacros.
- Solicitar al área de mantenimiento revisar el estado de las puertas de emergencia, para garantizar que operen satisfactoriamente
- Supervisar que todo el personal conozca los teléfonos principales de emergencias.

Brigada de comunicación

- Serán los encargados de coordinar la ayuda del exterior, tales como el Cuerpo de Bomberos, Hospitales, Clínicas, Policía y Cruz Roja, una vez que se haya decretado la emergencia

Brigada de primeros auxilios



- Pertenece a este grupo las personas que tienen conocimiento de primeros auxilios, y que brindará ayuda hasta la llegada de asistencia médica de ser necesaria.

Brigada de incendio

- Serán los encargados de sofocar el fuego o asistir en la primera fase del incendio, hasta que los Bomberos tomen el control de la situación de ser necesario.

Brigada de alarma y evacuación

- Será el personal responsable de la salida del personal hacia los lugares designados como seguros o de menor riesgo.

Figura 5. Brigada de alarma y evacuación



2.5 Análisis de respuesta ante un incendio en bagacera

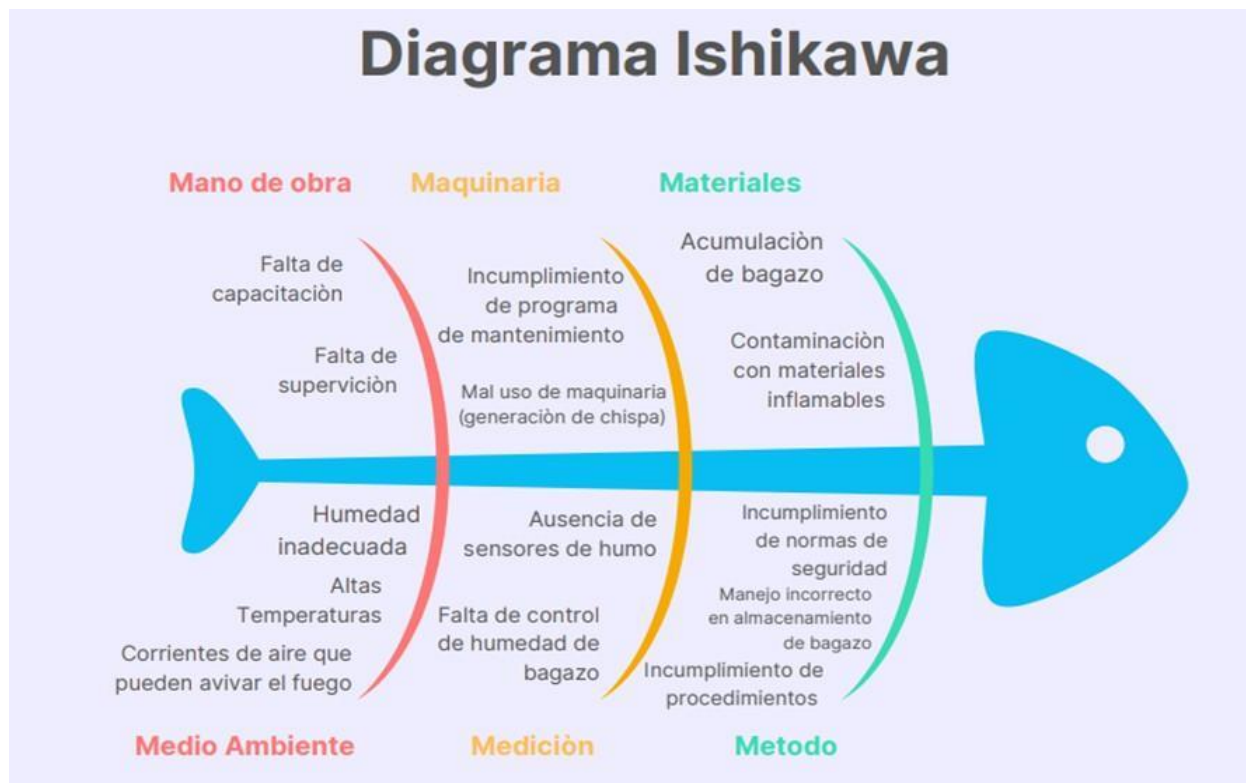
Para analizar las posibles causas ante un incendio producido en el área de bagacera hemos utilizado el diagrama de Ishikawa.

El diagrama de Ishikawa es una herramienta gráfica utilizada en empresas que ofrece una visión global de las causas que han generado un problema y de los efectos que este ha provocado. Como las causas están jerarquizadas, es posible identificar de manera concreta las fuentes del problema. Saeger, A.(2018).

Definición del problema o efecto encontrado. - Incendio en

la bagacera. Análisis de causas.

Figura 6. Diagrama Ishikawa



Causas-raíz críticas.

- Acumulación excesiva de bagazo en el área.
- Falta de sensores de humo y de monitoreo de temperatura.
- Falta de procedimientos en manejo y almacenamiento de bagazo.
- Mal mantenimiento de equipos.
- Mala capacitación al personal.

Planes de acciones o controles preventivos.

Tabla 16 Matriz de acciones y controles del plan contra incendios

Causa Raíz	Control	Responsable	Frecuencia
Acumulación excesiva de bagazo	<p>Contar con un límite máximo de almacenamiento en el área.</p> <p>Tener un cronograma de limpieza y retiro de desperdicios.</p>	Jefe de producción/ jefe de seguridad	Diaria
Falta de sensores	Implementar la instalación de sensores en puntos claves de la empresa.	Jefe de seguridad	Revisión anual
Falta de procedimientos	Redactar un procedimiento donde se detalle el almacenaje correcto de desechos.	Jefe de seguridad	Anual
Mal mantenimiento de equipos	Implementar un plan de mantenimiento preventivo de maquinarias.	Jefe de mantenimiento	Semestral
Mala capacitación	Implementar programa de capacitación inicial y continuada a todo el personal.	Jefe de recursos humanos	Semestral

Figura 7. Incendio en la Bagacera





CAPÍTULO 4. EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO, MEJORA Y VIABILIDAD (VERIFICACIÓN Y ACTUAR)

4.1. Sistema de Seguimiento y Medición (Cláusula 9.1)

Es importante que el Ingenio Azucarero MALCA establezca un Sistema de Seguimiento, Medición, Análisis y Evaluación del Desempeño Ambiental, basado en la norma ISO 14001:2015, con el propósito de controlar los impactos ambientales y además verificar el cumplimiento de los requisitos legales aplicables.

El diseño del sistema se fundamenta en dos herramientas principales:

- La matriz técnica de identificación y evaluación de riesgos ambientales MALCA (Tabla 5 de este documento), constituye una herramienta fundamental para el análisis técnico, ya que permite visualizar claramente los aspectos e impactos ambientales asociados a los diferentes procesos del ingenio azucarero. Esta matriz mejora la comprensión de posibles riesgos potenciales, contribuyendo así a tener medidas de mitigación y fortalecimiento del sistema de gestión ambiental de la organización.
- La matriz de cumplimientos legales (Tabla 6 de este documento), identifica las normativas actuales aplicables para el ingenio azucarero.

En conjunto estas matrices serán la base para definir qué se va a medir, cómo se lo va a medir, la frecuencia y los criterios que se evaluarán.

4.1.2. Tablero de Control de KPIs y plan de monitoreo legal

- **Relación entre la matriz técnica y la matriz legal:**



Ambas matrices presentan una relación directa y complementaria, ya que los componentes técnicos se encuentran estrechamente vinculados con los aspectos ambientales. Esta correlación se sustenta en el cumplimiento de la normativa ambiental vigente en el Ecuador, la cual exige que los procesos técnicos consideren de manera obligatoria la identificación, evaluación y control de los impactos ambientales generados por las actividades productivas.

- **Criterios de exclusión para generar los KPI:**

Si bien las Tablas 5 y 6 permiten identificar no conformidades clasificadas, en la Tabla 5 como “significativo moderado” y en la Tabla 6 como “no cumple”, no todas requieren necesariamente la generación de un Indicador Clave de Desempeño (KPI). Por esta razón, se elaboró una matriz de evaluación que permite analizar los parámetros fundamentales de cada no conformidad, con el objetivo de priorizar aquellas que presentan mayor impacto y relevancia. A partir de este análisis, se definieron los KPI necesarios para fortalecer la gestión ambiental y operativa del ingenio azucarero MALCA.

Se tomaron las siguientes consideraciones para determinar qué aspectos se incluyen o se excluyen como KPI:

- **Incluidos como KPI:**

- 1) Riesgo alto para cumplimiento legal, impacto ambiental significativo o salud pública.
- 2) Posibilidad de realizar una medición objetiva y periódica.
- 3) Vinculado a metas ambientales o reducción de impactos críticos.

- **Excluidos como KPI:**

- 1) Riesgos, manejables mediante procedimientos operativos internos de la compañía.
- 2) Difícil de cuantificar.

Son controlables con inspecciones, capacitaciones o auditorías internas.

Tabla de justificación de selección de KPIs:

Tabla 17 KPIs del plan de control de incendios

Aspecto Ambiental / Riesgo	Incluido como KPI	Justificación de inclusión o exclusión
Emisiones por quema de caña	Sí	Es considerado significativo por un impacto directo al aire y a su vez a la salud pública, en la normativa RCOA, exige medir y se le toma como prioridad alta
Consumo de agua industrial	Sí	El consumo excesivo de agua genera impactos ambientales; por ello, la recirculación permite optimizar el uso del recurso y reducir significativamente su consumo.
Efluentes de lavado (DBO, SST)	Sí	Impacto directo sobre calidad de agua; medición exigida por normativa ambiental; alto riesgo ambiental y legal.
Uso de soda cáustica / vertido químico	No	Se considera un riesgo; sin embargo, su frecuencia es baja y puede ser controlado mediante procesos internos, por lo que se gestiona como control operativo y no como un KPI.

Almacén de químicos / riesgo de derrame	No	Se considera un riesgo significativo, pero no es necesario tener un KPI cuantitativo, se puede controlar mediante inspecciones y registrar en un checklist.
Quema de bagazo (hollín/gases)	Sí	Alto riesgo ambiental y legal, ya que estos residuos afectan directamente a la calidad del aire y pueden generar incumplimientos legales.
Purga de calderas / vertido agua caliente	No	Riesgo moderado; es considerado más como un control operativo necesario y no un KPI.
Manejo de cenizas	Sí	Impacto paisajístico y suelo; KPI útil para medir reutilización y eficiencia; riesgo medio, pero relevante para sostenibilidad.
Taller mecánico / aceites usados	Sí	Riesgo legal y ambiental alto; requiere KPI para asegurar disposición correcta y cumplimiento de AM 061.
Registro y reporte de residuos peligrosos	Sí	KPI legal crítico (COA, Art. 160); obligatorio de tener para evitar sanciones legales y críticas.

- **KPIs: Indicadores Clave de Desempeño Ambiental y Legal:**



Una vez elaborada la tabla de inclusión y exclusión, se puede utilizar la información de los elementos incluidos para construir la tabla de KPI. Antes de esto, se presentará información relevante que facilitará la interpretación de dicha tabla.

Material Particulado PM10:

El PM10 es el conjunto de partículas sólidas y líquidas que se encuentran suspendidas en el aire, cuyo diámetro es menor o igual a 10 micrómetros, las cuales pueden ser inhaladas por el ser humano y afectar al sistema respiratorio. Estas partículas se generan principalmente en procesos de combustión industrial, en los ingenios azucareros se puede producir en el momento de la quema de bagazo, por tal motivo, es indispensable su control debido a sus efectos adversos (Seinfeld & Pandis, 2016).

DBO (Demanda Bioquímica de Oxígeno):

La Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) mide la cantidad de oxígeno disuelto necesaria para que los microorganismos aerobios degraden la materia orgánica presente en un efluente. A mayor concentración de materia orgánica, mayor es la DBO, lo que indica un mayor grado de contaminación y un riesgo ambiental significativo. Por esta razón, la DBO se considera un parámetro crítico, cuyo control es esencial para minimizar los impactos negativos sobre los cuerpos de agua y el entorno ambiental adyacente al Ingenio Azucarero MALCA (Metcalf & Eddy, 2014).

Óxidos de Nitrógeno (NOx):

Los óxidos de nitrógeno son un grupo de gases contaminantes principalmente formados por óxido nítrico (NO) y dióxido de nitrógeno (NO₂), estos son generados mayoritariamente en procesos de combustión a elevadas temperaturas. Es un indicador relevante de contaminación

atmosférica, debido a su contribución en la formación de smog fotoquímico (Seinfeld & Pandis, 2016).

Sólidos Suspendidos Totales (SST):

Los sólidos suspendidos totales corresponden a partículas sólidas no disueltas que se encuentran suspendidas en el agua. Es un parámetro clave para evaluar la calidad de los efluentes líquidos, debido a que un exceso puede causar turbidez, sedimentación y alteraciones en los ecosistemas acuáticos (Tchobanoglous et al., 2014).

Tabla 18 Matriz de indicadores

Aspecto Ambiental	Indicador (KPI)	Fórmula del Indicador	Unidad	Frecuencia	Fuente Legal / Técnica	Meta Propuesta	Método de Medición	Nivel de Riesgo
KPI 1: Emisiones atmosféricas por quema de bagazo	Concentración de PM10	$PM_{10} = \frac{\text{Masa de PM recolectada}}{\text{Volumen de gas muestreado}}$	mg/N m ³	Anual (zafra)	RCOA, Libro VI, Anexo 3	≤ Límite legal RCOA	Muestreo isocinético, laboratorio	Alto
KPI 2: Emisiones atmosféricas por quema de bagazo	Concentración de NOx	$NO_x = \frac{\text{Masa de NO}_x}{\text{Volumen de gas muestreado}}$	mg/N m ³	Anual (zafra)	RCOA, Libro VI, Anexo 3	≤ Límite legal RCOA	Muestreo isocinético, laboratorio	Alto
KPI 3: Residuos peligrosos generados	Residuos peligrosos generados	$RP = \sum \text{residuos peligrosos generados en el período}$	kg/mes	Mensual	AM 061, Art. 25	Reducción progresiva	Registro de manifiestos y certificados	Alto

KPI 4: Gestión de residuos peligrosos	% de residuos peligrosos (RP) dispuestos correctamente	%RP = (RP dispuestos con gestor / RP generados) × 100	%	Mensual	AM 061, Art. 25	≥ 100 %	Revisión de manifiestos y certificados	Alto
KPI 5: Cumplimiento legal de residuos peligrosos	Cumplimiento de reportes MAATE	Cumplimiento = (Reportes entregados / Reportes exigidos) × 100	%	Anual	COA, Art. 160	≥ 100 %	Revisión documental	Alto
KPI 6: Consumo de agua industrial	Consumo específico de agua (CA)	CA = Volumen de agua consumida / Toneladas de caña procesada	m ³ /t	Mensual	Meta interna	≤ 3,5 m ³ /t	Caudalímetros	Medio
KPI 7: Efluentes líquidos	Concentración de DBO	DBO = Resultado del análisis de laboratorio	mg/L	Trimestral	Normativa ambiental	≤ Límite legal	Análisis fisicoquímico en laboratorio	Alto
KPI 8: Efluentes líquidos	Concentración de SST	SST = Resultado del análisis de laboratorio	mg/L	Trimestral	Normativa ambiental	≤ Límite legal	Análisis fisicoquímico en laboratorio	Alto
KPI 9: Manejo de sustancias químicas	Índice de incidentes por derrames	IDQ = Número de incidentes registrados	Nº/mes	Mensual	Procedimiento interno	0 incidentes	Inspección y reporte	Medio



KPI 10: Manejo de cenizas	Porcentaje de reutilización de cenizas (%RC)	%RC = (Cenizas reutilizadas / Cenizas generadas) × 100	%	Mensual	Plan ambiental interno	≥ 80 %	Registro de operación	Medio
----------------------------------	--	--	---	---------	------------------------	--------	-----------------------	-------

- **Clasificación de KPIs del Ingenio Azucarero MALCA:**

- **KPIs que miden desempeño ambiental directo:**

- **KPI 1:** PM10 (emisiones atmosféricas)
- **KPI 2:** NOx (emisiones atmosféricas)
- **KPI 7:** DBO en efluentes
- **KPI 8:** SST en efluentes

- **KPIs que miden cumplimiento legal:**

- **KPI 3:** Residuos peligrosos generados
- **KPI 4:** % residuos peligrosos dispuestos correctamente
- **KPI 5:** Cumplimiento de reportes MAATE

- **KPIs que miden gestión de riesgos y eficiencia operativa:**



- **KPI 6:** Consumo específico de agua
- **KPI 9:** Incidentes por derrames
- **KPI 10:** % reutilización de cenizas

4.2. Auditoría, Revisión y Mejora Continua (Cláusula 9.2, 9.3 y 10)

Esta fase final del diseño asegura que MALCA cuente con mecanismos para verificar el cumplimiento de sus objetivos y corregir desviaciones de manera sistemática.

4.2.1. Procedimiento de Auditoría Interna y Revisión por la Dirección.

Auditoría Interna (Cláusula 9.2)

MALCA establecerá un programa de auditoría interna para determinar si el SGA es conforme con los requisitos de la norma ISO 14001:2015 y si se ha implementado y mantiene eficazmente.

- **Frecuencia Propuesta:** Una auditoría integral anual, preferiblemente antes del inicio de cada zafra.
- **Criterios de Auditoría:** Basados en la política ambiental, los requisitos legales (como el Acuerdo 097-A) y los procedimientos operativos diseñados.



- **Metodología:** Selección de auditores independientes al área auditada para asegurar objetividad. Los resultados se documentarán en un "Informe de Hallazgos" (No Conformidades, Observaciones y Oportunidades de Mejora).

Revisión por la Dirección (Cláusula 9.3)

La alta dirección de MALCA revisará el SGA a intervalos planificados (semestralmente) para asegurar su conveniencia, adecuación y eficacia continua.

Entradas de la revisión (¿Qué se analiza?):

- Estado de las acciones de revisiones previas.
- Grado de cumplimiento de los Objetivos Ambientales (como el control de vinazas y ahorro de agua).
- Desempeño ambiental (tendencias de emisiones y residuos).
- Comunicaciones de partes interesadas (quejas de la comunidad de Catamayo).
- Necesidad de recursos para la mejora.

Salidas de la revisión (¿Qué se decide?):

- Conclusiones sobre la eficacia del sistema.
- Decisiones sobre cambios en la política o recursos financieros.

4.2.2. Gestión de No Conformidades y Acciones Correctivas.

Mejora Continua y Acción Correctiva (Cláusula 10)



MALCA reaccionará ante las **No Conformidades** (incumplimientos de procesos o límites legales) mediante un ciclo estructurado de corrección.

Generalidades (Cláusula 10.1)

La organización buscará oportunidades de mejora no solo para corregir errores, sino para elevar el desempeño ambiental mediante nuevas tecnologías de ecoeficiencia.

No Conformidad y Acción Correctiva (Cláusula 10.2)

MALCA empleará un registro formal de No Conformidades y Acciones Correctivas. Este instrumento permite documentar el hallazgo, ejecutar una respuesta inmediata y, tras un análisis técnico, implementar soluciones definitivas que eliminen la causa raíz del problema, asegurando que el incidente no se repita en la operación del ingenio.

Procedimiento para la Investigación de Incidentes e Incumplimientos

En caso de que ocurra un accidente ambiental (como un derrame) o se detecte un incumplimiento legal (como exceso de emisiones), MALCA seguirá este proceso simplificado de cuatro pasos:

1. **Reporte y Respuesta Inmediata:** Cualquier colaborador que detecte la anomalía deberá informar al Jefe de Área. De forma inmediata, se interviene para detener el impacto ambiental (ej. cerrar una válvula o colocar barreras absorbentes).



2. **Conformación del Equipo Investigador:** El Gestor Ambiental se reunirá con el personal involucrado en el incidente para recopilar evidencia (fotos, testimonios, registros de operación) y completar el registro de No Conformidad.
3. **Análisis de Causa Raíz:** El equipo aplicará la técnica de los **5 Porqués** para profundizar en el problema. El objetivo es ir más allá del error humano o mecánico inicial hasta encontrar la falla en el sistema o procedimiento que permitió que el evento sucediera.
4. **Establecimiento de la Acción Correctiva y Cierre:** Se definirá una solución permanente. Una vez implementada, el Gestor Ambiental verificará en un plazo de 30 a 60 días que la medida fue efectiva para dar por cerrada la investigación.

Formato de Registro de No Conformidad y Acción Correctiva

Tabla 19 Formato de registro de auditoría

Datos de identificación	Información a registrar
Fecha:	Día, mes y año del hallazgo.
Área / Proceso:	Lugar donde ocurrió (Ej: Calderas, Destilería, Campo de cultivo).
Origen:	Identificación de dónde proviene el hallazgo, ¿Cómo se detectó? (Auditoría, queja ciudadana, o monitoreo ambiental).
Descripción:	Detalle claro y objetivo de la situación encontrada o el límite legal incumplido.
Corrección:	Acción rápida ejecutada para mitigar el impacto ambiental negativo de forma inmediata.
Análisis de causa:	Aplicación de la técnica de los "5 Porqués" para encontrar el origen real del fallo.



Acción correctiva:	Medida técnica o administrativa definitiva para evitar la recurrencia del error.
Responsable:	Persona encargada de ejecutar la solución.
Verificación:	Seguimiento posterior para validar que la solución adoptada fue realmente efectiva.

Mejora Continua (Cláusula 10.3): El SGA evolucionará mediante la actualización de los objetivos ambientales y la optimización de procesos basada en el análisis de datos de monitoreo.

4.3. Plan de Implementación (Cronograma).

Fases principales del SGA

1. Planificación

- Identificación de aspectos e impactos ambientales
- Revisión de requisitos legales
- Selección de KPIs

2. Documentación

- Elaboración del manual de SGA



- Procedimientos de seguimiento y medición
- Matriz de requisitos legales

3. Capacitación

- Entrenamiento del personal en SGA, normas ambientales y manejo de residuos
- Conciencia ambiental sobre DBO, SST, PM10, NOx

4. Puesta en marcha

- Implementación de KPIs y monitoreo
- Recolección de datos
- Seguimiento de metas ambientales

5. Auditoría y evaluación

- Revisión del desempeño ambiental
- Verificación de cumplimiento legal
- Ajuste de metas y planes de mejora

Proceso / Actividad	Medida Ambiental Propuesta	Justificación	Inversión	Ahorro Anual
Zafra - quema de caña	Reducción de quema cosecha en verde	Adquisición de cortadora de caña	\$ 15000.00	\$ 39000.00
Lavado de caña	Recirculación de Agua	Instalación de recirculación de agua	\$ 6449.76	\$ 1960.20
Efluente de lavado	Pretratamiento de efluentes de lavado, reutilización de las cenizas de las purgas	Construcción de piscinas y mallas para filtración de agua	\$ 11443.00	\$ 2500.00
Quema de bagazo	Mejora de combustión	Repotenciación del economizador de la caldera para mejorar la generación de energía eléctrica en un 20%	\$ 20187.59	\$ 2465.00
TOTAL			\$ 70917.49	\$ 51925.20

5. Resultados financieros

5.1 Retorno de la inversión (ROI)

- Inversión inicial: **\$70,917.99**
- Ahorros anuales estimados: **\$51,925.20**

(derivados de mejoras en la eficiencia operativa y de la eliminación de multas)

Definición de ROI (Retorno sobre la Inversión)

El ROI es un indicador financiero que permite evaluar la rentabilidad de una inversión, comparando los beneficios obtenidos frente al capital invertido. Se expresa como un porcentaje, facilitando la comparación entre distintos proyectos.

Fórmula utilizada

$$\text{ROI} = (\text{Inversión inicial Beneficio neto}) \times 100$$

Donde:

- Beneficio neto = Ahorros generados – Inversión inicial



Cálculo del ROI anual

Beneficio neto del primer año

$$51,925.20 - 70,917.99 = -18,992.79$$

Esto indica que durante el primer año aún no se recupera completamente la inversión, ya que parte del capital inicial sigue pendiente de retorno.

Cálculo del ROI anual

Para evaluar el rendimiento anual de la inversión, se compara el ahorro generado en un año frente a la inversión total:

Interpretación del resultado

- Un ROI anual del 73.2 % significa que cada año el proyecto recupera aproximadamente tres cuartas partes de la inversión inicial.
- Aunque el primer año no se obtiene una ganancia neta completa, el alto porcentaje de retorno demuestra que la inversión es sólida y de bajo riesgo.
- Este valor de ROI explica por qué el periodo de recuperación (payback) es corto, situándose en alrededor de 1.37 años.
- A partir del segundo año, los ahorros generados se convierten en beneficios económicos netos, aumentando la rentabilidad total del proyecto.

Conclusión

La inversión de \$70,917.99 presenta un ROI anual elevado (73.2 %), lo que evidencia que el proyecto es financieramente viable, rentable y atractivo. La rápida recuperación del capital invertido y la continuidad de los ahorros en el tiempo refuerzan la conveniencia de su implementación.

Cálculo del Payback (Periodo de recuperación)



El payback indica el tiempo que tarda el proyecto en recuperar la inversión inicial a través de los ahorros o beneficios generados.

Fórmula

$$\text{Payback} = \frac{\text{Inversión inicial}}{\text{Ahorros anuales}}$$

Sustitución de valores

$$\text{Payback} = \frac{70,917.99}{51,925.20} = 1.37 \text{ años}$$

Interpretación del resultado

- El proyecto recupera la inversión en 1.37 años.
- Esto equivale aproximadamente a:
- 1 año y 4 meses, o
- 16 a 17 meses.

Análisis financiero

- Un payback menor a 2 años suele considerarse muy favorable, ya que reduce el riesgo financiero.
- Después del primer año y cuatro meses, todos los ahorros generados pasan a ser ganancia neta.
- El proyecto demuestra ser económicamente viable y atractivo, especialmente si los ahorros se mantienen constantes en el tiempo.

Conclusión

La inversión inicial de \$70,917.99 se recupera en un período relativamente corto (1.37 años), lo que indica que el proyecto es rentable, eficiente y financieramente conveniente.



CAPÍTULO 5: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones generales

El estudio permitió diseñar un Sistema de Gestión Ambiental (SGA) para la empresa Monterrey Azucarera Lojana C.A. (MALCA), cumpliendo con los lineamientos de la norma ISO 14001:2015. Se identificaron los aspectos e impactos ambientales más relevantes de los procesos productivos y se detectaron brechas importantes en control operacional, gestión de riesgos, seguimiento del desempeño y cumplimiento legal. La propuesta presentada establece un marco estructurado para organizar la gestión ambiental, priorizando los aspectos significativos y promoviendo la mejora continua, la sostenibilidad y la alineación con la normativa ecuatoriana vigente.

5.1. Conclusiones específicas

5.1.1. Análisis del cumplimiento de los objetivos de la investigación

Se alcanzó el objetivo general al diseñar un SGA integral que incluye la identificación de aspectos e impactos ambientales, la matriz legal, procedimientos de control operacional, plan de emergencias y un conjunto de KPI teóricos para medir el desempeño ambiental. Los objetivos específicos se cumplieron al realizar la Revisión Ambiental Inicial, evaluar los aspectos significativos y elaborar la propuesta documental y operativa del SGA.

5.1.2. Contribución a la gestión empresarial

El SGA propuesto brinda a MALCA una herramienta estratégica para mejorar su



desempeño ambiental, reducir riesgos operativos, cumplir con la normativa vigente y preparar el camino



hacia una futura certificación ISO 14001:2015. Los KPI teóricos permiten a la empresa establecer un sistema de seguimiento y control de sus procesos críticos.

5.1.3. Contribución a nivel académico

El estudio ofrece un caso práctico de aplicación de la norma ISO 14001:2015 en el sector agroindustrial ecuatoriano, aportando metodologías de identificación y evaluación de impactos ambientales, análisis de brechas y priorización de riesgos, que pueden servir como referencia para futuras investigaciones en gestión ambiental y sostenibilidad empresarial.

5.1.4. Contribución a nivel personal

La elaboración de esta tesis fortaleció las competencias del equipo en análisis crítico, gestión ambiental, planificación de proyectos y aplicación de normas internacionales, promoviendo el desarrollo profesional y la preparación para enfrentar desafíos en el ámbito de la calidad y sostenibilidad.

5.1.5. Limitaciones de la investigación

La investigación se centró en la fase de diseño del SGA; la implementación práctica y la medición real de los KPI quedan fuera del alcance. No obstante, los indicadores teóricos propuestos proporcionan una guía inicial para que la empresa monitoree su desempeño ambiental. Además, al basarse en información interna de MALCA y análisis documental, los resultados pueden no ser directamente aplicables a otras empresas del sector.



BIBLIOGRAFÍA

Banco Interamericano de Desarrollo (BID). (2017). Gestión Ambiental para una Producción más limpia en la Región Centro de Argentina: Herramientas para la aplicación de producción más limpia. *Banco Interamericano de Desarrollo*.

Bravo, E. (2021). *Acción Ecológica*. Obtenido de Caña, azúcar y etanol Posibles impactos de los agrocombustibles en el Ecuador:
<https://www.accionecologica.org/cana-azucar-y-etanol-posibles-impactos-de-los-agrocombustibles-en-el-ecuador/>

Cheesman, Oliver. (2004) Environmental Impacts of Sugar Production: The Cultivation and Processing of Sugarcane and Sugar Beet

Código Orgánico del Ambiente (COA). (2017). *Asamblea Nacional del Ecuador*. Registro Oficial Suplemento 983.

Constitución de la República del Ecuador. (2008). Registro Oficial 449.

Ecuabursatil, 2024. Informe sobre el sector azucarero ecuatoriano 2.

<https://ecuabursatil.com/wp-content/uploads/INFORME-SOBRE-ELSECTOR-AZUCARERO-ECUATORIANO-2>

García Ramos, C., Quirós Roque, V., & Rosales Mendoza, L. (2022). Los residuos generados en la producción de la industria azucarera en los últimos 25 años. *Revista Iberoamericana de Bioeconomía y Cambio Climático*, 1-13.

Hernández Garcés, A., Reynosa Valladares, M., Hernández Bilbao, F., & Canciano Fernández, J. (2017). Huella de carbono en la industria azucarera. Caso de estudio . *Revista*



Cubana de Tecnología Química.

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación*. España: McGraw Hill España.

ISO, O. I. (2015). *ISO 14001:2015 Sistemas de gestión ambiental. Requisitos con orientación para su uso*. ISO.

Lezana L., (2006). *ANÁLISIS DE OPERACIÓN Y FUNCIONAMIENTO DE UN CLARIFICADOR DE AGUA, ORIUNDA DE LAVADO DE GASES EN CALDERAS DE INGENIO LA UNIÓN, S.A.* Universidad de San Carlos de Guatemala



Loayza J., Silva M. & Galarreta H., (2005). Gestión Integral de residuos químicos de laboratorios

Metcalf & Eddy, Inc., Tchobanoglous, G., Stensel, H. D., Tsuchihashi, R., & Burton, F. (2014). *Wastewater engineering: Treatment and resource recovery* (5th ed.). McGraw-Hill Education.

Ministerio del Ambiente. (2015). Acuerdo Ministerial N. 028

Ministerio de Producción, Comercio Exterior e Inversiones. (2024). *Boletín del Sector Productivo*.

Naranjo C. (2014). Propuesta de mejoramiento administrativo y técnico aplicado a un taller automotriz.

NQA. (s.f.). *ISO 14001. Gestión ambiental*. Obtenido de NQA Global Certification
Body: <https://www.nqa.com/es-pe/certification/standards/iso-14001>

OCDE-FAO. (2025). *Perspectivas Agrícolas 2025-2034: Azúcar*. Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos - Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.

Ospina León, L., Manotas Duque, D., & Ramírez Malule, H. (2022). Desafíos y oportunidades de la Vinaza de caña de azúcar. Un análisis bibliométrico. *Ingeniería y competitividad*.

Otsuka, R. (2000). *Manual de Instrucciones para operación y mantenimiento Proyecto Malca-Caldera HPB VS-5025/2*. HPB.

Rein, P. (2012). Ingeniería de la caña de azúcar.[PDF]

Sánchez, A., (2025). Ejemplo practico de la aplicación de 5 S en talleres de fabricación



Seinfeld, J. H., & Pandis, S. N. (2016). *Atmospheric chemistry and physics: From air pollution to climate change* (3rd ed.). Wiley.

Suárez Espinosa, B., & Salinas Magaña, J. (2024). Análisis de Cumplimiento con ISO 14001:2015, Caso de Estudio: Empresa Empacadora de Aguacate. *Reincisol*.

Superintendencia de Competencia Económica. (2021). *Estudio de Mercado Sector Azúcar*. Dirección Nacional de Estudios de Mercado.

Saeger, A. (2018) El diagrama de Ishikawa.

ANEXOS

Anexo 1: *Matriz Partes Interesadas Trazabilidad y requisitos detallados del SGA*

Parte interesada	Necesidad o expectativa Clave	Requisito concreto para el diseño del SGA	Cláusula ISO 14001 relacionada	Prioridad	Justificación
Autoridad Ambiental (MAATE)	Garantía de que MALCA opera bajo la Licencia Ambiental y cumple los límites máximos permisibles (agua, aire, suelo).	Procedimiento de Identificación y Evaluación de Requisitos Legales. Se debe crear una matriz legal actualizada y un calendario de monitoreos periódicos.	6.1.3 Requisitos legales y otros requisitos. 9.1.2 Evaluación del cumplimiento.	ALTA	Obligación de Cumplimiento. Incumplimiento implica riesgo operativo inmediato (clausura o multas severas según el COA).
Comunidad de Catamayo	Reducción de molestias por material particulado	Programa de Control Operacional de Emisiones. Inclusión	8.1 Planificación y control operacional.	ALTA	Mitiga el riesgo de conflicto social y reputacional. Es crítico

	(ceniza/hollín) derivado de la quema de caña y calderas.	de protocolos de mantenimiento para filtros de calderas y plan gradual de cosecha en verde.			para mantener reputación para operar en el valle.
Accionistas / Alta Gerencia	Aprovechamiento económico de residuos (bagazo) y reducción de costos por ineficiencia (equipos obsoletos).	Objetivos Ambientales de ecoeficiencia. Establecer metas medibles para la reducción de consumo eléctrico y valorización energética del bagazo (economía circular).	6.1 Acciones para abordar riesgos y oportunidades. 6.2 Objetivos ambientales.	ALTA	Justifica la inversión financiera del SGA. Transforma el sistema en una herramienta de rentabilidad (retorno de inversión) y no solo de gasto.
Cientes (Mercado nacional/exportación)	Diferenciación del producto frente a sustitutos y garantía de procesos sostenibles.	Certificación y comunicación externa. Diseño del SGA apto para certificación y creación de una estrategia de comunicación de logros ambientales (marketing verde).	4.1 Comprensión de la organización. 7.4 Comunicación.	MEDIA/ ALTA	Esencial para la estrategia competitiva y expansión de mercado (Oportunidad O1 del FODA).
Personal y Sindicato	Mejora en la comunicación, capacitación técnica y condiciones de trabajo seguras.	Plan de competencia y toma de conciencia. Capacitación transversal sobre manejo de residuos, respuesta a emergencias y roles ambientales.	7.2 Competencia. 7.3 Toma de conciencia.	MEDIA	Fundamental para la operatividad del sistema. Aborda la debilidad interna (D3) sobre comunicación deficiente y resistencia al cambio.

Proveedores	Asistencia técnica y claridad en los requisitos de compra de materia prima.	Requisitos ambientales para la compra de bienes y servicios. Establecer criterios de aceptación.	8.1 Control operacional (Perspectiva de ciclo de vida).	MEDIA	Necesario para gestionar los impactos indirectos de la cadena de valor, asegurando la calidad de la materia prima externa.
-------------	---	--	---	-------	--

Anexo 2: Matriz de Identificación y Evaluación de Riesgos Ambientales MALCA

ID	Proceso / Actividad	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Condición	F	M	E	L	P	Total (S)	Clasificación (ASS)	Significancia (S)
1	CULTIVO Y COSECHA											

1.1	Preparación de suelos	Generación de polvo	Contaminación del aire	N	2	3	1	1,0	1,0	6,0	BAJO	NO SIGNIFICATIVO
1.2	Riego de cultivos	Consumo de agua de río	Agotamiento de recurso hídrico	N	3	3	3	1,0	1,2	10,80	BAJO	NO SIGNIFICATIVO
1.3	Fertilización	Escorrentía de nutrientes	Eutrofización de cuerpos de agua	N	2	3	1	1,0	1,2	7,2	BAJO	NO SIGNIFICATIVO
1.4	Control de plagas	Uso de agroquímicos	Contaminación de suelo	N	1	1	1	1,5	1,2	5,4	BAJO	NO SIGNIFICATIVO
1.5	Manejo de envases	Envases de químicos	Residuos peligrosos	N	2	3	3	1,5	1,0	12,00	BAJO	NO SIGNIFICATIVO

1.6	Zafra (Cosecha)	Quema de caña	Emisión de CO, PM10 y ceniza	N	3	3	3	1,50	1,20	16,20	MEDIO	SIGNIFICATIVO MODERADO
1.8	Transporte a fábrica	Emisión de gases (combustión)	Contaminación atmosférica	N	3	3	3	1,00	1,00	9,00	BAJO	NO SIGNIFICATIVO
1.9	Limpieza de canales	Generación de lodos	Alteración de morfología local	N	2	3	3	1,00	1,00	8,00	BAJO	NO SIGNIFICATIVO
1.10	Aplicación de herbicida	Deriva de producto químico	Afectación a flora no objetivo	N	2	3	3	1,00	1,00	8,00	BAJO	NO SIGNIFICATIVO

2 RECEPCIÓN Y MOLIENDA												
2.1	Lavado de caña	Consumo de agua industrial	Presión sobre el recurso hídrico	N	3	5	5	1,0	1,2	15,60	MEDIO	SIGNIFICATIVO MODERADO
2.2	Efluente de lavado	Carga orgánica y sólidos	Degradación calidad del agua	N	3	5	5	1,5	1,2	23,40	MEDIO	SIGNIFICATIVO MODERADO
2.3	Molienda	Generación de ruido	Afectación a la salud auditiva	N	3	3	3	1,5	1,0	13,50	BAJO	NO SIGNIFICATIVO
2.4	Extracción de jugo	Generación de bagazo	Residuo sólido orgánico	N	3	3	3	1,0	1,0	9,00	BAJO	NO SIGNIFICATIVO
2.5	Engrase de molinos	Derrames accidentales aceites	Contaminación de suelos/agua	A	1	3	3	1,5	1,2	12,60	BAJO	NO SIGNIFICATIVO
3 CLARIFICACIÓN Y EVAPORACION												
3.1	Clarificación del jugo	Generación de cachaza	Residuo sólido industrial	N	3	3	5	1,0	1,0	11,00	BAJO	NO SIGNIFICATIVO
3.2	Uso de cal/polímeros	Consumo de químicos	Agotamiento de recursos	N	3	3	3	1,5	1,0	13,50	BAJO	NO SIGNIFICATIVO

3.3	Evaporación	Emisión de vapores/color	Contaminación térmica local	N	3	3	1	1,00	1,00	7,00	BAJO	NO SIGNIFICATIVO
3.4	Limpieza de equipos	Uso de soda cáustica	Vertido químico agresivo	N	2	3	5	1,50	1,20	18,00	MEDIO	SIGNIFICATIVO MODERADO
3.5	Almacén de químicos	Riesgo de derrame químico	Daño al ecosistema	A	1	3	5	1,50	1,20	16,20	MEDIO	SIGNIFICATIVO MODERADO
4 PRODUCCIÓN DE AZÚCAR												
4.1	Centrifugación	Consumo energía eléctrica	Agotamiento de recursos	N	3	3	3	1,00	1,00	9,00	BAJO	NO SIGNIFICATIVO
4.2	Secado de azúcar	Polvo de azúcar en aire	Riesgo de explosividad/ Salud	N	3	3	1	1,50	1,20	12,60	BAJO	NO SIGNIFICATIVO
4.3	Empaque	Generación restos envases	Residuos sólidos comunes	N	3	3	3	1,50	1,20	16,20	MEDIO	SIGNIFICATIVO MODERADO
5 GENERACIÓN DE VAPOR												
5.1	Quema de bagazo	Emisión de hollín/gases	Contaminación del aire	N	3	3	3	1,50	1,20	16,20	MEDIO	SIGNIFICATIVO MODERADO

5.2	Purga de calderas	Vertido agua caliente/sales	Contaminación térmica/química	N	3	3	5	1,50	1,20	19,80	MEDIO	SIGNIFICATIVO MODERADO
5.3	Manejo de cenizas	Generación residuo sólido	Impacto paisajístico/suelo	N	3	3	3	1,50	1,20	16,20	MEDIO	SIGNIFICATIVO MODERADO
5.4	Operación ventiladores	Ruido de alta intensidad	Contaminación acústica	N	3	3	1	1,50	1,00	10,50	BAJO	NO SIGNIFICATIVO
6 MANTENIMIENTO / LABORATORIO												
6.1	Taller mecánico	Generación aceites usados	Residuos Peligrosos	N	3	3	3	1,50	1,20	16,20	MEDIO	SIGNIFICATIVO MODERADO
6.2	Taller de soldadura	Emisión de humos metálicos	Afectación salud/aire	N	3	3	3	1,50	1,00	13,50	BAJO	NO SIGNIFICATIVO
6.3	Laboratorio QC	Reactivos químicos usados	Residuos Peligrosos	N	3	3	3	1,50	1,00	13,50	BAJO	NO SIGNIFICATIVO
6.4	Almacén diésel	Derrame de hidrocarburo	Contaminación de suelo	A	1	3	3	1,50	1,20	12,60	BAJO	NO SIGNIFICATIVO
6.5	Planta Eléctrica	Emisión gases combustión	Contaminación del aire	N	1	3	3	1,50	1,20	12,60	BAJO	NO SIGNIFICATIVO

Cláusula	Requisito ISO 14001	Evidencia (RAI/COA/Riesgos)	Estado actual	P_Legal	P_Riesgo	P_Doc	Puntaje total	Nivel	Justificación
4.1	Comprensión de la organización y su contexto	No existe análisis formal de contexto ambiental y temas externos/internos (estado inicial sin SGA).	No cumple	1	2	3	6	MEDIA	Se requiere levantar contexto y condiciones ambientales que afectan a MALCA para orientar el SGA.
4.2	Partes interesadas: necesidades/expectativas y requisitos legales	Matriz legal parcial/mixta: hay requisitos cumplidos (LA, PMA) y otros no cumplidos (gestor y registro de residuos peligrosos, monitoreo de emisiones fijas).	Parcial	3	2	3	8	ALTA	Falta sistematizar partes interesadas y traducir requisitos en controles y seguimiento documentado.
4.3	Alcance del SGA	No hay alcance formal del SGA ni delimitación organizacional y de procesos; existe operación con impactos identificados por RAI.	No cumple	2	2	3	7	MEDIA	Definir límites, procesos y autoridad para el SGA (evitar exclusiones de procesos con impactos significativos).
4.4	Establecer, implementar y mantener el SGA	No existe sistema documentado; hay evidencias operativas puntuales (plan de contingencias) pero no integradas al SGA.	No cumple	2	2	3	7	MEDIA	Estructurar procesos, interacciones y documentación conforme a ISO 14001.

5.1	Liderazgo y compromiso	No hay evidencia de compromisos formales de la alta dirección respecto al SGA.	No cumple	2	2	3	7	MEDIA	Se requiere involucramiento explícito de la dirección para disponibilidad de recursos y resultados del SGA.
5.2	Política ambiental	No existe política ambiental publicada; existen obligaciones de LA/PMA que requieren marco de política.	No cumple	2	2	3	7	MEDIA	Redactar y aprobar política con compromisos de protección ambiental, cumplimiento legal y mejora continua.
5.3	Roles, responsabilidades y autoridades	No están definidos roles y responsables del SGA; hay responsabilidades operativas dispersas (contingencias).	No cumple	2	2	3	7	MEDIA	Asignar responsabilidades y autoridad para asegurar conformidad y reporte del desempeño ambiental.
6.1.1	Acciones para abordar riesgos y oportunidades (general)	No hay proceso para identificar/gestionar riesgos y oportunidades del SGA; RAI aporta insumos de riesgo operacional.	No cumple	2	3	3	8	ALTA	Diseñar proceso documental de riesgos y oportunidades alineado al contexto, requisitos y aspectos.
6.1.2	Aspectos ambientales (perspectiva de ciclo de vida)	Existe RAI con aspectos/impactos y varios SIGNIFICATIVOS MODERADOS (p.ej. quema de bagazo, purga de calderas,	Parcial	2	3	2	7	MEDIA	Formalizar criterios, registro y comunicación de aspectos significativos y condiciones anormales/emergencias.

		efluente de lavado, limpieza con soda cáustica, almacenamiento de químicos, manejo de cenizas).							
6.1.3	Requisitos legales y otros	Matriz legal muestra incumplimientos en residuos peligrosos y monitoreo de emisiones; cumplimiento de LA/PMA y permisos de agua.	Parcial	3	2	3	8	ALTA	Consolidar registro de requisitos aplicables y cómo se aplican; integrar al SGA y evaluar periódicamente.
6.1.4	Planificación de acciones	No existe plan documentado para abordar aspectos significativos, requisitos legales y riesgos/oportunidades.	No cumple	2	2	3	7	MEDIA	Planificar acciones, integración a procesos y criterios de eficacia; considerar viabilidad tecnológica y financiera.
6.2.1	Objetivos ambientales	No hay objetivos ambientales medibles establecidos; evidencias operativas dispersas no vinculadas a objetivos.	No cumple	2	2	3	7	MEDIA	Definir objetivos alineados a política y aspectos significativos (p.ej. calidad de efluentes, emisiones, residuos).
6.2.2	Planificación para lograr objetivos	No existen planes con responsables, recursos y plazos;	No cumple	2	2	3	7	MEDIA	Establecer planes con indicadores, cronograma y

										seguimiento
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-------------

		se requiere hoja de ruta documental.								(diseño documental).
7.1	Recursos	No hay asignación formal de recursos para SGA; operación cuenta con recursos para contingencias puntuales.	Parcial	2	2	3	7	MEDIA		Definir y documentar recursos para diseño/mantenimiento del SGA (humanos, tecnológicos y financieros).
7.2	Competencia	No existe procedimiento de competencia/indicación ambiental; generan residuos peligrosos y emisiones que requieren competencias específicas.	No cumple	2	2	3	7	MEDIA		Establecer requisitos de competencia y formación relacionados con aspectos significativos y cumplimiento legal.
7.3	Toma de conciencia	No hay programa de conciencia ambiental; riesgos operativos identificados requieren sensibilización.	No cumple	2	2	3	7	MEDIA		Diseñar programa de conciencia (política, aspectos significativos, consecuencias del incumplimiento).

7.4	Comunicación (interna/externa)	No hay procesos de comunicación ambiental definidos; existen reportes legales puntuales a autoridad.	Parcial	2	2	3	7	MEDIA	Definir qué, cuándo, a quién y cómo comunicar (incluye coherencia con requisitos legales).
-----	--------------------------------	--	---------	---	---	---	---	-------	--

7.5	Información documentada	No existe sistema de control documental del SGA (creación, actualización y control de información documentada).	No cumple	2	2	3	7	MEDIA	Diseñar sistema documental (manual, procedimientos, matrices, registros y control de cambios).
8.1	Planificación y control operacional	Existencia de aspectos significativos en operación (quema de bagazo, efluentes, cenizas, limpieza con soda); falta de criterios operacionales documentados y controles estandarizados.	Parcial	2	3	3	8	ALTA	Definir criterios operacionales y controles, incluyendo proveedores/controlistas y perspectiva de ciclo de vida.
8.2	Preparación y respuesta ante emergencias	No hay plan de contingencias y simulacros; se requiere integrarlo al SGA con prueba periódica documentada.	No cumple	3	3	2	8	ALTA	Se requiere levantar y documentar proceso, pruebas periódicas y formación.

9.1.1	Seguimiento, medición, análisis y evaluación	Se realizan monitoreos de efluentes (cumple) y emisiones fijas (no cumple); no hay marco del SGA para definir qué, cómo y cuándo medir.	Parcial	3	2	3	8	ALTA	Definir plan de seguimiento y medición con criterios, indicadores y trazabilidad.
-------	--	---	---------	---	---	---	---	------	---

9.1.2	Evaluación del cumplimiento	No hay proceso formal de evaluación periódica del cumplimiento legal (hallazgos de incumplimiento).	No cumple	3	2	3	8	ALTA	Establecer proceso, frecuencia y registros de evaluación del cumplimiento.
9.2	Auditoría interna	No existe programa de auditoría interna del SGA (este proyecto no incluye ejecución, solo diseño).	No cumple	2	1	3	6	MEDIA	Diseñar programa y criterios de auditoría interna (sin ejecutar).
9.3	Revisión por la dirección	No hay proceso de revisión por la dirección del desempeño ambiental y del SGA.	No cumple	2	1	3	6	MEDIA	Definir entradas/salidas y periodicidad de la revisión por la dirección.
10.1	Mejora (general)	No existe proceso para identificar oportunidades de mejora del SGA.	No cumple	2	1	3	6	MEDIA	Establecer proceso de mejora continua (enfoque PHVA).

10.2	No conformidad y acción correctiva	No hay procedimiento de NC y acciones correctivas aplicado al SGA (existen hallazgos de incumplimiento o legal).	No cumple	3	2	3	8	ALTA	Diseñar procedimiento de NC/AC con análisis de causa y seguimiento de eficacia.
10.3	Mejora continua	No hay evidencia de mejora continua estructurada del	No cumple	2	1	3	6	MEDIA	Integrar mecanismos y métricas para la

		desempeño ambiental.							mejora continua del SGA.
--	--	----------------------	--	--	--	--	--	--	--------------------------

Anexo 4: Plantilla checklist de auditoría interna

PLANTILLA CHECKLIST DE AUDITORÍA INTERNA DE GESTIÓN DE AMBIENTAL MALCA		
Área / Subproceso	Ítem a verificar	Cumple / No Cumple
Gestión de Recursos Naturales	Se controla el consumo de agua y energía.	no
	Se mantiene en buen estado el equipo de bombeo y distribución.	si
	Se aplican medidas de reutilización de agua.	no
Gestión de Efluentes Líquidos	La planta de tratamiento de efluentes (PTAR) está operativa.	si
	Se monitorean los parámetros de descarga (pH, DBO, DQO).	no
	Los vertidos cumplen con los límites legales.	si

Gestión de Residuos Sólidos	Se clasifican y segregan correctamente los residuos.	si
	Los residuos se almacenan de forma segura y señalizada.	si
	Los residuos peligrosos se entregan a gestores autorizados.	si
	Se aprovechan los residuos orgánicos (bagazo, cachaza, vinaza).	si
Cumplimiento Legal y Documental	Existe licencia ambiental vigente.	si
	Se cumplen los compromisos con la autoridad ambiental.	si
	Se mantiene actualizada la matriz legal y registros ambientales.	si
Competencia y Conciencia	El personal ha recibido capacitación ambiental.	no

Ambiental	El personal conoce los procedimientos ambientales y de emergencia.	no
Evaluación y Mejora	Se monitorean indicadores ambientales (agua, energía, residuos).	no
	Se implementan acciones correctivas y de mejora continua.	no

Matriz RACI de Gestión Ambiental – Ingenio Monterrey

Definiciones RACI

R (Responsible) – Responsable directo de realizar la actividad.

A (Accountable) – Aprobador, quien aprueba y responde por la acción.

C (Consulted) – Consultado, aporta información o asesoría técnica.

I (Informed) – Informado de los avances y resultados.

Actividad / Proceso Ambiental	Jefe del Sistema Ambiental	Gerencia General	Gerencia de Fábrica	Jefatura de Producción	Consultor Ambiental / EIA	Departamento Legal / Cumplimiento	Comunidad / Partes interesadas externas
-------------------------------	----------------------------	------------------	---------------------	------------------------	---------------------------	-----------------------------------	---

1. Identificación de Aspectos e Impactos Ambientales	R	A	A	C	C	I	I
2. Cumplimiento de normativa ambiental	R	A	C	C	C	C	I
3. Elaboración y actualización del Plan de Manejo Ambiental	R	A	A	I	C	C	I
4. Gestión de residuos sólidos y peligrosos	R	A	A	R	C	C	I
5. Monitoreo de emisiones atmosféricas	R	A	A	C	C	I	I

6. Gestión de almacenamiento y manejo de combustibles y sustancias peligrosas	R	A	C	R	C	C	I
7. Control de uso y manejo de agua (vertimientos, reutilización)	R	A	A	C	C	C	I
8. Programas de educación ambiental interna	R	A	I	C	C	I	I
9. Reportes y comunicación ambiental externa	R	A	I	I	C	I	C



10. Auditoría interna y seguimiento de no conformidades	R	A	C	C	C	C	I
11. Gestión de emergencias ambientales	C	A	R	R	C	C	I