

## Propuesta de un sistema de gestión ambiental para la planta potabilizadora de agua Los Ángeles B de ELAPAS

### Proposal for an environmental management system for the ELAPAS Los Ángeles B water purification plant

ESPINDOLA – Micaela <sup>1\*</sup> & CORTES – Said<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> *Universidad Mayor Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca, Carrera de Ingeniería Ambiental*

<sup>2</sup> *Consultor Ambiental*

Recibido Diciembre, 01, 2023; Aceptado marzo, 30, 2024

#### Resumen

La planta potabilizadora Los Ángeles B (PPLB), dedicada a la distribución de agua potable a las zonas altas de sucre, es una actividad de alto riesgo ambiental. Sus operaciones generan una serie de impactos negativos al medio ambiente. Además, la empresa no cuenta con un sistema de gestión ambiental que le permita mitigar estos impactos y contribuir a la sostenibilidad. Por esta razón, el presente proyecto de grado propone un Sistema de Gestión Ambiental basado en la norma ISO 14001:2015.

Se llevó a cabo un diagnóstico ambiental para identificar los impactos ambientales que afectan al medio ambiente. Para ello, se realizó una auditoría ambiental interna con el respectivo llenado de una lista de verificación. Posteriormente se evaluó de acuerdo a la metodología cualitativa desarrollada por Vicente Conesa.

La metodología empleada en el diseño, fue planteada en base a las directrices que establece la ISO 14001:2015 y a partir de los aspectos ambientales significativos, se propusieron medidas organizativas, planificación de actividades, responsabilidades, prácticas y procedimientos para mantener al día la política y objetivos ambientales para impulsar la mejora continua del rendimiento ambiental de la PTAP, demostrando su compromiso con la conservación del medio ambiente, todo esto con el liderazgo y compromiso de la gerencia.

#### Palabras Clave

Sistema de gestión ambiental, ISO 14001:2015, mejora continua, política ambiental, Planta de tratamiento de agua potable (PTAP)..

#### Abstract

The Los Ángeles B (PPLB), water treatment plant, responsible for supplying potable water to the highland areas of Sucre, operates within a context of significant environmental risk. Its activities generate various negative environmental impacts, and currently, the facility lacks an Environmental Management System (EMS) to mitigate these effects and promote sustainability. This study proposes the implementation of an EMS based on the ISO 14001:2015 standard.

An environmental diagnosis was conducted to identify the environmental impacts associated with the plant's operations. This involved performing an internal environmental audit using a comprehensive checklist. Subsequently, impacts were qualitatively assessed following the methodology developed by Vicente Conesa.

The EMS design methodology was structured according to the guidelines of ISO 14001:2015. Based on identified significant environmental aspects, organizational measures, activity planning, assignment of responsibilities, and operational practices and procedures were proposed to maintain up-to-date environmental policies and objectives. These initiatives aim to drive continuous improvement in the plant's environmental performance, demonstrating its commitment to environmental conservation, supported by strong leadership and management engagement.

#### Keywords:

Environmental management system, ISO 14001:2015, continuous improvement, environmental policy, Drinking water treatment plant (PTAP).

---

**Citación:** Espíndola M. Propuesta de un sistema de gestión ambiental para la planta potabilizadora de agua Los Ángeles B de ELAPAS Revista Ingeniería Sostenible Ambiental 2024,1(1),1-50

---

## Introducción

La ISO estableció la serie de normas ISO 14000 para proporcionar un marco internacional para el control de los impactos generados por las actividades económicas y la protección del medio ambiente. La ISO 14001 es el estándar más conocido de esta serie, publicado en 1996 y desarrollado por el Comité Técnico de Normalización ISO/TC 207/SC 1, que especifica los requisitos para la implementación de un sistema de gestión ambiental (SGA).

La norma ISO 14001 ha sido actualizada dos veces para mantener su relevancia y aplicabilidad. La versión de 2004 incluyó mejoras en la redacción y definiciones, mientras que la versión actual de 2015 busca no solo la protección ambiental, sino también fortalecer las estrategias internas de la organización y considerar los impactos ambientales durante todo el ciclo de vida del producto o servicio (Alzate, Ramírez, & Alzate, 2018)

La Empresa Local de Agua Potable y Alcantarillado Sucre (ELAPAS) es una empresa pública descentralizada del municipio de Sucre, creada el 2 de septiembre de 1965 y reorganizada en 1972 mediante decretos supremos, se encarga de administrar los recursos hídricos de las cuencas Ravelo y Cajamarca, transporta el agua cruda desde sus fuentes, potabiliza y distribuye agua potable; en alcantarillado sanitario, recolecta, conduce, trata y evacúa las aguas servidas. La sostenibilidad de ELAPAS, se realiza a través de la cobranza por los servicios de agua potable y alcantarillado sanitario, de acuerdo a una estructura tarifaria aprobada en el contrato de concesión, ahora Licencia de Funcionamiento (ELAPAS, 2023)

La planta potabilizadora de agua " LOS ANGELES B " dependiente de ELAPAS fue creada el 25 de mayo del 2022 con el financiamiento del Gobierno Central a través del Ministerio de Medio Ambiente y Agua, se ejecutó el proyecto para el beneficio de más de 6 mil familias de la zona Lajastambo y zona Norte

La planta de tratamiento de agua potable contempla las unidades de pre-decantación, decantación y filtración. (ELAPAS, 2023)

Este artículo presenta una propuesta de SGA basado en la norma ISO 14001:2015 para la PPLB. La propuesta incluye los siguientes elementos:

- **Política ambiental:** La política ambiental de la PPLB debe establecer el compromiso de la empresa con la protección del medio ambiente.
- **Planificación:** La planificación debe incluir la identificación de los aspectos e impactos ambientales de la planta, el establecimiento de objetivos y metas ambientales, y el desarrollo de programas de gestión ambiental.
- **Implementación y operación:** La implementación y operación del SGA debe garantizar que se cumplan los objetivos y metas ambientales.

**Verificación y revisión:** El SGA debe ser verificado y revisado periódicamente para garantizar su eficacia

## Materiales y métodos

### a) Métodos

- **Auditoría interna:** Se realizó una auditoría ambiental interna para ver el estado actual de la planta potabilizadora Los Ángeles B, tener un diagnóstico inicial donde tiene por objetivo evaluar el cumplimiento de las normativas y condiciones ambientales aplicables en la operación de la planta de tratamiento de agua potable. Identificar los aspectos ambientales generados por las actividades de la planta. Examinar los archivos, papeles, descubrimientos, informes de detección y testimonios de cualquier prueba concreta. Donde se encontraron e 20 hallazgos, esto se realizó mediante una lista de verificación al personal de la planta Los Angeles B
- **Método Conesa:** Es una herramienta utilizada en la evaluación de impactos ambientales pueden clasificarse en base a ciertos criterios, dicha clasificación es subjetiva, y depende de cada persona el criterio a usar al momento de clasificar algún impacto (Conesa, 2010)

**Tabla 1 Criterios método conesa**

Signo		Intensidad (i)	
Beneficioso	+	Baja	1
Perjudicial	-	Med	2
		Alta	3
		Muy alta	8
		Total	12
Extensión (EX)		Momento (MO)	
Puntual	1	Largo plazo	1
Parcial	2	Medio plazo	2
Extenso	4	Inmediato – Corto	
Total	8	plazo	4
Crítica	12	Crítico	+4
Persistencia (PE)		Reversibilidad (RV)	
Fugaz	1	Corto plazo	1
Temporal	2	Medio plazo	2
Permanente	4	Irreversible	4
Sinergia (SI)		Acumulación (AC)	
Sin sinergismo	1	Simple	1
Sinérgico	2	Acumulativo	4
Muy sinérgico	4		
Efecto (EF)		Periodicidad (PR)	
Indirecto	1	Irregular	1
Directo	4	Periódico	2
		Continuo	4
Recuperabilidad (MC)			
Recuperable inmediato	1		
Recuperable	2		
Mitigable	4		
Irrecuperable	8		

**Tabla 1 Requisitos de la ISO 14001**

PLANIFICAR				HACER	VERIFICAR	ACTUAR
Contexto de la organización	Liderazgo	Planificación	Soporte	Operación	Rendimiento y evaluación	Mejora
Comprensión, organización y contexto	Liderazgo y compromiso	Acciones para tratar riesgos	Recursos	Planificación y control operativo	Seguimiento, medición, análisis y evaluación	No conformidad y acción correctiva
Comprensión, y necesidades expectativas	Política ambiental	Competencia			Auditoria interna	
Determinar el alcance del SGA		Concienciación				
Roles, responsabilidad y autoridad organizativa		Comunicación				
Objetivos ambientales y planificación para conseguirlo						
Información documentada						
Preparación y respuesta ante emergencia						
Revisión por dirección						
Mejora Continua						

**b) Materiales:**

Para el diseño del SGA se seleccionaron diferentes materiales como ser:

- Lista de verificación realizada para el personal de la planta Los Ángeles B

- Encuesta: Realizada a la comunidad cercana la planta
- Política ambiental: Realizada en base a los aspectos ambientales y aprobada por la alta dirección
- Objetivos y metas ambientales: Planteadas para mejorar el desempeño ambiental
- Trípticos: Entregados en los talleres de capacitación
- Programas: Para mejora del rendimiento ambiental

## Resultados

### ➤ Auditoría Ambiental Interna

Esta herramienta de gestión implica una evaluación sistemática, documentada, periódica e imparcial de cómo la organización, la dirección y los equipos ambientales operan para preservar el medio ambiente. Su objetivo es mejorar el control de las prácticas ambientales y evaluar el cumplimiento de las políticas ambientales de la empresa, incluyendo los requisitos legales. Este enfoque de gestión es el más apropiado para lograr uno de los objetivos específicos, que consiste en realizar un diagnóstico ambiental adecuado para la planta de tratamiento de agua potable “LOS ANGELES B” y sus actividades diarias en términos del impacto que tienen en el entorno. Esta etapa es crucial en todo el proceso de auditoría, ya que es aquí donde se llevan a cabo todas las acciones planificadas y predefinidas según el plan de auditoría ambiental y el manual de procedimientos específicos.

**Tabla 3** Hallazgos Encontrados

No	HALLAZGOS
1	No se realizan actividades de gestión ambiental
2	No existe una base de datos ambientales en la planta, solo en la central
3	La planta no tiene definidas metas y/o objetivos ambientales
4	No se realizan capacitaciones sobre educación ambiental
5	No cuentan con un inventario de emisiones contaminantes atmosféricos
6	Existe presencia de malos olores en la purga de lodos
7	La Planta no cuenta con un área de almacenamiento de combustibles
8	Existe presencia de dióxido de carbono cuando funciona el generador eléctrico
9	Existe emisión partículas en suspensión en el área de pesaje de reactivos
10	No se realizan las mediciones de gases y/o partículas suspendidas emitidas a la atmósfera
11	Existe evaporación en función a la variación de temperatura durante el día
12	Se realiza el monitoreo del nivel de ruido ambiental solo cuando se presentan informes
13	No se realiza monitoreo del nivel de ruido industrial de la Planta
14	No se realiza la aplicación de medidas de conservación de suelo
15	La planta no entrega sus residuos a empresas colectoras de residuos clasificados
No	HALLAZGOS
16	No se ha identificado opciones para la reducción del consumo de agua; en el lavado de tanques, área de laboratorio, baños, aseo de operarios
17	No existe un programa de monitoreo para detectar el nivel de contaminación de las aguas subterráneas y el suelo
18	Existen materiales tóxicos o sustancias peligrosas como el cloro
19	planta realiza la forestación solo dentro de ella
20	La planta no realiza campañas sobre la reforestación

**Tabla 4 Evaluación Ambiental Método Conesa**

Nº	Aspecto ambiental	Impacto ambiental	Factor	Signo	Intensidad (I)	Extensión (EX)	Momento (MO)	Persistencia (PE)	Reversibilidad (RV)	Recuperabilidad (M)	Sinergia (SI)	Acumulación (AC)	Efecto (EF)	Periodicidad (PR)	Importancia	Relevancia
1	Derrame producto químico	Deterioro de la calidad del aire por emisiones	Aire	-	4	2	4	2	4	1	1	4	4	4	40	Moderado
	Generación de efluente con sólidos en suspensión	Alteración de la calidad del agua efluente	Agua	-	1	1	4	1	1	1	1	1	4	4	22	Irrelevante
2	Generación de lodos	Deterioro del suelo	Suelo	-	4	4	4	2	1	4	4	4	4	4	47	Moderado
		Deterioro de la calidad del aire	Aire	-	2	2	4	2	1	1	1	1	1	1	23	Irrelevante
3	Falta de control en disposición de residuos	Deterioro del ecosistema	Suelo	-	2	2	4	1	1	4	4	4	4	4	36	Moderado
4	Generación de polvo	Deterioro de la calidad del aire	Aire	-	2	2	4	1	1	4	1	1	4	1	27	Moderado
5	No hay almacenamiento adecuado de acuerdo a las recomendaciones de cada producto	Deterioro de la calidad de aire	Aire	-	2	1	4	1	1	4	1	1	4	4	28	Moderado
6	Falta de tanque de recirculación	Perdidas de agua	Agua	-	4	1	4	2	4	1	1	4	4	4	38	Moderado
7	Consumo de energía en los equipos, bombas y similares de forma diaria	Agotamiento de los recursos naturales	Socioeconómico	-	4	1	2	4	4	4	1	1	4	4	38	Moderado
8	Generación de ruido	Daño psicomotriz	Ruido	-	4	1	4	1	1	4	1	1	4	2	32	Moderado
9	Inadecuado protocolo de muestras	Contaminación de la muestra	Agua	-	2	1	4	4	4	1	1	1	4	4	31	Moderado

➤ Sistema de Gestión Ambiental

La planta de tratamiento con el objetivo de dar respuesta a uno de sus principios empresariales que es el de impulsar la sostenibilidad en sus actividades, es que accedió a la creación del presente diseño de un sistema de gestión ambiental de acorde a los estándares de la norma ISO 14001 2015

Figura 1 Política Ambiental de la Empresa



Figura 2 Planificación, objetivos y metas ambientales

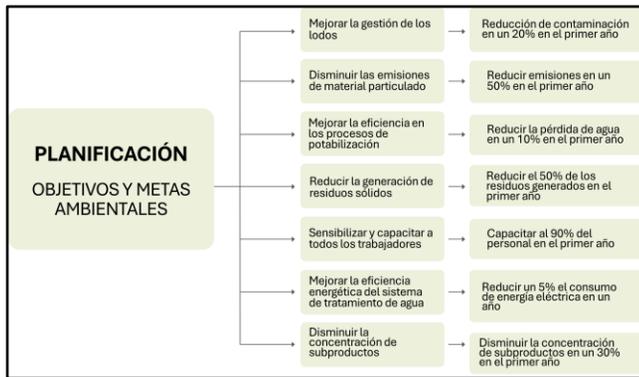


Figura 3 Programas de Gestión Ambiental

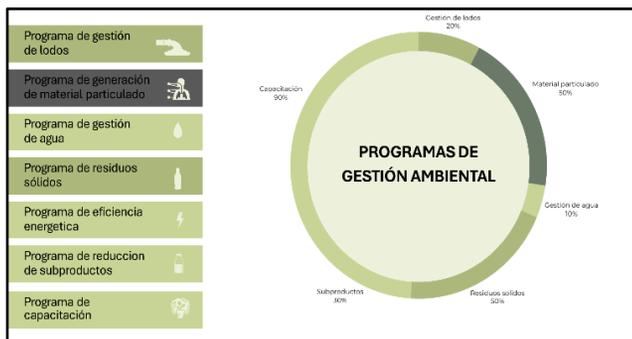


Figura 4 Apoyo del sistema de Gestión Ambiental

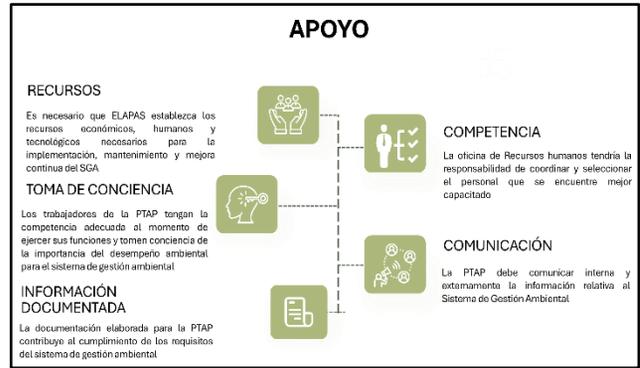


Figura 5 Operación del sistema de Gestión Ambiental



Figura 6 Evaluación del desempeño



Las diferentes figuras muestran los procesos y prácticas para reducir el impacto ambiental de la empresa y desempeñar su actividad de forma respetuosa con el medio ambiente, bajo los lineamientos de la mejora continua.

Figura 7 Mejora continua



## Discusión

En el proceso de sedimentación y filtración de la planta, se genera la mayor parte de los lodos, los cuales actualmente no están siendo tratados de manera adecuada. En lugar de someterse a un tratamiento apropiado, estos lodos se descargan directamente al sistema de alcantarillado, el cual desemboca en el río Quirpinchaca. Aunque en la actualidad la cantidad de lodos generados es relativamente baja, es importante señalar que, a largo plazo, este proceso podría tener efectos no evaluados, cuyas consecuencias ambientales aún no se han cuantificado. Se identificó también la necesidad urgente de implementar campañas de sensibilización sobre el consumo responsable de recursos, como la energía eléctrica, ya que su uso es constante tanto en el área administrativa como en los procesos operativos, durante todo el turno. Otro aspecto crítico es la falta de un sistema de recirculación de agua, lo que provoca pérdidas innecesarias y disminuye la eficiencia de la planta. La incorporación de un tanque de recirculación podría optimizar el uso del recurso y contribuir a mejorar la sostenibilidad del proceso.

En cuanto a los procesos realizados en las áreas administrativa y de laboratorio, se observó que, si bien se realizan pruebas fisicoquímicas diarias para verificar el cumplimiento de los parámetros de calidad establecidos, la planta carece de un sistema adecuado para el manejo de desechos

La ausencia de un punto ecológico dificulta la correcta clasificación de los residuos y limita las posibilidades de reciclaje. Además, los residuos líquidos generados durante las pruebas no son tratados de manera adecuada ni se ha evaluado su disposición final, siendo actualmente vertidos directamente en los desagües del laboratorio.

Otro factor a considerar son las emisiones acústicas generadas por el uso de bombas en los procesos de potabilización, las cuales, aunque moderadas, contribuyen al daño psicomotriz de los operarios, afectando su bienestar en el entorno de trabajo.

También se evaluó el manejo de productos químicos, destacándose la falta de medidas de seguridad en caso de derrames. La planta no cuenta con procedimientos apropiados ni con equipos para manejar correctamente estos incidentes, lo que representa un riesgo potencial tanto para los trabajadores como para el medio ambiente.

Por último, si bien la mayoría de los productos químicos reciben sus respectivas etiquetas, se observó que el cuarto de almacenamiento carece de ventilación adecuada y no se considera la compatibilidad entre los productos, lo cual puede dar lugar a reacciones químicas no deseadas y peligrosas.

Es importante señalar que, a pesar de los desafíos identificados, la alta dirección ha aprobado la política ambiental, así como los objetivos y metas asociados. Los programas propuestos se han diseñado con el fin de mejorar el desempeño ambiental de la planta y mitigar los impactos negativos observados en este análisis.

## Conclusiones

La implementación de un sistema de gestión ambiental (SGA) en la planta potabilizadora de agua "Los Ángeles B" de E.L.AP.A.S. es una iniciativa fundamental para optimizar la gestión ambiental de la instalación y asegurar la calidad del agua potable suministrada a la población.

Este SGA propuesto ofrecerá una serie de beneficios tangibles para la planta, entre los cuales destacan la reducción de los impactos ambientales negativos, la mejora en la eficiencia de los procesos de tratamiento del agua, la disminución de los costos operativos y de mantenimiento, así como el incremento de la satisfacción tanto de los clientes como de la población en general

Durante un diagnóstico ambiental realizado mediante auditoría y el método Conesa, se identificaron diversas fuentes de contaminación y áreas problemáticas dentro de la Planta "Los Ángeles B". Entre las principales fuentes de contaminación se encuentran la generación de lodos, el derrame de sulfato de aluminio durante la dosificación, y la ausencia de un sistema de recirculación de agua. Adicionalmente, se observó que, a largo plazo, la generación de lodos podría generar un impacto ambiental significativo si no se toman las medidas correctivas adecuadas. También se detectaron deficiencias en la disposición de los lodos, el uso ineficiente de recursos naturales y la falta de capacitación ambiental del personal en el proceso de potabilización.

Con el fin de abordar estos problemas y mejorar la gestión ambiental de la planta, se han establecido los lineamientos necesarios para el SGA, incluyendo la elaboración de una política ambiental, la definición de objetivos y metas ambientales claras, y la implementación de programas de gestión que permitirán optimizar el desempeño ambiental de la instalación. Estas acciones están orientadas a promover un enfoque integral y sostenible en la operación de la Planta "Los Ángeles B", garantizando no solo la eficiencia en los procesos de potabilización, sino también el compromiso con la protección del medio ambiente y el bienestar de la comunidad.

## Referencias

Alzate, A., Ramírez, J. & Alzate, S., 2018. Revista Chilena de Economía y Sociedad. *El modelo de gestión ambiental ISO 14001: evolución y aporte a la sostenibilidad organizacional.*

Conesa, V., 2010. *Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental.* s.l.:Multi prensa.

Cubas, G., & Mendoza, K. (28 de Junio de 2018). *edu.* Obtenido de edu.pe: [https://tesis.usat.edu.pe/bitstream/20.500.12423/1464/1/TL\\_CubasLopezGina\\_MendozaCabreraKaren.pdf?fbclid=IwAR3t-YFs4q\\_emVg3jAgKjN6igKnWp9WtMpUBFBWEwSWvfsjsBDPiFd0TbWQ](https://tesis.usat.edu.pe/bitstream/20.500.12423/1464/1/TL_CubasLopezGina_MendozaCabreraKaren.pdf?fbclid=IwAR3t-YFs4q_emVg3jAgKjN6igKnWp9WtMpUBFBWEwSWvfsjsBDPiFd0TbWQ)

ELAPAS . (2023). *EMPRESA LOCAL DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DE SUCRE* . Recuperado el abril de 2023, de <https://www.elapas.com.bo/contenido.php?id=8#:~:text=Principales%20funciones%20de%20ELAPAS,servicios%2C%20para%20su%20respectiva%20aprobaci%C3%B3n>.

Ibnoorca. (mayo de 2023). *org.* Obtenido de org.com: <https://www.ibnoorca.org/es/certificaciones/nbiso-14001-sistemas-de-gestion-ambiental-sga>

Nuevas Normas ISO Escuela Europea de Excelencia . (14 de 12 de 2014). *Iso-14001.* Obtenido de Iso-14001.com: <https://www.nueva-iso-14001.com/2014/12/iso-14001-las-ventajas-de-implantar-un-sga/>

Rodriguez, J., Alcaide, A., Castro, J. F., & Rodriguez, P. (2012). *Auditoria Ambiental* . Madrid : Uned