



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

**DISEÑO DE UNA HERRAMIENTA DE GESTIÓN PARA EL SISTEMA DE EVALUACIÓN,
CONTROL Y SEGUIMIENTO AMBIENTAL DE LA CENTRAL DE GENERACIÓN AGUACAPA
DEL INSTITUTO NACIONAL DE ELECTRIFICACIÓN (INDE)**

Diana Carolina Rivera Medina

Asesorado por el Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

Guatemala, agosto de 2020

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE UNA HERRAMIENTA DE GESTIÓN PARA EL SISTEMA DE EVALUACIÓN,
CONTROL Y SEGUIMIENTO AMBIENTAL DE LA CENTRAL DE GENERACIÓN AGUACAPA
DEL INSTITUTO NACIONAL DE ELECTRIFICACIÓN (INDE)**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

DIANA CAROLINA RIVERA MEDINA

ASESORADO POR EL ING. HUGO HUMBERTO RIVERA PÉREZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERA INDUSTRIAL

GUATEMALA, AGOSTO DE 2020

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Christian Moisés de la Cruz Leal
VOCAL V	Br. Kevin Armando Cruz Lorente
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADOR	Ing. Sergio Fernando Pérez Rivera
EXAMINADOR	Ing. José Francisco Gómez Rivera
EXAMINADOR	Ing. Luis Pedro Ortiz de León
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**DISEÑO DE UNA HERRAMIENTA DE GESTIÓN PARA EL SISTEMA DE EVALUACIÓN,
CONTROL Y SEGUIMIENTO AMBIENTAL DE LA CENTRAL DE GENERACIÓN AGUACAPA
DEL INSTITUTO NACIONAL DE ELECTRIFICACIÓN (INDE)**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial con fecha 17 de julio de 2018.



Diana Carolina Rivera Medina

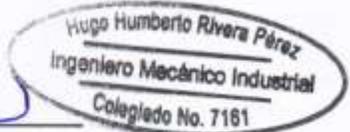
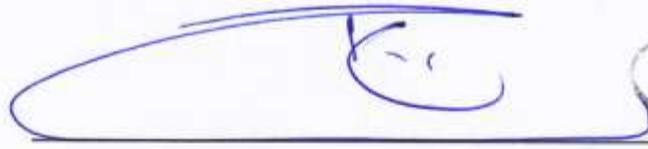
Guatemala, octubre del 2019

Ingeniero César Ernesto Urquizú Rodas
Director Escuela Mecánica Industrial
Facultad de ingeniería
Universidad de San Carlos de Guatemala
Presente

Estimado Ingeniero Urquizú

Por este medio hago de su conocimiento que como Asesor del estudiante **DIANA CAROLINA RIVERA MEDINA**, quien se identifica con número de carné **201404384** y número de identificación personal **2242 58974 0101** de la carrera de Ingeniería Industrial, he leído y revisado los capítulos del trabajo de graduación titulado: **“DISEÑO DE UNA HERRAMIENTA DE GESTIÓN PARA EL SISTEMA DE EVALUACIÓN, CONTROL Y SEGUIMIENTO AMBIENTAL DE LA CENTRAL DE GENERACIÓN DE AGUACAPA DEL INSTITUTO NACIONAL DE ELECTRIFICACIÓN (INDE)”**. En tal virtud **LO DOY APROBADO**, solicitándole darle el tramite respectivo.

Sin otro particular,



Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez
Asesor
Colegiado No. 7161



REF.REV.EMI.022.020

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **DISEÑO DE UNA HERRAMIENTA DE GESTIÓN PARA EL SISTEMA DE EVALUACIÓN, CONTROL Y SEGUIMIENTO AMBIENTAL DE LA CENTRAL DE GENERACIÓN AGUACAPA DEL INSTITUTO NACIONAL DE ELECTRIFICACIÓN (INDE)**, presentado por la estudiante universitaria **Diana Carolina Rivera Medina**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Ing. Victor Hugo García Roque
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, febrero de 2020.

/mgp



ESCUELA DE
INGENIERÍA MECÁNICA INDUSTRIAL
FACULTAD DE INGENIERÍA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

REF.DIR.EMI.069.020

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **DISEÑO DE UNA HERRAMIENTA DE GESTIÓN PARA EL SISTEMA DE EVALUACIÓN, CONTROL Y SEGUIMIENTO AMBIENTAL DE LA CENTRAL DE GENERACIÓN DE AGUACAPA DEL INSTITUTO NACIONAL DE ELECTRIFICACIÓN (INDE)**, presentado por la estudiante universitaria **Diana Carolina Rivera Medina**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Ing. César Ernesto Urquizú Rodas
DIRECTOR
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



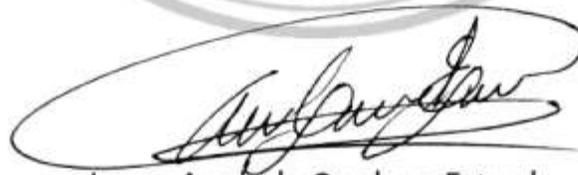
Guatemala, septiembre de 2020.

/mgp

DTG. 321.2020.

La Decana de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al Trabajo de Graduación titulado: **DISEÑO DE UNA HERRAMIENTA DE GESTIÓN PARA EL SISTEMA DE EVALUACIÓN, CONTROL Y SEGUIMIENTO AMBIENTAL DE LA CENTRAL DE GENERACIÓN AGUACAPA DEL INSTITUTO NACIONAL DE ELECTRIFICACIÓN (INDE)**, presentado por la estudiante universitaria: **Diana Carolina Rivera Medina**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



Inga. Anabela Cordova Estrada
Decana



Guatemala, octubre de 2020

AACE/asga

ACTO QUE DEDICO A:

Dios

Que en su infinita bondad y sabiduría me ha brindado la oportunidad de cerrar un capítulo más, y bendecido, con su guía, protección, fortaleza y entendimiento para culminarlo con éxito.

Mis padres

María Elena Medina y César Rivera. Por su amor, su sabiduría infinita, por su apoyo incondicional, por ser el motor de cada una de mis metas, por su paciencia y dedicación, que han sentado las bases para ser mejor persona. Este triunfo es también de ustedes. Los quiero.

Mis hermanos

Griselda, por su cariño, amistad, apoyo, ética, por ser un ejemplo de vida, por no dejar que me rindiera, por su inquebrantable espíritu, y su determinación ante la vida y, sobre todo, por estar a mi lado siempre, te admiro y te quiero mucho. Este logro también es tuyo.

César, (q. e. p. d.), porque tu lucha ante la vida no fue en vano y tus enseñanzas perdurarán en mi corazón y en mi mente para siempre.

Mis abuelos

María Vásquez, Manuel Medina, Celia Reyes (q. e. p. d.), por su amor, sus cuidados, por

mostrarme que en la vida los obstáculos no pueden superar los sueños, y por estar presentes en todo momento.

Mis tíos

En especial a Mario, Flora, Carlos, Manuel de Jesús y Rosario (q. e. p. d.), por su sabiduría, su apoyo y motivación constante y su amor incondicional.

Mis primos

Por brindarme su apoyo, por las enseñanzas que hemos compartido y por acompañarme a lo largo de este trayecto.

Mis amigos

Por cada experiencia compartida, por estar presentes a lo largo de este arduo camino, por el cariño y la confianza a pesar de la distancia. En especial a Luis Barraza, por su amistad sincera y apoyo incondicional. Gracias a todos por formar parte importante de mi vida.

Familia Ochoa López

Por su amistad y su cariño incondicional, por ser parte de este camino, y principalmente, por el soporte que me han brindado durante todo este trayecto hacia el cierre exitoso de este capítulo en mi vida. Mil gracias.

AGRADECIMIENTOS A:

Universidad de San Carlos de Guatemala	Por permitirme formar parte de una generación más de profesionales, por brindarme las herramientas necesarias para continuar este camino de aprendizaje constante, y por ser un eje de desarrollo para nuestro país.
Facultad de Ingeniería	Por permitirme ser parte de tan reconocida academia, por ser una constante de innovación, por proporcionarme la preparación adecuada para enfrentarme ante los retos de la industria, y contribuir a la difusión del conocimiento adquirido ante las nuevas generaciones.
Mi asesor	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez, por su apoyo incondicional, su tiempo y motivación constante.
Licda. Andrea Navarro	Por su paciencia, confianza, ayuda y apoyo incondicional durante este proceso.
INDE	Por abrirme las puertas, darme la oportunidad de realizar este estudio, y proporcionarme los medios necesarios para concluirlo.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	IX
LISTA DE SÍMBOLOS	XIII
GLOSARIO	XV
RESUMEN	XVII
OBJETIVOS.....	XIX
INTRODUCCIÓN	XXI
1. ANTECEDENTES GENERALES	1
1.1. Inicios de la empresa en Guatemala	1
1.1.1. Historia	1
1.1.2. Descripción	2
1.2. Información general.....	3
1.2.1. Ubicación	3
1.2.2. Misión	3
1.2.3. Visión.....	3
1.2.4. Objetivos institucionales	4
1.2.5. Fines y obligaciones	4
1.3. Estructura organizacional	6
1.3.1. Responsabilidad y autoridad	6
1.3.2. Comunicación interna	7
1.3.3. Organigrama.....	10
1.4. Empresas	13
1.4.1. Empresa de Generación de Energía Eléctrica (EGEE)	13

1.4.2.	Empresa de Comercialización de Energía (ECOE).....	16
1.4.3.	Empresa de Transporte y Control de Energía Eléctrica (ETCEE)	19
1.4.3.1.	Hidroeléctrica Aguacapa	21
1.4.3.1.1.	Descripción	21
1.4.3.1.2.	Datos generales	26
1.4.3.2.	División de programación y medio ambiente.....	27
1.4.3.3.	Departamento de gestión ambiental.....	27
1.5.	Conceptos generales	27
1.5.1.	Energías renovables	28
1.5.1.1.	Definiciones.....	28
1.5.1.2.	Energía hidroeléctrica	29
1.5.1.3.	Impacto ambiental	31
1.5.2.	Gestión ambiental	33
1.5.2.1.	Ciclo de Deming	33
1.5.2.2.	Instrumentos de gestión ambiental.....	35
1.5.2.3.	Herramientas de gestión ambiental para el diseño.....	38
1.5.2.4.	Ventajas y beneficios	41
1.5.2.5.	Plan de manejo de desechos sólidos ...	41
1.5.2.5.1.	Descripción	41
1.5.2.5.2.	Composición y fuente de generación de los desechos sólidos.....	42
1.5.2.5.3.	Recolección, almacenamiento y disposición final.....	44

1.5.3.	Indicadores ambientales	44
1.5.3.1.	Sistema de indicadores ambientales ...	45
1.5.3.2.	Clases de indicadores	45
1.5.3.3.	Matriz de indicadores.....	50
1.5.4.	Política ambiental	52
1.5.4.1.	Resoluciones	52
1.5.4.2.	Instrumentos de la política pública para la gestión ambiental.....	52
1.5.4.3.	Indicadores ambientales descritos por el organismo encargado	54
2.	DIAGNÓSTICO ACTUAL DE LA GESTIÓN AMBIENTAL DE EGEE.....	57
2.1.	Marco legal ambiental.....	57
2.1.1.	Compromisos ambientales	57
2.1.1.1.	Detalle de programas y planes derivados	63
2.1.1.2.	Aplicaciones.....	67
2.2.	Sistema de gestión ambiental.....	67
2.2.1.	Propósito	67
2.2.2.	Elementos.....	67
2.2.2.1.	Instrumentos	68
2.2.3.	Metodología	68
2.2.4.	Ventajas y desventajas.....	69
2.3.	Diagnóstico del entorno	71
2.3.1.	Recursos	71
2.3.2.	Herramientas	71
2.3.3.	Estrategias.....	71
2.3.4.	Proceso de evaluación	72
2.4.	Análisis de desempeño.....	72

2.4.1.	Conceptualización	72
2.4.2.	Criterios	73
2.5.	Disposición empresarial frente a la gestión ambiental	73
2.5.1.	Limitaciones	73
2.5.1.1.	Recurso humano	73
2.5.1.2.	Recurso económico.....	74
3.	PROPUESTA DEL DISEÑO DE UNA HERRAMIENTA DE GESTIÓN... 75	
3.1.	Desarrollo del sistema.....	75
3.1.1.	Definición de las funciones y responsabilidades	75
3.1.2.	Estrategias	77
3.1.3.	Requerimientos	82
3.1.4.	Ejes de la gestión	82
3.2.	Metodología	84
3.2.1.	Enfoque.....	84
3.2.2.	Instrumentos.....	85
3.2.3.	Identificación de escenarios	85
3.3.	Herramienta de gestión	88
3.3.1.	Descripción.....	88
3.3.2.	Indicadores.....	88
3.3.2.1.	Revisión.....	90
3.3.2.2.	Factores	92
3.3.2.2.1.	Modelos de dispersión de contaminantes.....	92
3.3.2.3.	Construcción	95
3.3.2.3.1.	Preselección y especificación.....	96
3.3.2.3.2.	Establecimiento de indicadores.....	99

	3.3.2.3.3.	Mapa estratégico	108
3.4.		Matrices	109
	3.4.1.	Matriz de planeación estratégica	110
	3.4.2.	Matriz de indicadores.....	114
	3.4.3.	Matriz de evaluación de factores internos	117
3.5.		Cronograma.....	118
	3.5.1.	Diseño de la herramienta.....	118
	3.5.2.	Evaluación en la central de generación de Aguacapa	120
	3.5.2.1.	Logística en el proceso.....	121
3.6.		Evaluación.....	121
	3.6.1.	Sistema de control y seguimiento ambiental	122
4.		DESARROLLO DE LA PROPUESTA	125
	4.1.	Herramienta de gestión	125
	4.1.1.	Identificación de actores responsables.....	125
	4.1.2.	Plazo de aplicación.....	128
	4.1.3.	Temporalidad.....	128
	4.1.4.	Sostenibilidad	128
	4.1.5.	Monitoreo y evaluación.....	129
	4.1.5.1.	Metodología.....	130
	4.1.6.	Indicadores	131
	4.1.6.1.	Definición.....	131
	4.1.6.2.	Toma de datos.....	132
	4.1.6.3.	Objetivo	133
	4.1.6.4.	Rendimiento.....	133
	4.1.7.	Diseño de matriz.....	134
	4.1.7.1.	Gestión de indicadores dentro de la matriz.....	135

	4.1.7.2.	Indicadores de desempeño	138
	4.1.7.3.	Características	140
	4.1.7.4.	Modelo.....	141
4.1.8.		Resultados	141
	4.1.8.1.	Matriz de vaciado	146
	4.1.8.2.	Interpretación	146
	4.1.8.3.	Efectos	147
	4.1.8.4.	Informe	148
4.2.		Caso de aplicación de la herramienta	149
	4.2.1.	Aplicación	149
	4.2.2.	Resultados	150
	4.2.3.	Conclusiones.....	152
5.		SEGUIMIENTO Y MEJORA.....	155
5.1.		Resultados obtenidos.....	155
	5.1.1.	Entrega de informe.....	155
		5.1.1.1. Temporalidad	156
		5.1.1.2. Evaluación.....	156
		5.1.1.3. Acciones correctivas	157
		5.1.1.4. Acciones preventivas	158
		5.1.1.5. Conclusiones.....	159
		5.1.1.6. Recomendaciones.....	159
5.2.		Proyección	160
	5.2.1.	Mediano plazo	160
	5.2.2.	Largo plazo.....	160

CONCLUSIONES	163
RECOMENDACIONES	165
BIBLIOGRAFÍA.....	167
ANEXOS.....	169

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1. Organigrama autoridad superior	11
2. Organigrama Gerencia General	12
3. Organigrama de la planta de generación Aguacapa	23
4. Hidroeléctrica Aguacapa	25
5. Mapa de distribución de la hidroeléctrica Aguacapa	25
6. Esquema de una central hidráulica	31
7. Ubicación y vías de acceso al proyecto hidroeléctrico Aguacapa	87
8. Mapa estratégico propuesto	109
9. Modelo de interacción presión - estado - respuesta.....	115
10. Diagrama para realizar una matriz de factores internos.....	117
11. Cronograma de actividades	120
12. Logística en el proceso	121
13. Diagrama de actores responsables.....	127
14. Estudio de rendimiento progresivo	134

TABLAS

I. Ficha de presa, información técnica.....	26
II. Ficha de presa, cumplimiento de las normas de seguridad de presas...	26
III. Algunos indicadores ambientales.....	55
IV. Programas y planes derivados de los compromisos ambientales	64
V. Medidas de mitigación establecidas en el DA	65
VI. Ejes de la gestión	83

VII.	Criterios de protección ambiental	83
VIII.	Componentes principales de la hidroeléctrica Aguacapa	88
IX.	Planteamiento de indicadores ambientales	90
X.	Criterios de selección de indicadores	92
XI.	Medio emisor de contaminación	93
XII.	Medio receptor de contaminación.....	94
XIII.	Medio difusor de contaminación	94
XIV.	Propuestas categóricas de Pasquill.....	95
XV.	Factores abióticos para la preselección y especificación.....	96
XVI.	Factores bióticos para la preselección y especificación.....	98
XVII.	Criterios para el análisis de la calidad del agua.....	101
XXVIII.	Especies indicadoras de la calidad ambiental respecto de la flora para el área de la planta de generación.....	105
XIX.	Especies amenazadas, endémicas o en peligro de extinción.....	105
XX.	Especies indicadoras de la calidad ambiental respecto de la fauna para el área de la planta de generación.....	106
XXI.	Especies faunísticas indicadoras.....	106
XXII.	Matriz de evaluación de factores externos.....	111
XXIII.	Matriz de evaluación de factores internos.....	112
XXIV.	Matriz estratégica FODA.....	113
XXV.	Planteamiento matriz de indicadores	116
XXVI.	Definición de indicadores.....	131
XXVII.	Propuesta para matriz de indicadores –influye en-	136
XXVIII.	Propuesta para matriz de indicadores –depende de-	137
XXIX.	Indicadores de desempeño.....	138
XXX.	Matriz de identificación de impactos ambientales.....	143
XXXI.	Ficha de manejo ambiental.....	145
XXXII.	Principios básicos de la ingeniería industrial	146
XXXIII.	Requisitos para entrega de informe	148

XXXIV. Ficha de manejo ambiental para el plan de manejo y disposición final
de desechos..... 151

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
Cm	Centímetro
GPa	Gigapascales
°C	Grados centígrados
HB	<i>Hardness</i> Brinell (dureza Brinell)
Kpm	<i>Kilopound-meter</i> (kilopondio-metro)
MPa	Megapascales
m/s	Metro sobre segundo
mm	Milímetro
Nm	Newton-metro
O₂	Oxígeno
ft/s	Pies sobre segundo
%	Porcentaje
Psi	<i>Pound per square inch</i> (libra por pulgada cuadrada)
In (pulg)	Pulgadas
Fe	Símbolo del elemento químico hierro
PCB	Bifenilos policlorados.

GLOSARIO

Aglomeración	Amontonamiento grande y desordenado de algo.
Aparamenta eléctrica	Conjunto de aparatos de maniobra, de medida, regulación y control, accesorios de canalizaciones eléctricas, utilizados en la instalación.
Bifenilos policlorado	Contaminante orgánico persistente, anteriormente utilizado en equipos del sector eléctrico por sus características y propiedades eléctricas, altamente tóxico, peligroso, bioacumulable, por lo que se prohibió su uso a nivel mundial.
Conformidad	Aprobación o autorización escrita u oral.
Croquis	Representación gráfica de un espacio que se hace a ojo.
Cuantificar	Expresar numéricamente una magnitud.
Demanda	Cantidad de bienes o servicios que la población pretende conseguir, para satisfacer sus necesidades.
Demora	Retraso en un proceso o actividad.

Diagnóstico	Recabar datos para analizarlos e interpretarlos, lo que permite evaluar una cierta condición.
Enseres	Conjunto de muebles o instrumentos que se usan en una profesión.
Frecuencia	Número de veces que aparece, sucede o se realiza una cosa durante un período.
Gestión	Acción o trámite que, junto con otros, se lleva a cabo para conseguir o resolver una cosa.
Optimizar	Conseguir que algo llegue a la situación óptima o de los mejores resultados posibles.
Rotación	Alternancia de personas en un trabajo o una función.
Stock	Término en inglés que se refiere a la cantidad de bienes o productos que dispone una organización en un determinado momento para el cumplimiento de ciertos objetivos.
Suministro	Proveer a alguien de algo que se requiere.
Suplemento	Suplantar, cambiar, solucionar un problema, agregar algo que falta.
Tendencia	Inclinación o disposición natural que una persona tiene hacia una cosa determinada.

RESUMEN

Los modelos óptimos de gestión ambiental son los que se han diseñado y elaborado en función de disminuir los contaminantes líquidos y sólidos que puedan ser desechados al ambiente, se deberá realizar la menor cantidad de desechos en las diferentes áreas de producción dentro de las hidroeléctricas.

Guatemala posee riquezas naturales y múltiples ecosistemas en todos sus territorios, lamentablemente hemos sido una sociedad poco educada y concientizada con la idealización de preservar el ambiente y el entorno natural que nos rodea.

La industria de generación de potencia utilizando recursos hídricos es una fuente no renovable, se deberán establecer altos índices y parámetros de seguridad operativa como prevención para no contaminar los ríos, embalses y mantos acuíferos.

No existe el perfecto plan de mitigación en prevención de riesgo de contaminación, pero logrando establecer fichas y rutas técnicas, se podrán ejecutar rutinas de trabajo, inspección y cuidados dentro de las instalaciones y fuera de ellas, mitigando en su totalidad la probabilidad o factibilidad de contaminar el entorno circundante de donde se está trabajando.

OBJETIVOS

General

Proponer el diseño de una herramienta de gestión que permita la ejecución, control y seguimiento para el sistema de evaluación ambiental de los pactos ambientales adquiridos.

Específicos

1. Sintetizar las metodologías y técnicas existentes como instrumentos de la gestión ambiental como parámetro.
2. Evaluar los aspectos ambientales dentro de la planta de generación de energía de acuerdo con las resoluciones, para establecer parámetros dentro de los controles operacionales.
3. Definir indicadores ambientales dentro de las plantas de generación de energía para la creación de herramientas de gestión.
4. Elaborar un instrumento de evaluación que mida el cumplimiento de los compromisos ambientales.
5. Desarrollar un formato para la documentación de los resultados obtenidos con la herramienta propuesta.

6. Establecer un periodo de tiempo para el control de los avances logrados en el desarrollo de programas y proyectos, en término de la herramienta diseñada de acuerdo con sus requerimientos.

INTRODUCCIÓN

El Instituto Nacional de Electrificación (INDE), tiene a su cargo la Empresa de Generación de Energía Eléctrica (EGEE), que tiene por objeto la producción de este servicio, una de sus políticas es el cuidado del entorno natural, por lo que en el desarrollo y realización de proyectos en esta industria y como entidad del Estado, adquiere diferentes compromisos ambientales conforme a su funcionamiento.

El desempeño adecuado de las plantas de generación en conformidad con los acuerdos establecidos depende de la constante verificación y evaluación realizada por un delegado antes del período indicado en las resoluciones del Ministerio de Ambiente de cada planta de generación y las variantes de acuerdo con los diferentes tipos de operaciones en cada una de ellas. El problema radica en que no existe una herramienta de gestión estándar que permita efectuar estas acciones para el consenso con la división de esta institución.

El diseño de una herramienta de gestión adecuada a cada factor, dentro de las responsabilidades adquiridas, proporcionará la capacidad para satisfacer el sistema de evaluación, control y seguimiento ambiental de la central de generación, propiciando el cumplimiento de las resoluciones y el cumplimiento de objetivos y políticas de la institución. Además de ser un punto de partida para la toma de decisiones en cuanto a los procesos realizados y su reorientación según los resultados de su uso.

1. ANTECEDENTES GENERALES

1.1. Inicios de la empresa en Guatemala

El Instituto Nacional de Electrificación fue constituido para proporcionar una solución pronta y eficiente respecto de la energía eléctrica en el país, así como velar por mantener la energía disponible a efecto de satisfacer la demanda normal e impulsar el desarrollo de nuevas industrias, propiciar el consumo doméstico e incrementar el uso de la electricidad en las áreas rurales.

1.1.1. Historia

A mediados de la década de los cincuenta se inicia la construcción de la Hidroeléctrica Río Hondo, departamento de Zacapa. Fue en el gobierno del coronel Carlos Castillo Armas cuando por iniciativa Oswaldo Santizo Méndez, profesional graduado en Estados Unidos y de José Manuel Dengo (ciudadano costarricense) se redactó la ley de la institución que se dedicaba por completo a la generación, transmisión y distribución de energía eléctrica, que en ese entonces era una función del Departamento de Electrificación Nacional, dependencia del Ministerio de Comunicaciones y Obras Públicas.

Con el transcurrir del tiempo los problemas de energía eléctrica se acrecentaron y fue así como mediante Decreto No. 1287 del Congreso de la República, se creó el 27 de mayo de 1959 el Instituto Nacional de Electrificación INDE. La primera sede del Instituto se ubicó en la 13 calle "A" 10-29 zona 1 y el Ing. Martín Prado Vélez fue su primer presidente, para que los habitantes del país disfrutaran de comodidad y desarrollo. Posteriormente y ante la situación

deficitaria de generación que había en 1961, el INDE instaló en forma emergente.

La Empresa de Generación de Energía Eléctrica del INDE (EGEE) y la Empresa de Transporte de Energía Eléctrica del INDE (ETCEE), fueron creadas a través de la Resolución contenida en el Punto SEXTO del Acta Número 40-97 de la Sesión celebrada por el Consejo Directivo del INDE, el día 14 de octubre de 1997. La Empresa de Comercialización de Energía Eléctrica del INDE – ECOE-, fue creada el 22 de junio de 2000 como resultado de los procesos de modernización de la Institución.¹

1.1.2. Descripción

Actualmente el INDE está regido por su ley Orgánica, Decreto 64-94, la cual establece que es una entidad estatal autónoma y autofinanciable, que goza de autonomía funcional, patrimonio propio, personalidad jurídica y plena capacidad para adquirir derechos y contraer obligaciones en materia de su competencia.²

El Instituto Nacional de Electrificación (INDE), es una entidad estatal, que desde su creación se encaminó a dar solución pronta y eficaz a la escasez de energía eléctrica en el país, así como mantener la energía disponible a efecto de satisfacer la demanda normal e impulsar el desarrollo de nuevas industrias, incrementar el consumo doméstico y el uso de la electricidad en las áreas rurales.³

¹ INDE. *Manual de Organización y Funciones del Instituto Nacional de Electrificación*. p.4.

² Gerencia de Servicios Corporativos. *Ley Orgánica del Instituto Nacional De Electrificación. Decreto 64-94 y sus reformas*. Artículo 1. p 9.

³ *Ibíd.* Artículo 4.

1.2. Información general

La entidad es una organización estatal que participa en el mercado nacional y regional de energía eléctrica en forma competitiva y autónoma, y que cumple con las normas legales y técnicas establecidas.

1.2.1. Ubicación

Actualmente las oficinas centrales del Instituto Nacional de Electrificación (INDE), se encuentran ubicadas en la 7a. Av. 2-29 de la zona 9, edificio La Torre, con teléfono de planta No. 2422-1800 y correo electrónico: www.inde.gob.gt.

1.2.2. Misión

Contribuir al desarrollo del mercado eléctrico nacional y regional, a través de la Producción, Transporte y Comercialización de Electricidad, permitiendo como Empresa Nacional, cumplir su función social, incrementar la electrificación rural, suministrar un servicio eficiente y de calidad para el progreso de Guatemala.

1.2.3. Visión

Ser la Institución Eléctrica Nacional líder e impulsora del desarrollo del mercado eléctrico nacional y regional cumpliendo con estándares de calidad mundial, a través de la actualización tecnológica y excelencia de su recurso humano.⁴

⁴ INDE. *Manual de Organización y Funciones del Instituto Nacional de Electrificación*. p 5.

1.2.4. Objetivos institucionales

- La productividad y calidad del servicio.
- La prestación de un servicio continuo y confiable.
- La expansión en función social de la cobertura eléctrica.
- La ampliación de la infraestructura de generación y transporte.
- La participación en el mercado eléctrico regional.
- El aprovechamiento de los recursos naturales renovables con fines energéticos.
- El desarrollo Integral de su recurso humano.
- La protección del entorno ambiental.⁵

1.2.5. Fines y obligaciones

- Realizar todas las acciones orientadas a dar solución pronta y eficaz de la escasez de energía eléctrica en el país y procurar que haya en todo momento energía disponible para satisfacer la demanda normal, para impulsar el desarrollo de nuevas industrias y el uso de electricidad en las regiones rurales, atendiendo las políticas que para ello defina el Estado.
- Propiciar la utilización racional, eficiente y sustentable de los recursos naturales, promoviendo el uso productivo y domiciliario de la electricidad generada a partir de fuentes energéticas nativas.
- Colaborar en la conservación de los recursos hidráulicos y del ambiente del país que se relacionan con las áreas de sus plantas de generación

⁵ AGUILAR OVALLE, Mariela; HERNÁNDEZ URIZAR, Edgar. *Manual de Procesos de Reclutamiento y Selección de Personal del Instituto Nacional de Electrificación -INDE- y sus Empresas.* p 2.

eléctrica y sus proyectos, protegiendo sus cuencas, fuentes y cauces de los ríos y corrientes de agua, a través de su reforestación.

- Cooperar en el aprovechamiento múltiple de los recursos hidráulicos, geotérmicos y otras fuentes del país para propósito de generar energía eléctrica, procurando la preservación del ambiente.
- Determinar técnica, económica y jurídicamente; el potencial hidroeléctrico geotérmico y de otras fuentes renovables, para que sus estudios puedan servir de base a nuevos proyectos de generación de electricidad y ponerlos a disposición de interesados conforme procedimientos que se establezcan para percibir ingresos por dicho servicio.
- Asesorar cuando le fuera requerido en planes de explotación y desarrollo de energía eléctrica y los contratos relacionados, debiendo percibir ingresos por dicho servicio.
- Promover el uso racional y el ahorro de electricidad y ofrecer lineamientos que permitan un adecuado manejo de la demanda de energía eléctrica.
- Participar en los programas, obras y proyectos de transacciones regionales e internacionales de electricidad y energía.
- Poner al servicio de empresas e instituciones generadoras y consumidoras de energía eléctrica, sus instalaciones de transmisión para prestar servicio de transporte de energía. El INDE cobrará por la prestación de este servicio, para lo cual pondrá inmediatamente a disposición del público la tarifa correspondiente, que estará basada en la porción de sus costos que se relaciona con su red de transmisión, bajo criterios de rentabilidad.

- Desarrollar la productividad y calidad institucional para garantizar un eficiente servicio al usuario.
- Preparar y divulgar permanentemente información estadística relacionada con la oferta y demanda de electricidad, fuentes y empresas generadoras y naturaleza del consumo.

En general, todas aquellas atribuciones que le correspondan de conformidad con las finalidades de su campo de acción, siempre que estas no obstaculicen o perjudiquen el dinámico desarrollo de la inversión en la generación y distribución de energía eléctrica.

1.3. Estructura organizacional

Desde 1988 existe en el INDE una estructura de puestos de clase ancha, conformada por 173 clases de puesto (puestos nominales) y 452 puestos funcionales. Así mismo, se cuenta con una escala salarial conformada por 25 categorías salariales más 14 categorías con literal, haciendo un total de 39 categorías salariales, sin incluir la nómina gerencial.

1.3.1. Responsabilidad y autoridad

La estructura organizacional del INDE comprende todas las unidades administrativas de la Institución. Los órganos del instituto son: Consejo Directivo y Gerencia general.

El consejo directivo: es la autoridad suprema del instituto y, en consecuencia, le corresponde la dirección general de sus actividades.

Gerencia general: es la autoridad administrativa superior y, por ende, es el órgano ejecutivo del instituto, tiene a su cargo la administración y gobierno y deberá llevar a la práctica de acuerdo con las instrucciones que reciba del consejo directivo y las leyes aplicables, todas las decisiones que este adopte.⁶

1.3.2. Comunicación interna

Para la transferencia de la información dentro de la empresa, la línea de comunicación se desarrolla a través de una unidad inmediata superior, así como de unidades subordinadas entre los diferentes departamentos de la empresa, para establecer un intercambio eficaz, en diversas formas, ya sea por manuales corporativos, reuniones, capacitaciones, y distintas maneras de telecomunicación. Tomando en cuenta la información anterior de la Gerencia General como autoridad superior en el ente corporativo entre las distintas unidades administrativas se define la comunicación descendente y ascendente como unidades:

- Auditoría interna corporativa

Unidad inmediata superior: consejo directivo.

Unidades subordinadas: departamento de auditorías área de occidente, departamento de auditorías especiales, departamento de auditorías financieras y departamento de auditorías administrativas.

⁶ Gerencia de Servicios Corporativos. *Ley Orgánica del Instituto Nacional De Electrificación. Decreto 64-94 y sus reformas.* Artículo 17. p 24.

- Gerencia general

Unidad inmediata superior: consejo directivo.

Unidades subordinadas: programa multifase de electrificación rural, unidad de juntas permanentes de calificación y de cotización, división de desarrollo informático, división de seguridad corporativa, asesoría jurídica corporativa, gerencia de servicios corporativos, gerencia de planificación institucional, gerencia de desarrollo de proyectos, gerencia de comunicación corporativa, gerencia financiera, gerencia de electrificación rural y obras. También Empresa de Generación de Energía Eléctrica del INDE (EGEE), Empresa de Transporte y Control de Energía Eléctrica del INDE (ETCEE) y Empresa de Comercialización de Energía Eléctrica del INDE (ECOE).

- Asesoría jurídica corporativa

Unidad inmediata superior: gerencia general.

Unidades subordinadas: departamento de asuntos jurídicos de EGEE, departamento de asuntos jurídicos de ETCEE, departamento de asuntos jurídicos de ECOE y Comisión Nacional de Energía Eléctrica (CNEE), departamento jurídico corporativo, departamento de asuntos judiciales y sección de derecho de vía.

- Gerencia de servicios corporativos

Unidad inmediata superior: gerencia general.

Unidades subordinadas: unidad administrativa financiera, división de recursos humanos, división de servicios administrativos, división de análisis y control de riesgos.

- Gerencia de planificación institucional

Unidad inmediata superior: gerencia general.

Unidades subordinadas: unidad administrativa financiera, departamento de planificación estratégica y operativa, departamento de desarrollo organizacional, departamento de seguimiento y evaluación y departamento de evaluación y registro de proyectos de inversión.

- Gerencia de desarrollo de proyectos

Unidad inmediata superior: gerencia general.

Unidades subordinadas: unidad administrativa financiera, división de planificación de proyectos, división de promoción y nuevos negocios, división de desarrollo social.

- Gerencia de comunicación corporativa

Unidad inmediata superior: gerencia general.

Unidades subordinadas: unidad administrativa financiera, unidad de información pública, departamento de comunicación externa, departamento de comunicación interna, departamento de gestión de programas de responsabilidad social corporativa.

- Gerencia financiera

Unidad inmediata superior: gerencia general.

Unidades subordinadas: división de presupuesto, división de contabilidad y división financiera.

- Gerencia de electrificación rural y obras

Unidad inmediata superior: gerencia general.

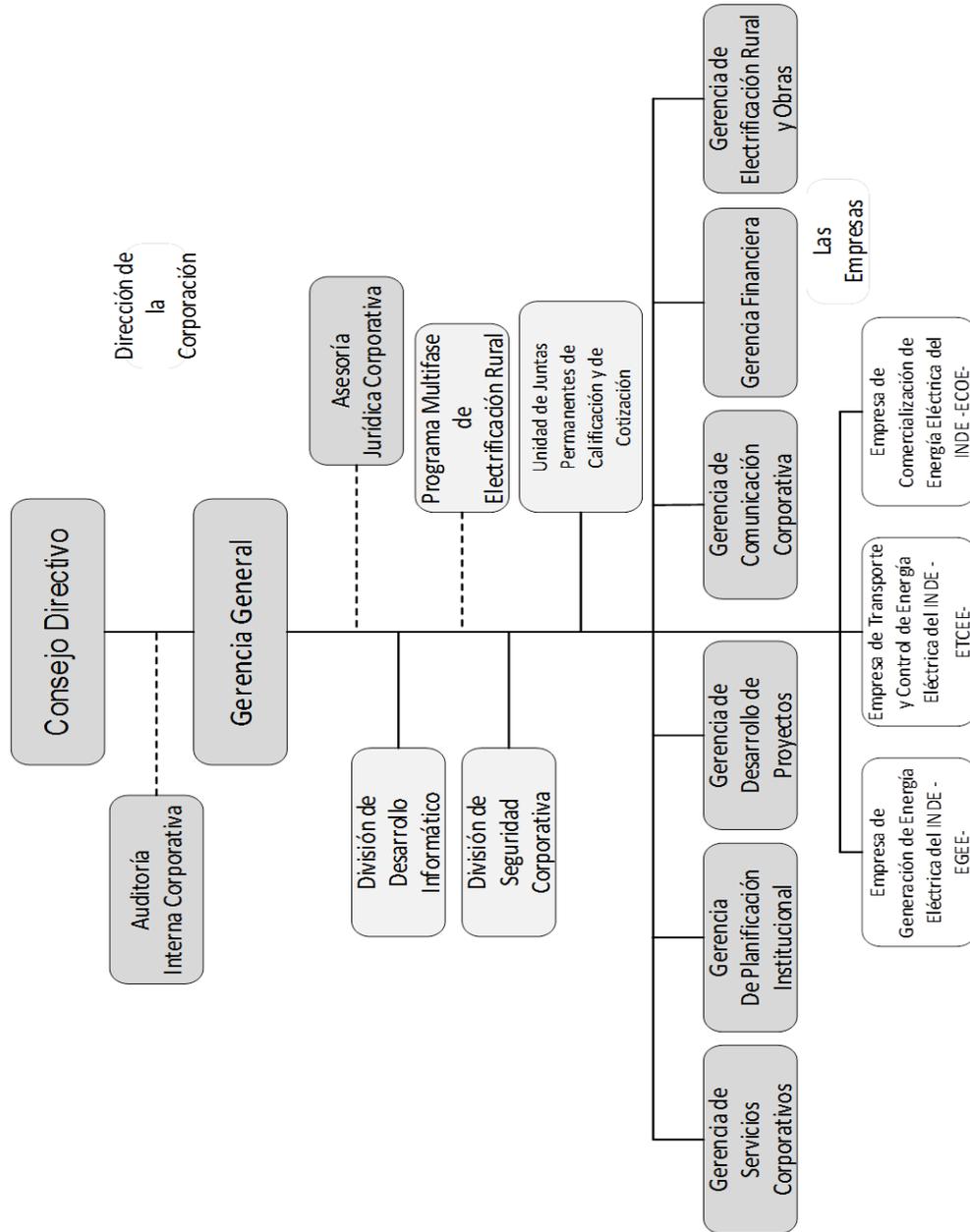
Unidades subordinadas: superintendencia técnica, División Coordinadora de Electrificación Rural (DICODER) y División de Obras y Contratos (DIVOC), División de Organización Social de Proyectos (DOSODEP).

1.3.3. Organigrama

A continuación, en la figura 1, se presenta el organigrama de autoridad superior de la institución e indica las gerencias internas y las empresas de manejo y distribución de energía.

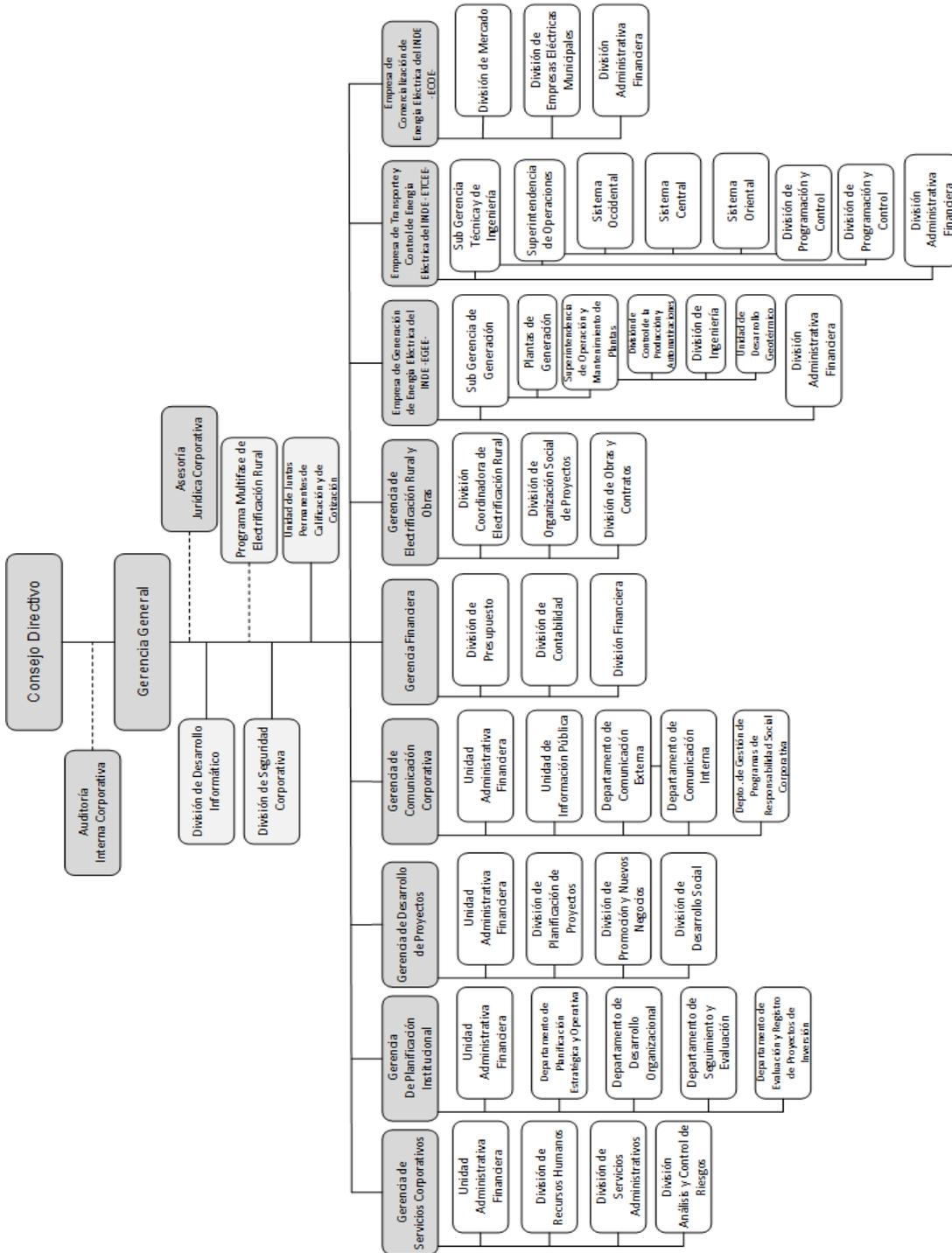
En la figura 2 se muestra el organigrama de la gerencia general, donde se despliegan los cargos de cada una de las gerencias y empresas dentro del instituto de electrificación.

Figura 1. Organigrama autoridad superior



Fuente: INDE. *Manual de organización y funciones del Instituto Nacional de Electrificación.*

Figura 2. Organigrama Gerencia General



Fuente: INDE. Manual de organización y funciones del Instituto Nacional de Electrificación. p.21.

1.4. Empresas

El INDE evalúa las necesidades del servicio de energía eléctrica en concordancia con la planificación y los compromisos del gobierno central, por lo que se divide en tres empresas principales que permiten lograr tales objetivos.

1.4.1. Empresa de Generación de Energía Eléctrica (EGEE)

Unidad inmediata superior: gerencia general.

Unidades subordinadas: división administrativa financiera y subgerencia de generación.

Misión: producir energía eléctrica cumpliendo con la legislación nacional y normas regionales de electricidad, aprovechando y desarrollando sus recursos en forma óptima, para garantizar un servicio de calidad, confiable y competitivo, contribuyendo al desarrollo sostenible del país.

Visión: mantener el liderazgo en la generación de energía eléctrica en el mercado nacional y alcanzarlo a nivel centroamericano cumpliendo con estándares de calidad mundial.

Objetivo general: operar las centrales, plantas y unidades de generación para comercializar energía y potencia eléctrica en el mercado eléctrico nacional y regional; cumpliendo con la Ley General de Electricidad y su reglamento, otras leyes afines con la actividad de la empresa y disposiciones del mercado eléctrico centroamericano y regional.

Funciones principales:

- Administrar, operar y mantener en óptimas condiciones, los activos de generación de electricidad, así como la coordinación con la operación del mercado mayorista.
- Vender su producción de energía eléctrica, la potencia disponible y otros servicios auxiliares, de conformidad con la operación del mercado mayorista. Así también participar en el mercado eléctrico regional, de conformidad con las políticas comerciales que defina el INDE.
- Hacer eficientes sus negocios de generación de electricidad, de conformidad con los buenos principios administrativos y financieros.
- Velar por la conservación de los activos bajo su responsabilidad y el incremento de la capacidad de generación, de conformidad con las políticas que al respecto defina el INDE, y la defensa de los recursos que cuenta para la generación de electricidad.
- Coordinar sus programas y actividades con otros agentes del mercado eléctrico relacionados, con las dependencias del Estado y con el propio INDE.
- Planificar, diseñar, financiar, construir y supervisar las obras de las obras de infraestructura necesaria.
- Conocer de todo estudio relacionado con el servicio de generación de energía eléctrica y resolver acerca de las obras atinentes al mismo.

- Asesorar a las otras dependencias del Instituto Nacional de Electrificación, en materia de su competencia.
- Planear las políticas de desarrollo de la empresa en el corto, mediano y largo plazo al consejo directivo.
- Colaborar con la empresa de distribución y de transporte y control, así como las demás gerencias del INDE.
- Proponer al consejo directivo, por conducto del gerente general, los reglamentos necesarios para la buena administración de la empresa.
- Someter al consejo directivo, los proyectos de tarifa del servicio de generación de Energía Eléctrica, y otros servicios auxiliares, con base en los estudios técnicos y ajustándose a las disposiciones de la Ley General de Electricidad y su reglamento.⁷

Estrategias:

Eficiencia de la producción: producimos electricidad por lo tanto necesitamos operar y mantener la maquinaria y equipo en óptimas condiciones y apoyarnos en procesos eficientes para entregar un producto de calidad.

Eficiencia de la organización: esta estrategia permitirá a la empresa y a cada frente de trabajo tener conocimiento acerca de dónde estamos y hacia dónde vamos, con el fin único de alcanzar los objetivos trazados como Empresa

⁷ INDE. *Manual de Organización y Funciones del Instituto Nacional de Electrificación*. p 99-100.

de generación de Energía Eléctrica a través de la implementación de valores, políticas y trabajo en equipo.

Mejorar la competitividad: a través de la Innovación tecnológica, la gestión de mantenimientos, competencia del personal y ambiente laboral se podrá estar al nivel o superar a los competidores que actualmente se encuentran en el mercado.

Así se logrará ser catalogados como una empresa líder en la industria de generación de energía eléctrica.⁸

1.4.2. Empresa de Comercialización de Energía (ECOE)

Unidad inmediata superior: gerencia general.

Unidades subordinadas: división de mercado, división de empresas eléctricas municipales, división administrativa financiera.

Misión: fomentar, impulsar y apoyar la comercialización de bienes, productos y servicios especialmente de fuentes renovables en el mercado eléctrico nacional y regional bajo un marco de sostenibilidad ambiental y estabilidad económica institucional, apoyando la electrificación rural y desarrollo social del país.

Visión: ser la empresa líder e impulsora de la comercialización de bienes, productos y servicios en el mercado nacional y regional de fuentes de energía renovable y el principal promotor comercial del cambio de matriz energética de Guatemala, cumpliendo con estándares de calidad mundial.

⁸ INDE. *Empresa de Generación de Energía Eléctrica EGEE*. <http://www.inde.gob.gt/>.

Objetivos:

- Apoyar al cumplimiento de las funciones institucionales mediante la comercialización de energía eléctrica, potencia eléctrica, servicios complementarios y otro tipo de productos y servicios del subsector eléctrico con carácter de intermediación.
- Hacer eficientes los negocios de la empresa de conformidad con los buenos principios administrativos y financieros.
- Fortalecer la capacidad de gestión comercial institucional mediante procesos de capacitación y mejoramiento continuo de herramientas técnicas y administrativas.

Funciones principales:

- Comercializar energía eléctrica, potencia eléctrica, servicios complementarios y otro tipo de productos y servicios del subsector eléctrico en el mercado mayorista guatemalteco, mercado eléctrico regional y comunidades fronterizas.
- Comercializar las importaciones y exportaciones de potencia, energía eléctrica y servicios complementarios.
- Controlar y administrar los *Power Purchase Agreements* (PPAs), contratos suscritos entre INDE y empresas privadas que suministran energía eléctrica para su comercialización.

- Coordinar el comité del despacho de carga del INDE. Administrar el aporte social INDE.
- Gestionar comercialmente (técnica-administrativa) los contratos de suministro de potencia y energía eléctrica con Empresas Eléctricas Municipales.
- Atender temas regulatorios del Administrador del Mercado Mayorista (AMM), de la Comisión Nacional de Energía Eléctrica (CNEE) y del Ministerio de Energía y Minas (MEM), relativos a la comercialización de energía.
- Proyectar los ingresos y egresos por operaciones de energía, potencia y servicios complementarios institucionales para efectos presupuestarios.
- Asesorar a otras dependencias del INDE sobre regulación, mercados de energía, comercialización, PPAs y comercialización.
- Representar al INDE en el Grupo de Trabajo de Planificación Indicativa Regional (GTPIR) para el estudio del Plan Regional de Expansión de la Generación.⁹

⁹ INDE. *Manual de Organización y Funciones del Instituto Nacional de Electrificación*. p 149-150.

1.4.3. Empresa de Transporte y Control de Energía Eléctrica (ETCEE)

Unidad inmediata superior: gerencia general.

Unidades subordinadas: división administrativa-financiera y subgerencia técnica y de ingeniería.

Misión: transportar la energía eléctrica de forma continua, eficiente y de calidad, utilizando tecnología de vanguardia; entre generadores y los centros de distribución del Sistema Nacional Interconectado (SIN).

Visión: ser la empresa líder en el transporte de energía eléctrica a nivel regional.

Objetivo general: mantener en óptimas condiciones la red de transmisión existente y ampliar, la capacidad de transmisión en 750 MVA; 100 MVAR y 108 kilómetros de líneas de transmisión nuevos, para mejorar la infraestructura eléctrica existente y con ello brindar un servicio continuo, confiable y de calidad a los usuarios del servicio de energía eléctrica a nivel nacional y del mercado eléctrico regional.

Funciones principales:

- Ejecutar las decisiones que adopte la gerencia general en materia de transporte de energía eléctrica.
- Dictar todas las disposiciones pertinentes encaminadas a la realización de los fines de la Empresa y su mejor funcionamiento.

- Formular las políticas administrativas, técnicas y de otra naturaleza para la buena dirección de la empresa.
- Dictar las políticas de las acciones correspondientes de las divisiones de la empresa.
- Emitir órdenes, circulares, instructivos, y normativos para el buen funcionamiento de la empresa.
- Desempeñar las demás labores que le encomiende el consejo directivo y el gerente general del INDE.
- Proponer al consejo directivo por conducto del gerente general, los reglamentos necesarios para la buena administración de la empresa.
- Someter al Consejo Directivo, los proyectos de tarifas del servicio de transporte de energía eléctrica, y otros servicios, con base en los estudios técnicos y ajustándose a las disposiciones de la Ley General de Electricidad y su reglamento vigente.
- Presentar al Gerente General el programa anual de desembolsos al cual podrá ser revisado mensualmente. Anexo. A-40-97-6, resolución contenida en el punto SEXTO del Acta número 40-97 de la Sesión celebrada por el Consejo Directivo del INDE, que dice así: "... 1- Aprobar de conformidad con los proyectos presentados, las resoluciones de este Consejo Directivo mediante las cuales se organizan la Empresa de Transporte y Control de Energía Eléctrica del INDE (ETCEE)"¹⁰

¹⁰ INDE. *Manual de Organización y Funciones del Instituto Nacional de Electrificación*. p 127-128.

1.4.3.1. Hidroeléctrica Aguacapa

Se tenía acceso a la energía eléctrica en las pequeñas poblaciones gracias al servicio de plantas de menor capacidad, pero con el crecimiento poblacional y el avance tecnológico cada vez más inminente, surge la necesidad en diversas áreas del país, una de ellas el sector de lo que es hoy la hidroeléctrica Aguacapa, cuyas funciones iniciaron en 1981.

1.4.3.1.1. Descripción

Este proyecto se inició en 1970, terminando la obra en 1981, se encuentra ubicada en la zona sur oriental de la república de Guatemala, en la aldea La Unión, del municipio de Guanagazapa, interior de la finca el Salto, entre los departamentos de Escuintla y Santa Rosa, en el Km. 86 de la ruta a Taxisco. El proyecto se extendió a lo largo de 20 km, en una zona montañosa. Tanto el río Aguacapa como su afluente, el Agua Caliente, nacen en una región sísmica activa, correspondiente al cinturón Pacífico. La hidroeléctrica es clasificada como una central de regulación diaria (alta consecuencia).

La planta de generación Aguacapa está formada por áreas operativas entre las que se tiene presa reguladora, desarenadores, embalse, tubería de presión, tubería forzada, casa de máquinas en la que está instalado el siguiente equipo: turbinas, generadores, paneles de control y mando, válvulas esféricas, sistemas de regulación, aire comprimido y enfriamiento, equipos de protección, grupo diesel de emergencias, puentes grúa, talleres de mantenimiento, bodegas de repuestos y oficinas de jefatura. Se cuenta, así mismo, con la planta elevadora de voltaje y líneas de transmisión eléctrica. La casa de máquinas está situada en la margen del río Aguacapa en el que están instaladas: tres turbinas, tres generadores, paneles de control y mando, válvulas esféricas,

sistemas de regulación, sistemas de mantenimiento, bodegas de repuestos y oficinas. En el patio del edificio, están instalados los transformadores de bloque.

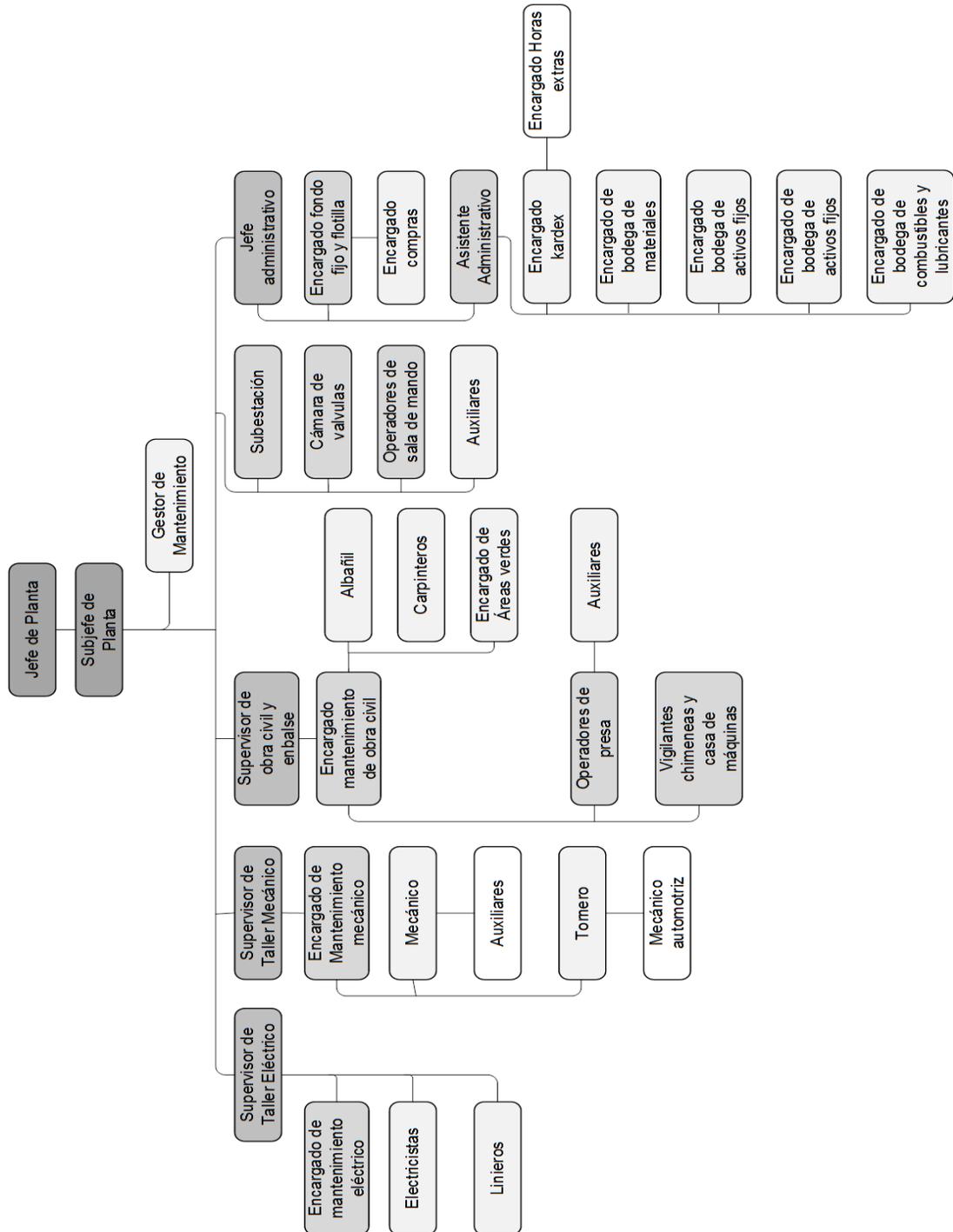
En la subestación existe una caseta de servicio, en la que se alojan equipos auxiliares de la aparamenta de alta tensión, celdas de media tensión para la alimentación de 13,8 Kv, de los servicios auxiliares de la subestación, casa de máquinas, salidas a cámara de válvula mariposa, presa, embalse y la red de distribución regional.

Funciones principales:

- Generar energía eléctrica de manera segura y confiable los 365 días del año, para satisfacer las necesidades energéticas de la población en general.
- Fortalecer el desarrollo del personal, logrando la especialización de los trabajadores en cada área de trabajo.
- Garantizar el buen funcionamiento de la gestión operativa, de mantenimiento, administrativa y cuidado de la salud, seguridad y medio ambiente en las instalaciones de la planta hidroeléctrica Aguacapa, con la finalidad de ser más eficientes en todos los aspectos funcionales de la planta.
- Administrar, operar y mantener en óptimo estado de funcionamiento de la planta hidroeléctrica de Aguacapa, la cual está ubicada entre los departamentos de Santa Rosa y Escuintla.¹¹

¹¹ INDE. *Manual de Organización y Funciones del Instituto Nacional de Electrificación.* p 109.

Figura 3. Organigrama de la planta de generación Aguacapa



Fuente: Presa Aguacapa. Plan de preparación ante emergencias. p. 9.

A la hidroeléctrica Aguacapa le son asignados por parte del INDE recursos financieros propios, según su presupuesto anual, lo que les brinda autonomía para el desempeño de sus funciones.¹²

La planta de generación Aguacapa opera con caudales de la cuenca hidrográfica del río María Linda, empleando aguas del río Aguacapa, que se dirigen en jurisdicción del Pueblo Nuevo Viñas del departamento de Santa Rosa y son conducidas por medio de la tubería de presión a la casa de máquinas ubicadas en el municipio de Guanagzacapa, Escuintla. Ahí funcionan tres plantas generadoras de electricidad, bancos de transformación y transporte, para luego interconectarse con la línea de transmisión eléctrica 230 Kv del Proyecto SIEPAC, tramo Guatemala Este.

Clasificada como una central de regulación diaria, cuenta con tres unidades generadoras tipo Pelton de eje horizontal, con una capacidad de 30Mw cada una. Posee un embalse con capacidad de 30 000 m³, de agua, la cual es transportada a través de un túnel de presión de 12,04 Km y de una tubería forzada de 3,65 Km, hasta llegar a la casa de máquinas.

Dispone de una chimenea de equilibrio para disipar presiones excesivas por golpe de ariete en la tubería de presión. La caída neta de diseño de la central es de 490,6 metros y su caudal de diseño es de 7,33 m³/s para cada unidad de generación.

La capacidad instalada de la planta de generación cuenta con aproximadamente con sesenta y cinco empleados, que se distribuyen en tres sectores del sistema empezando en el sector de la compuerta de la presa, el embalse y finalizando en la casa de máquinas. El organigrama se presenta en la figura 3.

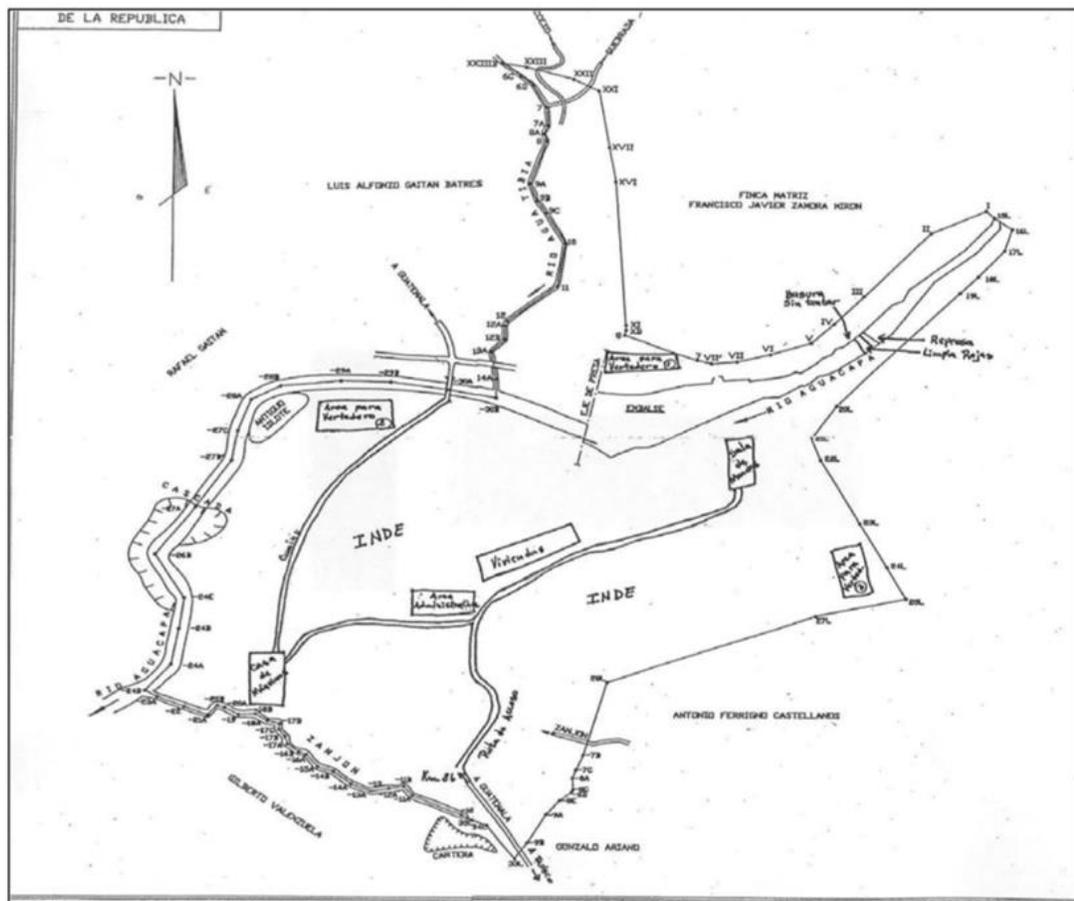
¹² INDE. *Ley Orgánica del Instituto Nacional de Electrificación. Artículo 23.* p 25.

Figura 4. **Hidroeléctrica Aguacapa**



Fuente: INDE. *Comisión Nacional de Energía Eléctrica*. Consulta: mayo de 2018.

Figura 5. **Mapa de distribución de la hidroeléctrica Aguacapa**



Fuente: INDE. *Hidroeléctrica Aguacapa*.

1.4.3.1.2. Datos generales

En la tabla siguiente se muestra información general importante:

Tabla I. **Ficha de presa, información técnica**

Caída bruta (m)	554
Crecida centenaria (m ³ /s)	823
Crecida milenaria (m ³ /s)	1182
Caudal por turbinar (m ³ /s)	21,99
Tipo de turbina	Pelton de eje horizontal
Potencia total placa (MW)	90 000
Potencia efectiva (MW)	79 425
Fecha de entrada a operación	Febrero de 1982
Tipo de presa	Concreto estructural – Gravedad
Uso de la presa/embalse	Embalse regulación diaria
Altura de presa (m)	26,2
Volumen almacenado de agua (m ³)	300 000
Altitud de la corona (msnm)	706,7
Altitud de río aguas abajo (msnm)	684,5
Longitud de la corona (m)	177

Fuente: INDE. *Comisión Nacional de Energía Eléctrica*. Consulta: mayo de 2018.

Tabla II. **Ficha de presa, cumplimiento de las normas de seguridad de presas**

Libro de bitácora	Instalado
Última fiscalización	2015
Estado del Manual de Operación, Mantenimiento y Vigilancia (MOMV)	Aprobado
Última actualización aprobada del MOMV	2015
Estado del Plan de Preparación ante emergencias (PPE)	Aprobado
Última actualización aprobada del PPE	2015
Estado del Examen de Seguridad de Presas (ESPEA)	Aprobado
Fecha límite de aprobación del siguiente ESPEA	2019

Fuente: INDE. *Comisión Nacional de Energía Eléctrica*. Consulta: mayo de 2018.

1.4.3.2. División de programación y medio ambiente

Coordinar el cumplimiento de las normas de seguridad de las presas; evalúa, implementa y controla programas de seguridad operativa de las plantas generadoras. También apoya en la implementación de planes de respuesta ante emergencias; sugiere y aporta directrices durante las emergencias a la superintendencia de la EGEE; coordina y participa de inspecciones especiales a la infraestructura de las distintas centrales hidroeléctricas; vela por el cumplimiento de los requerimientos de la CNEE, AMM, MEM, otros que apliquen.¹³

1.4.3.3. Departamento de gestión ambiental

Planificar, dirigir, coordinar, controlar y evaluar las actividades; crear las herramientas y procedimientos técnico-administrativos que permitan la continuidad y ejecución de los proyectos existentes, así como el desarrollo de proyectos nuevos, en concordancia con la legislación vigente. Implementar los procedimientos y requisitos mínimos por cumplir, de acuerdo con las regulaciones emitidas por el MARN, con el objetivo de mitigar los potenciales impactos directos e indirectos al ambiente.

1.5. Conceptos generales

La energía es la capacidad que tienen los cuerpos para producir un trabajo, manifestándose de distintas formas, con la posibilidad de transformación y basándose en el principio de conservación de la energía.

¹³ EGEE. *Plan de preparación de emergencias, presa Aguacapa.* p 14.

Debido al avance tecnológico y las necesidades evolutivas del ser humano el consumo de los recursos disponibles ha aumentado con el paso del tiempo, y debido al agotamiento de los recursos energéticos fósiles, nuevas formas de energía surgieron, beneficiando el entorno natural por su producción y su renovación constante.

1.5.1. Energías renovables

Las energías renovables son fuentes de energía que están disponibles en la tierra por un período de tiempo indefinido, no contribuyen a la producción de gases de efecto invernadero u otro tipo de emisiones que afecten el entorno. El uso de este tipo de energías no afecta de manera permanente el agotamiento de su procedencia, además de que su regeneración es en un período de tiempo determinado.

Estos son recursos energéticos disponibles de forma sostenible, que incluyen en particular la energía hidroeléctrica, la energía eólica, la radiación solar (energía solar), la energía geotérmica y la energía de las mareas. Otra fuente de energías renovables es el potencial energético (biogás, bioetanol, madera, y otros) de la biomasa obtenida a partir de materias primas renovables.

1.5.1.1. Definiciones

Bioenergía: la biomasa sólida, líquida y gaseosa puede usarse para producir calor, electricidad y combustibles. Los desechos de plantas y animales se usan al igual que las materias primas renovables, plantas de energía o madera.

Energía solar: la energía fotovoltaica es la conversión inmediata de la radiación solar en electricidad, se produce en unos módulos designados paneles fotovoltaicos. La energía solar térmica o termo solar es la que utiliza los rayos del sol para generar calor de forma favorable con el ambiente.

Energía eólica: su fuente proviene del movimiento de masa de aire, esto se debe esencialmente a la diferencia de presiones existentes, a este tipo de viento se llama viento geostrofico.

Energía geotérmica: aprovecha el calor del subsuelo, su utilidad depende de las propiedades de cada fuente, los recursos de alta temperatura se aprovechan principalmente para la producción de electricidad, y cuando la temperatura del yacimiento no es suficiente, se utiliza primordialmente como térmicas en las áreas industriales, de servicios y residenciales.

1.5.1.2. Energía hidroeléctrica

Es electricidad generada utilizando la energía del agua en movimiento que transportan los ríos, provenientes de la lluvia y la fusión en su estado sólido.

La energía cinética y potencial de los ríos que fluyen se convierte en hidroelectricidad. Probablemente, el tipo más conocido de energía hidroeléctrica se genera mediante un sistema en el que se construyen presas para almacenar agua en un depósito que, cuando se libera, fluye a través de turbinas para producir electricidad.

Esto se conoce como "hidroenergía de almacenamiento por bombeo", donde el agua se recicla entre los embalses superiores e inferiores para

controlar la generación de electricidad entre los tiempos de demanda baja y máxima.

Otro tipo, llamado "hidroelectricidad de pasada", canaliza una parte del flujo del río a través de un canal y no requiere una represa. Las plantas hidroeléctricas pueden variar en tamaño desde proyectos masivos hasta sistemas de energía micro-hidroeléctrica.

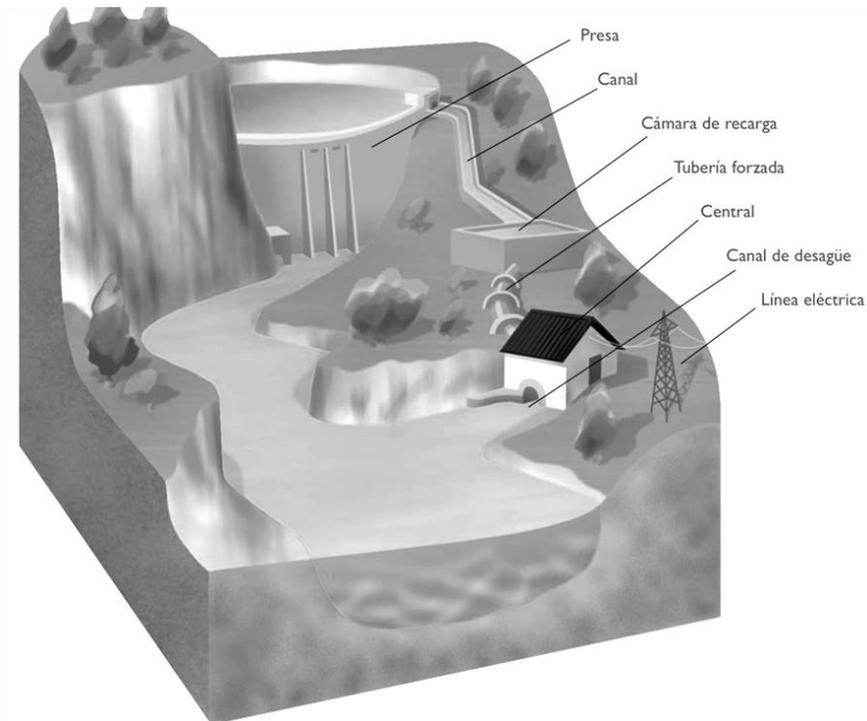
- Proceso

El agua, retenida en un embalse o presa, se deja caer por una tubería, a cuya salida se coloca una turbina, el eje de la cual comienza a girar al caer al agua. Este giro pone en marcha el generador eléctrico obteniéndose así la electricidad.

Una de las grandes ventajas de la producción de electricidad con energía hidráulica es que puede ser constante y previsible, al contrario que la gran mayoría de las renovables y, por lo tanto, se puede utilizar para satisfacer la demanda eléctrica base. Las centrales hidroeléctricas se pueden situar junto al cauce de un río o al pie de una presa.¹⁴

¹⁴ Instituto Tecnológico de Canarias. *Energías renovables y eficiencia energética*. p 98.

Figura 6. **Esquema de una central hidráulica**



Fuente: Instituto Tecnológico de Canarias. *Energías renovables y eficiencia energética*. p.101.

1.5.1.3. **Impacto ambiental**

Cualquier alteración, positiva o negativa, de uno o más de los componentes del ambiente, provocadas por acción del hombre o fenómenos naturales en un área de influencia definida.¹⁵

Impacto ambiental crítico: es aquel cuya magnitud es superior al umbral aceptable y se pierde permanentemente la calidad de las condiciones ambientales, sin posibilidad de recuperación o mitigación, incluso con la implementación de planes y acciones específicas.

¹⁵ Dirección de Gestión Ambiental y Recursos Naturales. *Guía de instrumentos ambientales*. p 11.

Impacto ambiental potencial: efecto positivo o negativo latente con probabilidad de ocurrencia que podría ocasionar un proyecto, obra, industria o actividad sobre el medio físico, biológico y humano, que puede ser definido de forma aproximativa, en virtud de la consideración de riesgo ambiental o bien de un proyecto, obra, industria o actividad similar que ya está en operación.

Impacto ambiental significativo: cualquier cambio que un proyecto, obra, industria o actividad genere un deterioro mayor o a gran escala en el medio ambiente o bien genere efectos positivos en los componentes ambientales intervenidos: alto o moderado.¹⁶

Daño ambiental: impacto ambiental negativo no previsto ni controlado, ni planificado en un proceso de evaluación ambiental (evaluado ex-ante), producido directa o indirectamente por un proyecto, obra, industria o actividad, sobre todos o cualquier componente del ambiente, para lo cual no se consideraron medidas de prevención, mitigación o compensación y que implica una alteración valorada como de alta significancia de impacto ambiental.¹⁷

Producción más limpia: es la aplicación continua de una estrategia ambiental preventiva a los procesos productivos, los productos y los servicios, para reducir los riesgos a los humanos y al medio ambiente.¹⁸

¹⁶ Reglamento de evaluación, control y seguimiento ambiental. *Acuerdo gubernativo número 137-2016. Artículo 3, incisos 39, 40, 41.*

¹⁷ *Ibíd.* Artículo 3, inciso 17.

¹⁸ *Ibíd.* Artículo 3, inciso 74.

1.5.2. Gestión ambiental

Un sistema de gestión ambiental es un proceso periódico de planificación, implementación, revisión y optimización de los procedimientos que lleva a cabo una organización para desarrollar sus funciones, asegurando el cumplimiento de sus objetivos ambientales.

La evaluación es considerada parte esencial del proceso de gestión. Consiste en el análisis de la actuación de los poderes públicos sobre la ejecución de proyectos determinados, donde se busca producir mejoras relacionadas con un problema previamente identificado. Es un método sistemático cuyo objetivo es obtener información sobre las actividades, características y resultados de las políticas públicas para aportar elementos al proceso de toma de decisiones y ofrecer una descripción de su desempeño para determinar su mérito o valor.¹⁹

1.5.2.1. Ciclo de Deming

En general cualquier actividad, por sencilla que sea, se enmarca dentro del ciclo PHVA (planear, hacer, verificar y actuar) proceso cíclico y que está asociado a la planificación, implementación, control y mejora continua de cualquier actividad o proceso.

Los sistemas de gestión están íntimamente ligados a este ciclo y son fácilmente enmarcables a sus principios.

¹⁹ BOBADILLA, Martha.; ESPEJEL CARBAJAL, Martha. Esquema de evaluación para instrumentos de política ambiental. *Revista Política y Cultura*, México, No. 40. p 100.

- Planear: generación del plan de gestión y propuesta de todas las actividades involucradas en él, responsables, y otros.
- Hacer: ejecución de lo planeado.
- Verificar: que lo que se está haciendo y sus resultados sean conformes a lo que se planeó.
- Actuar: acciones de mejoramiento y corrección, que deberán recorrer nuevamente el ciclo para su implementación.²⁰

El ciclo PHVA para un sistema de gestión ambiental se deriva las siguientes actividades generales para su implementación:

- Conformación de equipo de gestión ambiental: facultar responsables.
- Diagnóstico ambiental inicial: evaluación de la empresa comparada con el sistema que se desea implementar.
- Plan de gestión: planeación e información documentada de lo que se desea desarrollar.
- Implantación y puesta en marcha: realizar lo que se planea y registrarlo.
- Verificación: constatar que lo que se está desarrollando es lo que está escrito.
- Revisión y mejora: proponer acciones de mejora.

²⁰ Norma ISO 9001:2015. Sistemas de gestión de la calidad, requisitos. p 10.

1.5.2.2. Instrumentos de gestión ambiental

Los instrumentos de gestión ambiental son mecanismos orientados a aplicar o concretar un objetivo de la política ambiental. Mediante estos instrumentos se busca hacer efectivo el derecho constitucional a un ambiente equilibrado y adecuado, mediante la fijación de un conjunto de obligaciones, incentivos y responsabilidades a distintos actores.²¹

Instrumentos ambientales: para efecto del cumplimiento de los Artículos 4, 11 y 12 del Decreto 68-86, Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente, en función de su naturaleza, se establecen los instrumentos ambientales siguientes:

- Instrumentos ambientales complementarios: son los documentos técnicos en los cuales se encuentra contenida la información necesaria para realizar una identificación y evaluación ordenada de los impactos o riesgos ambientales de un proyecto, obra, industria o actividad. Pueden ser solicitados por el MARN según criterio técnico como complemento de otro instrumento ambiental correctivo o predictivo.
- Instrumentos ambientales correctivos: son los documentos técnicos en los cuales se encuentra contenida la información necesaria para realizar una identificación y evaluación ordenada de los impactos o riesgos ambientales de un proyecto, obra, industria o actividad, con carácter correctivo, desde la fase de operación, cierre o abandono, y que permiten formular las respectivas medidas de control ambiental y las bases para su control, verificación y seguimiento ambiental.

²¹ Organismo de evaluación y fiscalización ambiental. *La vinculación y la retroalimentación entre la certificación y la fiscalización ambiental.* p 50.

- Instrumentos ambientales predictivos: son los documentos técnicos en los cuales se encuentra contenida la información necesaria para realizar una identificación y evaluación ordenada de los impactos o riesgos ambientales de un proyecto, obra, industria o actividad, desde la fase de planificación, con carácter preventivo, hasta las fases de ejecución, operación, cierre o abandono, y que permiten formular las respectivas medidas de control ambiental y las bases para su control, verificación y seguimiento ambiental.

Los tipos de instrumentos ambientales los siguientes:

- Instrumentos ambientales predictivos
 - Evaluación ambiental estratégica (EAE)
 - Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)
 - Evaluación ambiental inicial (EAI)
 - Formulario de Actividades de Mínimo Impacto Inicial (FAMI)
 - Formulario de Actividades para Registro (FAR)
- Instrumentos ambientales correctivos
 - Diagnóstico ambiental (DA).
 - Diagnóstico Ambiental de Bajo Impacto (DABI).
 - Formulario de Diagnóstico de Actividades de Mínimo Impacto (FDAMI).
- Instrumentos ambientales complementarios
 - Plan de Gestión Ambiental (PGA)

- Evaluación de Riesgo Ambiental (ERA)
- Evaluación de Efectos Acumulativos (EEA)

Estudio de evaluación de impacto ambiental (EIA): es el instrumento ambiental predictivo que permite identificar y predecir los efectos sobre el ambiente que ejercerá un proyecto, obra, industria o actividad que se ha considerado como de alto impacto ambiental potencial en la lista taxativa.

Plan de contingencia: descripción de las medidas a tomar como contención a situaciones de emergencia derivadas del desarrollo del proyecto, obra, industria o actividad y para situaciones de desastre natural.

Plan de gestión ambiental: instrumento ambiental que contiene las operaciones técnicas y acciones propuestas por el proponente, que tienen como objetivo asegurar la operación de un proyecto, obra, industria o actividad, dentro de las normas legales, técnicas y ambientales para prevenir, corregir o mitigar los impactos o riesgos ambientales negativos y asegurar a los proponentes la mejora continua y la compatibilidad con el ambiente.

Evaluación de efectos acumulativos (EEA): es el instrumento ambiental complementario que contiene un análisis y evaluación sistemática de los cambios ambientales combinados, originados por la suma de los efectos de proyectos, obras, industrias o actividades, desarrolladas dentro de un área geográfica definida.

Evaluación de riesgo ambiental (ERA): es el instrumento ambiental complementario mediante el cual se puede determinar la probabilidad de exceder un valor específico de consecuencias económicas, sociales o

ambientales, en un sitio particular, y durante un tiempo de exposición determinado.²²

1.5.2.3. Herramientas de gestión ambiental para el diseño

Permiten la mejora de resultado con respecto al sector ambiental, así, cumpliendo con la responsabilidad social adquirida, se asume un compromiso. El uso de estos modelos ayuda a las empresas a adquirir conocimiento sobre las actividades que se llevan a cabo para el medio ambiente y las decisiones que se deben tomar para no afectar el desarrollo social de su entorno.

Estas permiten medir los diversos tipos de parámetros, cuantificables, como los relacionados con el consumo de materias primas, consumo de agua y energía, emisiones de efluentes líquidos, emisiones de gases a la atmósfera, residuos sólidos, generación de coproductos, entre otros, para la disposición de sus efectos²³

Herramientas conceptuales usadas en los sistemas de gestión ambiental:

- Análisis de riesgos ambientales: esta herramienta se utiliza con enfoque analítico (cualitativo) y con criterios de probabilidad para estimar los riesgos que pueden resultar en situaciones adversas. Habitualmente, se consideran los niveles de concentración o períodos de exposición de una determinada sustancia peligrosa en el ambiente, para luego estimar comparativamente con los criterios establecidos para definir si están ante

²² Dirección de Gestión Ambiental y Recursos Naturales. *Guía de Instrumentos Ambientales*. p 11.

²³ MORENO, Sergio; ESPÍ, José. *Introducción al uso de las herramientas de gestión ambiental aplicadas a los recursos naturales no renovables*. p 15.

niveles aceptables de riesgo. La principal ventaja de análisis de riesgo es permitir pronosticar posibles impactos reales.

- Estudio de impacto ambiental
- Auditoría ambiental: surge de la necesidad de realizar inspecciones físicas en determinados puntos concretos del proceso, a fin de verificar el cumplimiento legal, identificar responsabilidades y riesgos importantes. En este contexto, auditar es propio de la gestión para conseguir la “calidad total”. Aquí se incluyen chequeos de los sistemas instalados para verificar si operan como deberían, permitiendo así una constante evaluación de mantenimiento de objetivos del conjunto operante. Sin embargo, el interés de la auditoría ambiental se centra en la actividad que está siendo revisada y no sobre datos retrospectivos o prospectivos del proceso.
- Evaluación del comportamiento ambiental: es un sistema de auditoría interna, que se basa en indicadores para medir, evaluar y verificar el comportamiento ambiental de una organización con respecto a determinados criterios preestablecidos en un sistema de gestión (intenciones y objetivos ambientales). Permite enfocar tendencias de comportamiento medioambiental para una gama de actividades de una organización. Es decir, los recursos consumidos, el proceso utilizado y los productos y servicios resultantes.
- Análisis del flujo de sustancias: permite hacer un balance del flujo de una determinada sustancia, a lo largo de todo el ciclo de vida de un sistema, incluyendo la producción y el uso de cierto producto a través de la contabilización de todas sus entradas y salidas. Con esta herramienta se puede mejorar la calidad medioambiental de un determinado producto a

través de la aplicación de medidas de control o de reducción de una sustancia específica.

- **Análisis de material y energía:** utilizan como referencia, la unidad funcional del sistema y su interpretación. También está basada en el impacto potencial al medio ambiente causado por ciertas emisiones. La herramienta también utiliza algoritmos para cuantificar todos los materiales y energías que entran y salen de un determinado sistema bajo estudio, admitiendo evaluar cierta etapa o fase del ciclo de vida de un producto.
- **Gestión integral de sustancias:** compara diferentes opciones con respecto a ciertas mejoras ambientales o económicas de un sistema. Se formula un plano práctico de acción más amplio que un simple análisis de aspectos medioambientales. Esencialmente, se hace un atajo en el de ciclo de vida completo de un determinado producto puesto que con el análisis de sólo 20 % de elementos, podría conocerse un 80 % de impactos totales en el sistema.
- **Análisis de línea de producto:** utiliza como base de comparación la unidad funcional del sistema. Presenta un espectro más amplio de análisis, ya que incorpora como foco de investigación, además del análisis medioambiental, otros aspectos de tipo económico y social.
- **Análisis del ciclo de vida:** identifica tanto a los recursos usados, como a los residuos que se generan y se emiten a los vectores ambientales (aire, agua y suelo) a lo largo de su ciclo de vida de un bien o servicio

específico. Entre sus puntos fuertes se puede mencionar, primeramente, su carácter globalizador, que evita el traslado del problema.²⁴

1.5.2.4. Ventajas y beneficios

Cada una de las herramientas permite, a través de su desarrollo y aplicación, distintas formas de hacer frente a los problemas y proporcionar diversos datos útiles cuando sea necesario la toma de decisiones basado en los registros obtenidos, teniendo en cuenta que cada herramienta reúne, organiza y estima la información dependiendo de determinadas propiedades, obteniendo en algunos casos, información que resulte complementaria entre sí.

1.5.2.5. Plan de manejo de desechos sólidos

La gestión de desechos sólidos se refiere a las actividades técnicas administrativas que se encargan de la planificación, organización, diseño, implementación y análisis de las políticas, estrategias, planes y programas operativos adecuados de los residuos sólidos según el área de aplicación como nacional, regional, local o empresarial.

1.5.2.5.1. Descripción

Conjunto de acciones normativas, financieras y de planeamiento que se aplica a todas las etapas del manejo de residuos sólidos desde su generación, basándose en criterios sanitarios, ambientales y de viabilidad técnica y

²⁴ MORENO, Sergio; ESPÍ, José. *Introducción al uso de las herramientas de gestión ambiental aplicadas a los recursos naturales no renovables*. p. 16-19.

económica para la reducción en la fuente, el aprovechamiento, tratamiento y la disposición final de los residuos sólidos.²⁵

1.5.2.5.2. Composición y fuente de generación de los desechos sólidos

Se debe definir unidades de masa o volumen de los distintos componentes de los residuos. Dichos valores de composición provienen de residuos sólidos urbanos, empresariales, industriales o domésticos que se identifican en términos porcentuales de masa, humedad y materia orgánica. La ventaja de tener estos datos sobre la composición de los residuos es que se pueden desarrollar diversos estudios como de factibilidad de reciclaje, tratamiento, investigación, identificación y de políticas de gestión para manejo industrial, entre otros.

A continuación, se definen términos básicos en la identificación de desechos.

Desecho: corresponden a aquellos materiales o productos post consumo, así como excretas humanas o animales y restos vegetales, no deseados por quien los genera o posee y que se tienden a eliminar, frecuentemente de manera ambientalmente inadecuada, aun cuando puedan ser susceptibles de aprovechamiento, reintegración a la naturaleza o reincorporación a las cadenas productivas, por limitaciones técnicas, económicas, sociales, legales, políticas y administrativas.

²⁵ Acuerdo Gubernativo 281-2015. *Política Nacional para la gestión integral de residuos y desechos sólidos*. Glosario.

Desechos sólidos orgánicos: se les denominan a los desechos biodegradables que son putrescibles.

Desechos sólidos inorgánicos: se denomina así a los desechos sólidos inorgánicos, considerados genéricamente como "inertes", en el sentido que su degradación no aporta elementos perjudiciales al medio ambiente, aunque su dispersión degrada el valor estético del mismo y puede ocasionar accidentes al personal.

Desechos industriales: desperdicios orgánicos e inorgánicos descargados por empresas industriales o comerciales. Los desperdicios orgánicos en gran escala tienen su origen en las industrias de alimentos, lecherías, empacadoras de pescado, fábricas de cerveza, fábricas de papel, procesos petroquímicos, fábricas textiles y lavanderías. Los desechos inorgánicos incluyen ácidos, álcalis, cianuros, sulfuros y sales de arsénico, plomo, cobre, cromo y zinc.

Desechos peligrosos: residuos de productos generados por las actividades humanas, que ponen sustancial o potencialmente en peligro la salud humana o el medio ambiente cuando son manejados inadecuadamente. Poseen al menos una de las siguientes características: inflamable, corrosivo, reactivo o tóxico.

Residuo: cualquier material orgánico o inorgánico generado en los procesos de extracción, beneficio, transformación, producción, consumo, utilización o tratamiento, cuya calidad no permite incluirlo nuevamente en el proceso que lo generó.

Residuos peligrosos: desechos de productos generados por las actividades humanas, que ponen sustancial o potencialmente en peligro la salud humana o el medio ambiente cuando son manejados inadecuadamente.

Poseen al menos una de las siguientes características: corrosivo, reactivo, explosivo, tóxico, inflamable o biológico-infecciosos.

Lixiviado: líquido que se ha filtrado o percolado, a través de los residuos sólidos u otros medios, y que ha extraído, disuelto o suspendido materiales a partir de ellos, pudiendo contener materiales potencialmente dañinos.²⁶

1.5.2.5.3. Recolección, almacenamiento y disposición final

La recolección y transporte de residuos y desechos suele ser tarea de la municipalidad encargada, debiéndose asegurar que estos se traten de la forma correcta en el lugar de la disposición final. Esta es una tarea deficiente y en particular, en las hidroeléctricas, por la gran cantidad de agua que transita en la presa se presentan desechos por el manejo deficiente de los rellenos sanitarios y los botaderos clandestinos.

1.5.3. Indicadores ambientales

Los indicadores constituyen representaciones de medida, como herramienta de análisis son de fácil uso y comprensión, representan segmentos de información que resumen las propiedades de un sistema, simplificando los fenómenos muy complejos y haciendo posible su medición.

²⁶ MARN. *Política Nacional para la gestión ambientalmente racional de productos químicos y desechos peligrosos en Guatemala. Acuerdo Gubernativo 341-2013.* p 33.

1.5.3.1. Sistema de indicadores ambientales

Emplear indicadores ambientales, permite determinar las condiciones principales, sin abarcar la diversidad del sistema, aunque continuamente se reúne la información en su totalidad. Medidas sencillas pueden mostrar cambios o tendencias relevantes.

1.5.3.2. Clases de indicadores

Indicadores absolutos: representan el consumo de recursos y sus emisiones.

Indicadores relativos: ilustran la eficiencia de la producción.

Indicadores de resultado: dan cuenta del grado de alcance de los objetivos específicos de las políticas, programas y proyectos y de su contribución concreta para mejorar la situación que les dio origen.

Indicadores de cobertura: la cobertura es la proporción de la población objetivo que efectivamente recibe los servicios que brindan una política, programa o proyecto. Estos indicadores reflejan la relación entre las políticas, programas y proyectos y los titulares actuales o potenciales de sus prestaciones.

Indicadores de producto: los productos son los resultados concretos de las actividades, desarrolladas a partir de los insumos disponibles. Según su carácter de materialidad, pueden distinguirse entre bienes producidos (o resultados materiales) y servicios prestados. Estos indicadores facilitan el seguimiento de la oferta que brindan las políticas, programas y proyectos.

Indicadores de proceso: los procesos están constituidos por el conjunto de actividades que se realizan para tratar de alcanzar el objetivo buscado. Estos indicadores se relacionan con los insumos que se proveen para concretar estas acciones y con los productos que se obtienen durante dichos procesos. Facilitan el seguimiento de la implementación de las políticas, programas y proyectos y pueden alertar sobre su desempeño.

Indicadores de sostenibilidad: Combinan los aspectos sociales, económicos y ambientales, y por ello, muestran las relaciones que existen entre estos sistemas, requieren un gran esfuerzo de elaboración.

Índices: cuando una serie de indicadores se combinan para formar otros de mayor eficacia significativa.

Todo indicador debe cumplir con cuatro requisitos básicos:

- Independencia. Cada indicador debe ser utilizado para medir un solo objetivo.
- Verificabilidad. Cada indicador debe ser empíricamente constatable.
- Validez. Cada objetivo debe contar con, al menos, un indicador.
- Accesibilidad. La medición de los indicadores debe ser accesible.

Consideraciones básicas para formular buenos indicadores:

- Redactarlos en un lenguaje claro y preciso.

- Identificar una lista de posibles indicadores y evaluarlos junto con los actores involucrados.
- Seleccionar los más apropiados en términos de importancia y facilidad para la recolección de los datos.
- Considerar si son consistentes en el tiempo, es decir, durante la implementación de toda la política, programa o proyecto.
- Determinar su dimensión temporal, es decir, el plazo de tiempo en el cual se evaluarán los resultados.
- Procurar que sean válidos y confiables.²⁷

Evaluación del desempeño ambiental (EDA).

En el capítulo 9, la Norma ISO 14001:2015 establece que la organización debe realizar un procedimiento de seguimiento, medición, análisis y evaluación de su desempeño ambiental. Concretamente esta norma define que:

- La organización debe determinar:
 - Qué necesita seguimiento y medición.
 - Los métodos por emplear en el seguimiento, medición, análisis y evaluación correspondientes, para garantizar resultados válidos.

²⁷ CERESO, Leticia. PRIETO Anabel. *Manual de planificación, monitoreo y evaluación.* p 27.

- Los criterios contra los cuales la organización evaluará su desempeño ambiental, y los indicadores apropiados; cuándo se deben llevar a cabo el seguimiento y la medición.
- Hasta cuándo se deben analizar y evaluar los resultados del seguimiento y la medición.

Naturalmente, la organización deberá también garantizar que los equipos de seguimiento y medición se utilizan y conservan calibrados y verificados.

El desempeño ambiental (DA) es el conjunto de resultados medibles de la gestión que hace una organización de sus aspectos ambientales.²⁸

Elementos de la evaluación del desempeño ambiental (EDA)

La evaluación debe realizarse según la naturaleza de la empresa, y debe ser lucrativa, así como, formar parte de las labores usuales en la organización. Los elementos clave que conforman la EDA son:

- Determinar los indicadores.
- Recopilación y análisis de la información.
- Evaluación de los datos comparados con los parámetros de desempeño ambiental.
- Diseño y establecimiento de informes.
- Control, seguimiento y mejora del proceso.

²⁸ Norma ISO 14001:2004 *Sistemas de Gestión Ambiental. Requisitos con orientación para su uso. Términos y definiciones.* p 3.

Por consiguiente, los indicadores clave de rendimiento del medio ambiente (eKPIs) son el principal mecanismo que puede demostrar la eficacia con la que una organización está alcanzando sus objetivos medioambientales.²⁹

Indicadores del desempeño ambiental según ISO 14 031

Estos indicadores comprenden datos ambientales detallados, en información determinante y comparable con el objetivo de mostrar la conducta ambiental de una empresa de forma exhaustiva y cuantificable y que satisface funciones tales como la detección potencial tanto de optimización y reducción, proporcionar información para realizar informes, apoyar al sistema de gestión entre otros.

La norma define los siguientes tipos de indicadores:

Los indicadores del desempeño ambiental (IDAs) que brindan información sobre el funcionamiento de la organización en relación con el medio ambiente, y se dividen en:

- Indicadores del desempeño de gestión (IDGs): que incluyen datos de la política, recurso humano, labores de planeación, prácticas, procedimientos, decisiones y acciones.
- Indicadores del desempeño operacional (IDOs): entradas, ingreso de suministros, diseño, instalación, operación y mantenimiento de planta y equipos, salidas y su gestión.

²⁹ Norma ISO 14031:2013. *Gestión ambiental, evaluación del desempeño ambiental, Directrices*. p 5.

Sin embargo, los Indicadores de la Condición Ambiental (ICAs) brindan información sobre la situación ambiental a nivel territorial, regional, nacional o incluso a nivel global.

Este grupo de indicadores le proporcionan a la empresa un conocimiento preciso y concreto de cómo se realizan los procedimientos en función al medio ambiente.

Así cuando la organización haya definido los efectos de sus operaciones sobre la calidad del entorno ambiental, será capaz de seleccionar indicadores de desempeño ambiental que dispongan de una conexión directa con los parámetros del ambiente que se pretende conservar preservar.

Entre las principales funciones de los indicadores de condición ambiental está establecer un criterio a partir del cual medir las variaciones del entorno que puedan ser responsabilidad de la organización, así como, relacionar las operaciones de la empresa con las condiciones ambientales actuales y establecer medidas de mitigación; también permiten seleccionar los indicadores de desempeño de gestión y operacional, entre otras funciones.

1.5.3.3. Matriz de indicadores

El marco analítico que se utiliza es la matriz EPIR (estado- presión- impacto-respuesta) que procura definir y relacionar el grupo de factores que determinan las características actuales que influyen en el ambiente. El objetivo de aplicar esta metodología es lograr una vinculación lógica entre las variables representadas por los indicadores propuestos que permita orientar la evaluación del estado del ambiente, incluyendo los factores que ejercen presión sobre los recursos naturales y las respuestas que se producen para enfrentar los

problemas ambientales. Los indicadores ordenados en la matriz EPIR pretenden responder a cuatro preguntas básicas en cualquier escala territorial:

- ¿Qué le está sucediendo al medio ambiente? (estado).
- ¿Por qué está sucediendo esto? (presión).
- ¿Por qué nos debe importar esto? (impacto).
- ¿Qué podemos hacer y qué estamos haciendo en este momento? (respuesta).

Una quinta pregunta implícita en el análisis de indicadores a lo largo del tiempo se refiere a las perspectivas futuras: ¿qué pasará si no actuamos ahora?³⁰ Como ejemplo de columnas en una matriz de indicadores, podrían estar:

- Número
- Nombre del indicador
- Tipo de indicador
- Para qué sirve
- Fórmula
- Unidades
- Meta
- Tendencia esperada
- Frecuencia de medición
- Fuente de información
- Estrategias
- Responsable

³⁰ MARN. *Manual de indicadores del ambiente y los recursos naturales*. p 5.

1.5.4. Política ambiental

Es el compromiso de una organización con las leyes, reglamentos y otros mecanismos de política relacionados con cuestiones ambientales. Estos problemas generalmente incluyen la contaminación del aire y del agua, la gestión de residuos, la gestión del ecosistema, el mantenimiento de la biodiversidad, la protección de los recursos naturales, la vida silvestre y las especies en peligro de extinción.

1.5.4.1. Resoluciones

Las resoluciones judiciales son acuerdos, cuando tienen carácter gubernativo y providencias, autos y sentencias si tienen carácter jurisdiccional.³¹

1.5.4.2. Instrumentos de la política pública para la gestión ambiental

Los principios de la política marco emanan de una serie de consultas a diferentes sectores y actores que intervienen diariamente en la gestión ambiental y recursos naturales, así como de marcos políticos nacionales de áreas protegidas y forestal, convenios internacionales ratificados por Guatemala.

Principios de la política marco de gestión ambiental: desarrollo sostenible; el bien común prima sobre el bien privado; participación ciudadana y corresponsabilidad social; protección a la diversidad biológica equidad social; equidad de género respeto a la interculturalidad y multiculturalidad;

³¹ ADAME GODDARD, Jorge. *Diccionario jurídico*. p 111.

precautoriedad; ética ambiental; corresponsabilidad, coordinación y cooperación interinstitucional y sectorial.³² Algunos acuerdos y resoluciones de la actual política ambiental en Guatemala:

- Reglamento de evaluación, control y seguimiento ambiental (Acuerdo Gubernativo 137-2016, sustituido por el 431-2007).
- Guía de instrumentos ambientales; política nacional para la gestión integral de residuos y desechos sólidos (Acuerdo Gubernativo 281-2015).
- Reglamento de las descargas y reúso de aguas residuales y de la disposición de lodos (Acuerdo Gubernativo 236-2006).
- Guía de instrumentos ambientales. Dirección de Gestión Ambiental y Recursos Ambientales. 2015.
- Política nacional de producción más limpia (Acuerdo Gubernativo 258-2010).
- Política de conservación, protección y mejoramiento del ambiente y los recursos (Acuerdo Gubernativo 63-2007).
- Política nacional para la gestión ambientalmente racional de productos químicos y desechos peligrosos en Guatemala (Acuerdo Gubernativo 341-2013).

³² MARN. *Política Marco de Gestión Ambiental. Decreto Gubernativo 791-2003*. Artículo 2. p 5.

- Lista taxativa de proyectos, obras, industrias o actividades (Acuerdo Ministerial no.199-2016).
- Indicadores ambientales, resultado estratégico del país. 2017.

1.5.4.3. Indicadores ambientales descritos por el organismo encargado

Los indicadores ambientales, forman parte como una de las herramientas conceptuales del análisis ambiental más sencillas de comprender y utilizar entre un numeroso conjunto que cada vez aumenta más. Con ellos se facilita la conversión de conceptos como sostenibilidad a expresiones numéricas más fáciles de interpretar.

Estos indicadores permiten examinar las condiciones fundamentales sin haber aun considerado la problemática dentro del sistema, puesto que, unas simples medidas pueden indicar cambios o tendencias de complicadas estructuras ambientales. A continuación, se muestran algunos indicadores ambientales por considerar para el análisis dentro de una empresa y que comúnmente se dictaminan por los organismos encargados.

Tabla III. Algunos indicadores ambientales

Contaminación atmosférica	Emissiones de óxidos de...	Emissiones de compuestos orgánicos..	Emissiones del dióxido de..	Emissiones de partículas	Consumo de gasolina y gasoil..	Consumo de energía primaria	Emissiones del amoníaco (NH3)	Emissiones de agentes contaminantes	Uso de pesticidas con fines..	Consumo de electricidad
Cambio climático	Emissiones de dióxido de..	Emissiones del metano (CH4)	Emissiones del óxido nítrico..	Emissiones de clorofluoroc (CFCs)	Emissiones de óxidos de..	Emissiones de óxidos de..	Emissiones de partículas	Emissiones de dióxido de..	Emissiones de compuestos orgánicos	Emissiones de hidro-chlorofluo
Pérdida de biodiversidad	Pérdida protegida, daño y fragmentación	Pérdida de humedad a través..	Intensidad de agricultura: área..	Fragmentación de bosques y..	Despacho de áreas boscosas naturales..	Cambio en la práctica tradicional..	Pérdida de recursos genéticos..	Uso de pesticidas en la tierra	Pérdida de diversidad forestal	Pérdida de Riverbank a través..
Medio ambiente marino y zonas costeras	Eutroficación	Explotación excesivo	Desarrollo a lo largo de la orilla	Pérdida prioritaria de habitat	Descargas de metales pesados	Contaminación de petróleo en la..	Descargas de compuestos orgánicos	Pérdida de humedad	Intensidad turística	Contaminación fecal
Agotamiento de capa de ozono	Emissiones de bromofluoro (halones)	Emissiones de clorofluoro (CFCs)	Emissiones de hydrochloro (HCFCs)	Emissiones del dióxido de..	Emissiones de óxidos de..	Emissiones de carbonos tratados	Emissiones del bromuro metílico..	Emissiones del metano (CH4)	Emissiones del óxido nítrico	Emissiones del cloroformo metílico..
Agotamiento de recurso	Consumo de agua per cápita	Uso de la energía per..	Aumento en el territorio ocupado..	Nutritivo-bal del suelo (entrada nutritiva..	Producción de electricidad de..	Balanza de madera (nuevo..	Uso del petróleo mineral como..	Abstracción de agua de superficie..	Excedencia de la cuota de captura	Abatración de agua de tierra con finea..
Dispersión de sustancias tóxicas	Consumo de pesticidas por la..	Emissiones de agentes contaminantes	Consumo de sustancias químicas	Índice de emisiones de metal..	Índice de emisiones de metal..	Emissiones del material radiactivo	Emissiones de metales pesados	Producción de compuestos tratados	Consumo de sustancias químicas	Distribución de vehículo por el..
Problemas ambientales urbanos	Consumo de energía	Residuos municipales no reciclados	Agua residuales no tratadas	Parte del transporte privado..	Gente en peligro por..	Utilización del suelo (cambio del área..	Habitantes por zona verde	Consumo de agua per..	Emissiones del dióxido de..	Áreas abandonadas
Residuos	Residuos depositados en vertederos	Residuos incinerados	Residuos peligrosos	Residuos municipales	Residuos por producto durante..	Residuos reciclados material recuperado	Residuos de otros sectores económicos	Consumo de materiales peligrosos	Residuos de la producción energética	Residuos desechados al mar
Contaminación del agua y recursos de agua	(nitrógeno y fósforo -N + P) uso..	Abstracción de agua de tierra	Pesticidas utilizados por hectárea	Agua tratada/ agua recogida	Índice de emisiones de..	Emissiones de la materia orgánica	Aplicaciones industriales de agua	Agua residuales recogidas uso de..	Uso de agua doméstico y de..	Reciclaje de agua por la industria

Fuente: MORENO, Sergio Alan y ESPÍ, José Antonio. *Introducción al uso de las herramientas de gestión ambiental aplicadas a los recursos naturales no renovables*. p. 29.

2. DIAGNÓSTICO ACTUAL DE LA GESTIÓN AMBIENTAL DE EGEE

2.1. Marco legal ambiental

El marco legal ambiental lo comprenden los compromisos ambientales, así como los programas y planes derivados, así como, las medidas de mitigación establecidas por la organización de acuerdo con las directrices estipuladas.

2.1.1. Compromisos ambientales

De acuerdo con la Dirección General de Gestión ambiental y Recursos Naturales del Ministerio de ambiente, al 5 de noviembre de 2014 los compromisos adquiridos son:

- El proyecto está sujeto a los requerimientos ambientales y también debe cumplir con los demás requisitos establecidos y reglamentos de otras entidades estatales aplicables a este tipo de proyecto, tales como permisos, autorizaciones, licencias y cualquier otro que corresponda a este tipo proyecto, con el objeto de cumplir con la prevención de daños, protección y mejoramiento del ambiente, los recursos naturales, la salud o la calidad de vida de la población, sus trabajadores o usuarios.
- Desarrollar y cumplir los compromisos establecidos en la presente resolución, correspondiente al proyecto "Planta de generación Aguacapa", dentro de los tiempos establecidos previamente propuestos y aceptados por el proponente.

- Realizar monitoreos e inspecciones de carácter ambiental, así como a realizar auditorías cuando lo considere oportuno.
- El Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, podrá requerir cuando considere necesario las actualizaciones del plan de gestión ambiental con el objeto de garantizar la mejora continua en el desempeño ambiental del proyecto, obra, industria o actividad.
- Cumplir con los lineamientos, directrices y requisitos específicos aplicable, establecidos previamente en el marco jurídico general guatemalteco, y los específicos contemplados en la legislación ambiental vigente, y sus leyes conexas, así como con la implementación de acciones de prevención, establecidas por las instituciones manifestantes competentes interesadas en el proyecto, con el objeto de cumplir con la prevención de daños y mejoramiento del ambiente, los recursos naturales, la salud o a la calidad de vida de la población, sus trabajadores y usuarios.
- Desarrollar y cumplir con todas las medidas de mitigación, así como el plan de contingencia o el plan de gestión ambiental, según corresponda, que hayan sido incluidos en el instrumento ambiental dentro de los tiempos establecidos en la resolución, correspondiente al instrumento ambiental cuyo fin debe contemplar el prevenir, reducir, minimizar, corregir, o restaurar la magnitud de el o los impactos negativos al ambiente, los recursos naturales, la salud o a la calidad de vida de la población, sus trabajadores o usuarios, impactos identificados en el proceso de evaluación ambiental, como consecuencias del desarrollo del proyecto, así como los planes de contención ante situaciones de emergencia, derivadas de la ejecución del mismo y para situaciones de

desastres naturales, previamente aceptados a través del acta notarial de declaración jurada presentada en el instrumento ambiental.

- Cumplir con lo establecido en el artículo 5 del Acuerdo Gubernativo 236-2006 (reglamento de descargas y reúso de aguas residuales y la de la disposición de lodos), respecto de la elaboración del Estudio Técnico correspondiente al proyecto, conforme el contenido señalado en el Artículo 6 de este mismo reglamento, debiendo elaborar un plan detallado de ejecución del estudio técnico, incluyendo el plazo en el que pondrá a disposición de este Ministerio dicho estudio.
- Elaborar un plan detallado de la segregación y manejo de todos sus residuos sólidos, conteniendo: volúmenes y cantidades de cada uno de los residuos durante la operación, métodos de segregación, reúso y reciclaje, almacenamiento temporal, descripción de las instalaciones de almacenamiento temporal y sus sistemas de seguridad y saneamiento, disposición final de cada tipo de residuo, sobre este respecto presentar copia de las licencias ambientales correspondientes. Este plan deberá presentarlo al proponente al MARN dentro de los 15 días posteriores a la notificación de la resolución.
- Elaborar un plan detallado de los estudios de biodiversidad y especies indicadoras que realizara como parte de las medidas de mitigación que contiene su instrumento ambiental, en seguimiento a lo ya realizado y como parte de la ejecución de su monitoreo continuo ya las condiciones ambientales que debe preservar, el plan y los estudios deberán incluir: desarrollo metodológico, medios de muestreo para cada especie, formas de registro, métodos y medios de indicadores, interpretación de resultados, aplicación de medidas de mitigación y corrección, métodos de

evaluación de mitigaciones y correcciones, formas de documentación, generación de informes y presentación de los estudios. El plan deberá contener también, cronograma de las actividades, costos de cada actividad y responsables de su ejecución, deberá ser presentado al MARN dentro de los 15 días posteriores a la notificación de la resolución.

- Según el artículo 45 del Acuerdo Gubernativo 431-2007, sustituido por el acuerdo gubernativo 137-2016. (reglamento de evaluación, control y seguimiento ambiental) se deberá implementar como parte de sus compromisos ambientales instrumentos de cooperación para el control y seguimiento ambiental, entre los que se encuentran la designación de un responsable ambiental por parte del proyecto, mediante nota de designación al INDE, enviada a este Ministerio al momento de obtención de la licencia ambiental respectiva; la elaboración de un registro ambiental de todos sus impactos contemplados y las acciones y medidas realizadas para su mitigación, a lo largo del periodo en que funcione la planta; y la presentación de informes ambientales periódicos ante el MARN, dentro de los cuales el registro ambiental es parte esencial.
- Elaborar y presentar dentro de los 15 días posteriores a la notificación de la resolución, un modelo del registro ambiental que lleve a lo largo de toda la vida útil del proyecto, que permita evaluar las acciones y medidas de mitigación aplicadas a cada uno de los impactos contemplados dentro del instrumento ambiental del proyecto y los indicados por el ministerio, de tal forma que sirva de base para la realización de inspecciones de monitoreo y seguimiento, así como auditorías que realice el MARN cuando lo considere oportuno. Este modelo de registro ambiental deberá ser aprobado por el MARN previo a su aplicación y podrá ser modificado, o ampliado a consideración del MARN en cualquier momento de forma

consensuada. El registro ambiental deberá implementarse, una vez aprobado en los primeros 30 días posteriores a la notificación de la resolución ambiental.

- Implementar como parte del monitoreo y seguimiento, la realización de por lo menos dos análisis de aguas residuales al año, cada seis meses, tal como lo establece el reglamento, para verificar el cumplimiento del Acuerdo Gubernativo 236-2006 (Reglamento de las descargas y reúso de aguas residuales y la disposición de lodos), los cuales estarán a disposición del MARN y podrán ser requeridos en todo momento.
- Elaborar y presentar de los 15 días posteriores a la notificación de la resolución, un plan de monitoreo detallado indicando: sus componentes (puntos que serán evaluados), su metodología, las formas de evaluación incluyendo parámetros y normas de comparación), la identificación de los puntos de muestreo, así como la frecuencia de monitoreo, la documentación de la identificación de posibles inconformidades, los medios de corrección, remediación y compensación, los medios de reporte e informes y los responsables de cada acción.
- Implantar como parte de su monitoreo y seguimiento, un programa de consulta permanente con la parte social, en este caso específicamente, con el área que está integrada por la comunidades que fueron encuestadas a lo largo de toda la estructura que conforma la planta y cuya ubicación fue presentada en mapa Este programa deberá ser implementado lo antes posible y será continuo durante toda la vida útil de la operación de la planta, poniendo a disposición del MARN cuando así lo requiera toda la documentación pertinente sobre su evolución y desarrollo.

- Cumplir de forma obligatoria e irrestricta con el desarrollo y la ejecución de todas las acciones propuestas por el mismo y acordadas y aprobadas por el MARN, presentadas en los planes y programas a los que hacen referencia todos los incisos anteriores, debiendo cumplir apegado a dichos planes y programas los aspectos relacionados con metodologías, tiempos, costos y responsabilidad de su ejecución, debiendo observar las debidas calidades profesionales para ello, así como la ética de su ejecución y presentación. Estos planes y programas podrán ser auditados, inspeccionados y monitoreados en cualquier momento directamente por el MARN (o por una entidad, institución o empresa autorizada por el MARN).
- Realización de auditorías ambientales a partir del momento de la notificación de resolución ambiental y previa al trámite de renovación de su licencia ambiental, debiendo cumplir de manera satisfactoria con las mismas en todos los aspectos para poder optar a dicha renovación.
- Informar sobre cambios en la viabilidad ambiental o el diseño del proyecto.
- Informar en caso de cierre del proyecto al Ministerio.
- Derivado de las auditoras, monitoreos o inspecciones de carácter ambiental, quejas o denuncias de vecinos, se establece que existe daño al medio ambiente o a la salud o a la calidad de vida de la población y sus trabajadores, el responsable deberá implementar inmediatamente las medidas de contingencia y mitigación y que el acaso amerite, de lo contrario, se procederá conforme a lo establecido por ley.³³

³³ INDE Resolución 04183-2014/DIGARN/FACB/laro. *Dirección General de Gestión Ambiental y Recursos Naturales del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales.* p 6-10.

2.1.1.1. Detalle de programas y planes derivados

Los programas son de extenso contenido informativo, que incluyen planes ambientales de acción y ejecución, se muestran y detallan en forma de matriz para el presente desarrollo de trabajo de graduación.

Tabla IV. Programas y planes derivados de los compromisos ambientales

Compromisos resolución Aguacapa			
Descripción	Plazo presentación informe	Responsable	Comentarios/ observaciones /acciones
Cumplir con el Reglamento de Aguas Residuales (236-2006), realizando el plan detallado de ejecución del estudio técnico.	A consideración del INDE la entrega del plan.	Planta - encargado de seguridad industrial /apoyo departamento de planificación.	Apoyo en la elaboración del estudio técnico.
El proponente deberá elaborar un plan detallado de la segregación y manejo de todos sus residuos sólidos, conteniendo: volúmenes y cantidades de cada uno de los residuos durante la operación, métodos de segregación, reúso y reciclaje, almacenamiento temporal, descripción de las instalaciones de almacenamiento temporal y sus sistemas de seguridad y saneamiento disposición final de cada tipo de residuo, sobre este respecto, presentar copia de las licencias ambientales de las empresas que le brindan servicios a la planta y los permisos municipales correspondientes.	15 días posteriores a las notificaciones de la resolución.	Planta - encargado de seguridad industrial / asesoría división de programación y medio ambiente.	Revisar lo indicado en el informe del diagnóstico ambiental para el manejo de residuos. Realizar un plan detallado de todos los residuos (peligrosos y no peligrosos y el proceso de tratamiento). Asesoría división de programación y medio ambiente.
Elaborar un plan detallado de los estudios de biodiversidad y especies indicadoras que realizará como parte de las medidas de mitigación que contiene su instrumento ambiental, en seguimiento a lo ya realizado y como parte de la ejecución de su monitoreo continuo a las condiciones ambientales que debe preservar. El plan deberá contener ambiente, cronograma de las actividades, costos de cada actividad y responsables de su ejecución.	15 días posteriores a las notificaciones de la resolución.	Planta - encargado de seguridad industrial.	Revisar el informe DA, ver si se estableció una línea base. Contratación de biólogo. Oficio al MARN.
Designación mediante nota de un responsable ambiental por parte del proyecto e informe general del seguimiento ante el MARN. Elaborar un registro ambiental de todos sus impactos contemplados y las acciones y medidas realizadas para su mitigación a lo largo del periodo de funcionamiento.	Al momento de la obtención de la Licencia Ambiental respectiva. Seguimiento anual.	Planta - encargado de seguridad industrial / asesoría división de programación y ambiente.	Revisar el informe del DA y analizar lo indicado para el registro ambiental.

Continuación tabla IV.

Deberá elaborar y presentar al MARN un modelo del registro ambiental que llevará a lo largo de toda la vida útil del proyecto, que permita evaluar las acciones y medidas de mitigación aplicadas a cada uno de los impactos contemplados dentro del instrumento ambiental del proyecto.	15 días posteriores a las notificaciones de la resolución.	Planta - encargado de seguridad industrial / asesoría división de programación y medio ambiente.	Revisar el informe del DA y analizar las medidas de mitigación, luego establecer la forma de su cumplimiento. Oficio al MARN, solicitar copia de modelo.
Dos análisis de aguas residuales al año, según el Reglamento de aguas residuales, cada seis meses.	Cada 6 meses.	Planta - encargado de seguridad industrial / asesoría división de programación y medio ambiente.	Apoyo en la elaboración del estudio técnico.
Elaborar y presentar al MARN un plan de monitoreo detallado indicando sus componentes, metodología, identificación de puntos de muestreo, así como la frecuencia de monitoreo la documentación de la identificación de posibles inconformidades, medidas de remediación y responsables de cada acción.	15 días posteriores a las notificaciones de la resolución.	Planta - encargado de seguridad industrial / apoyo departamento de planificación.	Revisar lo expresado al respecto en el informe del DA. Determinar variables a monitorear y remitir al MARN. Elaboración del Plan.
El proponente deberá implementar como parte de su monitoreo y seguimiento, un programa de consulta permanente con la parte social, en este caso específicamente, con el área que está integrada por las comunidades que fueron encuestadas a lo largo de toda la estructura que forma la planta, proponiendo a disposición del MARN cuando así lo requiera toda la documentación pertinente sobre su evolución y desarrollo.	Inmediato y continua durante la vida del proyecto.	Planta Aguacapa/ apoyo comunicación corporativa.	Revisar informe DA en cuanto a comunidades y su ubicación. Consultas con responsabilidad social de comunicación corporativa respecto a la factibilidad de la consulta permanente.

Fuente: Instituto Nacional de Electrificación. *Superintendencia de operación y mantenimiento de plantas.*

Tabla V. **Medidas de mitigación establecidas en el DA**

No.	Descripción	Plazo de Presentación de	Responsable	Comentario, observaciones
-----	-------------	--------------------------	-------------	---------------------------

		Informe		o acciones	
Fuente: Instituto Naciona l de Electrifi cación. <i>Superint endenci a de operaci ón y manteni miento de plantas.</i>	I	Mantenimiento de Instalaciones para aguas negras	Permanente	Planta Aguacapa	
	II	Construcción de pantalla acústica en casa de maquinas	Permanente	Planta Aguacapa	
	III	Equipo de seguridad industrial	Permanente	Seguridad industrial Planta Aguacapa	Verificar funciones, evaluar posible contratación.
	IV	Implementación del plan de seguimiento y monitoreo ambiental	Permanente	Planta Aguacapa/División de programación y medio ambiente	Compromisos de resolución.
	V	Implementación del plan de seguridad industrial	Permanente	Seguridad industrial Planta Aguacapa	
	VI	Implementación del plan de contingencia	Permanente	Seguridad Industrial Planta Aguacapa	
	VII	Implementación del plan de capacitación técnico ambiental	Permanente	seguridad industrial Planta Aguacapa	
	VIII	Implementación de vigilancia ambiental	Permanente	Planta Aguacapa/División de programación y medio ambiente	Compromisos de resolución.

2.1.1.2. Aplicaciones

Los programas han sido presentados, pero en la mayoría se hace necesario un seguimiento y el recurso humano que por diversas razones se hace inconstante e intermitente.

2.2. Sistema de gestión ambiental

Se utiliza como una metodología dentro de la empresa para desarrollar un modelo organizativo de responsabilidades, prácticas, así como también procedimientos y procesos a los que se le asignan recursos para determinar y alcanzar la política medioambiental responsable propuesta y cumplir con los compromisos adquiridos con las entidades encargadas.

2.2.1. Propósito

El sistema de gestión ambiental se encuentra en desarrollo y aplicaciones legales, su principal objetivo es la operación de las plantas de generación con calidad y responsabilidad social para desarrollar una infraestructura eficiente y elevar el nivel de vida de las comunidades próximas. Este sistema incluye actividades de planificación, procesos y recursos de desarrollo, logro, y mejora continua respecto de la política ambiental.

2.2.2. Elementos

El programa ambiental se identifica como una estrategia mediante la cual se organizan las actividades antrópicas que afectan al entorno principalmente al ambiente y los recursos naturales, con el fin de lograr una adecuada calidad de

vida, previniendo o mitigando los problemas ambientales y la restauración de los recursos naturales.

El programa ambiental contiene las medidas de mitigación ambiental para la fase de construcción establecidas en el instrumento de evaluación ambiental para el proyecto y proponer alternativas de solución dirigida a la preservación del ambiente y los recursos naturales, se apegará a lo establecido según las resoluciones del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales y la Norma y Legislación vigente en Guatemala.³⁴

2.2.2.1. Instrumentos

Como se mencionó anteriormente en los compromisos ambientales adquiridos se tienen como bases estudios técnicos, evaluación ambiental inicial, evaluación ambiental y el plan de gestión ambiental

2.2.3. Metodología

Se utilizan dichos instrumentos para las evaluaciones pertinentes por los encargados en las plantas de generación, sin embargo, su aplicación se obstaculiza por el seguimiento y actualización.

³⁴ INDE. *Programa ambiental*. <http://www.marn.gob.gt>. p 3.

2.2.4. Ventajas y desventajas

Ventajas

- Se realizan avances de proyectos como parte de convenios internacionales tales como el proyecto de PCB estructurado por el convenio de Estocolmo, Suecia y ratificado por el Gobierno de Guatemala, del cual se derivan tres fases.
 - Fase I: identificación y actualización de inventario de equipo contaminado y aceites con PCB.
 - Fase II: análisis de resultados.
 - Fase III: manejo y disposición adecuada a los equipos y aceites contaminados.
- Se realizan propuestas de diversos planes tales como el plan de segregación y uso de desechos.
- La organización entre sus programas sociales dona alrededor de tres millones de árboles al año.
- Se tienen diversos proyectos, tales como el de extracción de Ninfa.
- Mejora la valoración en el mercado.
- La ética y su imagen ante la sociedad y clientes.

- Tiene repercusiones positivas frente a la administración estatal y medioambiental.

Desventajas

- No hay delegados ambientales en cada planta de generación.
- Los instrumentos de mejora no obtienen atención constante y por tanto su aplicación puede llegar a ser deficiente.
- El requerimiento de herramientas de gestión es insuficiente.
- No se aprovecha de forma óptima los recursos para obtener más beneficios de este tipo de sistema de gestión.
- La creación e implementación de otro tipo de instrumentos es limitado por el proceso.
- No existen registros constantes de las diversas evaluaciones.
- La actualización en el sistema sobre todas las acciones y decisiones por tomar son escasa.
- El cambio de autoridades y su toma de decisiones dentro de la institución para dar seguimiento a los distintos programas desarrollados, puede interferir en el éxito de las actividades destinadas o en su fracaso, así como también el cambio de autoridades estatales en los distintos niveles dentro del organismo ejecutivo.

2.3. Diagnóstico del entorno

El diagnóstico del entorno intenta identificar los factores de las causas en el entorno que afectan la función y la organización en relación con el proyecto y utilizar dicha identificación como base para desarrollar planes o estrategias.

2.3.1. Recursos

Los recursos para la aplicación de programas e instrumentos son limitados tanto económicamente como con lo referente al recurso humano, pues si bien existen las bases para el desarrollo, la organización depende de procesos específicos para asegurar su cumplimiento.

2.3.2. Herramientas

Se utilizan como base los compromisos ambientales y se realizan actualizaciones, pero el seguimiento es insuficiente para la comprobación de las condiciones óptimas en referente a los procesos medioambientales, sin embargo, los programas e inversiones en cuanto a la relación social son constantes.

2.3.3. Estrategias

Revisión del sistema de gestión, presentar documentos adecuados ante el ministerio encargado, y evaluar los programas en los compromisos adquiridos, son algunas de las estrategias actualmente desarrolladas, para la eficiencia de estas se hacen necesarias herramientas que permitan la actualización constante y los encargados de las evaluaciones pertinentes.

2.3.4. Proceso de evaluación

Como se define en los compromisos ambientales de la organización (tabla IV y V) se presentan los planes y los datos son actualizados por una verificación anual por parte de la institución en cada planta de generación, por un encargado.

Se realizan vistas por parte de la empresa contratada para verificar la implementación de las medidas contenidas en el Programa Ambiental, mediante lista de chequeo donde se anotarán detalles sobre temas como la disposición de desechos sólidos, producción de ruido, emisión de partículas o humo a la atmosfera, contaminación de fuentes de agua y medidas de seguridad e higiene en el trabajo. Se velará permanentemente la aplicación del Acuerdo Gubernativo 229-2014 Reglamento de Salud y Seguridad Ocupacional, así como de las normas y reglamentos ambientales vigentes en el país.

2.4. Análisis de desempeño

Se realizará una comparación con la meta que se desea alcanzar y el escenario actual de la organización.

2.4.1. Conceptualización

El análisis de desempeño se lleva a cabo con el objetivo de estimar los componentes necesarios que se deben considerar para el empleo que procede acorde al instrumento de gestión que se aplica, para lograr una mejora continua de las atribuciones concernientes al mismos, y aportando al logro de los objetivos de la organización.

2.4.2. Criterios

Para llevar a cabo este análisis el auditor encargado debe verificar las actividades verificadas dentro de los programas antes mencionados y reportar su desempeño ante el departamento o sector encargado, sobre los resultados obtenidos en los análisis, pruebas y observaciones encontradas en las plantas de generación.

2.5. Disposición empresarial frente a la gestión ambiental

Previo a continuar, es necesario conocer distintos factores que inciden en lo planteado.

2.5.1. Limitaciones

Las limitaciones están impuestas por razones de organización y falta de planeación principalmente en las áreas de recurso humano, recurso económico.

2.5.1.1. Recurso humano

El recurso humano existente es limitado para todas las actividades necesarias en la variedad de plantas de generación que forman parte del Instituto, por lo que es una clara restricción para la eficiencia del sistema de gestión ambiental y los compromisos adquiridos.

Se persigue que los delegados ambientales sean competentes en la evaluación en las aéreas de seguridad industrial, seguridad de presas y la evaluación ambiental de cada planta de generación.

2.5.1.2. Recurso económico

El capital destinado al área encargada del sistema de gestión, no se da abasto para satisfacer ciertos criterios de mejora ambiental por lo que los resultados no han sido óptimos para la inversión de tecnologías, colaboradores y otros instrumentos de aplicación.

3. PROPUESTA DEL DISEÑO DE UNA HERRAMIENTA DE GESTIÓN

3.1. Desarrollo del sistema

El proceso consistirá en definir, diseñar, implementar y dar seguimiento a la propuesta.

3.1.1. Definición de las funciones y responsabilidades

La herramienta de gestión cuyo fin debe ser el simplificar el manejo para el sistema de gestión ambiental de la institución, debe proporcionar un soporte en el que los criterios que se establezcan tengan un sentido para que contribuya a un mismo fin y que aporte al desarrollo eficiente del modelo por diseñar, por lo que las funciones y responsabilidades deben fijarse.

Las funciones que debe cumplir la herramienta de gestión son:

- Integrar los acuerdos ambientales dentro de un mismo modelo de gestión que permita el manejo integral y hacer cumplir los requisitos provenientes de los mismos.
- Determinar y verificar los elementos medioambientales relevantes y su impacto, así como los requerimientos establecidos que sean consecuentes a la legislación ambiental vigente.

- Controlar el cumplimiento adecuado de su aplicación, así como la evaluación de la efectividad del sistema y que se adapte a la introducción de cambios por la variación de eventos en el transcurso del tiempo.
- Informar sobre el desempeño de los elementos que lo integran, así como ser una base de para toma de decisiones respecto de los análisis derivados de los hallazgos obtenidos.
- Simplificar la forma en que las auditorías son realizadas en cuanto a la unificación de información por los encargados, así como facilitar los reportes emanados de dichas inspecciones.

Las responsabilidades que debe cumplir la herramienta de gestión son:

Respecto de las responsabilidades puede haber diversas variantes relacionadas con el manejo interno de una herramienta como el recurso humano, las directrices que se tengan según los acuerdos medioambientales adquiridos, y la cantidad de indicadores por incluir según la aplicación que se requiera en relación con su interpretación. Por lo que, en general, estas serían:

- La herramienta debe modificarse en un periodo de tiempo determinado para incluir y adaptarse a los cambios del entorno dentro de la hidroeléctrica.
- Comunicar sobre los hallazgos obtenidos en un informe completo haciendo referencia a las mejoras o deterioros en comparación a otros análisis o auditorías anteriores o similares.

- El departamento encargado ha de realizar una toma de decisiones en donde se debe corregir o continuar mejorando esa estación según los resultados encontrados por medio de la herramienta, o realizar una corrección.
- La persona encargada de utilizarla deberá aplicarla de forma adecuada e interpretar los indicadores y resultados de forma efectiva.
- La organización debe integrar constantemente medios de aprendizaje y aplicación para los encargados en los que se pueda innovar la herramienta, hacerla más eficiente de forma que ejecute una mejor su función.

3.1.2. Estrategias

El instrumento por desarrollar debe contar con las siguientes características:

- Debe ser exhaustiva pues debe contar con el registro de todos los efectos ecológicos significativos.
- Debe tener transparencia, pues la delimitación debe ser clara y transparente de los términos, las ideas deben ser precisas sobre el método de registro y evaluación.
- Debe tener capacidad de evaluación, pues al finalizar el uso de la herramienta y realizar un análisis de resultados debe emitirse un juicio en torno a un conjunto de datos y debe tomarse una decisión de acuerdo con los resultados obtenidos anteriormente.

- Debe ser precisa y fiable, ya que la precisión y exactitud de los datos que utiliza y los cálculos que aplica generalmente determinarán la efectividad de la información resultante. Las fuentes de los datos determinan si la información es confiable. La herramienta debe cumplir con la función destinada bajo las condiciones establecidas en la temporalidad prevista. Debe ser precisa, consistente con los hechos y verificable. La información inadecuada o incorrecta generalmente conduce a decisiones de mala calidad.
- Debe tener integridad, para permitir la inclusión de instrumentos en sistemas existentes, permitiendo la unificación de componentes más pequeños en un instrumento que permite una función más completa.
- Debe ser comprensible, ya que la información ya está en forma resumida, debe ser entendida por el receptor para que la interprete correctamente. Debe permitir la interpretación de cualquier abreviatura, notación abreviada o cualquier otro acrónimo contenido en la información, así como debe permitir la facilidad de uso para todos los que la empleen, incluso para aquellos que no tienen los conocimientos específicos.
- Debe ser funcional, ser capaz de satisfacer las necesidades específicas de la empresa y crear soluciones capaces de satisfacer esas necesidades y que se adapte a los objetivos particulares de la empresa en lo concerniente a temas ambientales.
- Debe poseer utilidad de la información, por lo que requiere presentar toda la información más relevante y útil para una decisión en particular. Si alguna información no está disponible debido a que faltan datos, resalta las brechas y muestra los escenarios posibles o presenta las posibles

consecuencias derivadas de los datos faltantes. La administración puede agregar los datos faltantes o tomar las decisiones adecuadas al tanto de la información faltante. Una presentación incompleta o parcial de la información puede llevar a decisiones que no tienen los efectos anticipados.

- La información debe contar con puntualidad, para que los interesados puedan tomar decisiones sobre el futuro de la organización basándose en los datos del presente, incluso al evaluar tendencias. Cuanto más recientes sean los datos, más reflejarán estas decisiones la realidad presente y anticiparán correctamente sus efectos en la empresa. Cuando la recopilación y el procesamiento de datos retrasan su disponibilidad, debe tener en cuenta sus posibles imprecisiones debido a la antigüedad y presentar la información resultante en consecuencia, con posibles rangos de error.
- Debe ser pertinente, ya que la información es buena solo si es relevante, es decir, significativa para quien toma las decisiones y debe estar en su área de responsabilidad.
- Debe estar completa, para contar con todos los datos necesarios para que el responsable de la toma de decisiones resuelva satisfactoriamente el problema en cuestión utilizando dicha información. Nada importante debe ser dejado de lado. Aunque la información no siempre puede estar completa, se debe hacer todo esfuerzo razonable para obtenerla.
- Debe estar disponible, puesto que la información puede ser inútil si no es fácilmente accesible en la forma deseada, cuando sea necesaria.

- Debe ser concisa, demasiada información es una gran carga para la administración y no se puede procesar a tiempo y con precisión debido a la "racionalidad limitada". La racionalidad limitada determina los límites del proceso de pensamiento que no puede ordenar y procesar grandes cantidades de información. En consecuencia, la información debe ser precisa y justa, ni más ni menos.
- La información incluida debe ser oportuna, la información debe ser entregada en el momento correcto y en el lugar correcto a la persona correcta. La información prematura puede volverse obsoleta o ser olvidada para cuando sea necesaria. De manera similar, algunas decisiones cruciales pueden demorarse porque la información adecuada y necesaria no está disponible a tiempo, lo que resulta en oportunidades perdidas. En consecuencia, la brecha de tiempo entre la recopilación de datos y la presentación de la información adecuada al tomador de decisiones debe reducirse tanto como sea posible.
- Debe permitir la entrega de informes, para el análisis posterior a recabar datos y la verificación de acuerdo con las políticas estudiadas y dar la solución adecuada a los resultados obtenidos.
- Debe actualizarse en un periodo de tiempo determinado, con respecto a los acuerdos obtenidos en las políticas de la empresa y las instituciones externas que intervengan en los procesos internos.
- Debe ser segura, puesto que la información obtenida no debe ser expuesta a cualquier externo antes de realizar una verificación y solución a los hallazgos obtenidos, esto dependerá del control interno de información dentro de la empresa.

- Debe tener eficiencia económica: la información no es deseable si la solución es más costosa que el problema. El costo de recopilar datos y procesarlos en información debe compararse con los beneficios derivados del uso de dicha información. Debe ser económicamente viable para la empresa.

Los recursos que se deben utilizar para el diseño de la herramienta son:

- Humano: se necesitará la colaboración del encargado del área de superintendencia de operación y mantenimiento de plantas, en el área de división de programación y ambiente para el aporte, supervisión y aprobación de información incluida. Sin embargo, para la implementación y desarrollo de un plan de acción para su aplicación será necesario el recurso humano, y un delegado encargado ambiental, y parte de su responsabilidad será la planeación y aplicación, de la herramienta, así como capacitación de las personas concernientes a las áreas dispuestas a análisis dentro de la empresa en relación con los compromisos ambientales.
- Material: se utilizará parte de los recursos institucionales en cuanto a información, esto incluye los indicadores ambientales propios de cada estudio, así como el aporte para su análisis y diseño, cronogramas disponibles e información respecto de las políticas ambientales y los compromisos adquiridos. En cuanto al material físico, se utilizarán artículos y equipo de oficina, así como recursos tecnológicos para el desarrollo e intercambio de datos.

- Financiero: el desarrollo de este estudio no tendrá repercusiones en cuanto a costos en lo que al diseño se refiere, sin embargo, su aplicación podría generar inversiones para su realización y como instrumento ante los organismos interesados.

3.1.3. Requerimientos

Los requerimientos de la institución tienen la labor de ser ejecutado y respaldado en las actualizaciones de las guías de impacto ambiental del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales.

A nivel interno se deberán crear nuevas guías o rutas de ejecución de procedimientos homogéneos a establecer para obtener el flujo constante de actos y acciones por el recurso humano que se encuentra a diario en sus jornadas laborales.

Se indicarán las características específicas que debe poseer la herramienta, así como las normas por cumplir y la métrica necesaria dentro de los indicadores ambientales asignados según la política afín.

3.1.4. Ejes de la gestión

Los ejes de la gestión propuesta deberán ser analizados por la junta directiva, para lograr conformar diferentes rutas de trabajo y equipos que ejecuten diversas acciones y operaciones.

Establecer de orden prioritario las acciones inmediatas para mitigar o erradicar alguna posible fuente de contaminante que pueda dañar la imagen de la institución y el entorno del medio ambiente.

Basados en los principios de la gestión ambiental de la norma ISO 14001 del sistema de gestión ambiental, se establecen los ejes para la gestión eficaz de la herramienta:

Tabla VI. Ejes de la gestión

1	Compromiso de la dirección superior y política
2	Planificación
3	Implementación y orientación
4	Medición y evaluación
5	Seguimiento y mejora

Fuente: Norma ISO 14031:2013. Gestión ambiental, evaluación del desempeño ambiental, Directrices. p 7.

Las acciones que demandan la necesidad de la herramienta y que servirán como ejes en cuanto a la medición e interpretación en su aplicación incluyen la identificación de todas las operaciones que pudieran estar relacionadas con la incidencia de uno o varios criterios de protección ambiental, por lo que a continuación se mencionan algunos:

Tabla VII. Criterios de protección ambiental

1	Generación de emisiones atmosféricas
2	Generación de ruidos, olores, vibraciones, campos electromagnéticos y otras formas de radiación.
3	Descargas de cualquier tipo de efluente líquido, señalando la fuente, destino y tratamiento.
4	Generación de residuos sólidos, incluyendo el proceso logístico del mismo (manejo, transporte, disposición a corto y largo plazo y su tratamiento final).
5	Movimiento de materiales.
6	Gestión de la vegetación.
7	Componente humano, como datos de la población y servicios públicos.

Fuente: elaboración propia.

3.2. Metodología

Se determinará el enfoque de esta investigación, para delimitar las características que posee, para después, establecer los instrumentos para recabar la información necesaria y por último identificar los escenarios principales donde se detectan comúnmente los problemas relacionados con la aplicación de la herramienta.

3.2.1. Enfoque

La investigación que se formula es de tipo proyectiva - cualitativa porque plantea características como:

- El desarrollo de una propuesta y un modelo para dar solución al problema respecto de la gestión adecuada del cumplimiento de los compromisos ambientales adquiridos por la institución, siendo el resultante de un proceso de análisis de la información consultada.
- Se ocupa de establecer una forma de hacer las operaciones para alcanzar los objetivos acordados y funcionar de manera eficiente.
- Debe modificar la forma en que se realiza el manejo de la información, y aprovechar de mejor forma los recursos, tanto humanos, naturales y de operación para optimizar los procesos.
- Conlleva el diseño y elaboración de un proyecto, cuya propuesta está fundamentada en un proceso orgánico de indagación que requiere la descripción, análisis, comparación, explicación y predicción.

- La información que se recabará por medio de técnicas de observación, entrevistas abiertas, para proceder a la interpretación, analizando el contexto en que se producen. Además, es importante recalcar, que este tipo de investigación no se enfoca en un planteamiento específico previo, por lo que se desarrollan argumentos con enfoques afines a lo largo de la investigación.

3.2.2. Instrumentos

Para recabar la información necesaria, se utilizará la observación, como elemento fundamental para obtener y seleccionar la mejor información para el diseño de esta propuesta.

El proceso de recolección de datos se llevará a cabo determinando los objetivos de la propuesta, la base para el registro, y el análisis consecuente de la información recopilada por medio de fuentes primarias, tales como informes, programas establecidos en la institución, manuales, políticas, leyes, y libros, relacionados con la organización y afines al tema que se está estudiando.

La observación será indirecta, puesto que se vale de los documentos antes mencionados, y es no participante porque es directa con el departamento de estudio y seguimiento ambiental, que proporciona los documentos para el diagnóstico y elaboración de una propuesta idónea. También es sistemática, por los elementos técnicos como cuadros, graficas, tablas, otros, por recolectar durante el proceso investigativo.

3.2.3. Identificación de escenarios

Esta fase ayudará a prever los diferentes estados situacionales que puedan comprometer la ejecución eficiente de los programas de mitigación de impacto ambiental.

Identificando los posibles escenarios primarios se podrán previsualizar algunas subacciones o actos necesarios para dotar de conocimiento académico específico al personal a cargo de las instalaciones y que se encuentran a diario en contacto directo con la operación.

Se necesitará trazar la guía básica de inspección puntual en las áreas operativas con mayor índice de probabilidad de producción de contaminantes y desechos, así como generalizar en las instalaciones las fuentes posibles de emanación de contaminante, establecer el inventario por aparte y diseñar la guía de trabajo de supervisión en esos posibles focos.

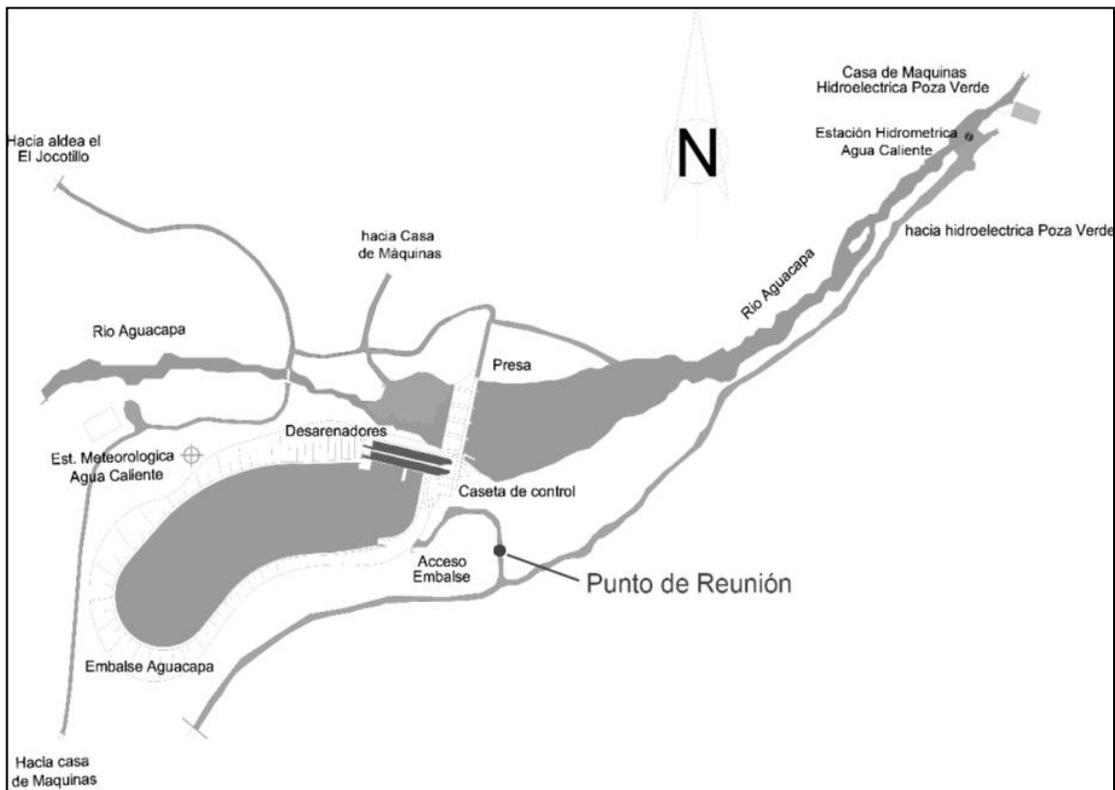
Cabe señalar que el área de influencia de una presa hidroeléctrica se extiende desde los límites superiores del embalse hasta las zonas costaneras, e incluyen el embalse, la represa y la cuenca del río. También en la importancia de los impactos ambientales directos, que en el caso de las hidroeléctricas constituyen a los relacionados con su construcción (tales como polvo, problemas con los materiales, erosión y desechos).

Entre los más importantes se encuentran el resultado del embalse del agua, la inundación de la tierra para formar el embalse y la alteración del caudal de agua más abajo, por lo que estos efectos que actúan de manera directa en los suelos, la vegetación la fauna, la pesca, el clima y la población humana del área.

Los efectos indirectos inciden en actividades como la construcción, el mantenimiento y el funcionamiento de la presa, tales como caminos de acceso,

los campamentos de construcción y las líneas de transmisión de energía, así como el desarrollo de las actividades agrícolas, municipales o industriales que sean autorizadas por la empresa.

Figura 7. **Ubicación y vías de acceso al proyecto hidroeléctrico Aguacapa**



Fuente: EGEE. *Plan de preparación ante emergencias Presa Aguacapa*. p. 6.

La directriz iniciaría entonces en el departamento de gestión ambiental de la empresa encargada, y continuaría en la central de la hidroeléctrica recorriendo los lugares con mayor incidencia tanto en el área de embalse como en la de maquinaria de la central para la gestión óptima de la toma y análisis de datos.

Tabla VIII. **Componentes principales de la hidroeléctrica Aguacapa**

Presas	Estructuras Accesorias	Casa de Máquinas
Embalse	Desarenadores	Equipos eléctricos
Cuarto de control	Compuertas	Equipos mecánicos
Sistema de compuertas	Canal de conducción	Subestación eléctrica
Limpia rejillas		

Fuente: EGEE. *Plan de preparación ante emergencias Presa Aguacapa*. p. 8.

3.3. Herramienta de gestión

Se desarrolla con la expectativa que en un largo plazo permitirá la medición de los elementos que intervienen y que se optimicen procesos dentro de los proyectos, programas y planes planteados, para el desempeño y funcionamiento adecuado de los acuerdos ambientales dentro de la planta de generación.

3.3.1. Descripción

La herramienta de gestión será el recurso ideado y adecuado hacia la institución, de un contenido macro operacional y técnico, que deberá realizar la programación del uso adecuado de ciertos instrumentos, que puedan optimizar el cuidado y uso de los recursos naturales no renovables y hacer efectivo su compromiso con las políticas ambientales acordadas con los entes correspondientes.

3.3.2. Indicadores

Un indicador es el término cuantitativo desarrollado mediante variables basadas en aspectos contables o rasgos característicos, que proveen una forma más fácil y confiable para evaluar la efectividad de los objetivos

planteados, plasmar las modificaciones relacionadas con las medidas de la planificación, monitoreo y la evaluación de sus resultados.

La función principal de los indicadores ambientales es la medición y seguimiento del desempeño ambiental, el desarrollo y la efectividad de la política y objetivos ambientales; además del abastecimiento de información como respaldo o evaluación del entorno operacional y la dirección ambiental de la organización y del sistema de gestión.

Es importante para la institución complementar el sistema de gestión ambiental, para alcanzar, acreditar y optimizar el desempeño eficiente, por medio del control de impactos, productos y servicios conforme al cumplimiento de los compromisos, ya que para su materialización se requiere seguimiento continuo y revisión periódica.

El control ambiental basado en indicadores ambientales utiliza la metodología de sistemas de gestión ambiental del ciclo de Deming, planificar, hacer, verificar y actuar. En la cual al planificar, dirigir, controlar y supervisar las operaciones se pueden identificar los posibles ahorros de recursos, las oportunidades de mejora y la postura financiera con la toma de decisiones adecuada basada en datos certeros.

Los límites estarán establecidos según sea cada uno de los distintos indicadores, se prevé que sean calificados de forma objetiva y apegados a la ética.

Basados en las políticas y compromisos ambientales definidos al inicio de la investigación, a continuación, se define un conjunto de indicadores, que

permitan determinar cuál es el nivel de influencia y dependencia de los indicadores dentro del área de la planta de generación.

Tabla IX. **Planteamiento de indicadores ambientales**

Componente	Elemento	Indicador
Abiótico	Hídrico	Calidad de los cuerpos de agua superficiales
		Desechos sólidos
		Caudales
	Geológico	Erosionalidad
		Relieve
		Estabilidad de laderas
	Clima	Viento
		Humedad
		Temperatura
Aire	Ruido vibraciones	
	Calidad del aire	
Biótico	Flora	Formación vegetal
	Fauna	Especies endémicas
Humano	Población	Datos demográficos
	Servicios públicos	Cobertura y calidad de servicios.

Fuente: elaboración propia.

La tabla anterior es un esbozo del planteamiento de indicadores ambientales que se utilizarán en la herramienta puesto que la información expuesta no está completa si no hasta su definición en el capítulo cuatro, donde se deberá explicar su cálculo e interpretación.

3.3.2.1. Revisión

Esta sección incorpora los estudios, pruebas y análisis y otras evaluaciones previas relativas a la idea original, realizando un resumen de los aspectos y resultados más relevantes, destacando cómo la investigación amplía la documentación disponible. Así, la revisión contesta a la interrogante de: ¿En

cuanto a la información relacionada con los objetivos y desafíos, en dónde estamos situados en la actualidad?

La idea principal de un límite establecido, luego de analizar y realizar la propuesta, es para validar el conjunto de operaciones y procedimientos descritos en el cuerpo del presente proyecto. Las tolerancias ya están definidas de igual manera en cada indicador, la articulación y ejecución del empoderamiento de la empresa, estará a cargo de los analistas de sus respectivas áreas, quienes velarán por el cumplimiento perfecto de lo ya descrito. Al faltar a alguno de los procedimientos o pasos, no se podrá realizar la medición exacta, por lo cual los datos contarán con vicios en su recolección y no se podrá realizar la implementación de mejoras específicas.

Por impacto ambiental se entienden todas las transformaciones sobre el medio físico biótico y socioeconómico generadas de forma directa o indirecta por la presa que en el proceso de revisión respecto de la gestión ambiental y el control constante se realiza a través de los encargados de los respectivos departamentos tanto en la institución del INDE como en las instalaciones de la planta hidroeléctrica. Si bien no existe una herramienta que generalice tales controles, la información se administra de tal forma que los registros estén dispuestos ante cualquier evaluación o renovación de la información o los métodos de recolección.

La verificación de los indicadores requerirá de una observación eficaz y un registro de datos, tanto de los estudios como de los trabajadores de cada área para la optimización de proyectos.

3.3.2.2. Factores

Los criterios son requisitos fundamentales en la selección para la inclusión en una herramienta de gestión, puesto que deben medir cambios en ese estado o situación a lo largo del tiempo, aportar, conocer y analizar acerca de los resultados de iniciativas o acciones, así como también su comportamiento.

Los criterios que se tomarán como base y que se deben cumplir para la selección de indicadores son:

Tabla X. **Criterios de selección de indicadores**

Confiabilidad de los datos	Relación con los problemas	Utilidad para el usuario
Validez científica medible	Representatividad	Aplicabilidad no redundancia
Disponibilidad	Analítico	Sencillez
Calidad	Sensibilidad a los cambios	Valor de referencia
Costo-eficiencia de obtención	Especificidad	Retrospectivo-predictivo
Relevancia y utilidad	Conexión	Comparable oportunidad

Fuente: Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (EPA), Oficina de Planificación y Evaluación de Políticas. Un marco conceptual para apoyar el desarrollo y uso de la información ambiental para la toma de decisiones, división de estadísticas e información ambiental. p 18.

3.3.2.2.1. Modelos de dispersión de contaminantes

Una vez que los contaminantes se vierten a la atmósfera tiene lugar su dispersión. Influye en forma decisiva en los niveles de inmisión y, por lo tanto, en el grado de contaminación a que se ven sometidos los componentes de la biosfera.

Cualquier punto geográfico se ve sometido a niveles de inmisión que dependen de:

- Existencia de fuentes emisoras en el entorno cercano
- Posibilidad de difusión de las emisiones

Para estudiar la dispersión de los contaminantes en el aire es importante conocer las características del medio ya sea emisor, receptor o difusor. A continuación, se describen algunas características:

Tabla XI. **Medio emisor de contaminación**

1	Tipo de focos emisores	Las fuentes de emisión pueden ser puntuales, difusas, areales o volumétricas.
2	Datos de emisión	Se obtienen de lecturas directas de monitoreos continuos o discontinuos en chimeneas, de medidas indirectas o de medidas teóricas (cálculos estequiométricos, factores de emisión).
3	Otras variables	Temperatura de salida del gas, caudal de emisión, velocidad de salida.

Fuente: elaboración propia.

El medio emisor será determinado desde la fuente, no podrá eximir ninguna posible responsabilidad de fuentes propensas a contaminar el medio ambiente, deberán tomarse acciones rigurosas para establecer sus posibles fallas y actuar de forma preventiva antes que ocurra el incidente.

Tabla XII. **Medio receptor de contaminación**

1	Entorno estudiar	por	Se debe definir el radio de cobertura, la altura a la que se encuentra, si corresponde a sector urbano o rural, si existen edificios, montañas, zonas costeras, entre otros.
2	Áreas sensibilidad	de	La existencia en el entorno hace que en ocasiones se sometan a condiciones más restrictivas. Una zona poblada constituye un área de sensibilidad y dentro de ella la presencia por ejemplo de jardines de infantes, escuelas u hospitales aumentan el grado de sensibilidad de dicha zona.

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIII. **Medio difusor de contaminación**

1	Factores climáticos	<ul style="list-style-type: none"> • Velocidad y dirección del viento • Temperatura y humedad relativa del aire • Turbulencia • Radiación solar <p>El conjunto de todos ellos se traduce en una atmósfera con diferente grado de estabilidad.</p>
2	Factores topográficos	Los rasgos del terreno, como se podría esperar, afectan sobre todo el flujo del aire relativamente cercano a la superficie terrestre. En este sentido es necesario considerar el efecto del mar, montañas y laderas y efectos urbanos.

Fuente: elaboración propia.

Las categorías de estabilidad de Pasquill-Gifford, aunque presentan las desventajas de cualquier tratamiento discontinuo de un fenómeno natural, siguen utilizándose profusamente dado que hay un gran número de correlaciones de parámetros atmosféricos basados en ellas, y son una solución de compromiso cuando no se dispone de sistemas de medida que proporcionen información más concreta sobre estos parámetros (por ejemplo, la turbulencia atmosférica).

Tabla XIV. **Propuestas categóricas de Pasquill**

A	Extremadamente inestable
B	Moderadamente inestable
C	Ligeramente inestable
D	Neutral
E	Ligeramente estable
F	Moderadamente estable

Fuente: elaboración propia.

El método concede que se asocie una situación atmosférica común con alguna de las seis categorías.

Los elementos fundamentales de las clases de estabilidad incluyen:

- La velocidad del viento.
- La nubosidad.
- El flujo neto de radiación que llega a la Tierra, que afecta al gradiente térmico vertical, la presencia o ausencia de actividad convectiva y la dinámica de la capa de mezclado.³⁵

3.3.2.3. Construcción

Se determinan la preselección y especificación de factores, así como el establecimiento de indicadores para la gestión.

³⁵ MASSOLO, Laura. *Introducción a las herramientas de gestión ambiental*. p 144.

3.3.2.3.1. Preselección y especificación

Para designar la construcción adecuada para verificar los elementos dentro de la herramienta, se debe tener en cuenta los factores bióticos y los abióticos, abarcando elementos tales como la incidencia del clima, los aspectos geológicos, la contaminación del aire y los parámetros en los recursos hídricos.

Tabla XV. Factores abióticos para la preselección y especificación

Factor	Descripción
Clima	Abarca diferentes componentes dentro de la forma de vida por lo que la integración dentro de los factores resulta indispensable en cualquier análisis ambiental, ya que es un agente decisivo en aspectos como el tipo de suelo y la vegetación, y desempeña una influencia notable en los recursos asociados con la tierra, así como también con otros compenentres incluyendo la topografía, la densidad poblacional puesto que es preferible vivir en condiciones de clima y topografía que sean propicias para el desarrollo adecuado.
Geomorfología y geología	Para el estudio de una zona geomorfológica se determinan las unidades existentes y en su representación cartográfica incorporando distintos aspectos que en general son: estudio de altitud, pendiente, topográfico general, formas topográficas y fisiografía. Algunos de los elementos que conforma un análisis geológico son: litología, estructuras geológicas, recursos geológicos (tanto económicos, como científicos y didácticos), riesgos geológicos (tales como movimientos, peligrosidad de inundación, amenazas por suelos expansivos o contingencias sísmicas y volcánicas).

Continuación tabla XV.

Factor	Descripción
Medio atmosférico	<p>Para realizar una valoración de la calidad del aire se pueden determinar contaminante in situ o realizar una evaluación de los contaminantes en el foco de emisión para después, a través de la aplicación de modelos de dispersión de contaminantes realizar un pronóstico de su impacto sobre la calidad del aire.</p> <p>La selección de los contaminantes a examinar dependerá del estudio del área de influencia dentro de las instalaciones para así poder determinar los contaminantes existentes y sus características para prever la contaminación atmosférica que se podría producir como contingencia de la ejecución de operaciones.</p>
Medio hídrico	<p>Se deben detectar las distintas formas de agua superficial que se encuentran presentes en el área de análisis, determinado el régimen hidrológico de los cauces (en condiciones óptimas, medias y deficientes), valorando también la calidad del medio hídrico (utilizando índices de calidad del agua), estimar también la capacidad de autodepuración del medio hídrico, realizar un mapa hidrogeológico, determinar las características del sistema hidráulico de los acuíferos, identifica la naturaleza fisicoquímica (tales como el pH, la conductividad eléctrica, entre otras).</p>
Medio edáfico	<p>Algunos de los aspectos por evaluar son: identificación de las unidades edáficas homogéneas (es decir realizar una calcificación de los distintos tipos de suelos en el entorno afectado), realizar un perfil edáfico (se refiere a la ordenación vertical de las diferentes características como composición, textura, adherencia, entre otras), también realizar un estudio de aspectos físicos (tales como granulometría y químicas), una evaluación de las cualidades del suelo (entre estas la fertilidad y productividad), e identificar los peligros edáficos (incluido la degradación del suelo y sus causas).</p>

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVI. **Factores bióticos para la preselección y especificación**

Factor	Descripción
Vegetación	Se deben identificar las formaciones vegetales, la distribución geográfica de plantas y animales (unidades corológicas) y localizar los pisos bioclimáticos (se delimitan en base a las temperaturas, precipitaciones y la distribución de estos factores a lo largo del año) del entorno que ha sido afectado por el desarrollo del proyecto.
Flora	<p>El estudio abarca el recuento de todas las especies que se encuentran en el área delimitada, en otras palabras, se efectúa una lista de todas las plantas de distinta gama taxonómica (especie, subespecie, variedad).</p> <p>Para esta evaluación se debe tomar en cuenta que se realice la recopilación existente de información, que incluya un chequeo bibliográfico y cartográfico de todas las fuentes de información posibles, así como llevar a cabo un inventario de especies y una elaboración de la distribución geográfica.</p> <p>Dentro del inventario que se realizará se deben incluir datos como el nombre científico de la especie, las distribuciones en el área geográfica según las unidades determinadas y si forma parte de algún tipo de especie protegida como especie en peligro de extinción o especie vulnerable.</p>
Fauna	<p>Este factor debe considerar las siguientes fases: establecer los principales biotipos, realizar la recopilación de los datos existentes, además del inventario de especies y de la distribución.</p> <p>Para realizar la evaluación se parte desde las unidades de vegetación identificadas con anterioridad, ya que esta información suele ajustarse con las unidades seleccionadas previamente.</p>
Ecosistema	Se procederá a dividir en categorías los ecosistemas existentes en la zona delimitada conforme al criterio de clasificación seleccionado. A continuación, se deberá indicar las principales cualidades que definirán a cada uno de ellos y por último se deberá llevar a cabo la distribución cartográfica.

Fuente: elaboración propia.

3.3.2.3.2. Establecimiento de indicadores

Al definir los factores físicos y bióticos, así como destacar la importancia del factor humano en la comunidad se terminan cual es el nivel de influencia y dependencia de los indicadores dentro del área, por lo que se hace una caracterización final de los indicadores que tienen alto grado de interacción en el ecosistema.

- Descripción del ambiente físico

Se describen los componentes del medio natural que, a criterio, son los más importantes: agua, aire y suelo. Se describe cada uno en relación con el manejo sostenible de la cuenca hidrográfica del río María Linda. Luego se lleva a cabo la identificación de los componentes biológicos del área de influencia directa e indirecta, así como su hábitat, fauna y flora propia de la región donde atraviesa la tubería, el embalse obras asociadas y la casa de máquinas.

- Geología

Análisis estructural y evaluación geológica: ambas áreas de impacto ambiental se localizan en la provincia volcánica, formada por los volcanes principales de Guatemala, constituidos por rocas volcánicas. Ninguna de estas formaciones constituye riesgo para la operación de la planta de generación eléctrica.

- Suelos

Los suelos del área corresponden a los del litoral pacífico, caracterizados por ser bien drenados, alto contenido de arena debido a su proximidad con los volcanes de Pacaya y agua que por las erupciones de tipo estarmbolianas del primero, hacen que su material descienda hacia el suelo, teniendo como consecuencia, suelos fértiles con alto contenido de fosforo y nitrógeno, siendo así, aptos para cultivos agrícolas.

- Clima

Guatemala posee tres tipos de clima: llanuras tropicales húmedas del litoral pacífico y la costa del atlántico, los bosques del altiplano y la región entre las antes mencionadas.

En el área predomina el clima semicálido húmedo con invierno benigno seco, las zonas de vida den la cuenca son bosque húmedo subtropical (cálido en aproximadamente 62 % del área y el restante bosque seco subtropical.

- Hidrología

Al departamento de Santa Rosa lo cruzan los siguientes ríos; Negro, Los Achiotos, Tapalapa, Los Vados, San Antonio, Las Cañas, Los Esclavos, La Plata, María Linda, Utopa, Amapa, El Panal, Las Marías, El Amarillo, Aguacinapa, Las Margaritas, Utema, Uralaya, Paso Hondo, entre los cuales destaca el María Linda, que sirve de límite con el departamento de Escuintla y el de los Esclavos. También cuenta con el canal de Chiquimula, la laguna de Ayarza en Casillas, la laguna de El Pino en Barberena y la laguna de Ixpaco, en

Pueblo Nuevo Viñas; la quebrada de Ojiveros; el riachuelo Paso Caballos y el zanjón Soldado.

Aguas superficiales y subterráneas: la fuente de agua para la planta de generación lo constituye parte del caudal del río Aguacapa.

Cuenca del río María Linda: cubre en parte los departamentos de Sacatepéquez, Guatemala, Santa Rosa y Escuintla, pertenece a la vertiente del Océano Pacífico, al este por la cuenca del río Los Esclavos, al sureste por la cuenca del río Paso Hondo y al oeste por el río Achiguate. El número total de las corrientes de todos los órdenes desde 9 980 con longitud de 7 364 kilómetros. La longitud del cauce principal de 136,5 km.

El perímetro de la cuenca es de 276 km. La densidad de drenaje es de 2,65 km/km². La longitud del promedio del flujo superficial es de 188 m. La frecuencia de drenaje es de 3,6 corrientes/km². La elevación máxima de la cuenca es de 3,760 msnm. La pendiente media es de 179 m/km. La precipitación media en la cuenca es de 1 500 milímetros, humedad relativa entre 75 y 80 % y la temperatura promedio es de aproximadamente 20 °C.

Calidad del agua: los criterios para tomar el análisis de este factor son:

Tabla XVII. **Criterios para el análisis de la calidad del agua**

Criterio	Datos
pH	7,76 a 8,50 unidades, ligeramente alcalina
Temperatura	24-27 °C
Turbiedad	76-150 UTN
Conductividad	125-250 µS/cm.
Oxígeno disuelto	4,1-9,0 mg/L
Cloruros	0 a 20 mg/L
Dureza	Concentración entre 68 a 135mg/L de CaCO ₃
Ulfato	Concentración promedio entre 0 a 50 mg/L

Continuación tabla XVII.

Criterio	Datos
Bicarbonatos	76 a 150 mg/L
Alcalinidad	Concentración promedio entre 50 a 125 mg/L de CaCO ₃
Fosfatos	2,10 a 4,00 mg/L.
Nitratos	Concentración en el rango de 0 a 5 mg/L
Nitritos	Rango de 0,11 a 0,60 mg/L
Cromo	La concentración está entre 0,00 a 0,05 mg/L

Fuente: elaboración propia, con datos de INDE, 2013.

Caudales: el caudal medio de la cuenca del río María Linda, en la estación Guacamayas es de 13,1 m³/s, la planta de generación emplea menos de la tercera parte de este.

Cotas de inundación: no existe riesgo de inundación de recorrido o en las estructuras de la obra por la ubicación.

- Calidad del aire

Monitoreo de presión sonora realizado por contaminación debido a ruido y vibraciones desde su construcción.

Ruido y vibraciones: debido a la naturaleza de un área rural, el rango de la perturbación audial respecto de la presión sonora oscila entre 55 a 60 dBA, siendo en su mayoría debido de las actividades agrícolas de la zona. Sin embargo, el rango producido por la casa de máquinas y que llega a oficinas administrativas excede los 85 dBA.

Olores: las operaciones realizadas, así como el mantenimiento en la planta de generación no producen olores desagradables.

Fuentes de radiación: la planta de generación no genera radiación.

- Amenazas naturales
 - Amenaza sísmica: tomando en cuenta el periodo de operación de la planta y los eventos sísmicos acontecidos, se presume que no existen riesgos y amenazas sísmicas.
 - Amenaza volcánica: tanto el área e impacto ambiental directo como indirecto no se halla expuesta a amenazas volcánicas.
 - Erosión: el riesgo de erosión es casi nulo puesto a la pendiente media del relieve general que favorece al proceso en las laderas y que se vuelve preocupante cuando se carece de vegetación, pero dada la cobertura vegetal existente, este factor no es significativo tanto en el área de presas, tubería de presión y en la casa de máquinas.
 - Inundaciones: la planta de generación no ha sido afectada por la ocurrencia de huracanes y otros fenómenos hidrometeorológicos, por el área ocupada del complejo hidroeléctrico.
 - Otros: no existe susceptibilidad de materiales licue factos, subsidencia o hundimiento de suelos.

- Descripción del ambiente biótico

La planta está ubicada en valles y laderas interiores relativamente áridas. Estas zonas fisiográficas se extienden desde el centro de la república y se

desplazan hacia la parte fronteriza con El Salvador y Honduras. Cubren un área aproximada de 17 000 km².

La vegetación es heterogénea y hay llanuras en donde la densidad de población es alta, existiendo además algunas y otros cuerpos hídricos que tienen importancia por servir de refugio de aves migratorias. En las llanuras hay especies de mamíferos pequeños y pájaros de diversas especies nativas y estacionarias.

La diversidad biológica en Guatemala es abundante, debido a la alta densidad de especies endémicas, de bosque de latifoliadas y coníferas, situación sumada al efecto puente de Centroamérica. Se traduce en una condición muy especial para las migraciones de vida silvestre (fauna y flora) que han ocurrido en otras áreas de América, favoreciendo a los intercambios y la probabilidad del desarrollo de nuevas especies en el área.

- Flora

La cobertura del suelo en ambas áreas de impacto ambiental, se componen principalmente de cultivos permanentes como café, bosque y árboles frutales en la parte alta de la cuenca y caña de azúcar en la parte baja. Ocupa el 43 % de toda el área el 25 % está cubierta por cultivos de ciclo corto como maíz y frijol, el 15 % tiene pastos y el restante 17 % posee usos residenciales e industriales, cuerpos de agua y obras de infraestructura.

Especies amenazadas endémicas o en peligro de extinción: la riqueza natural ha cedido espacio a cultivos. Las zonas llanas, antes cubiertas de selvas tropicales, hoy poseen ecosistemas abiertos de sabana, su condición natural es húmeda, con árboles aislados de conacaste, ceiba y palo blanco.

Tabla XVIII. **Especies indicadoras de la calidad ambiental respecto de la flora para el área de la planta de generación**

Nombre Común	Índice CONAP
Caoba	3
Cedro	3
Palo Blanco	
Conacaste	3
Guachipilín	3
Matilisguate	
Naranjillo	
Ceiba	3
Ramón	
Tempisque	2
Jocote de Fraile	
Teca	

Fuente: VILLAR ANLEU, Luis. *La flora silvestre de Guatemala*. p. 28.

Tabla XIX. **Especies amenazadas, endémicas o en peligro de extinción**

Nombre común	Índice CONAP
Guano	1
Pinabete	1
Cedro	2

Fuente: VILLAR ANLEU, Luis. *La flora silvestre de Guatemala*. p. 31.

Fauna

Hay poblaciones de mamíferos y aves en el piso y de infinidad de insectos en todo el ámbito.

Tabla XX. **Especies indicadoras de la calidad ambiental respecto de la fauna para el área de la planta de generación**

Nombre común	Índice CONAP
Mojarra	3
Tilapia	
Pupo (olomina)	2
Conejo	3
Ardilla	3
Taltuza	3
Znate	
Azulejo	
Gorrión	3
Gato de monte	
Comadreja	
Mazacuata	3
Cascabel	3

Fuente: VILLAR ANLEU, Luis. *La flora silvestre de Guatemala*. p. 22.

Tabla XXI. **Especies faunísticas indicadoras**

Nombre Común	Índice CONAP
Taltuza	3
Azulejo	
Gorrión	3
Gato de monte	

Fuente: VILLAR ANLEU, Luis. *La flora silvestre de Guatemala*. p. 23.

Áreas protegidas y ecosistemas frágiles: dentro de ambas áreas de impacto ambiental no se localizan áreas protegidas.

- Descripción del ambiente socioeconómico cultural

Para la definición socioeconómica de la obra, es necesaria señalar que el área de embalse se localiza en Pueblo Nuevo Viñas, Santa Rosa, y el área de

la Casa de Máquinas se encuentra en el municipio de Guanagazapa, del departamento de Escuintla.

Características de la población: pueblo Nuevo Viñas, tenía en el año 2002 una población de 20 165 habitantes siendo el 7,9 % de la población del departamento. Para 2019 se estima una población de 28 908 habitantes datos del INE Las microrregiones más densamente pobladas son: casco urbano y La Pagonia, y menos poblada la microrregión de Los Corrales. La población está distribuida, aproximadamente, en un 81 % del área rural, y el resto en la cabecera municipal.

El idioma que se habla es el español y en algunos casos, debido a las inmigraciones de personal de occidente se ocupan en actividades con la producción y corte de café, el idioma que se habla es propio de la región.

Seguridad vial y circulación vehicular: existe asfalto en parte de las carreteras, pero se encuentra también terracería en regular estado, con la observación que su mantenimiento no es periódico por lo que, en épocas lluviosas, es necesario un mejor mantenimiento por los inconvenientes que provoca la lluvia, tales como deslizamiento y formación de lodo, causando riesgos para la población que pueden tener su efecto en accidentes.

- Servicios de emergencia: el sector cuenta con servicio de bomberos voluntarios, policía nacional civil, extensión del Ministerio Público y diferentes centros de salud que brindan los servicios a la población.
- Servicios básicos: no todas las viviendas cuentan con acceso a fuentes mejoradas de abastecimiento de agua potable, la mayoría

tiene algún tipo de servicio sanitario y la mayoría no cuenta con servicios de saneamiento mejorado.

El servicio de recolección y transporte de residuos sólidos esta concesionado a una persona individual, con un cobro mensual, siendo que no todas las viviendas adquieren el servicio.

- Paisaje

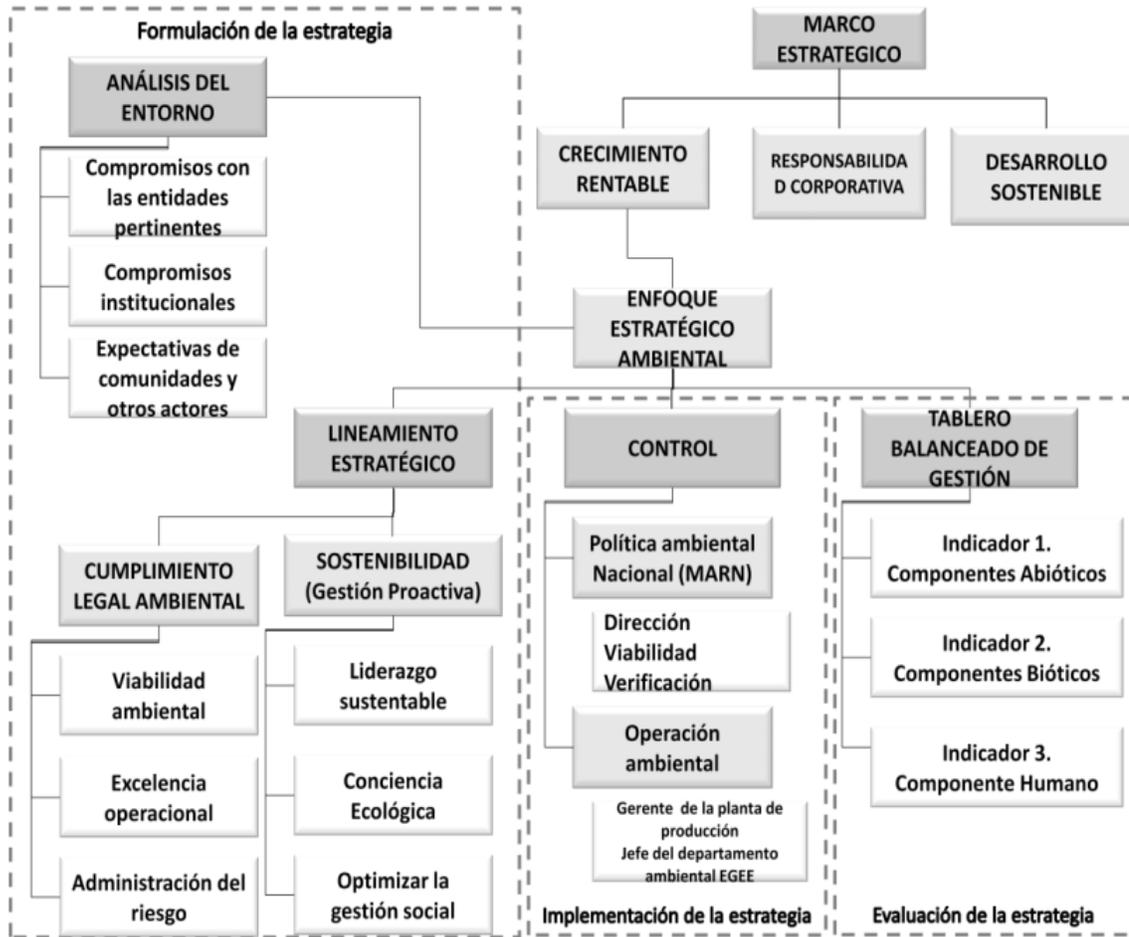
El paisaje en la presa y embalse se vio afectado en el pasado, y aunque todavía se conserva vegetación en todas sus áreas, lo que hace que el hábitat de las especies se conserve.

- Áreas socialmente sensibles y vulnerables: existen amenazas y vulnerabilidad en las microrregiones debido a los posibles derrumbes y deslizamientos, así como las crecidas de los ríos en algunos sectores cercanos.

3.3.2.3.3. Mapa estratégico

El mapa estratégico pretende mostrar la situación macro con respecto a los objetivos de la empresa y en este caso los objetivos ambientales que tiene, por lo que en la figura 8, se muestran tres fases importantes dentro del desarrollo, como la formulación de la estrategia, la implementación y la evaluación. En este caso del marco estratégico central institucional se desprende el enfoque estratégico ambiental que es la base para el análisis y verificación de la formulación, implementación y evaluación. En esta última se destacan los indicadores básicos a incluir en la matriz final de gestión en la evaluación de los componentes finales.

Figura 8. Mapa estratégico propuesto



Fuente: elaboración propia.

3.4. Matrices

Se necesitan tres tipos de matrices para realizar de una manera óptima el análisis e interpretación: matriz de planeación estratégica, matriz de indicadores y la matriz de evaluación de factores internos.

3.4.1. Matriz de planeación estratégica

Una matriz de planeación estratégica permite evaluar las estrategias y alternativas en forma objetiva con base en los factores críticos para el éxito, tanto internas como externas. Esta técnica clasifica las estrategias para obtener una lista de prioridades y se utiliza para determinar las acciones viables.

Utilizando la matriz de evaluación interna (fortalezas y debilidades) y la matriz de evaluación externa (oportunidades y amenazas) se determina si son viables o no las estrategias proponentes.

Funciona de forma que se selecciona la mejor estrategia entre las evaluadas basándose en la mayor calificación del atractivo que se determina realizando un análisis cuantitativo, tomando en cuenta los factores críticos externos e internos de la empresa, por medio de una calificación arbitraria a cada uno de los factores dentro de las evaluaciones.

Se realiza una lista de tanto de externos como internos, y en la columna izquierda se asignarán los factores claves y luego se realiza una ponderación previa para las distintas estrategias que se desean utilizar. Se deben incluir por lo menos diez factores internos y diez externos críticos para el éxito. La ponderación total de cada uno de los factores debe ser del cien por ciento, y el valor asignado es el resultado de la multiplicación de la ponderación con la clasificación de la evaluación.

A continuación, se muestra la valoración de cada uno de los factores para la matriz de evaluación de factores externos.

Como resultado el mayor valor será 4,0, el menor posible de 1,0 y el promedio de 2,5. Si el resultado supera el promedio esto indicará que el proyecto se ejecutará en un entorno positivo en el que se dispone de grandes oportunidades, de lo contrario señalará que se enfrenta a graves amenazas, en el caso de la matriz de evaluación de factores externos.

Tabla XXII. **Matriz de evaluación de factores externos**

Factores externos clave		Importancia ponderación	Clasificación evaluación	Valor
Oportunidades				
1.	Fortalecimiento de programas para el monitoreo de la contaminación	10 %	3	0,3
2.	Implementación de indicadores para la evaluación y seguimiento ambiental.	15 %	4	0,6
3.	Capacitación en relación con el cumplimiento de las regulaciones establecidas	10 %	2	0,2
4.	Control en la temporalidad de sucesos	5 %	3	0,15
5.	Inclusión de espacios de investigación que contribuya a la mejora ambiental de la región.	5 %	3	0,15
Amenazas				
1.	Dificultad en la implementación de la propuesta por factores institucionales	10 %	4	0,4
2.	Presencia de fenómenos naturales no previsibles	15 %	4	0,6
3.	Planificación desfasada de los límites según los compromisos adquiridos	10 %	4	0,4
4.	Auditorías imprevistas por entidades afines	10 %	3	0,3
5.	Disponibilidad de recursos limitada	10 %	4	0,4
Total		100 %		3,5

Fuente: elaboración propia.

El resultado de este análisis es de 3,5 lo que indica que el valor se encuentra por encima del promedio, así, este se desarrollará en un contexto bastante favorable, enfrentando de manera óptima las amenazas y tomando ventaja de las oportunidades. A continuación, se muestra la valoración de cada uno de los factores para la matriz de evaluación de factores internos.

Tabla XXIII. **Matriz de evaluación de factores internos**

Factores internos clave		Importancia ponderación	Clasificación evaluación	Valor
Fortalezas				
1	Posicionamiento y experiencia en la producción de energía, así como compromiso social para la protección del entorno.	20 %	2	0,4
2	Cuenta con personal calificado que desempeña con integridad las responsabilidades conferidas a su cargo	10 %	3	0,3
3	Coordinación eficiente con los actores implicados en la planeación y ejecución de la propuesta	5 %	4	0,2
4	Ubicación geográfica de la planta	5 %	4	0,2
5	Apoyo institucional para el control y seguimiento ambiental.	10 %	3	0,3
Debilidades				
1	Carencia de programas reestructurados para el manejo de desechos sólidos.	10 %	2	0,2
2	Escaso seguimiento y aplicación de políticas para el control de entidades locales.	20 %	2	0,4
3	Ausencia de planeación para la ejecución de auditorías establecidas para el manejo adecuado de compromisos adquiridos.	5 %	4	0,2
4	Escasez de estudios actualizados de indicadores básicos establecidos.	10 %	3	0,3
5	Organización deficiente de proyectos que integren tanto a la comunidad como al personal, para la participación activa y cuidado del entorno natural.	5 %	3	0,15
Total		100 %		2,65

Fuente: elaboración propia.

Como resultado el mayor valor será 4,0, el menor posible de 1,0 y el promedio de 2,5. Si el resultado supera el promedio esto indicará que el proyecto se ejecutará en una postura resistente, de lo contrario señalará que se enfrenta a desafíos dentro de la planta.

Como resultado se tiene una matriz “FODA” donde se observan los factores que dan un mejor entendimiento respecto de los que se enfrenta este tipo de propuesta.

Tabla XXIV. **Matriz estratégica FODA**

Fortalezas		Oportunidades	
1.	Posicionamiento y experiencia en la producción de energía, así como compromiso social para la protección del entorno.	1.	Fortalecimiento de programas para el monitoreo de la contaminación
2.	Cuenta con personal calificado que desempeña con integridad las responsabilidades conferidas a su cargo.	2.	Implementación de indicadores para la evaluación y seguimiento ambiental.
3.	Coordinación eficiente con los actores implicados en la planeación y ejecución de la propuesta.	3.	Capacitación en relación con el cumplimiento de las regulaciones establecidas.
4.	Ubicación geográfica de la planta.	4.	Control en la temporalidad de sucesos.
5.	Apoyo institucional para el control y seguimiento ambiental.	5.	Inclusión de espacios de investigación que contribuya a la mejora ambiental de la región.
Debilidades		Amenazas	
1.	Carencia de programas reestructurados para el manejo de desechos sólidos.	1.	Dificultad en la implementación de la propuesta por factores institucionales.
2.	Escaso seguimiento y aplicación de políticas para el control de entidades locales.	2.	Presencia de fenómenos naturales no previsibles.
3.	Ausencia de planeación para la ejecución de auditorías establecidas para el manejo adecuado de compromisos adquiridos.	3.	Planificación desfasada de los límites según los compromisos adquiridos.

Continuación tabla XXIV.

Debilidades		Amenazas	
4.	Escasez de estudios actualizados de indicadores básicos establecidos.	4.	Auditorías imprevistas por entidades afines.
5.	Organización deficiente de proyectos para la comunidad y para el personal para la participación activa y cuidado del entorno natural.	5	Disponibilidad de recursos limitada.

Fuente: elaboración propia.

3.4.2. Matriz de indicadores

El modelo presentado en el capítulo uno EPIR (estado – presión respuesta) desarrolla tres niveles de indicadores para abordar en cada uno de los temas, de forma que este modelo postula tres indicadores que todas las herramientas debían poseer como el de presión que indica los impactos causados por las acciones humanas sobre el ambiente, ya sea de forma directa o indirecta y que perturban la calidad y la cantidad de los recursos naturales.

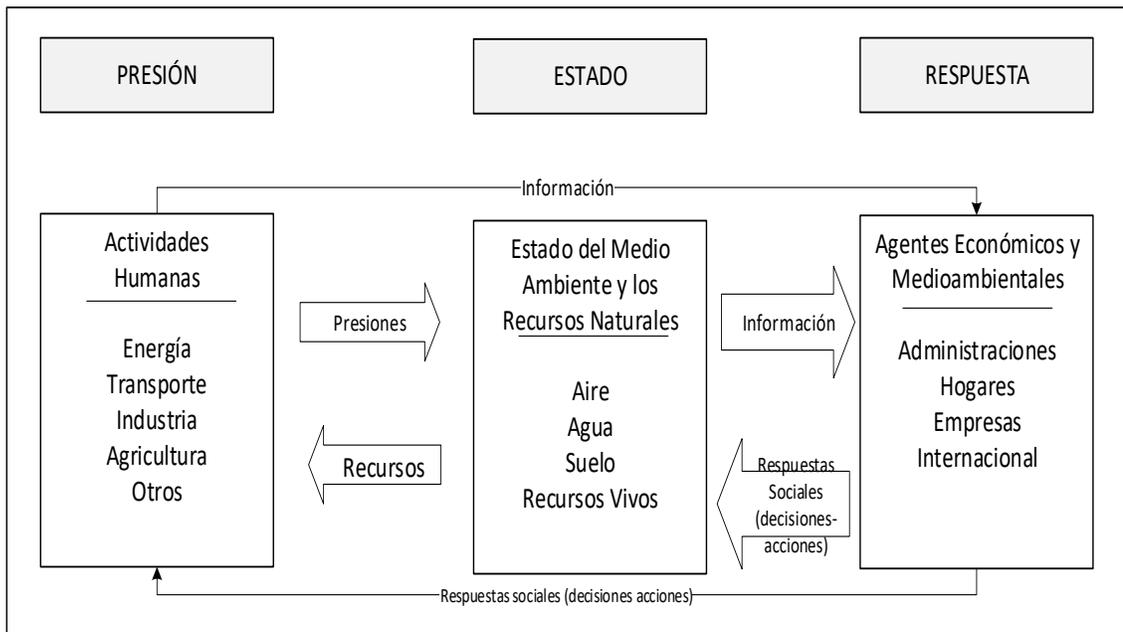
Respecto de los indicadores de estado, estos señalan la calidad del entorno natural, ya que muestran una visión generalizada de la situación actual y su transformación. En lo que se refiere a los indicadores de respuesta, estos plantean en qué medida el colectivo humano responde ante las variaciones ambientales y atención e inquietud en relación con ellos, se comprenden entonces todas las actividades individuales o colectivas cuyo propósito es evitar, mitigar o resolver las repercusiones negativas que el medio ambiente ha sufrido a consecuencia de las acciones de las personas.

El propósito de diseñar una matriz dedicada a los indicadores es para recalcar que su uso además de evaluar el desempeño, en este caso ambiental, determinará áreas relevantes dictaminadas en los acuerdos

pactados y permitirán realizar con mayor eficiencia todos los procesos relacionados con el ámbito natural.

Es importante mostrar estas características como parte de los indicadores pues sientan las bases para comprender porque se eligen para formar parte de la herramienta y la verificación durante su aplicación. La siguiente figura muestra la interacción de estos tres factores.

Figura 9. **Modelo de interacción presión - estado - respuesta**



Fuente: Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico. *Conjunto básico de indicadores ambientales de la OCDE*. p 36.

En la matriz de indicadores se consideran tres componentes importantes, biótico, abiótico, humano, tomando en cuenta factores característicos de cada uno, se incluirá el número y se establecerá la medición y valoración con el que serán cualificados, también se incluirán los indicadores propios de cada factor

como impactos ambientales significativos, establecidos en el diseño de la matriz.

En esta matriz se localizó los indicadores sobre las abscisas y se cruzaron con los mismos indicadores en las ordenadas. Su procesamiento se hizo estableciendo relaciones de influencia y dependencia. Las influencias se estudiaron en el sentido de las columnas y las dependencias en las filas, para cada interacción solo correspondió dependencia o influencia en ningún caso ambos.

Según el análisis realizado con anterioridad la matriz de indicadores quedaría planteada de la siguiente forma:

Tabla XXV. **Planteamiento matriz de indicadores**

	Factor	No.	Nombre	Valoración
Componente abiótico	Clima			
	Aire			
	Agua			
	Suelo			
Componente e biótico	Paisaje			
	Flora			
	Fauna			
Componente humano	Población			
	Servicios públicos			
	Cultura			

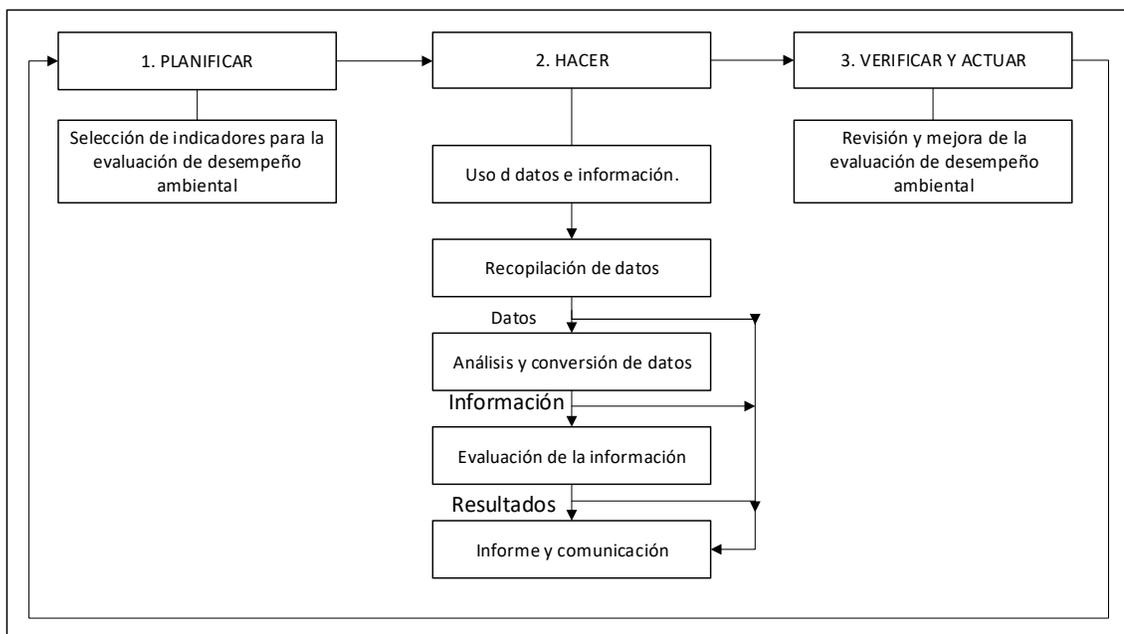
Fuente: elaboración propia.

3.4.3. Matriz de evaluación de factores internos

La norma ISO 14031 es la que se emplea para la evaluación del desempeño ambiental como soporte a la norma ISO 14001, y permite realizar un proceso interno de gestión, donde se utilizan indicadores para dotar de información al comparar el desempeño ambiental de etapas pasadas, así como de las actuales, según los objetivos o metas ambientales aplicadas para el sistema de gestión ambiental.

Por lo que se realiza la Evaluación de Desempeño Ambiental (EDA) en tres fases, tomando siempre como pilar de las normas ISO, el ciclo del método PHVA.

Figura 10. Diagrama para realizar una matriz de factores internos



Fuente: Norma ISO 14031:2013. *Gestión ambiental, evaluación del desempeño ambiental*. p 4.

3.5. Cronograma

Se plantea la metodología propuesta para realizar una planificación posterior detallada a través de un cronograma de actividades sugerido.

3.5.1. Diseño de la herramienta

Se estableció una delimitación de distintos subcontextos: el sociocultural, el político– legal– económico y ambiental. La identificación y evaluación de impactos fue realizada por un equipo de profesionales, dispuesto por la planta, adoptando criterios técnicos y ambientales según lo establecido con los compromisos antes descritos.

- Metodología:
 - Definición del alcance del estudio, en función de las directrices de los compromisos realizados con las entidades afines.
 - Identificación de causas y efectos gracias a la información proporcionada por la institución.
 - Revisión de documentación con respecto a los antecedentes del área de localización, así como la información de estudios similares, realizado en el sector de generación.
 - Coordinación de aspectos técnicos y administrativos para la ejecución de actividades.
 - Identificación de acciones de la obra.

- Conocimiento y determinación de los efectos identificados, llamados índices de impacto.
- Ordenamiento, sistematización, integración e interpretación de la información obtenida.
- Análisis y procesamiento e interpretación de la información.
- Identificación de impactos causados, así como conocer los factores del medio que reciben impactos y la correspondencia de la obra con su entorno y la relación causa y efecto.
- Identificación y evaluación de índices ambientales.
- Diseño de matrices.
- Identificación de responsables.
- Aplicación.
- Monitoreo y evaluación.
- Informe, resultados.
- Conclusiones y recomendaciones.
- Seguimiento y evaluación.

3.5.2. Evaluación en la central de generación de Aguacapa

La evaluación se restringirá a una serie de pasos y acciones diseñadas por el ingeniero de planta quien está a cargo de los equipos principales y el personal que se encuentra en ejecución constante de actividades de riesgo y laborales.

El cronograma se ha elaborado desde el planteamiento del estudio, por lo que se realizaron visitas guiadas por compañeros que laboran en la institución, observando el medio ambiente circundante y una breve visita a las comunidades próximas a las instalaciones.

Se planteará un cronograma de acciones y seguimiento, que la institución en su libertad operacional podría adoptar para implementar la propuesta.

Figura 11. **Cronograma de actividades**

N o.	Etapa 1	Etapa 2	Etapa 3	Etapa 4	Etapa 5	Etapa 6
1	Definición y planteamiento de problema					
2		Delimitación de causas principales				
3			Desarrollo de propuestas			
4				Presentación de propuestas		
5					Análisis de propuestas	
6						Ejecución o no de propuestas

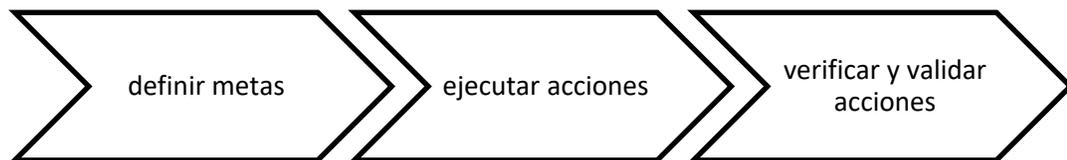
Fuente: elaboración propia.

Se podría planificar la revisión, medición y calificación temprana del estado situacional de todo el equipo empleado en la institución, los canales de desechos líquidos, también se podría adecuar una cuadrilla que pueda ejecutar revisión de “360” en las afueras de la empresa para determinar y garantizar que no existe fuente de riesgo que emane desechos químicos o biológicos a las comunidades cercanas a las instalaciones.

3.5.2.1. Logística en el proceso

La logística en el proceso constituye una serie de pasos ordenados con la finalidad de aumentar la eficiencia, disminuir los posibles focos de contaminación ambiental y erradicar el poco adiestramiento del recurso humano disponible.

Figura 12. Logística en el proceso



Fuente: elaboración propia.

3.6. Evaluación

La evaluación permitirá a la institución y al personal de mando alto obtener una base de datos sincronizada con las acciones diarias, delimitando casi inmediatamente las posibles causas de problemas y fallas nuevas o recurrentes.

3.6.1. Sistema de control y seguimiento ambiental

Con el propósito de continuar con los compromisos y acuerdos que fueron adquiridos, la institución debe continuar con la aplicación del mismo puesto que el reglamento de evaluación, control y seguimiento ambiental, considera el seguimiento y la vigilancia ambiental de los compromisos ambientales, como constantes y actualizados o hasta que la renovación sea necesaria.

Sin embargo, se presentan algunos inconvenientes para hacer efectiva esta directriz, puesto que uno de los factores para que el monitoreo ambiental no se realice, es a causa de la falta de personal capacitado tanto del lado de las instituciones encargadas, como por parte de la organización responsable, así como también la falta de lineamientos y procesos específicos institucionales para hacer valido los procesos necesarios.

El programa de control y seguimiento constituye un conjunto de medidas de aplicación, cuya información, debidamente documentada y sectores localizados deben ser parte de un plan debidamente organizado y cuya periodicidad cumpla con las indicaciones a las que se somete la institución.

Un programa propiamente establecido posee una composición que agrupa las acciones del seguimiento por componentes comunes, agrupación de medidas, se hace por características ambientales de la misma forma como se reúnen las medidas de control; por lo que el seguimiento se conforma por:

- Seguimiento ambiental: que son las acciones de supervisión de las actividades de manejo ambiental para el desarrollo de las medidas de gestión.

- Monitoreo ambiental: que implica la evaluación de la calidad del agua, y de otros factores específicos de los indicadores ambientales.

El impacto ambiental tiene como finalidad llevar a buen término las actuaciones dirigidas a la minimización o desaparición de los posibles impactos ambientales. Los objetivos fundamentales son:

- Comprobar que los impactos producidos por la puesta en funcionamiento son los previstos, tanto en magnitud como en lo que se refiere al elemento afectado.
- Detectar si se producen impactos no previstos en el estudio y poner en marcha las medidas correcciones pertinentes en caso necesario.
- Seguir la evolución de las medidas correctoras adoptadas, comprobar su eficacia y determinar, en caso negativo, las causas que han provocado su fracaso y establecer las nuevas medidas de adoptar.

Los parámetros que se deberán gestionar para el desarrollo eficiente del sistema y del programa son la toma de datos adecuada de cada uno de los componentes ambientales, así como adquisición de la información, los estudios e informes pertinentes.

4. DESARROLLO DE LA PROPUESTA

4.1. Herramienta de gestión

Se definen las pautas para el diseño de la herramienta para la gestión de los factores que permitan la medición de los elementos que intervienen y que se optimicen procesos dentro del sistema de evaluación.

4.1.1. Identificación de actores responsables

Para identificar los actores responsables relacionados con esta propuesta se tienen en cuenta tanto las áreas de repercusión directa como indirecta. Principalmente en función de los compromisos ambientales adquiridos con el Ministerio de Ambiente, las autoridades del INDE y de la planta de generación Aguacapa.

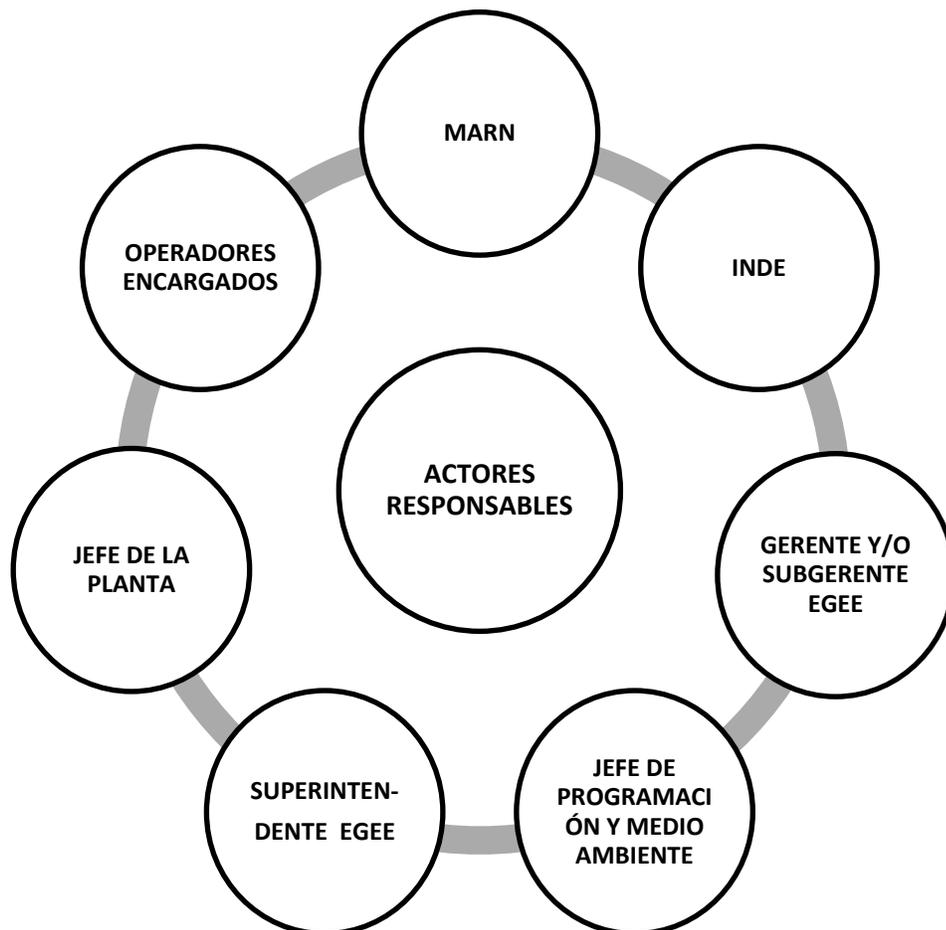
- Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales: dentro de la planta, este ente gubernamental, tiene como función la supervisión, control y manejo adecuado de los recursos, así regula la incidencia de actividades irregulares dentro y fuera de la planta de generación, además de la aplicación de las políticas nacionales que den énfasis en la protección del ambiente y den consecución a los compromisos pactados.
- INDE: Instituto Nacional de Electrificación, institución encargada de la planta de generación de Aguacapa.

- Gerente o subgerente de empresa de generación de energía eléctrica (EGEE): Encargado del control de los sucesos y compromisos ambientales con aspectos operativos de las centrales hidroeléctricas, implementa, junto con el personal del área de superintendencia de esa área, y el coordinar del comité, los procedimientos adecuados, relacionados con el seguimiento y evaluación ambiental. Además de comunicar a las autoridades superiores respecto de los procesos realizados.
- Jefe de división de programación y medio ambiente: es el coordinador del cumplimiento de las normas dentro de la planta, evalúa implementa y controla los programas relacionados en todas las áreas, sugiere y aporta directrices, coordina y participa en las auditorías a la infraestructura de las distintas centrales hidroeléctricas.
- Superintendente EGEE: lleva el control de los acontecimientos que se relacione con los aspectos operativos de las unidades generadoras, subestaciones e instalaciones asociadas; coordina con el jefe de planta o departamento y el administrador a lo relacionado con este tipo de acciones y controles ambientales.
- Jefe de planta: coordina actividades administrativas, elabora los programas de mantenimiento de maquinaria y equipo, dirige la operación correcta de maniobras en la planta. Revisa registros de lecturas de operación de la planta, recortes de generación, fallas, mantenimientos y otros; atiende las emergencias que se presenten en la operación de la planta y coordina actividades para mantener o restablecer el servicio. Vela por el cumplimiento de las normas de seguridad e higiene; dirige, coordina y supervisa al personal bajo su responsabilidad, informa a la

superintendencia y gerencia de EGEE de todas las actividades derivadas; ejecuta y coordina maniobras.³⁶

- Operadores designados: con experiencia de trabajo en todas las áreas dentro de la planta de producción, que conozcan el funcionamiento adecuado y que sean capacitados para llevar a cabo los registros de datos necesarios.

Figura 13. **Diagrama de actores responsables**



Fuente: elaboración propia.

³⁶ Presa Aguacapa, *Plan de preparación ante emergencias*. p 13.

4.1.2. Plazo de aplicación

El cumplimiento de los compromisos ambientales de la resolución de la planta de generación Aguacapa, incluye distintas fechas límites especificadas en la tabla IV.

Sin embargo, el Reglamento de Evaluación, Control y Seguimiento ambiental, Acuerdo Gubernativo 20-2016, en el artículo 23 Ampliaciones de información para instrumentos ambientales, el cual indica que, si la información presentada no fuera presentada debidamente, se podrá solicitar una vez más una ampliación, que consiste en un plazo de quince días, para que sean presentadas. Además, si hubiera una justificación adecuada, el proponente, en este caso la institución, podrá solicitar una prórroga de tiempo para la presentación de los documentos solicitados, las ampliaciones y prórroga no forman parte del lapso de revisión y análisis.

4.1.3. Temporalidad

El uso de la herramienta una vez establecida e implementada es indefinido, no obstante, las actualizaciones respecto de las leyes y acuerdos divulgados por los entes a los que esta institución se remete, y los estudios necesarios sobre componentes considerados y la adaptación de nuevos factores en la planta y sus alrededores deben ser periódicos, de acuerdo con lo señalado en los compromisos ya mencionados.

4.1.4. Sostenibilidad

Para obtener un desarrollo eficiente en la gestión de la propuesta se deberán considerar algunas variables, que por muy insignificantes que puedan

percibirse son de importancia en el organigrama institucional, no se podrán descartar o sobre valorar fuentes que ya han sido desechadas antes por administraciones pasadas o por personal poco capacitados.

Los criterios que se deben adoptar fuertemente dentro de las estrategias de la organización son los siguientes:

- Económicos
- Técnicos
- De coordinación
- Convocatoria
- Divulgación
- Promoción
- Otros necesarios para la implementación de la política

El desarrollo de la presente propuesta lograra ser sostenible siempre y cuando no se incurran en elevados costos e inversión en nuevos activos.

4.1.5. Monitoreo y evaluación

El INDE deberá designar a una persona encargada que tendrá la responsabilidad de verificación diaria y periódica de las medidas de mitigación en todas las etapas de la obra, además vigilará y cumplirá adecuadamente todas las medidas ambientales establecidas.

4.1.5.1. Metodología

Se deberá realizar la implementación de un programa de monitoreo ambiental en el área, cuyo objetivo sea recabar datos de la calidad del área, y lugares aledaños, así como de las emisiones del ambiente.

- Determinar las tendencias en cuanto a la ocurrencia.
- Identificar los cambios ambientales y analizar las causas.
- Evaluar y mejorar el programa de monitoreo de forma continua.
- Utilizar procedimientos adecuados y recomendar medidas para la protección del ambiente.

Los componentes que debe abarcar el monitoreo son:

- Niveles de ruido en los sitios cercanos
- Calidad del aire
- Aguas superficiales
- Agua potable
- Recursos biológicos

La información obtenida en campo será sometida a comparación con lineamientos base que servirán para señalar el momento donde deberán realizarse las acciones correctivas necesarias.

Si en el transcurso de la implementación de la propuesta del nuevo diseño, ocurren incidentes o no se logra ajustar a las exigencias de normativas y regulaciones de ley, se deberán realizar mejoras y ajustes en el momento justo antes de echarse a andar el proyecto.

4.1.6. Indicadores

Se utilizarán los indicadores planteados en la tabla XXV, complementando con las definiciones anteriores, para las medidas establecidas con los datos históricos.

4.1.6.1. Definición

En la tabla XXVI se observan los indicadores específicos considerados para la métrica de los datos, y su interpretación para la toma de decisiones en las áreas específicas.

Tabla XXVI. **Definición de indicadores**

	Factor	No.	Nombre
Componente Abiótico	Clima	1	Viento
		2	Temperatura
		3	Humedad
		4	Régimen pluvial
	Aire	5	Partículas sólidas
		6	Nivel de ruido
	Agua	7	Escorrentía superficial
		8	Caudales
		9	Red de drenaje
		10	Lodos transportados
	Suelo	11	Horizonte orgánico
		12	Humedad
		13	Permeabilidad
		14	Relieve
		15	Estabilidad de laderas
		16	Erosión

Continuación tabla XXVI.

	Factor	No.	Nombre
Componente Biótico	Paisaje	17	Cuenca visual
		18	Calidad visual
	Flora	19	Formación vegetal
		20	Grado de cobertura
		21	Especies endémicas
	Fauna	22	Estatus de permanencia
		23	Especies endémicas
		24	Diversidad de fauna
		25	Especies migratorias
		Componente Humano	Población
27	Ocupación y empleo		
28	Tenencia de tierra		
Servicios públicos	29		Cobertura de servicios
	30		Calidad de servicios
	31		Salud
Cultura	32		Lugares históricos
	33		Lugares turísticos
	34		Áreas especiales

Fuente: elaboración propia.

4.1.6.2. Toma de datos

La toma de datos se realizará por recolección y vaciado de hojas de control, serán guías que se deberán desarrollar por el departamento de mantenimiento, para establecer cuáles serán las unidades de medición, áreas de interés y análisis, equipo y maquinaria en control y los diferentes escenarios externos de

la empresa donde se utilizarán diferentes tipos de hojas de recolección de datos.

4.1.6.3. Objetivo

Establecer métricas historiales de medición, crear una base de datos estadística, para manejar información sensible y crítica al tomar nuevas decisiones y estrategias de desarrollo de la institución.

Como herramienta se podrán utilizar herramientas estadísticas como los diagramas de dispersión, diagrama de barras, diagrama Pareto, diagrama Ishikawa, y otros.

Todas estas herramientas estadísticas aplicadas al manejo de datos obtenidos y recolectados optimizarán el manejo adecuado del recurso disponible de la institución.

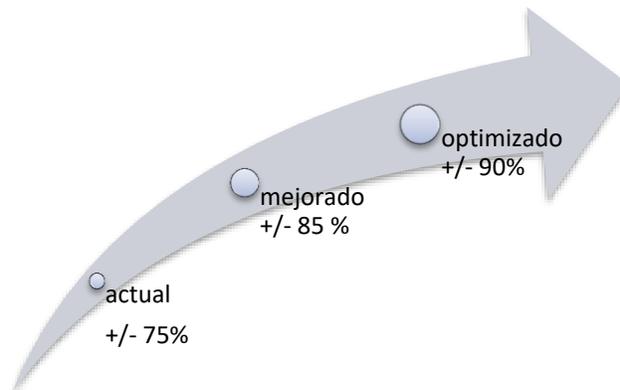
4.1.6.4. Rendimiento

El índice obtenido, luego de realizar la investigación pertinente y comparando la situación actual con las exigencias actuales por el gobierno de la república, reflejan una comparación del 75 % efectivo, en sus programas de impacto ambiental.

Se insta a la institución para que, al implementar el presente programa de mejora continua para su impacto ambiental, logre posicionarse a un 85 %, comprometiendo a todo el personal a cargo y asignado en las tareas diarias de producción de potencia, así como a todos los ciudadanos de los poblados

próximos, para iniciar el trabajo en conjunto y reducir las emisiones de contaminantes a su menor presentación.

Figura 14. **Estudio de rendimiento progresivo**



Fuente: elaboración propia.

Si se logra obtener el trabajo en equipo de la ciudadanía y la empresa productora de potencia, se podrá seguir avanzando en el desarrollo de nuevas estrategias ambientales, nuevas ideas académicas de limpieza comunal en el entorno circundante y bajar los niveles de contaminación.

Solamente con el verdadero compromiso y trabajo en equipo de la iniciativa privada y la iniciativa pública se lograr alcanzar el 90 % de eficiencia esperado, para beneficiar el medio ambiente.

4.1.7. Diseño de matriz

Utilizando los indicadores propuestos se procede a formar la matriz de indicadores de influencia y dependencia para el análisis adecuado de los datos por recabar.

4.1.7.1. Gestión de indicadores dentro de la matriz

Como método de evaluación y calificación de impactos ambientales se propone las matrices de ecosistema (influyen en y depende de). Ambas tienen por objeto determinar cuál es el nivel de influencia y dependencia de los indicadores de primer nivel dentro del área de la planta de generación, su empleo permitirá hacer una caracterización de los indicadores que tienen alto grado de interrelación en el ecosistema.

En la siguiente tabla los indicadores con alto grado de dependencia indican profundo valor para el análisis ambiental, puesto que presentan sensibilidad a la obra. El uso de la matriz también tuvo por objeto centrar la atención en el análisis de una serie de indicadores y seleccionar los representativos para observar los impactos ambientales. Se tuvo en cuenta tres niveles de indicadores: básicos de primer nivel (componente abiótico), segundo nivel (componente biótico) y tercer nivel (componente humano). Para marcarla consiste en la siguiente forma:

Para marcar los índices dentro de la matriz se calificará de la siguiente forma: si hay un caso de dependencia entre ambas (abscisas y ordenadas) se marca con cero (0), si no hay influencias o dependencias no se marca nada y cuando en el análisis de columnas o filas se encontró influencia o dependencia se identificó con un uno (1).

4.1.7.2. Indicadores de desempeño

Según la norma ISO 14031 los indicadores de desempeño ambiental se clasifican en Indicadores de desempeño ambiental (IDA) que se dividen en indicadores de gestión (IDG) e indicadores de desempeño operacional (IDO) y los indicadores de la condición ambiental (ICA) descritos con anterioridad en el capítulo uno.

A continuación, se incluyen algunos indicadores en cada categoría con la métrica pertinente relacionados a las actividades de la institución.

Tabla XXIX. **Indicadores de desempeño**

Indicadores del Desempeño Ambiental (IDAs)				Indicadores de la Condición Ambiental (ICAs)	
IDGs	métrica	IDOs	Métrica	ICAs	métrica
Presupuesto ambiental	Cantidad de dinero/año	Número de eventos de emergencia o cortes no planeados	No. /año	Concentración de contaminación del aire	µg/m ²
Porcentaje de objetivos ambientales alcanzados	%	Consumo promedio de combustible	L/km	Concentración de contaminación de agua superficial o de subsuelo	Mg/L
Número de empleados capacitados	% de no. de entrenados / no. a entrenar	Energía anual usada por unidad de producto	MJ/1 000L producto	Cambio en el nivel del agua del subsuelo	m
Número de conclusiones en auditorías	Cantidad de conclusiones	Energía conservada	MJ	Concentración de contaminación en la superficie de la tierra	mg/Kg

Continuación tabla XXIX.

Indicadores del Desempeño Ambiental (IDAs)				Indicadores de la Condición Ambiental (ICAs)	
Tiempo para corregir las conclusiones de auditorías	Persona por hora	Desechos peligrosos generados por unidad de producto	Kg/unidad	Concentración de un contaminante en el tejido de alguna superficie local	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
Tiempo usado para responder a incidentes ambientales	Persona por hora / año	Emisiones de contaminantes específicos al aire	Ton CO_2 al año	Población de especies específicas dentro de un área definida	No. / m^2
Número de quejas internas o externas	No. /año	Agua de desecho descargada por unidad de producto	1000 L/ unidad	Niveles de plomo en el agua	$\mu\text{g}/1000\text{m}^3$
Número de proveedores contratados para la gestión ambiental	No. /año	Emisiones al aire excedidas	Días/año	Peces muertos en un curso de agua específico	No. /año

Fuente: elaboración propia.

De tal forma que los datos obtenidos en los indicadores puedan ser indicados de diferentes maneras según lo acordado por los responsables, como:

- Valores absolutos: serán datos obtenidos directamente de los instrumentos utilizados de medición o de otro tipo de registros, tales como toneladas de algún contaminante que ha sido emitido, energía eléctrica (KWh) consumida.

- Valores relativos: datos comparados con otro criterio tal como el tiempo o la velocidad de producción.
- Valores indexados: datos transformados en unidades o de manera que relacione la información estándar, como por ejemplo las emisiones de contaminante en el transcurso del año indicadas como un porcentaje de emisiones en un año base preestablecido.
- Valores agregados: datos que pertenecen al mismo tipo, recuperados de distintos registros y que se plantean como un valor combinado, tal es el caso de las toneladas totales de determinado contaminante emitidas durante la generación en un año dado, obtenidas mediante la suma de emisiones de múltiples fuentes (equipos u operaciones) del proceso.
- Valores ponderados: información que ha sido ajustada por aplicación de coeficientes de ponderación relacionados según su nivel de importancia, así como un índice de desempeño del aire que sea la suma ponderada de los índices vinculados a diferentes emisiones gaseosas en un año preestablecido.

4.1.7.3. Características

La matriz deberá cumplir con ciertos parámetros o características para lograr ser efectiva y eficiente:

- Planificada con nuevos ítems de control.
- Rutas de verificación diarios.
- Modelos y simulacros de accidentes ambientales.
- Verificación diaria de los equipos industriales.

- Verificación mensual del estado de las herramientas utilizadas en toda la instalación.

Se proponen que por lo menos sean adoptados estos cinco ítems dentro de las características para el desarrollo de las matrices de control ambiental, que pueden ser elaboradas en mesas de trabajo, con personal de rango bajo y supervisores, quienes trasladaran la recolección y procesamiento de datos a los gerentes de cada área estratégica dentro de la institución.

4.1.7.4. Modelo

Al implementar las nuevas estrategias de planeación y ejecución de los diferentes trabajos ambientales, se pretende impulsar como hidroeléctrica modelo a la desarrollada en el presente trabajo de investigación.

Esperando perfeccionar los procesos establecidos y apoyar siempre al medio ambiente, dentro y fuera de las instalaciones, apoyando a todos los ciudadanos que residen cerca, con el trabajo verde y respetuoso de la biósfera presente.

4.1.8. Resultados

Con la información obtenida de la matriz del ecosistema, se deberá proseguir a la construcción de una matriz de identificación de impactos, tabla, que provoca la organización considerando las categorías ambientales en las ordenadas y el impacto que causan en las abscisas. Si se encontraran interacciones se analizará su importancia y significancia, mediante la calificación de impacto benéfico, adverso e impacto adverso con mitigación o sin impacto, que se totalizará al final de la matriz.

Después se procederá a la identificación de los impactos ambientales identificados con el fin de estimar los beneficios o daños ambientales de las distintas fases de la planta de generación. En la matriz el elemento de indicadores ecológicamente altos corresponderá los impactos benéficos de la obra, mientras que los impactos adversos con mitigación, estarán localizados, regularmente se podrán asociar con la planta y afectarán de manera específica a trabajadores.

Tabla XXX. **Matriz de identificación de impactos ambientales**

Matriz de identificación de impactos ambientales, planta de generación Aguacapa			Impactos			Indicadores			
Componentes del medio			Beneficios	Adversos	Adversos con mitigación	Sumatoria de dependencias	Sumatoria de influencias	Grado de dependencia	Indicadores ecológicamente importantes %
Componente Abiótico	Clima	Régimen pluvial							
	Aire	Nivel de ruido							
	Agua	Escorrentía superficial							
		Caudales							
		Red de drenaje							
		sólidos transportados							
	Suelo	Horizonte orgánico							
		Humedad							
		Permeabilidad							
		Relieve							
		Estabilidad de laderas							
Erosión									
Componente Biótico	Flora	Grado de cobertura							
		Especies endémicas							
	Fauna	Estatus de permanencia							
		Especies endémicas							
		Diversidad de fauna							
		Especies migratorias							
Humano	Población	Ocupación y empleo							
	Cultura	Lugares turísticos							
		Total							

Fuente: elaboración propia.

Los hallazgos realizados por ambas matrices permitirán planes de contingencia para proporcionar una respuesta inmediata y eficaz de cualquier solución de emergencia, con el propósito de prevenir impactos a la salud humana y al medioambiente. El plan se ajustará a cada una de las actividades e impactos que puedan ocasionar los trabajos de las diferentes actividades desarrolladas.

El plan de contingencia evaluará los riesgos, áreas de riesgo, determinando los requisitos de equipo, técnicas de control, entrenamiento y establecerá un procedimiento de comunicación e información con los habitantes de la zona.

También es recomendable utilizar fichas de control de los programas y planes ambientales que se tienen previstos o que se apliquen en los hallazgos obtenidos con las matrices antes mostradas.

Un modelo de esto se muestra en la tabla XXX, cuyo fin principal es llevar un control eficiente del programa que se esté verificando, establecer el objetivo del programa, el impacto por manejar, como por ejemplo la calidad del agua, el tipo de manejo, ya sea preventivo o por control según la periodicidad, la actividad que lo produce como pueda ser instalación y operación de algún área específica, la especificación del proyecto, continuando en el caso de la calidad del agua, el manejo de lluvias.

El área de aplicación donde se indicará el lugar preciso es en donde se realiza el programa. Los costos contendrán una clara pero breve explicación de lo realizado para completar el programa. Los responsables serán los encargados tanto de la ejecución como de la verificación. En el caso del marco

jurídico deberá existir una capacitación previa para los trabajadores que la manejen o una modalidad para que se tenga en cuenta dentro de los datos.

Tabla XXXI. **Ficha de manejo ambiental**

Ficha de manejo ambiental		
Programa:		Ficha No.
Objetivo del programa:		
Impacto a manejar:	Tipo de manejo:	Actividades que los producen:
Proyecto:		Área de aplicación:
Indicadores de seguimiento:		Fecha de ejecución:
Costos:		
Responsables: <ul style="list-style-type: none"> • Ejecución: • Verificación: 		Marco jurídico:

Fuente: elaboración propia.

4.1.8.1. Matriz de vaciado

La matriz de vaciado consistirá en el manejo adecuado y recolección de todos los datos estadísticos obtenidos en un periodo determinado de observación, por lo cual será de suma importancia el desarrollar analíticamente el enfoque de las evaluaciones y mediciones.

Al conjunto de datos obtenidos después de un número determinado de observaciones y ajustes necesarios en su momento, se le realizará una estadística discreta, tratando de observar los resultados que presenten mayor debilidad. También se podrían modelar resultados utilizando herramientas de control, para dichos procedimientos sería útil el poder utilizar los programas estadísticos de diagramas de control S-r entre otros, transformar los datos cualitativos a paquetes de datos cuantitativos.

4.1.8.2. Interpretación

La interpretación será fundamentada con los principios básicos de la ingeniería industrial, que se desglosan a continuación:

Tabla XXXII. Principios básicos de la ingeniería industrial

Fin	Es el objetivo de desarrollo u objetivos estratégicos de la dependencia o entidad al que el programa busca contribuir para su solución en el mediano o el largo plazo.
Propósito	Es el cambio esperado en la población objetivo como resultado de recibir los bienes o servicios que produce el programa.
Componentes	Son los bienes y servicios que deberán ser producidos o entregados por medio del programa a la población objetivo para cumplir con el propósito.
Actividades	Son las principales acciones que se deben realizar para producir o entregar los componentes.

Fuente: elaboración propia.

De la matriz expuesta en este ítem, indico cual será la metodología necesaria para desarrollar el plan de mitigación del impacto ambiental, al establecer claramente estos lineamientos y objetivos que se deben cumplir y respetar, se podrán realizar las operaciones necesarias.

Sin el desarrollo efectivo, técnico y claro no se podrá avanzar al siguiente nivel de la cadena proyectada, se obtendrán únicamente estancamiento en los procesos y posiblemente se necesitarán reprocesos en algunos pasos especiales.

Si se logra plantear el efectivo programa de indicadores en los procesos, se podrán realizar mediciones puntuales, de las mediciones se obtendrán paquetes de datos a analizar y esos resultados estadísticos y exactos permitirán que los equipos involucrados en las operaciones puedan ver una radiografía de cómo se está trabajando interna y externamente en la institución.

Quedará a discreción y responsabilidad única de junta directiva y altos mandos tomar consideraciones y acciones según sean los resultados obtenidos, que podrían incrementar el esfuerzo al cuidado del medio ambiente o simplemente pasar por alto los problemas actuales y a futuro.

4.1.8.3. Efectos

Se obtendrán efectos a largo plazo al concretar el desarrollo de los programas de control en mediciones de impacto ambiental, al concluir el presente trabajo de investigación se realiza la presentación general explicando dudas e inquietudes a los responsables que dieron oportunidad de desarrollarlo.

Efectos a mediano plazo estarán presentes sin la aplicación de la presente propuesta, se podrá continuar operando en forma regular sin obtener eficiencia programada, la institución es robusta en el cumplimiento de sus leyes internas y gubernamentales, pero en género situacional y a ritmo que el mundo avanza de manera acelerada se realizaran hacer ajustes a sus programas e implementación de nuevas rutas verdes de operatividad.

4.1.8.4. Informe

Un informe concreto para la magnitud del espacio territorial presente por la hidroeléctrica y las nuevas propuestas que puedan tomarse en consideración deberá cumplir con los siguientes requisitos:

Tabla XXXIII. **Requisitos para entrega de informe**

1	Breve introducción de la persona o equipo responsable del informe a presentar.
2	Identificar los alcances previos a la investigación.
3	Delimitar la zona geográfica o área de análisis y estudio.
4	Identificar el personal necesario para el desarrollo de la investigación y el personal necesario a evaluar o monitorear.
5	Plantear clara y concretamente que se espera luego de realizar el monitoreo necesario.
6	Establecer claramente cuál será el tiempo necesario para realizar el proyecto de investigación, recolección de datos, monitoreo, procesamiento de la información y exposición de resultados.
7	Incluir mayormente medios gráficos para divulgar la información y resultados obtenidos.

Fuente: elaboración propia.

Todo informe que pueda ser trabajado a futuro deberá ser formulado por los ítems descrito anteriormente, pueden ser básicos y sencillos, pero en la metodología de las técnicas de investigación es lo mejor y eficiente, para establecer la ruta adecuada de análisis en la institución.

4.2. Caso de aplicación de la herramienta

Consistirá en el ensayo, evaluación y análisis de las matrices propuestas dentro de las áreas de estudio para la aplicación y seguimiento posteriores.

4.2.1. Aplicación

Al realizar la aplicación de las matrices de indicadores de ecosistema y se aplique a cada una tanto de las intervenciones como de las dependencias el análisis antes definido, se deberá llevar a cabo el control, así como la revisión de causas de los hallazgos obtenidos en el monitoreo realizado, por lo que a la hora de la implementación surgirán distintos elementos y la definición deberá hacerse notable utilizando la propuesta establecida.

Tal es el caso del manejo y disposición final de desechos, pues se tienen datos que la hidroeléctrica realiza un control anual de tal programa, donde se tiene que como parte del cumplimiento de las normas y prácticas ambientales. Los desechos son recogidos por vehículos propios y depositados en el vertedero de desechos de la ciudad de Escuintla. El manejo de aceites empleados y lubricantes son colectados y reciclados en la ciudad de Guatemala, en cuanto a que el material captado de las rejillas y desarenadores es de diez metros cúbicos por año aproximadamente y es trasladado a la ciudad capital.

Como ejemplo en una inspección de esta área surgió el hecho de que la función de los desarenadores y las rejillas de embalse no era eficiente pues la recolección y extracción de dichos desechos ocasiona cantidades de contaminantes por lo que es necesario que:

Se implemente un plan de manejo de desechos:

- Se realice la medición de porcentaje y peso de los desechos anuales y se lleve a cabo la operación de la represa para reducir el hábitat del vector enfermedad.

4.2.2. Resultados

Lo primero será utilizar la ficha de manejo ambiental propuesta para establecer los parámetros principales requeridos basados en la información antes registrada y la observación de los encargados en las áreas donde se presenta el problema.

Se debe tener presentes el marco jurídico al cual está sujeta la institución, además de los compromisos ambientales adquiridos, como se anotó en la tabla IV, donde se explican los compromisos ambientales de la hidroeléctrica, en el inciso VIII, se indica que se debe tener un plan detallado de la segregación y manejo de todos los residuos sólidos.

En tal plan se deben indicar las disposiciones generales, las características de las áreas operativas, el manejo interno y externo de desechos, las características de los recipientes para basura, un plan de manejo de desechos sólidos tóxicos y peligrosos, incluyendo su clasificación y los tipos de desechos con su estimación anual, su disposición y el almacenamiento temporal de los desechos peligrosos así como la bitácora de entrada y salida, el plan de desechos líquidos entre otros datos relevantes.

Tabla XXXIV. **Ficha de manejo ambiental para el plan de manejo y disposición final de desechos**

Ficha de manejo ambiental		
Programa: plan de manejo y disposición final de desechos		Ficha No. 1
Objetivo del programa: asegurar las condiciones de protección ambiental y salud humana, así como el cumplimiento de las normas y políticas ambientales.		
Impacto por manejar: Sólidos transportados Caudales Red de drenaje	Tipo de manejo: Control Correctivo	Actividades que los producen: el Desarenador y la rejilla de embalse no realizan su función de forma eficiente pues la recolección y captación de desechos sólidos disueltos en el agua ocasiona cantidades de sólidos contaminantes, malos olores y posibles vectores de enfermedad.
Proyecto: manejo de desechos en el caudal por sólidos transportados		Área de aplicación: Desarenador
Indicadores de seguimiento: indicador abiótico, agua, sólidos, caudal, drenaje		Fecha de ejecución: octubre de 2019
Costos: El costo estimado para este programa incluyendo capacitación, actualización y renovación, material y equipo es de siete mil quetzales.		
Responsables: <ul style="list-style-type: none"> • Ejecución: operarios de mantenimiento • Verificación: jefe de planta y jefe de mantenimiento • Asesoría: división de programación y medio ambiente. 		Marco jurídico: Compromiso de la resolución ambiental de Aguacapa número VIII.

Fuente: elaboración propia.

4.2.3. Conclusiones

Después de las realizar la verificación y correcciones pertinentes del programa por desarrollar se estableció que:

- Los desechos atrapados en rejillas del embalse y desarenadores se depositan únicamente en recipientes y lugares especificados para cada caso. Los desechos no son incinerados.
- Las áreas de trabajo se mantienen limpias y ordenadas. No puede arrojarse colillas de cigarro encendidas o iniciar fuego en recipientes con desechos.
- La basura se traslada al sitio autorizado por la municipalidad de Escuintla para su disposición final. No pueden depositarse en cauces de ríos, arroyos o cuerpos de agua.

Manejo interno de desechos

- Hay áreas designadas para el depósito temporal de desechos.
- Cada área para depósito está delimitada y señalizada con letreros de formas y tamaños visibles.
- Los materiales que puedan ser reciclados o reutilizados (chatarra, madera, entre otros), se colocan en un área delimitada y señalizada, refiriendo si aún el material es apto para ser reutilizarlo o si es almacenado para recolección y reciclaje.

Manejo externo de desechos

- Los desechos se transportan y depositan solo en los sitios de disposición final autorizados por las autoridades municipales de la ciudad de Escuintla. La disposición final se realiza por contrato externo de servicio para recolección de desechos.

5. SEGUIMIENTO Y MEJORA

5.1. Resultados obtenidos

Luego de establecer parámetros, guías y matrices de trabajo, se podrá proyectar que la precisión de los datos del inventario puede mejorar si se realiza el monitoreo de las fuentes; por lo que se debe tratar, en lo posible, de implementarlo. Sin embargo, es necesario definir las prioridades a fin de cubrir adecuadamente todas las fuentes importantes.

Como esto último generalmente también atañe a gran parte de las cargas liberadas, la precisión del monitoreo de los residuos contribuye en gran medida al nivel de precisión del inventario.

Por consiguiente, las limitaciones de tiempo y recursos, siempre presentes, no deberían ser motivo de una cobertura superficial de muchas fuentes, principalmente en lo relacionado con la recolección y análisis de pocas muestras aleatorias de cada fuente, ya que los resultados obtenidos de este modo generalmente no son confiables ni predecibles.

5.1.1. Entrega de informe

Este documento actualizará los factores de evaluación rápida de la contaminación y presentará modelos de control e inventario de agua, aire y residuos sólidos.

También describe cómo iniciar un estudio, cómo organizar los equipos de estudio y definir las áreas de estudio, cómo recoger, verificar, organizar y procesar los datos de campo para producir inventarios de agua, aire y residuos sólidos y cómo producir informes relevantes para presentarlos a quienes toman decisiones y formularán políticas.

Se recomienda que la entrega detallada del informe con los análisis respectivos de los estudios se realice de forma anual. Y se formulen informes mensuales para el control activo de cada uno de los elementos establecidos con anterioridad.

5.1.1.1. Temporalidad

Dependiendo de la ejecución de la medida, estudio o capacitación que se lleve a cabo en las áreas tanto internas como externas, existirá una variación entre su realización. Sin embargo, la aplicación de las medidas sugeridas y la adaptación hasta su realización rutinaria eficiente se estima se realizará en un tiempo mínimo de año y medio.

5.1.1.2. Evaluación

El resultado de la evaluación se empleará para la elaboración de programas y planes que se llevaran a cabo con el fin de cumplir con los acuerdos estipulados y beneficiar tanto agentes organizacionales internos como externos, por lo que la realización de los siguientes planes se incluye para tales fines:

- Plan de seguimiento ambiental
- Plan de seguridad industrial

- Plan de contingencia
- Plan de capacitación técnico ambiental
- Plan de vigilancia ambiental
- Plan de manejo de desechos
- Plan de tratamiento de aguas, entre otros

5.1.1.3. Acciones correctivas

Se concentran en el cumplimiento, aplicación y seguimiento de los planes antes mencionados tomando en cuenta las políticas internas y externas existentes, y los encargados designados estén alerta al riesgo constante que pueda existir en alguna de las áreas de análisis cuyos resultados hayan dañado de manera notable el funcionamiento interno de la organización o externo y afecte a las comunidades aledañas.

Un plan de seguimiento ambiental será un documento importante cuyo objetivo será llevar a buen término las actuaciones dirigidas a la minimización o desaparición de los posibles impactos ambientales. Sus fines principales serán:

Comprobar que los impactos producidos por la puesta en funcionamiento son los previstos, tanto en magnitud como en lo que se refiere al elemento afectado. Detectar si se producen impactos no previstos en el estudio e iniciar las medidas correctivas pertinentes en caso necesario.

Seguir la evolución de las medidas correctoras adoptadas, comprobar su eficacia y determinar, en caso negativo, las causas que han provocado su fracaso y establecer las nuevas medidas por adoptar.

5.1.1.4. Acciones preventivas

Se debe mantener al día los planes de control, seguimiento y vigilancia ambiental, pues se deberá realizar la verificación periódica de las medidas de mitigación en todas las etapas operativas, además de la vigilancia y el cumplimiento adecuado de todas las medidas ambientales establecidas. La implementación de un programa de monitoreo ambiental en el área se debe realizar con el propósito de obtener datos de calidad de las emisiones al ambiente, así como datos de la calidad en el sitio y lugares aledaños, con el fin de obtener:

- Datos sobre las tendencias en cuanto a la ocurrencia.
- La identificación de los cambios ambientales y análisis de las causas.
- Evaluación y mejora del programa de monitoreo.
- Uso de procedimientos adecuados y realizar las recomendaciones necesarias en cuanto a las medidas de protección del ambiente.

Este plan podrá abarcar también los factores básicos del análisis como la calidad del aire, agua, aguas superficiales, agua potable y estudio de los recursos biológicos.

Los datos obtenidos en campo están sometidos a comparación con lineamientos base que servirán para señalar el momento donde deben emprenderse acciones correctivas necesarias.

Se recomienda utilizar como referencia los lineamientos que ha desarrollado el banco de reconstrucción y fomento para algunos parámetros que no forman parte de la normativa nacional y la norma COGUANOR NGO 29 001.

5.1.1.5. Conclusiones

Las conclusiones de los informes presentados a la junta directiva deberán ser cortos, técnicos y específicos, no se esperan informes de gran volumen y que en su contenido presenten vacíos técnicos de investigación, las conclusiones deberán ser únicamente desarrolladas de los objetivos establecidos.

Si al inicio de cada proyecto se plantean por ejemplo 5 objetivos específicos, el cuerpo de la investigación y desarrollo deberá cubrir de forma equitativa porcentual cada uno de los objetivos, así mismo se designa que las conclusiones sean 5 para este ejemplo. Deben estar bien redactadas con imágenes, estadísticas y observaciones.

5.1.1.6. Recomendaciones

Las recomendaciones necesarias serán evolutivas de las conclusiones. Si al principio del programa nuevo o proyecto de impacto ambiental, los objetivos estarán mal planteados o mal enfocados, las conclusiones presentarán datos desastrosos, de esta cadena de sucesos las recomendaciones serán nulas o vacías sin material probatorio que las sustenten y que puedan beneficiar a la empresa.

De ser así se deberá sancionar al equipo o grupo consultivo designado para el desarrollo de la investigación, si es personal interno, se deberán tomar consideraciones necesarias por el tiempo perdido y el bajo impacto ambiental, por la pérdida de recursos monetarios y de tiempo.

5.2. Proyección

La proyección del impacto ambiental por la institución a la cual se brinda el presente trabajo de investigación demostró compromiso serio y necesidad de desarrollo en sus programadas implementadas.

Se prevé incremento en mejora de sus programas de mitigación de intercambio de contaminantes al ambiente disminuyendo aún más la carga de desechos sólidos y líquidos en un 18 %, siendo agradable al ambiente y responsable compromiso social.

5.2.1. Mediano plazo

A mediano plazo se contempla el establecimiento de formularios, formatos de informes, capacitación de personal, y actualización de datos a nivel interno y externo, así como el cumplimiento adecuado de los acuerdos realizados, a través de los planes y programas establecidos, y el mantenimiento y monitoreo adecuado, controlados con el uso de las herramientas propuestas para que a futuro las mejoras sean notables y beneficien a los involucrados directa e indirectamente.

5.2.2. Largo plazo

En el marco de la gestión medioambiental hay que tener en cuenta que las intervenciones propuestas pueden afectar al plan estratégico de corto o largo plazo, o hasta las mismas rutinas diarias de trabajo. Por lo tanto, es interesante contar con diferentes fuentes de informaciones a la hora de tomar ciertas decisiones, principalmente si estas cambian procesos, materiales o servicios, o bien, seleccionan materiales alternativos o rastrean actividades, identificando,

activando o investigando nuevos aspectos medioambientales de un determinado producto.

En este punto del proceso se debe considerar que cada una de estas herramientas ofrece diferentes formas de afrontar el problema y suministrar diversas informaciones útiles a la hora de una toma de decisión, teniendo en cuenta que cada una de ellas recoge, estructura y valora informaciones según determinados aspectos, resultando, en algunos casos, hasta complementarios entre sí.

CONCLUSIONES

1. Durante la propuesta de la herramienta de gestión para el Sistema de Evaluación, Control y Seguimiento Ambiental de la Central de Generación Aguacapa del Instituto Nacional de Electrificación se definieron indicadores cuantificables, para expresar en cifras absolutas o porcentuales que permiten evaluar el grado en fueron alcanzados los objetivos establecidos. Para ello se concluye que para establecer un proceso de evaluación de metodologías y técnicas existentes como instrumentos de la gestión ambiental es necesario contar con aspectos ambientales dentro de la planta de generación de energía de acuerdo con las resoluciones pertinentes, para delimitar los parámetros de los controles operacionales.
2. La herramienta es un medio para dar el seguimiento y evaluación pertinente a los compromisos ambientales adquiridos, y, los resultados obtenidos serán la guía para hacer los cambios o modificaciones de los procesos operacionales llevados ya acabo dentro de la planta.
3. Se definieron tres componentes ambientales principales, componente abiótico, biótico y humano, entre los que se identifican los factores de clima, aire, agua, suelo, paisaje, flora, fauna, población, servicios públicos y cultura en base a los cuales se definen los indicadores para la matriz
4. La herramienta como tal presta para el desempeño de observar los compromisos ambientales, pero es necesario incluir la información de las

tablas de compromisos derivados de las políticas ambientales para la verificación y control de ambas matrices, y la atención de quien maneje la herramienta y realice los informes de manera más completa.

5. El formato de documentación de resultados consiste en un encabezado para los registros obtenidos en el monitoreo y seguimiento donde se obtienen la mayoría de los datos para los factores antes mencionados.
6. Puesto que los compromisos ambientales son distintos y cada uno constituye una temporalidad distinta, el período de tiempo no es fijo, pero se recalca la importancia de la evaluación, control y seguimiento, así como actualizaciones a la matriz de la toma de datos para tener conocimiento de la expiración de cada uno de los compromisos y estudios hechos a los distintos factores dentro de la planta.

RECOMENDACIONES

1. Organizar un índice que permita contestar las preguntas definidas en la matriz de evaluación.
2. En un primer apartado, incluir un resumen ejecutivo que contenga las principales conclusiones y recomendaciones.
3. Describir la metodología usada durante la fase de análisis de los documentos y los objetivos específicos de la recolección y análisis de datos.
4. Proveer evidencias de las constataciones formuladas e indicar la fiabilidad de los datos usados.
5. Presentar figuras, gráficos y tablas que resuman lo presentado en el cuerpo del texto.
6. Criterios que deben tomarse en cuenta para continuar con la gestión adecuada de la propuesta son: incumplimiento de la legislación, riesgos ambientales, mejora del medio ambiente municipal, mejora de la calidad de vida y satisfacción ciudadana.
7. Es necesario impulsar un programa de educación ambiental dirigida a trabajadores involucrados en las fases de operación y mantenimiento de la obra tendiente a incentivar una cultura de protección y conservación de especies vegetales y animales.

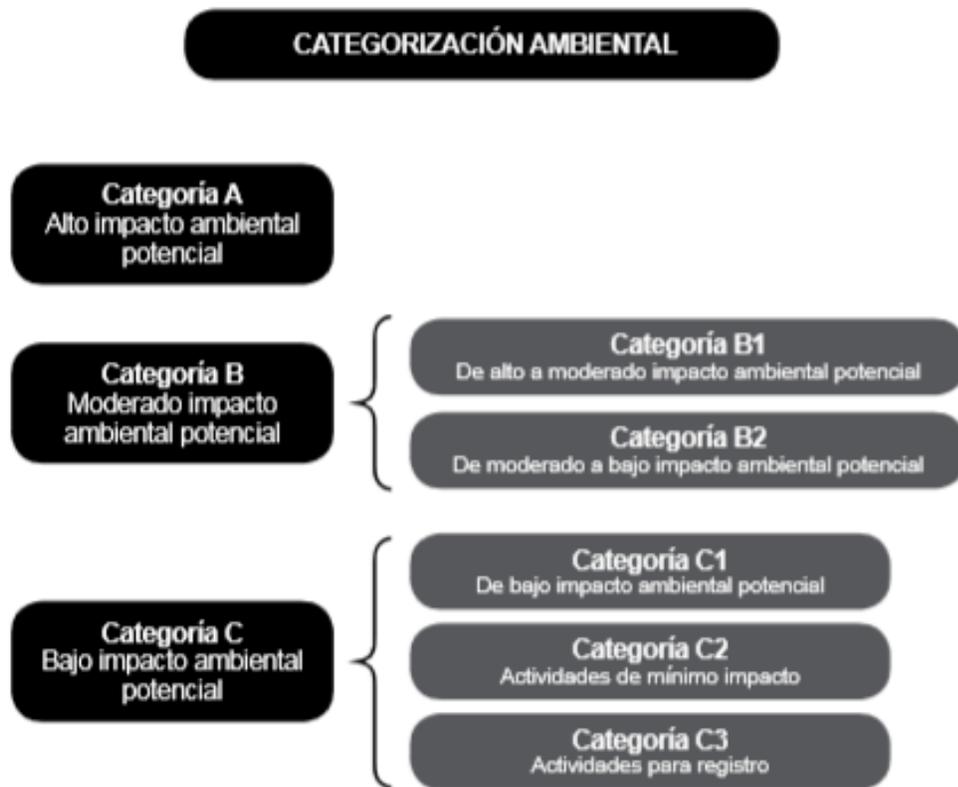
BIBLIOGRAFÍA

1. ACQUATELLA, Jean. *Aplicación de instrumentos económicos en la gestión ambiental en América Latina y el Caribe: desafíos y factores condicionantes*. Santiago, Chile: Comisión Económica para América Latina (CEPAL), Naciones Unidas, 2001. 80 p.
2. Acuerdo Gubernativo Número 137-2016: Reglamento de evaluación, control y seguimiento ambiental. Ministerio de Ambiente. Guatemala. 77 p.
3. Departamento de Medio Ambiente. *Libro de consulta para evaluación ambiental. Volumen III. Lineamientos para la evaluación ambiental de los proyectos energéticos e industriales*. 2a ed. Washington, D.C., E.E.U.U.: Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento/Banco Mundial, 1992. 252 p.
4. DI VIRGILIO, María Mercedes; SOLANO, Romina. *Monitoreo y evaluación de políticas, programas y proyectos sociales*. Buenos Aires, Argentina: Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF), 2012. 129 p.
5. GROSS, Patricio; HAJEK, Ernest. *Indicadores de calidad y gestión ambientales*. Santiago, Chile: Alfabetas Artes Gráficas, 1998. 127 p.

6. MASSOLO, Laura. *Introducción a las herramientas de gestión ambiental*. Buenos Aires, Argentina: Universidad Nacional de La Plata, 2015. 196 p.
7. Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. Dirección de Gestión Ambiental. *Guía de instrumentos ambientales*. Guatemala, 2015. 64 p.
8. MORENO, Sergio Alan; ESPÍ, José Antonio. *Introducción al uso de las herramientas de gestión ambiental aplicadas a los recursos naturales no renovables*. Madrid, España: Gráficas Monterreina, S.A., 2008. 241 p.
9. RODRÍGUEZ-BECERRA, Manuel; ESPINOZA, Guillermo. *Gestión ambiental en América Latina y el Caribe*. Washington, D.C., E.E.U.U.: Banco Interamericano de Desarrollo, 2002. 277 p.

ANEXOS

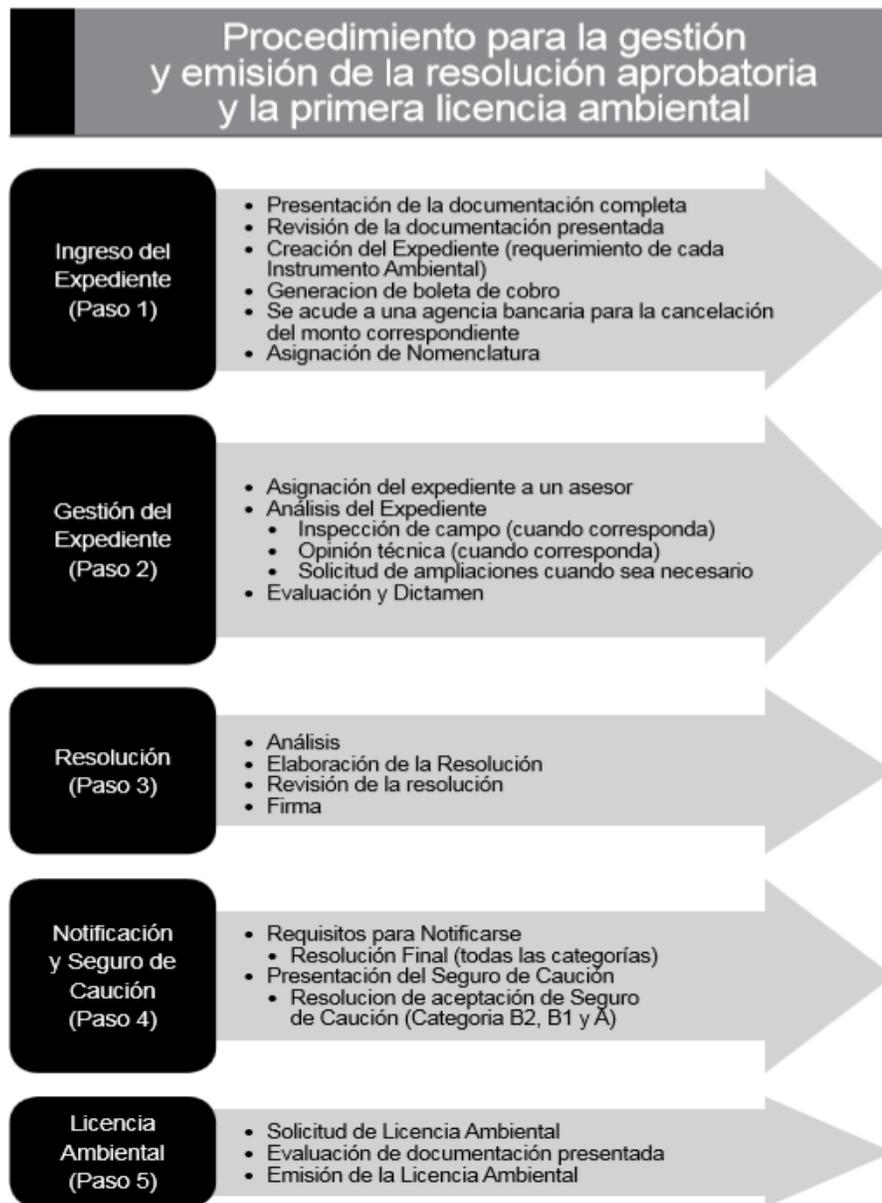
Anexo 1. Categorización ambiental



Fuente: Ministerio de Ambiente. *Guía de instrumentos ambientales*. 2015. p. 16.

Anexo 2. **Procedimiento para la gestión y emisión de la resolución aprobatoria y la primera licencia ambiental.**

Gestión y emisión de la resolución aprobatoria y primera licencia ambiental



Fuente: Ministerio de Ambiente. *Guía de instrumentos ambientales*. 2015. p. 23.

Anexo 3. Criterios para la inclusión de especies de flora en los listados de especies amenazadas

Criterios para la inclusión de especies de flora en las listas de especies amenazadas

CRITERIOS PARA LA INCLUSIÓN DE ESPECIES DE FLORA EN LOS LISTADOS DE ESPECIES AMENAZADAS.

- LEAs-

Estos listados han sido elaborados tomando en cuenta los requerimientos técnicos y administrativos del CONAP - Índices de CONAP - para proteger aquellas especies que en el ámbito nacional requieran autorización para su aprovechamiento y comercialización, así como lo establecido por la Convención Sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Flora y Fauna Silvestres – CITES -.

La Lista de Especies Amenazadas de Flora Silvestre comprende tres Listados: el Listado de Especies Amenazadas de Hongos, el Listado de Especies de Flora No Maderable y el Listado de Especies Amenazadas de Árboles Silvestres.

INDICES DE CONAP.

Categoría 1	Categoría 2	Categoría 3
Incluye: Las especies que se encuentran en peligro de extinción.	Incluye: Las especies de distribución restringida a un solo tipo de hábitat (endémicas).	Incluye: Las especies que si bien en la actualidad no se encuentran en peligro de extinción, podrían llegar a estarlo si no se regula su aprovechamiento.
USO: Se prohíbe la libre exportación y comercialización de especímenes extraídos de la naturaleza. Podrán ser utilizadas con fines científicos y reproductivos Podrán comercializarse los especímenes reproducidos por métodos comprobados, sus partes o derivados.	USO: a) Para fines científicos y reproducción. b) Con fines comerciales su aprovechamiento se regulará a través de planes de manejo técnicamente elaborados los cuales serán aprobados siempre y cuando se garantice la sobrevivencia de la especie o especies de que se trate. Su uso en áreas Protegidas requerirá un EIA.	USO: a) Para fines científicos y reproducción. b) Con fines comerciales su aprovechamiento se regulará a través de planes de manejo técnicamente elaborados los cuales serán aprobados siempre y cuando se garantice la sobrevivencia y estabilidad de las poblaciones de la especie o especies de que se trate. Su uso en Áreas Protegidas requerirá el FORMATO AMBIENTAL INICIAL.

Fuente: CONAP. *Lista de especies amenazadas en Guatemala*. 2006. p 1.

