

**ELABORACIÓN DE ESTUDIOS AMBIENTALES DESARROLLADOS POR LA
EMPRESA ESTUDIOS E INGENIERÍA AMBIENTAL S.A.S.**

ANGIE NATALY PIÑEROS TORRES

UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

FACULTAD DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

ADMINISTRACIÓN AMBIENTAL

BOGOTÁ D.C – 2023

**ELABORACIÓN DE ESTUDIOS AMBIENTALES DESARROLLADOS POR LA
EMPRESA ESTUDIOS E INGENIERÍA AMBIENTAL S.A.S.**

AUTOR

ANGIE NATALY PIÑEROS TORRES - CD: 20192785006

PASANTÍA PARA OPTAR AL TÍTULO DE:

ADMINISTRADOR AMBIENTAL

DIRECTOR INTERNO

AURA YOLANDA DIAZ LOZANO

DOCENTE DIRECTOR

DIRECTOR EXTERNO

CLAUDIA LORENA SUÁREZ MARMOLEJO

INGENIERA AMBIENTAL

**UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS
FACULTAD DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES
ADMINISTRACIÓN AMBIENTAL**

BOGOTÁ D.C – 2023

Dedicatoria

A Dios, por ser fuente de inspiración, sabiduría, fuerza y resiliencia.

A mis padres, por su apoyo incondicional en cada paso que doy en mi vida, por su cariño y por construir conmigo este camino llamado vida. Mi mamá por su protección, su entrega como madre, por enseñarme de fortaleza y tenacidad. Mi papá por enseñarme de amabilidad y bondad y cuya risa llevo grabada en lo más profundo del corazón y atesoro como cura, ante momentos de dificultad.

A mis hermanos, Pablo y Santiago. Pablo, a quien adoro con todo mi ser, cuyo hombre aún tiene la inocencia y la bondad de un niño, por ser hermano, amigo, confidente y cómplice. Santiago, por las risas y los recuerdos de infancia que atesoraré en mi corazón por siempre y por ser a quien más admiro como persona y padre. Que la vida nos dé la oportunidad de vernos hasta el final de nuestros caminos.

A toda mi familia, que, con su apoyo, sus palabras y los momentos compartidos, me han impulsado a seguir adelante y han llenado mi memoria de recuerdos que conservo con cariño.

A todos aquellos amigos que han iluminado mi vida, que han compartido mi camino y han sido un pedacito de felicidad. A Lorena, con quien compartí la carrera día tras día, por ayudarme, comprenderme y acompañarme. Estefany, por su apoyo, por ser fuente de alegría, por brindarme un hombro donde descansar y ser refugio en la tormenta; si hay amistades que duran toda la vida, espero que la nuestra sea una de ellas.

Agradecimientos

A la Universidad Distrital Francisco Jose de Caldas, por la calidad de su educación, por su exigencia para formar profesionales con conocimientos, aptitudes y el deseo de aportar un granito de arena a la construcción de un mejor país.

A cada profesor que enseñó con vocación y entrega. Las enseñanzas desde lo profesional, hasta lo ético.

A todo el talento humano que compone el proyecto curricular de Administración Ambiental, por el apoyo en cada paso de la carrera.

A la profesora Aura Yolanda Díaz Lozano, quien fue guía y me brindó claridad desde el primer momento, cuyo apoyo ha sido fundamental para el desarrollo y finalización de este último escalón para alcanzar tan anhelado título.

A la ingeniera Claudia Lorena Suárez por brindarme la oportunidad de realizar mi pasantía, quien me abrió las puertas de EIA S.A.S, por acogerme, confiar en mi formación y ayudarme en el proceso de aprender y crecer. Al ingeniero Jose Martínez, por su apoyo, acompañamiento, amabilidad y por todo lo aprendido durante el desarrollo de la pasantía. A los dos por su calidez, a quienes admiro como profesionales, jefes y, sobre todo, como personas. Por haber sido un lugar seguro para crecer profesionalmente, por permitirme redescubrir una y otra vez mi pasión por la carrera durante estos meses y cuya etapa, recordaré siempre con cariño.

Tabla de contenido

1.	Resumen Ejecutivo	10
2.	Objetivos.....	12
2.1.	Objetivo General.....	12
2.2.	Objetivos Específicos	12
3.	Contexto Organizacional	13
3.1.	Misión	13
3.2.	Visión.....	14
3.3.	Organigrama	14
4.	Marco conceptual	16
5.	Marco normativo	24
6.	Actividades	29
6.1.	Fase planificar.....	29
6.2.	Fase Hacer	29
6.3.	Fase Verificar.....	29
6.4.	Fase actuar	30
7.	Resultados.....	31
7.1.	Fase Planificar	31
7.2.	Fase Hacer	32
7.2.1.	Cumplimiento objetivo específico No. 1.	32
7.2.2.	Cumplimiento objetivo específico No. 2.	35
7.2.3.	Cumplimiento objetivo específico No. 3.	37
7.2.4.	Cumplimiento de actividades complementarias propuestas por EIA S.A.S.	38
7.3.	Fase Verificar.....	39
7.4.	Fase Actuar	39
8.	Evaluación de Cumplimiento	40
9.	Conclusiones.....	42

10. Bibliografia.....	44
-----------------------	----

Índice de tablas

Tabla 1. Información General de la Empresa	13
Tabla 2. Criterios de Evaluación y Rangos de Calificación para los Impactos Ambientales	17
Tabla 3. Rangos de Valores Para la Determinación de la Importancia de los Impactos Ambientales	20
Tabla 4. Parámetros Fisicoquímicos a Monitorear y sus Valores Límites Máximos Permisibles Para el Vertimiento de Aguas Residuales Domésticas, Artículo 8.	25
Tabla 5. Parámetros Fisicoquímicos a Monitorear y sus Valores Límites Máximos Permisibles Para el Vertimiento de Aguas Residuales no Domésticas, Artículo 10.	26
Tabla 6. Objetivos de Calidad de la Quebrada la Cianurada	28
Tabla 7. Cumplimiento de Indicadores de la Pasantía	40

Índice de figuras

Figura 1. Organigrama EIA S.A.S.	15
Figura 2. Ruta metodológica para la identificación de aspectos e impactos ambientales	33
Figura 3. Impactos ambientales identificados y evaluados, en escenario sin vertimiento y en escenario con vertimiento	34
Figura 4. Atributos de las fichas de manejo ambiental	35

Siglas

ANLA: Autoridad Nacional de Licencias Ambientales

ARD: Aguas Residuales Domésticas

ARnD: Aguas Residuales no Domésticas

CORANTIOQUIA: Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia

EAV: Evaluación Ambiental del Vertimiento

EIA S.A.S: Estudios e Ingeniería Ambiental S.A.S.

ESRI: Environmental Systems Research Institute

IGAC: Instituto Geográfico Agustín Codazzi

MAG: Modelo de Almacenamiento Geográfico

Minambiente: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible

PGRMV: Plan de Gestión del Riesgo Para el Manejo de Vertimientos

PORH: Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico

SHP: Shapefile

SIG: Sistemas de información Geográfica

UPM: Unidades Productoras Mineras

1. Resumen Ejecutivo

Estudios e Ingeniería Ambiental S.A.S es una empresa que ofrece servicios de consultoría, interventoría e ingeniería ambiental en los sectores de infraestructura, minería, hidrocarburos, energía eléctrica y conservación en el territorio nacional. Entre las soluciones profesionales que brindan se encuentran Estudios de Impacto Ambiental, Planes de Manejo Ambiental, Informes de Cumplimiento Ambiental, Planes de Gestión del Riesgo, sustracciones de reserva, interventoría ambiental y social, entre otros. Dentro de los procesos que se desarrollan en la empresa, se hace necesaria la participación de profesionales en distintas ramas del conocimiento, entre ellas la Administración Ambiental, por lo cual, la participación de un perfil con una visión administrativa y sus distintas competencias, se presenta como una oportunidad de mejora en las actividades desarrolladas por la empresa y de enriquecimiento profesional para el futuro egresado.

Este documento contiene el compilado de las actividades realizadas, que permitieron el cumplimiento del propósito de la pasantía, el cual fue apoyar la identificación y evaluación de impactos ambientales, apoyo en la estructuración de fichas de manejo ambiental y la creación de figuras cartográficas y mapas temáticos para los estudios ambientales correspondientes a Plan de Gestión del Riesgo Para el Manejo de Vertimientos y Evaluación Ambiental de Vertimientos para la formalización de Unidades Productoras Mineras del municipio de Remedios, desarrollados según normatividad ambiental vigente, desde la óptica y competencia de la administración ambiental, bajo los lineamientos y contexto empresarial de Estudios e Ingeniería Ambiental S.A.S.

Palabras clave: Estudios ambientales, autoridad ambiental, licenciamiento ambiental.

Abstract

Estudios e Ingeniería Ambiental S.A.S. is a company that offers consulting, auditing and environmental engineering services in the infrastructure, mining, hydrocarbons, electric energy and conservation sectors throughout the country. Among the professional solutions provided are Environmental Impact Assessments, Environmental Management Plans, Environmental Compliance Reports, Risk Management Plans, reserve subtractions, environmental and social auditing, among others. Within the processes that are developed in the company, it is necessary the participation of professionals in different branches of knowledge, among them Environmental Management, therefore, the participation of a profile with an administrative vision and its different competencies, is presented as an opportunity for improvement in the activities developed by the company and professional enrichment for the future graduate.

This document contains the compilation of the activities carried out, which allowed the fulfillment of the purpose of the internship, which was to support the identification and evaluation of environmental impacts, support in the structuring of environmental management sheets and the creation of cartographic figures and thematic maps for the environmental studies corresponding to the Risk Management Plan for the Management of Dumping and Environmental Evaluation of Dumping for the formalization of Mining Production Units of the municipality of Remedios, developed according to current environmental regulations, from the perspective and competence of the environmental administration, under the guidelines and business context of Estudios e Ingeniería Ambiental S. A.S.

Key words: Environmental studies, environmental authority, environmental licensing.

2. Objetivos

2.1. Objetivo General

Apoyar la elaboración de los estudios ambientales en los cuales participe la empresa, a través de distintas actividades pertinentes al perfil profesional y ocupacional del administrador ambiental.

2.2. Objetivos Específicos

- Apoyar las actividades relacionadas a la identificación y evaluación de impactos ambientales.
- Apoyar la estructuración de fichas de Plan de Manejo Ambiental.
- Apoyar la generación de figuras cartográficas y de mapas temáticos.

3. Contexto Organizacional

La empresa Estudios e Ingeniería Ambiental S.A.S. ofrece servicios enfocados a brindar soluciones profesionales en la elaboración de estudios ambientales, con altos estándares de calidad para garantizar la gestión óptima de recursos y la obtención de licencias ambientales en beneficio del desarrollo sostenible en las regiones, el progreso económico de los territorios y el cumplimiento de la normatividad ambiental vigente en el país. (Estudios e Ingeniería Ambiental S.A.S. [EIA S.A.S], 2023). En la **Tabla 1**, se encuentra la información más relevante de la empresa, la cual permite un mayor entendimiento de la organización.

Tabla 1

Información General de la Empresa

Información	EIA S.A.S.
Razón Social	Estudios e Ingeniería Ambiental S.A.S.
Teléfono	3154420034
Actividad	7490 – Otras actividades profesionales científicas y técnicas n.c.p. 7112 – Actividades de ingeniería y otras actividades conexas de consultoría técnica 8560 - Actividades de apoyo a la educación
Forma Jurídica	Sociedad por Acciones Simplificada

Nota. Tomado de Estudios e Ingeniería Ambiental S.A.S., 2023.

3.1. Misión

“Realizar estudios ambientales con altos estándares de calidad y cumplimiento, para una óptima gestión y Licenciamiento Ambiental de proyectos en Colombia, dando cumplimiento a la

normatividad ambiental vigente, optimizando los recursos económicos de nuestros clientes y contribuyendo al desarrollo sostenible en las Regiones” (EIA S.A.S., 2023).

3.2. Visión

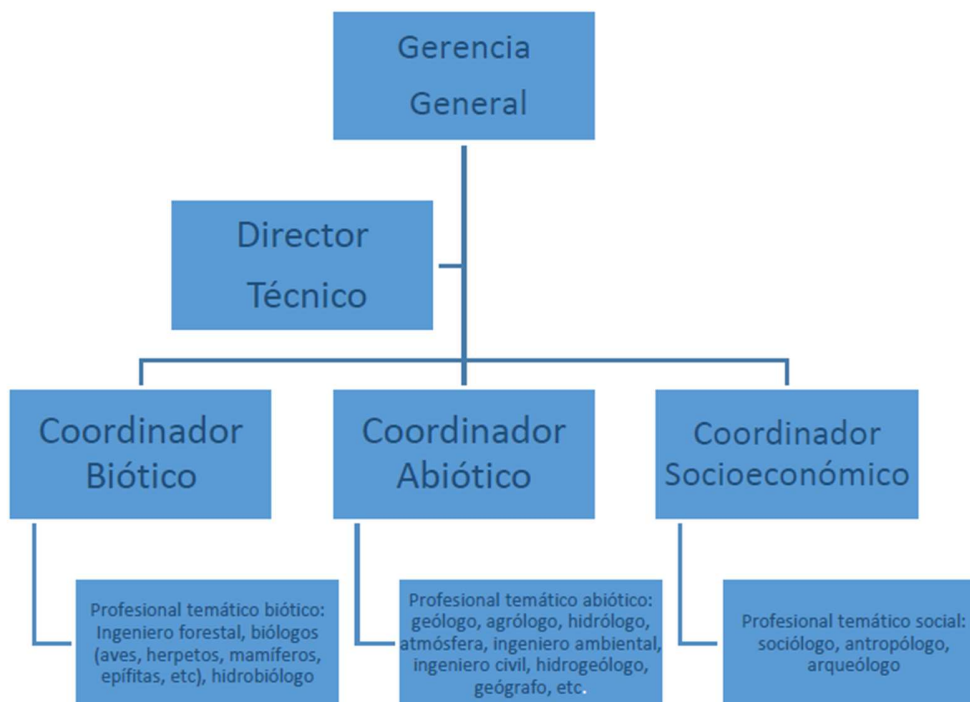
“EIA S.A.S., será la opción preferida de nuestros clientes, superando sus expectativas en calidad y servicio; y de nuestros colaboradores, brindando un lugar de trabajo que inspira a dar lo mejor de cada uno. En el 2025 EIA S.A.S. Será una empresa de consultoría ambiental reconocida por la excelencia de su trabajo, cumplimiento y calidad humana” (EIA S.A.S., 2023).

3.3. Organigrama

La empresa Estudios e Ingeniería Ambiental S.A.S. actualmente cuenta con una estructura interna interdisciplinaria, que le permite sostener las operaciones administrativas y operativas de la organización, bajo criterios de calidad, competitividad y cumplimiento, en la elaboración de estudios ambientales y licenciamiento ambiental a nivel nacional. En la **Figura 1** se presenta el organigrama de la empresa.

Figura 1

Organigrama EIA S.A.S.



Nota. Tomado de Estudios e Ingeniería Ambiental S.A.S., 2023.

4. Marco Conceptual

Los estudios ambientales realizados por la empresa Estudios e Ingeniería Ambiental S.A.S. al momento de realizar la pasantía correspondieron a la elaboración de Planes de Gestión del Riesgo Para el Manejo de Vertimientos (PGRMV) y a Evaluaciones Ambientales del Vertimiento (EAV), para la formalización minera de Unidades Productoras Mineras (UPM), en el municipio de Remedios, al nordeste del departamento de Antioquia.

Remedios se caracteriza por ser un municipio de vocación minera, la cual es la base principal de su economía y esta se dinamiza entorno a las minas y su explotación, la cual, en su mayoría, se lleva a cabo de manera artesanal o antitécnica y de manera informal (Alcaldía de Remedios, s.f.). Para la formalización de las Unidades Productoras Mineras (UPM), estas deben contar con título, instrumento ambiental, así como el cumplimiento de requerimientos legales, ambientales, técnicos, sociales y financieros.

Durante la pasantía Estudios e Ingeniería Ambiental S.A.S estuvo desarrollando los estudios ambientales correspondientes al Plan de Gestión del Riesgo Para el Manejo de Vertimientos y la Evaluación Ambiental del Vertimiento para la formalización de 6 Unidades Productoras Mineras en Remedios, cuya Autoridad Ambiental corresponde a la Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia (CORANTIOQUIA). Por lo cual, se apoyó la identificación y evaluación de impactos ambientales, la estructuración de fichas de manejo ambiental y la creación de figuras cartográficas y mapas temáticos, en la formulación de los estudios mencionados.

El termino de impacto ambiental se puede definir como “La alteración inducida en el medio ambiente por una determinada actuación, tal y como es y tal como se percibe” (Español,

2017). Estos representan cambios en los atributos del medio ambiente de naturaleza negativa o positiva, según la norma ISO 14001, versión 2015, que define los impactos ambientales como: “Cambio en el medio ambiente, ya sea adverso o beneficioso, como resultado total o parcial de los aspectos ambientales de una organización” (Organización Internacional de Normalización [ISO], 2015).

Los aspectos ambientales se pueden definir como el mecanismo que causa un impacto ambiental debido a la acción humana (Sánchez, 2010), por lo cual, este concepto es una interacción derivada de una actividad, producto o servicio, que se ve reflejada en los cambios presentes en el medio ambiente, en sus tres medios: abiótico, biótico y socioeconómico.

Para la evaluación de impactos ambientales se utilizó como referencia la Guía Metodológica Para la Evaluación del Impacto Ambiental por Vicente Conesa Fernández-Vítora, 4ta. Edición, 2010. La evaluación de los impactos se realizó teniendo en cuenta los atributos (Ver **Tabla 2**), los rangos de calificación (Ver **Tabla 3**) y la ecuación para la determinar la importancia de un impacto (Ver **Ecuación 1**), establecidos por el autor.

Tabla 2

Criterios de Evaluación y Rangos de Calificación para los Impactos Ambientales

Atributo	Rango	Calificación
Signo. Se refiere al carácter benéfico (+) o perjudicial (-) de las distintas acciones que van a actuar sobre los distintos factores considerados.	Positivo	+
	Negativo	-
Intensidad. Se refiere al grado de incidencia de la acción sobre el factor en el ámbito específico en el que actúa.	Baja	1
	Media	2

Atributo	Rango	Calificación
	Alta	4
	Muy alta	8
	Total	12
	Puntual	1
	Parcial	2
Extensión. Se refiere al área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno de la actividad (% de área, respecto al entorno, en que se manifiesta el efecto).	Extensa	4
	Total	8
	Crítica	(+4)
	Largo plazo	1
Momento. Se refiere al tiempo entre la aparición de la acción que produce el impacto y el comienzo de las afectaciones sobre el factor considerado.	Mediano plazo	2
	Inmediato	4
	Crítico	(+4)
Persistencia. Se refiere al tiempo que supuestamente permanecerá el efecto desde su aparición y, a partir del cual el factor afectado retornaría a las condiciones iniciales previas a la acción por los medios naturales o mediante la introducción de medidas correctoras	Fugaz	1
	Temporal	2
	Permanente	4
Reversibilidad. Se refiere a la posibilidad de reconstrucción del factor afectado, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales	Corto plazo	1
	Mediano plazo	2

Atributo	Rango	Calificación
previas a la acción, por medios naturales, una vez aquel deje de actuar sobre el medio.	Irreversible	4
Recuperabilidad. Se refiere a la posibilidad de reconstrucción, total o parcial, del factor afectado, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la acción, por medio de la intervención humana, o sea, mediante la introducción de medidas correctoras y restauradoras.	Recuperable inmediato	1
	Recuperable mediano plazo	2
	Mitigable o compensable	4
	Irrecuperable	4
Sinergia. Se refiere al reforzamiento de dos o más efectos simples. La componente total de la manifestación de los efectos simples, provocados por acciones que actúan simultáneamente, es superior a la que cabría de esperar cuando las acciones que las provocan actúan de manera independiente, no simultánea.	Sin sinergismo	1
	Sinérgico	2
	Muy sinérgico	4
Acumulación. Se refiere al incremento progresivo de la manifestación del efecto cuando persiste de forma continuada o reiterada la acción que lo genera.	Simple	1
	Acumulativo	4
Efecto. Se refiere a la relación causa-efecto, o sea, a la forma de manifestación del efecto sobre un factor, como consecuencia de una acción.	Indirecto o secundario	1
	Directo o primario	4
Periodicidad. Se refiere a la regularidad de manifestación del efecto, bien sea de manera cíclica o recurrente (efecto periódico), de forma impredecible en el tiempo (efecto irregular) o constante en el tiempo (efecto continuo).	Irregular o discontinuo	1
	Periódico	2
	Continuo	4

Nota. Tomado de la Guía Metodológica Para la Evaluación del Impacto Ambiental, por Vicente Conesa Fernández-Vítora, 4ta. Edición, 2010.

Tabla 3

Rangos de Valores Para la Determinación de la Importancia de los Impactos Ambientales

Categoría	Rango
Irrelevantes	25 <
Moderados	Entre 25 y 50
Severos	Entre 50 y 75
Críticos	< 75

Nota. Tomado de la Guía Metodológica Para la Evaluación del Impacto Ambiental, por Vicente Conesa Fernández-Vítora, 4ta. Edición, 2010.

La importancia de un impacto está determinada por la combinación de los criterios de calificación anteriormente descritos y de la calificación de cada criterio y de su peso en la ecuación propuesta por Conesa Fernández (**Ecuación 1**).

Ecuación 1

Cálculo de la Importancia de los Impactos Ambientales

$$I = (3IN + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)$$

Donde cada criterio corresponde a:

I: Importancia

IN: Intensidad

EX: Extensión

MO: Momento

PE: Persistencia

RV: Reversibilidad

SI: Sinergia

AC: Acumulación

EF: Efecto

PR: Periodicidad

MC: Recuperabilidad

Una vez realizada la evaluación ambiental y determinada la importancia de los impactos ambientales, se elabora el Plan de Manejo Ambiental (PMA), el cual contiene las medidas y actividades propuestas para prevenir, mitigar, corregir o compensar los impactos y los efectos derivados del desarrollo de una obra, actividad o proyecto.

Las medidas de prevención se enfocan en evitar los impactos y los efectos negativos; las medidas de mitigación se encargan de minimizar los impactos y efectos negativos; las medidas de corrección tienen el propósito de recuperar, restaurar o reparar y las medidas de compensación tienen como objetivo resarcir y retribuir al medio social y ambiental, los impactos negativos que no se pudieron prevenir, mitigar o corregir. (Autoridad Nacional de Licencias Ambientales, [ANLA], s.f.). Para organizar las medidas de manejo según la importancia, se diseñan fichas de manejo ambiental, con atributos que permitan contextualizar y dar soporte de las mismas.

Como parte de los requerimientos para la presentación de estudios ambientales, es necesario contar con soportes cartográficos, elaborados en Sistemas de Información Geográfica, ya sea de Software de pago o libre. Durante la pasantía, las actividades relacionadas al apoyo en la creación de figuras y de mapas temáticos, se llevaron a cabo en el Software de pago ArcGIS, el cual permite realizar análisis espacial y representación cartográfica, creado por la organización Environmental Systems Research Institute (ESRI), la cual usa como formato para la representación de figuras el formato Shapefile (SHP).

ESRI define el Shapefile como: “formato sencillo y no topológico que se utiliza para almacenar la ubicación geométrica y la información de atributos de las entidades geográficas. Las entidades geográficas de un Shapefile se pueden representar por medio de puntos, líneas o polígonos (áreas)” (Environmental Systems Research Institute [ESRI], s.f.).

Las figuras cartográficas y mapas temáticos se realizaron según el Modelo de Almacenamiento Geográfico (MAG) establecido por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, en su Metodología General para la Elaboración y Presentación de Estudios Ambientales. Esta metodología es un requerimiento para presentar estudios ambientales ante la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA) y/o la Autoridad Ambiental competente.

El Modelo de Almacenamiento Geográfico es una forma estandarizada de almacenar información geográfica, cartográfica, datos alfanuméricos, metadatos y mapas, con el propósito de estandarizar la información geoespacial y facilitar su gestión, referente a los proyectos que requieran de licenciamiento ambiental (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible [Minambiente], s.f.), para lo cual Minambiente dispone el diccionario de datos geográfico y la plantilla de Metadatos Institucional para la aplicación del MAG.

Ahora bien, con el propósito de garantizar la calidad de los resultados de la pasantía, se utilizó la metodología por fases planteada por el autor William Edwards Deming, correspondiente al Ciclo de Deming o también conocida como Ciclo PHVA, la cual se estructura en 4 etapas: Planificar, hacer, verificar y actuar. El ciclo PHVA es una herramienta que permite ejecutar acciones organizadas en torno a un objetivo claro, que comprenda las necesidades y la complejidad de lo esperado y que, finalmente, el resultado este dentro del marco de la calidad, gracias a la aplicación de la mejora continua (Zapata, 2015). Por consiguiente, el desarrollo de

actividades referentes al apoyo en la elaboración de estudios ambientales se realizó de la siguiente manera:

Fase 1 – Planificar: Establecer los objetivos que se pretenden alcanzar, así como las estrategias y los recursos para lograrlo.

Fase 2 – Hacer: Ejecutar y realizar las acciones que dan cumplimiento a los objetivos planteados.

Fase 3 – Verificar: Realizar el control y seguimiento a las acciones desarrolladas y evaluar su desempeño y cumplimiento.

Fase 4 – Actuar: emprender acciones correctivas, según los resultados obtenidos en la etapa previa de verificación.

5. Marco Normativo

Durante el desarrollo de la pasantía y el cumplimiento de la misma, se tuvo en cuenta la siguiente normatividad ambiental:

Decreto 050 de 2018: El cual modifica parcialmente el Decreto 1076 de 2015, respecto a los Consejos Ambientales Regionales de la Macrocuencas, el Ordenamiento del Recurso Hídrico y Vertimientos. Específicamente los siguientes artículos:

- **Artículo 3:** Ordenamiento del Recurso Hídrico.
- **Artículo 4:** Criterios y objetivos de Calidad.
- **Artículo 8:** Requisitos del permiso de vertimientos.
- **Artículo 9:** Contenido mínimo de la Evaluación Ambiental del Vertimiento.

Resolución 1514 de 2012: Por la cual se adoptan los términos de referencia para la elaboración del Plan de Gestión del Riesgo para el Manejo de vertimientos, expedida por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Específicamente el capítulo 4, correspondiente a la caracterización del área de influencia del medio abiótico y el capítulo 6, correspondiente al proceso de reducción del riesgo asociado al sistema de gestión del vertimiento, donde se estructuran las medidas de manejo propuestas en la evaluación ambiental de vertimiento.

Resolución 1402 de 2018: Por la cual se adopta la Metodología General para la Elaboración y Presentación de Estudios Ambientales, expedida por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

Resolución 0631 de 2015: El cual establece los parámetros y valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales a cuerpos de agua superficiales y al sistema de alcantarillado público, específicamente el artículo 8 y 10 (Ver **Tabla 4** y **Tabla 5**).

Tabla 4

Parámetros Fisicoquímicos a Monitorear y sus Valores Límites Máximos Permisibles Para el Vertimiento de Aguas Residuales Domésticas, Artículo 8.

Parámetro	Unidad	Límite máximo permisible
pH	Unidades de pH	6,00 a 9,00
Demanda química de oxígeno	mg/L	180,00
Demanda bioquímica de oxígeno	mg/L	180,00
Sólidos suspendidos totales	mg/L	90,00
Sólidos sedimentables	mg/L	5,00
Grasas y Aceites	mg/L	20,00
Sustancias Activas al Azul de Metileno	mg/L	Análisis y reporte
Hidrocarburos totales	mg/L	Análisis y reporte
Ortofosfatos	mg/L	Análisis y reporte
Fosforo total	mg/L	Análisis y reporte
Nitratos	mg/L	Análisis y reporte
Nitritos	mg/L	Análisis y reporte
Nitrógeno amoniacal	mg/L	Análisis y reporte
Nitrógeno total	mg/L	Análisis y reporte

Nota. Tomado del artículo 8 de la Resolución 0631 de 2015, expedida por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

Tabla 5

Parámetros Fisicoquímicos a Monitorear y sus Valores Límites Máximos Permisibles Para el Vertimiento de Aguas Residuales no Domésticas, Artículo 10.

Parámetro	Unidad	Límite máximo permisible
pH	Unidades de pH	6,00 a 9,00
Demanda química de oxígeno	mg/L	150,00
Demanda bioquímica de oxígeno	mg/L	50,00
Sólidos suspendidos totales	mg/L	50,00
Sólidos sedimentables	mg/L	2,00
Grasas y Aceites	mg/L	10,00
Sustancias Activas al Azul de Metileno	mg/L	Análisis y reporte
Hidrocarburos totales	mg/L	10,00
Ortofosfatos	mg/L	Análisis y reporte
Fosforo total	mg/L	Análisis y reporte
Nitratos	mg/L	Análisis y reporte
Nitritos	mg/L	Análisis y reporte
Nitrógeno amoniacal	mg/L	Análisis y reporte
Nitrógeno total	mg/L	Análisis y reporte
Cianuro total	mg/L	1,00
Cloruros	mg/L	250,00
Sulfatos	mg/L	1200,00
Sulfuros	mg/L	1,00
Arsénico	mg/L	0,10
Cadmio	mg/L	0,05
Zinc	mg/L	3,00
Cobre	mg/L	1,00

Parámetro	Unidad	Límite máximo permisible
Cromo	mg/L	0,50
Hierro	mg/L	2,00
Mercurio	mg/L	0,002
Níquel	mg/L	0,50
Plata	mg/L	0,50
Plomo	mg/L	0,20
Acidez total	mg/L	Análisis y reporte
Alcalinidad total	mg/L	Análisis y reporte
Dureza cálcica	mg/L	Análisis y reporte
Dureza total	mg/L	Análisis y reporte
Color real (436 nm, 525 nm y 620 nm)	m ⁻¹	Análisis y reporte

Nota. Tomado del artículo 8 de la Resolución 0631 de 2015, expedida por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

Resolución 0370 de 2021: El cual establece el sistema de proyección cartográfica oficial para Colombia, expedida por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Adoptando la proyección cartográfica Transverse Mercator, como sistema oficial de coordenadas planas para Colombia, con un único origen denominado Origen Nacional o también denominado origen CTM 12.

Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico para la Quebrada La Cianurada (PORH): Formulado por el Centro de Ciencia y Tecnología de Antioquia y la Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia (CORANTIOQUIA), el cual determina los Objetivos de Calidad de la quebrada La Cianurada (Ver **Tabla 6**), el cual corresponde al cuerpo de agua receptor de los vertimientos de Aguas Residuales Domesticas y Aguas Residuales no

Domesticas de las Unidades Productoras Mineras, de las cuales se desarrollaron los estudios ambientales.

Tabla 6

Objetivos de Calidad de la Quebrada la Cianurada

Variable	Unidad	Corto plazo (0-2 años)	Mediano plazo (2-5 años)	Largo plazo (5-10 años)
Oxígeno disuelto	mg/L	3,00	3,00	3,00
Demanda bioquímica de oxígeno	mg/L	15,00	15,00	15,00
Solidos suspendidos totales	mg/L	21,00	21,00	21,00
Coliformes totales	MNP/100 ml	5000,00	5000,00	5000,00
pH mínimo	Unidades de pH	5,00	5,00	5,00
pH máximo	Unidades de pH	9,00	9,00	9,00
Solidos disueltos totales	mg/L	120,00	120,00	120,00

Nota. Tomado del Plan de ordenamiento del recurso hídrico de la Quebrada La Cianurada, Informe final. Fase I Declaratoria y Fase II Diagnóstico, formulado por el Centro de Ciencia y Tecnología de Antioquia y Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia, 2016.

6. Actividades

El diseño metodológico basado en el ciclo de Deming, se utilizó como herramienta para cumplir con los objetivos propuestos en la pasantía, a través de las fases de planificar, hacer, actuar y verificar.

6.1. Fase Planificar

Inicialmente, se llevo a cabo la fase de planeación, la cual consistió en recopilar información de fuentes primarias y secundarias y estructurar la información recopilada, con el propósito de compaginarla con la información suministrada por la empresa para así establecer una ruta de trabajo con el material disponible. Esto permitió identificar los insumos cartográficos necesarios, la normatividad aplicable a los estudios ambientales que estaba desarrollando Estudios e Ingeniera Ambiental S.A.S. y la metodología a utilizar para la evaluación de impactos ambientales.

6.2. Fase Hacer

En la fase hacer, se llevaron a cabo las distintas actividades de apoyo en la identificación y evaluación de los impactos ambientales, el apoyo en la estructuración de las fichas de plan de manejo ambiental y el apoyo en la creación de figuras y mapas cartográficos a través del uso del Software de sistemas de información geográfica ArcGIS, con el acompañamiento de la gerente, del director técnico y de los distintos profesionales que participaron en la elaboración de los estudios durante la realización de la pasantía.

6.3. Fase Verificar

En la fase de verificar, se reviso el avance de las actividades planteadas y la calidad de los resultados, identificando acciones de mejora y acciones correctivas, según la

retroalimentación del director técnico, permitiendo así, la estructuración de la información en las condiciones esperadas.

6.4. Fase Actuar

Finalmente, en la fase actuar, se realizó la compilación de todos los productos elaborados durante las fases previas, con las correcciones aplicadas y con la calidad esperada, esto, con el propósito de presentar los resultados ante la empresa Estudios e Ingeniería Ambiental S.A.S, dando cumplimiento a la normatividad ambiental vigente y a los términos de referencia de los estudios ambientales en los cuales se participo y apoyó, desde disciplina de la administración ambiental.

7. Resultados

A continuación, se presentan los resultados por cada fase mencionada anteriormente:

7.1. Fase Planificar

Durante la fase de planeación, a través de reuniones con el director técnico y profesionales de distintas disciplinas, se contextualizaron y abordaron los estudios ambientales que se estaban desarrollando en EIA S.A.S al momento de iniciar la pasantía, los cuales correspondieron a la realización de varios Planes de Gestión del Riesgo para el Manejo de vertimientos (PGRMV) y a Evaluaciones Ambientales del Vertimiento (EAV), de una empresa minera, generadora de vertimientos de aguas residuales domésticas (ARD) y de aguas residuales no domésticas (ARnD), con el propósito de tramitar y obtener el debido permiso de vertimientos ante la autoridad ambiental.

A partir de estas reuniones se identificó la normatividad ambiental y los términos de referencia aplicables, los cuales sirvieron como referencia y como punto de partida para el apoyo en la elaboración de los estudios según los capítulos cuya competencia se compaginaron con el que hacer del administrador ambiental, estableciendo las responsabilidades, las actividades y los productos esperados, como pasante.

Así mismo, la empresa EIA S.A.S. suministró la información necesaria para poder llevar a cabo las actividades de la pasantía, tales como normatividad, literatura ambiental de referencia, documentos técnicos de sistemas de tratamiento de aguas residuales, líneas base de los estudios ambientales que se estaban desarrollando, insumos cartográficos del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), así como información levantada en campo a través de dispositivos GPS, imágenes satelitales y fotografías áreas tomadas por dron.

7.2. Fase Hacer

7.2.1. *Cumplimiento Objetivo Específico No. 1.*

Para el objetivo correspondiente al apoyo de las actividades relacionadas a la identificación y evaluación de impactos ambientales, se utilizó la metodología de evaluación de impactos ambientales de Conesa Fernández-Vítora, actualizada en el año 2010, la cual es una metodología ampliamente utilizada en la consultoría ambiental para la evaluación de impactos.

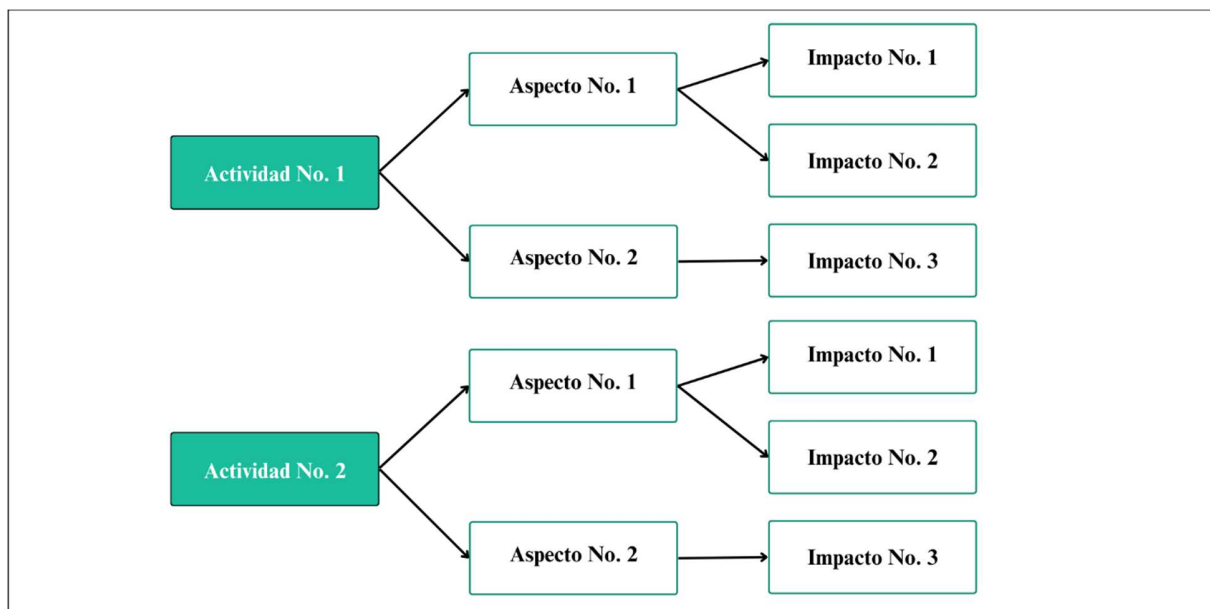
Según esta metodología, se evaluaron los impactos ambientales y socioeconómicos generados por las actividades ajenas al vertimiento de aguas residuales domésticas y de aguas de residuales no domésticas de las Unidades Productoras Mineras (UPM), dando como resultado una evaluación ambiental para el escenario sin vertimiento. De igual forma, se realizó la evaluación ambiental para el escenario con vertimiento, proveniente de las actividades propias de las UPM evaluando los tres medios: biótico, abiótico y socioeconómico, considerando el vertimiento en su condición sin tratamiento, analizándose bajo el escenario más crítico.

Para la identificación de los impactos ambientales se contó con registros fotográficos, coordenadas geográficas y reuniones con los profesionales de campo, donde se socializaron las condiciones evidenciadas en el recorrido aguas arriba y aguas abajo del punto de vertimiento, identificando las afectaciones al cuerpo de agua generadas por terceros (escenario sin vertimiento) y el recorrido para la determinación de los impactos generados en el área de estudio por parte de las UPM (escenario con vertimiento), para su posterior evaluación bajo los criterios dados por la metodología de Conesa Fernández – vitora.

La ruta metodológica para determinar los impactos ambientales se realizó identificando actividades desarrolladas en el área de influencia, aspectos ambientales resultantes de las actividades y finalmente, los impactos ambientales asociados a cada aspecto (Ver **Figura 2**).

Figura 2

Ruta metodológica para la identificación de aspectos e impactos ambientales

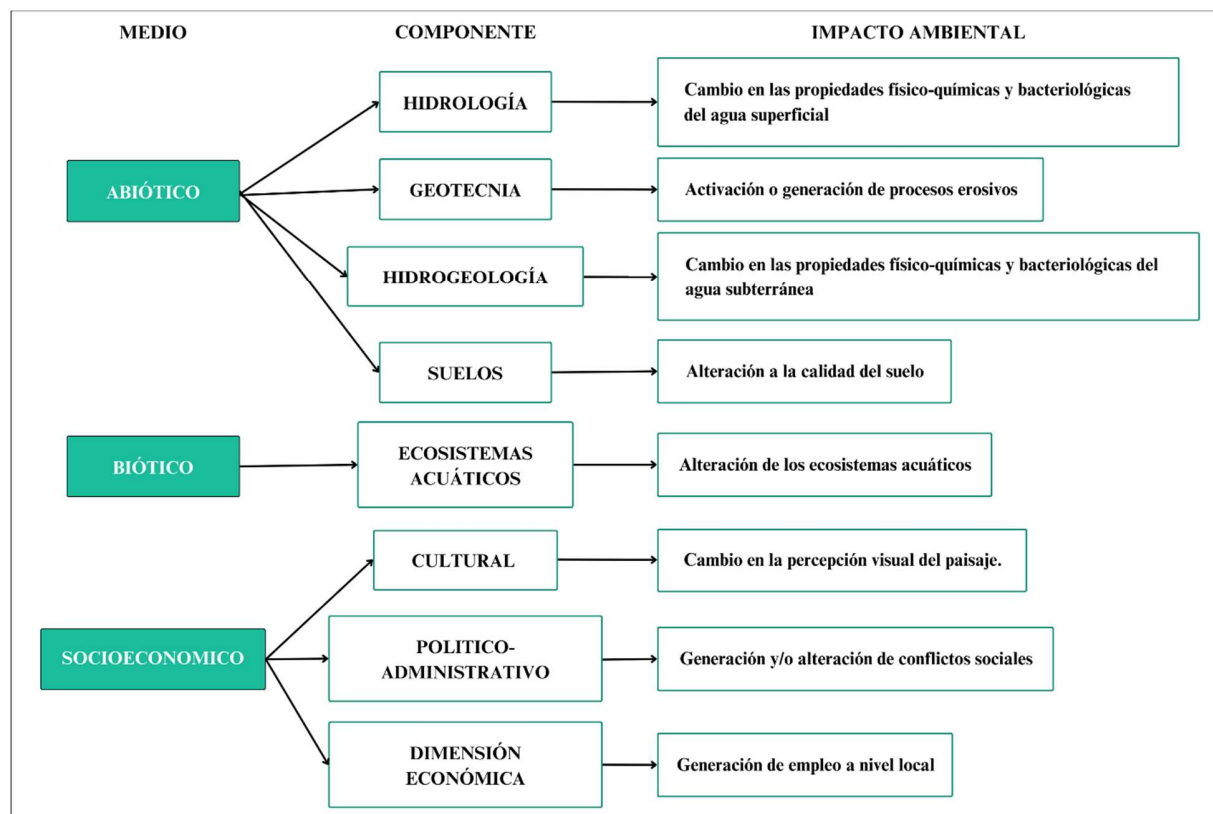


Nota. Tomado de Estudios e Ingeniería Ambiental S.A.S., 2023.

Los impactos ambientales identificados y evaluados, se dividieron en los tres medios: abiótico, biótico y socioeconómico, donde predominaron los elementos ambientales correspondientes a: hidrología, geotecnia, hidrogeología, suelos, ecosistemas acuáticos, cultural, político administrativo y dimensión económica. Cada impacto ambiental se evaluó según la metodología Conesa Fernández Vítora, durante reuniones, donde profesionales de distintas disciplinas calificaron los impactos, según su área del conocimiento, con acompañamiento de todo el grupo evaluador. De manera general, los impactos ambientales identificados y evaluados fueron los siguientes (Ver **Figura 3**).

Figura 3

Impactos ambientales identificados y evaluados, en escenario sin vertimiento y en escenario con vertimiento



Nota. Tomado de Estudios e Ingeniería Ambiental S.A.S., 2023.

Una vez evaluados los impactos ambientales, se evidenciaron los impactos de mayor interés, lo cual permitió priorizar el manejo ambiental correspondiente y, por lo tanto, establecer la medida de manejo necesaria, para prevenir, mitigar, corregir o compensar las afectaciones generadas en el escenario con vertimiento. Los impactos ambientales de importancia o relevancia irrelevante contaron con medidas generales de manejo ambiental, por otra parte, los de importancia moderada, severa y crítica, contaron con medidas específicas de manejo ambiental.

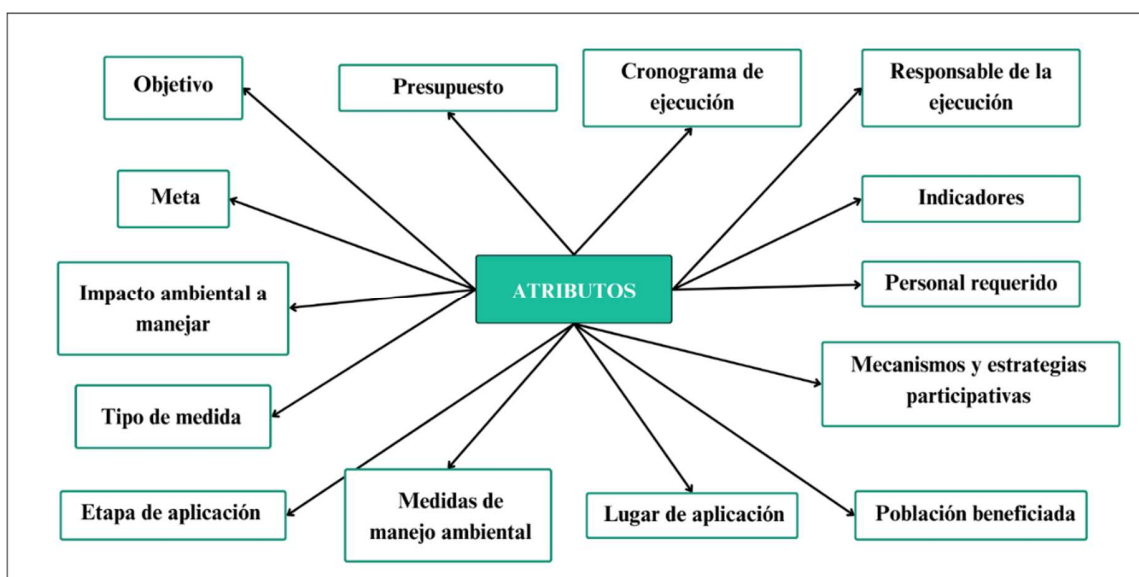
Una vez terminada esta fase, la información recopilada sirvió como insumo para la estructuración de las fichas de plan de manejo ambiental.

7.2.2. Cumplimiento Objetivo Específico No. 2.

Para el objetivo correspondiente al apoyo en la estructuración de fichas de plan de manejo ambiental, estas se realizaron y organizaron según la importancia y/o relevancia de cada impacto ambiental. Las fichas contaron con una serie de atributos estandarizados que permitieron sintetizar, contextualizar y dar soporte a las medidas propuestas por el equipo de trabajo (Ver **Figura 4**).

Figura 4

Atributos de las fichas de manejo ambiental



Nota. Tomado de Estudios e Ingeniería Ambiental S.A.S., 2023.

En las medidas de manejo ambiental que se establecieron para los impactos ambientales que lo requirieron, se incluyeron los programas, proyectos y actividades, para prevenir, mitigar, corregir o compensar, tanto los impactos ambientales como sociales.

Dada la naturaleza del estudio ambiental, las medidas de manejo ambiental se establecieron en torno al debido manejo de las Aguas Residuales Domésticas (ARD) y de las Aguas Residuales no Domésticas (ARnD), cuyos objetivos se enfocaron en prevenir, mitigar, corregir o compensar, a través del cumplimiento de metas, como lo fueron garantizar al 100% el tratamiento de las aguas residuales (tanto domésticas como no domésticas), realizar el 100% de las inspecciones a los sistemas de tratamiento, realizar el 100% de los monitoreos programados, cumplir al 100% con el cumplimiento de los límites máximos permisibles en los vertimientos al cuerpo de agua, establecidos en la Resolución 0631 de 2015 y cumplir con los objetivos de calidad de la quebrada La Cianurada (Ver **Tabla 6**), la cual es el cuerpo receptor de las aguas residuales.

El sistema de tratamiento de las Aguas Residuales Domésticas, corresponde a un sistema de alcantarillado que unifica todos los vertimientos generados en la zona de estudio de las UPM, sistema compuesto por tuberías y cámaras de inspección, conducidos por gravedad hasta una trampa de grasas y posteriormente, a un sistema de tratamiento del fabricante Biobox, el cual es un tren de tratamiento de 4 etapas, que realiza procesos físicos, químicos y biológicos, los cuales permiten remover la carga contaminante del vertimiento. Una vez tratada el agua residual, esta es dispuesta a la quebrada, cumpliendo con los valores límites máximos permisibles de la Resolución 0631 de 2015 en el artículo 8 (Ver **Tabla 4**) y los objetivos de calidad de la quebrada La Cianurada.

El sistema de tratamiento de las Aguas Residuales no Domésticas, corresponde a un sistema de tratamiento fisicoquímico de coagulación-floculación y sedimentación, el cual remueve los contaminantes a niveles aceptables, establecidos en la Resolución 0631 de 2015 en el artículo 10 (Ver **Tabla 5**), vertimiento que una vez tratado, es dispuesto a la quebrada ubicada en el área de influencia de las UPM.

En las fichas de manejo ambiental, los sistemas de tratamiento se describieron desde las etapas de tratamiento, hasta las medidas de desmantelamiento y abandono de los sistemas.

Con respecto al manejo y resolución de conflictos, se estructuraron las fichas de manejo, las cuales tienen el objetivo de identificar de forma temprana los posibles conflictos, para lo cual, la meta se planteó como el cumplimiento del 100% de participación de los escenarios, donde se escuche a las comunidades y se busque soluciones conjuntas para los conflictos que se generen referentes a los residuos líquidos. Por lo cual, las fichas de manejo comprenden la formación de un equipo de atención oportuna, la participación en escenarios de diálogo y procesos de autoevaluación y corrección de procesos.

7.2.3. Cumplimiento Objetivo Específico No. 3.

Para el objetivo correspondiente al apoyo a la generación de figuras cartográficas y mapas temáticos, las figuras cartográficas y mapas temáticos se realizaron según el sistema de proyección cartográfica oficial para Colombia, establecida por la Resolución 0370 de 2021, correspondiente al origen único.

Se apoyó al especialista en Sistemas de Información Geográfica a través del Software ArcGIS, realizando compilación de coordenadas geográficas de puntos de interés del proyecto y conversión de coordenadas recogidas en campo a través de GPS, creación de figuras

cartográficas en formato Shapefile (SHP) y creación de mapas temáticos siguiendo los lineamientos establecidos por la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA), el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) y lo establecido por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, según la resolución 1402 de 2018, el cual adopta la Metodología General para la Elaboración y Presentación de Estudios Ambientales y otras determinaciones, donde se incorpora por primera vez el Modelo de Almacenamiento Geográfico (MAG), el cual es un requerimiento de soporte cartográfico para los tramites ambientales presentados ante la autoridad ambiental.

De igual forma, se apoyó el diligenciamiento de las plantillas de metadatos y recopilación de información requerida en los campos de los Shapefile y tablas, según el diccionario de datos geográfico.

Los resultados cartográficos correspondieron a mapas de localización geográfica, localización hidrográfica y localización geográfica de puntos de monitoreo de Aguas Residuales Domesticas y Aguas Residuales no Domesticas, así como puntos de monitoreo aguas arriba y aguas abajo de los vertimientos de las UPM.

7.2.4. Cumplimiento de Actividades Complementarias Propuestas por EIA S.A.S.

Se apoyó en la realización de un resumen ejecutivo de un Estudio de Impacto Ambiental de un relleno sanitario, donde la empresa participó desarrollando lo relacionado con el medio biótico, en los componentes de flora, fauna, epifitas, paisaje, servicios ecosistémicos, plan de compensación y demanda, uso y aprovechamiento de recursos naturales.

7.3. Fase Verificar

En esta fase, se reviso junto a la gerente Claudia Lorena Suárez y al director técnico Jose Martínez, el avance de lo requerido previamente en reuniones, planteando acciones de mejora y correctivas a las fichas de manejo ambiental, correspondientes a la estructuración y sinterización de la información y a las figuras y mapas temáticos, correspondiente a la mejora de la calidad visual de los resultados.

A partir de dicha retroalimentación y su acompañamiento, se realizaron las correcciones y mejoras propuestas, logrando así, la aplicación de la mejora continua planteada en la metodología establecida para el desarrollo de la pasantía.

7.4. Fase Actuar

En esta fase, se presentaron los resultados en su totalidad ante la empresa EIA S.A.S., con los ajustes planteados en la fase de verificación, cumpliendo con el propósito de la pasantía y con los lineamientos e instrucciones de la gerente y del director técnico.

8. Evaluación de Cumplimiento

A continuación, se presenta el desempeño de los objetivos específicos propuestos, a través de los indicadores planteados en la presentación de la propuesta de pasantía. En la **Tabla 7** se presentan las metas, sus respectivos indicadores y los resultados, los cuales tuvieron un cumplimiento mayor al 80% en todos los casos.

Tabla 7

Cumplimiento de Indicadores de la Pasantía

Meta	Indicador	Resultado
		(26/26) * 100 = 100%
Identificar y evaluar impactos ambientales	(Número total de impactos ambientales identificados y evaluados / Número total de impactos ambientales existentes) * 100	Se apoyó la identificación y evaluación de 26 impactos ambientales según la metodología Conesa Fernández, versión 2010, pertenecientes al medio biótico, abiótico y socioeconómico.
		(11/12) * 100 = 91,66%
Estructurar fichas de plan de manejo ambiental	(Número total de fichas de plan de manejo ambiental realizadas / Número total de fichas de plan de manejo ambiental propuestas por la empresa) * 100	Se apoyó la estructuración de 11 fichas de plan de manejo ambiental, dando cumplimiento a la normatividad ambiental y a los términos de referencia establecidos para los estudios ambientales PGRMV y EAV.
		(19/19) * 100 = 100%
Crear figuras cartográficas y mapas temáticos	(Número total de figuras cartográficas realizadas / Número total de figuras cartográficas propuestas por la empresa) * 100	Se realizaron 20 figuras cartográficas, según el origen único establecido para Colombia por el IGAC, los

Meta	Indicador	Resultado
	<p data-bbox="624 577 970 752">(Número total de mapas temáticos realizados / Número total de mapas temáticos propuestos por la empresa) * 100</p>	<p data-bbox="1023 344 1382 483">requerimientos establecidos por la autoridad ambiental y las instrucciones por la empresa EIA S.A.S.</p> <p data-bbox="1075 521 1329 555">(8/10) * 100 = 80%</p> <p data-bbox="1018 595 1390 837">Se realizaron 8 mapas temáticos, cumpliendo con el origen nacional, rotulado y especificaciones dictadas por la normatividad ambiental y bajo los lineamientos de la empresa EIA S.A.S.</p>

Nota. Elaborado por el autor.

Conclusiones

El administrador ambiental tiene la competencia de generar valor a las empresas de consultoría ambiental, como lo es Estudios e Ingeniera Ambiental S.A.S., a través de su disciplina, aptitudes y conocimientos, lo cual permitió añadir una óptica y un componente diferencial en los estudios ambientales en los cuales se participó durante el desarrollo de la pasantía, resultados que se vieron reflejados en los estudios ambientales en los que se participó, demostrando cohesión, armonía e interdisciplinaridad, gracias al trabajo en equipo con los demás profesionales de la empresa y su acompañamiento.

La pasantía se llevo a cabo a satisfacción, cumpliendo con las expectativas iniciales y lo planteado por la gerente y el director técnico de EIA S.A.S, gracias a su continuo apoyo, orientación y seguimiento, por lo cual, las metas propuestas se lograron cumplir con resultados óptimos. Así mismo, como profesional, la experiencia fue enriquecedora, ya que se obtuvo un primer y amplio acercamiento a la consultoría ambiental en Colombia, en el desarrollo de proyectos de distintos sectores, no solo aplicando lo aprendido en la carrera, sino también aprendiendo y fortaleciendo los conocimientos y aptitudes en el campo ambiental.

Las actividades realizadas durante la pasantía permitieron el ejercicio del administrador ambiental, aportando en el desarrollo de proyectos de dimensión ambiental, lo cual se vio reflejado en la combinación del perfil administrativo y técnico, asegurando resultados competentes y de calidad.

La realización la pasantía, se presenta como una oportunidad de crecimiento profesional, cuya experiencia enriquece el perfil del administrador ambiental y le permite abordar un amplio sector en la consultoría ambiental, en el cual convergen los conocimientos, aptitudes y habilidades desarrolladas durante la carrera, así como habilidades blandas como el trabajo en

equipo con profesionales de distintas disciplinas, comunicación asertiva, pensamiento crítico y adaptación al cambio necesario para abordar las distintas situaciones y actividades que surgen al enfrentarse al campo laboral.

Bibliografía

- Alcaldía de Remedios. (s.f.). Mi Municipio. <https://www.remedios-antioquia.gov.co/MiMunicipio/Paginas/Economia.aspx>
- Autoridad Nacional de Licencias Ambientales. (s.f.). Glosario de Términos Licenciamiento Ambiental. https://www.anla.gov.co/01_anla/glosario-de-terminos-de-licenciamiento-ambiental
- Centro de Ciencia y Tecnología de Antioquia y Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia. (2016). Informe final. Fase I Declaratoria y Fase II Diagnóstico. Plan de ordenamiento del recurso hídrico – PORH – Quebrada La Cianurada.
- Conesa Fernandez - Vitora, V., Conesa Ripoll, V., Conesa Ripoll, L. A. (2010). Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental (4a. ed.). Mundi-Prensa.
- Estudios e Ingeniería Ambiental S.A.S. (2023). Código de conducto EIA S.A.S.
- Estudios e Ingeniería Ambiental S.A.S. (2023). Nuestra empresa.
- Environmental Systems Research Institute. (s.f.). ¿Qué es un shapefile?. <https://desktop.arcgis.com/es/arcmap/latest/manage-data/shapefiles/what-is-a-shapefile.htm>
- Español Echániz, I. (2017). Evaluación del impacto ambiental. Dextra. <https://www-digitaliapublishing-com.bdigital.udistrital.edu.co/a/67533>
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi. (2021). Resolución 0370. https://www.igac.gov.co/sites/igac.gov.co/files/noticias/resol_370_de_2021_proyeccion_cartografica_oficial_1.pdf
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2018). Decreto 050. <https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/10/Anexo-2.-Decreto-050-de-2018.pdf>

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2012). Resolución 1514.

<https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/08/resolucion-1514-de-2012.pdf>

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2018). Resolución 1402.

<https://www.minambiente.gov.co/documento-normativa/resolucion-1402-de-2018/>

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2015). Resolución 0631.

<https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/11/resolucion-631-de-2015.pdf>

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (s.f.). Modelo de Almacenamiento Geográfico (MAG). <https://www.minambiente.gov.co/asuntos-ambientales-sectorial-y-urbana/modelo-de-almacenamiento-geografico-mag/>

Organización Internacional de Normalización. (2015). Sistemas de Gestión Ambiental – Requisitos con orientación para su uso (ISO 14001).

Sánchez, L. (2010). Evaluación del impacto ambiental: conceptos y métodos. Ecoe Ediciones. <https://www-digitaliapublishing-com.bdigital.udistrital.edu.co/a/70609>

Zapata Gómez, A. (2015). Ciclo de la Calidad PHVA. Ingenio propio.