

**Análisis de gestión de riesgos para la mitigación del impacto ambiental en el proyecto  
hidroeléctrico El Quimbo: Una perspectiva desde el PMBOK.**

Carlos Alonso Cadavid Osorio

Sandra Constanza Vanegas Camacho

Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD

Escuela de Ciencias Básicas Tecnología e Ingeniería - ECBTI

Maestría en Gerencia de proyectos

2022

**Análisis de gestión de riesgos para la mitigación del impacto ambiental en el proyecto  
hidroeléctrico El Quimbo: Una perspectiva desde el PMBOK.**

Carlos Alonso Cadavid Osorio

Sandra Constanza Vanegas Camacho

Director

Henry Alfonso Muñoz Rojas

Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD

Escuela de Ciencias Básicas Tecnología e Ingeniería - ECBTI

Maestría en Gerencia de proyectos

2022

### **Dedicatoria**

A Carolina, Sara y Victoria, mis compañeras en el gran proyecto de nuestras vidas. El logro que se materializa en este documento, implica muchos recursos que ustedes me han permitido a fin de obtener el mejor provecho para todos.

Carlos.

A mis padres porque son el pilar fundamental en todo lo que soy, tanto a nivel personal como profesional, por su apoyo incondicional, que me dieron una luz de esperanza en todo este proceso. A mi adorada hija María Paz Vanegas por creer en mí, apoyarme en todo momento, por la motivación constante a lo largo de este camino de la vida. Te amo hija de mi corazón.

Sandra.

### **Agradecimientos**

Esta monografía fue un proceso de aprendizaje y experimentación personal, que necesitó de la paciencia de mucha gente para llegar a buen término. Por esto, agradecemos a nuestro director Henry Alfonso Muñoz Rojas, por guiarnos y ofrecernos su amplia experiencia y conocimiento idóneo, no menos importante su dedicación y responsabilidad para con nosotros. También gracias a cada una de las personas que, de una manera directa o indirecta, hicieron que este nuevo reto profesional llegara a un final exitoso y lleno de conocimientos para toda nuestra vida.

## Resumen

Esta iniciativa tiene como objetivo disertación teórica basada en el análisis de riesgos ambientales en el proyecto de la Hidroeléctrica El Quimbo, en el marco de la guía de PMBOK, incorporando herramientas de las ISO 14001: 2015, ISO 31000:2018 y la ISO 31010:2019, de esta manera se enfoca en explicar cómo la propuesta de PMBOK permite estructurar los eventos que afectaron en forma positiva y negativa el desempeño del proyecto, donde se reportan actividades de resistencia social, causada entre otras, por problemas ambientales, lo cual ha generado retrasos, suspensiones de construcción y operación, denuncias, constantes litigios, sanciones, sobre costos, que afectan el normal desarrollo del proyecto causando pérdidas económicas de millones de dólares.

A través de una revisión bibliográfica rigurosa, un análisis de la estructura del proyecto e información de casos análogos, se pretende plantear un esquema de gestión de riesgos ambientales aplicando la guía de PMBOK de las experiencias y prácticas de gerencia de proyectos en la Hidroeléctrica “El Quimbo”.

Este proyecto se desarrolla como una monografía de opción de trabajo en la Maestría de Gerencia de proyectos de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD).

**Palabras Clave:** Gestión de riesgos; PMBOK; impacto ambiental; gestión ambiental, ISO.

### **Abstract.**

The main objective of this document is to obtain a good environmental risk management practice in each of the activities carried out in the construction of the El Quimbo hydroelectric plant, based on the PMBOK guide, incorporating tools from ISO 14001: 2015, ISO 31000: 2018 and ISO 31010: 2019, in this way it focuses on explaining how the PMBOK proposal allows structuring the events that positively and negatively affected the performance of the project, where social resistance activities, caused among others, by problems are reported. environmental issues, which has generated delays, construction and operation suspensions, complaints, constant litigation, penalties, over costs, which affect the normal development of the project causing economic losses of millions of dollars. through a rigorous bibliographic review, an analysis of the project structure and information from similar cases, it is intended to propose an environmental risk management scheme applying the PMBOK guide on project management experiences and practices at the Hydroelectric “El Quimbo”.

This project is developed as a work option monograph in the Project Management Master of the Open and Distance National University (UNAD).

**Keywords:** Risk management; PMBOK; environmental impact; environmental management, ISO.

## Contenido

Lista de tablas	12
Lista de figuras	13
Lista de Apéndices	15
Introducción	16
Planteamiento del Problema	19
Alcance, limitaciones y viabilidad de la investigación	21
Justificación	24
Objetivos	29
Objetivo General	29
Objetivos Específicos	29
Marco de referencia	30
El Estado del Arte	30
Marco Teórico.	34
Análisis bayesiano.	34
Análisis de "pajarita", corbata o Bow Tie.	34
Registros de riesgos.	35
Matriz de consecuencias / probabilidades (matriz de riesgo o mapa de calor).	35
Método de Battelle Columbus.	35
La matriz de Leopold.	36
Marco Conceptual.	36
Análisis de contenidos.	36

	8
Parte interesada.	37
Medio ambiente.	37
Impacto ambiental.	37
Riesgos y oportunidades.	37
Riesgo.	38
Riesgo Residual.	38
Riesgo Secundario.	38
Incertidumbre.	38
Gestión del Riesgo.	38
Fuente de riesgo.	39
Evento.	39
Consecuencia.	39
Probabilidad.	39
Oportunidad.	39
Conductor de riesgo.	40
Amenaza.	40
Gestión de los riesgos del proyecto:	40
Marco Legal y Normativo.	40
Constitución Política de Colombia.	40
Decreto ley 2811 de 1.974.	41
Ley 23 de 1973.	41
Ley 99 de 1993.	41



	9
Decreto 2041 de 2014.	42
Área de influencia:	42
Impacto ambiental:	42
Plan de manejo ambiental:	42
Estudio de impacto ambiental (EIA):	43
ISO 14001: 2015, Sistemas de Gestión Ambiental, requisitos para su uso.	43
ISO 31000:2018, Gestión del Riesgo, Directrices.	44
ISO 31010:2019, Gestión de riesgos: técnicas de evaluación de riesgos.	45
Metodología	47
Caracterizar los riesgos ambientales del proyecto Hidroeléctrico El Quimbo a través de fuentes bibliográficas y documentales.	50
Antecedentes a la construcción de la Hidroeléctrica.	50
Estudio de Impacto Ambiental de EMGESA.	52
Identificación de impactos ambientales, basado en estudios por parte en EMGESA	52
Plan de manejo ambiental en el Quimbo	52
Sobre el Medio físico:	53
Programas creados para la mitigación de los impactos generados por los riesgos más destacados en la construcción de la Hidroeléctrica	54
Programa de Manejo de Fuentes de Polvo y Ruido.	54
Programa de Manejo Ambiental de Voladuras.	54
Programa de atención y protección de sitios críticos sensibles o vulnerables durante la operación del proyecto, en el borde del embalse (desde el llenado del embalse).	55

	10
Programa de manejo de residuos excedentes de excavación.	55
Programa de restauración en zonas de uso temporal.	56
Manejo del recurso hídrico.	56
Programa de manejo de residuos sólidos.	56
Programa de manejo de calidad de aguas en el embalse y aguas abajo.	56
Programa de manejo de suelos.	57
Sobre el Medio Biótico	57
Manejo de cobertura vegetal y hábitats terrestres:	57
Manejo de fauna silvestre:	58
Rescate contingente de peces (durante la desviación del río Magdalena):	58
Manejo y protección del recurso íctico y pesquero de la Cuenca Alta del río Magdalena en el área de influencia del proyecto Hidroeléctrico El Quimbo:	58
Estudio de impacto ambiental del proyecto Hidroeléctrico El Quimbo.	59
Análisis Integrado de gestión de riesgos desde PMBOK y Normas ISO.	66
Codificación.	66
La categorización de las unidades de registro.	67
Obtención de resultados en el análisis de contenido.	67
Aproximación a Gestión de riesgos en la Hidroeléctrica El Quimbo, desde un análisis integrado PMBOK y normas ISO (Procesos gestión de riesgos desde PMBOK, Plan gestión riesgos).	69
Gestión del Riesgo.	69
Roles y responsabilidades en la gestión de riesgos ambientales	70
Definición de Políticas de Gestión de Riesgo.	71

	11
Identificación de Riesgos.	72
Datos del riesgo	74
Análisis Cualitativo del Riesgo.	75
Análisis Cuantitativo del Riesgo.	78
Cuantificación Para Ofertas	79
Cuantificación para la gestión en proyectos –	80
Mapeo de los riesgos	80
Categoría de Riesgos (RBS)	85
Planificar la Respuesta a los Riesgos.	86
Gestión Plan De Respuesta	87
Gestión Materialización	89
Definir los Planes de respuesta	90
Comparación entre los procesos de la gestión del riesgo de PMBOK versión 6 propuestos y el	
Estudio de Impacto Ambiental del Quimbo.	91
Resultados	93
Conclusiones	95
Recomendaciones y futuras investigaciones	97
Bibliografía	99
Apéndices	107

**Lista de tablas**

Tabla 1. Riesgos Ambientales Críticos del proyecto hidroeléctrico Santo Domingo (Etapa de construcción)	32
Tabla 2. Esquema metodológico	49
Tabla 3. Impactos sobre el componente Físico	61
Tabla 4. Impactos sobre el componente Biótico	63
Tabla 5. Integración del: Riesgo, impacto y plan de manejo.	65
Tabla 6. Matriz de Identificación de los Riesgos Ambientales.	75

### **Lista de figuras**

Figura 1. Mapa de Generadoras Eléctricas en Colombia.	24
Figura 2. Localización de generadoras de Enel-Emgesa en Colombia.	25
Figura 3. Relación entre el Modelo PHVA y el marco de referencia de ISO 14001:2015.	44
Figura 4. Principios, marco de referencia y proceso de la Gestión de Riesgos, según (Organización Internacional de Normalización, 2018).	45
Figura 5. Aplicación de Técnicas de ISO 31010:2019 en el Proceso de Gestión de Riesgos de ISO 31000:2018. (ISO 31010, 2019)	46
Figura 6. Localización del proyecto Hidroeléctrico El Quimbo.	51
Figura 7. Ubicación Central El Quimbo	59
Figura 8. Incorporación de Normas ISO a la Gestión de Riesgos de PMBOK versión 6	68
Figura 9. Descripción General de la Gestión de Riesgos del proyecto.	70
Figura 10. Política de Gestión de Riesgo de El Quimbo.	72
Figura 11. Identificación de Riesgos	73
Figura 12. Incorporación de herramientas de ISO 31.000 e ISO 31.010 al Análisis Cualitativo de Riesgos.	76
Figura 13. Criterios de Análisis Cualitativo del Riesgo.	77
Figura 14. Matriz de Análisis Cualitativo del Riesgo.	78
Figura 15. Incorporación de herramientas de ISO 31.000 e ISO 31.010 al Análisis Cuantitativo de Riesgos.	79
Figura 16. Mapeo del Riesgo IP.	81
Figura 17. Mapeo de Riesgos I.	82

	14
Figura 18. Parámetros de Gestión de los Riesgos.	83
Figura 19. Categorización del Riesgo.	85
Figura 20. RBS proyecto El Quimbo.	86
Figura 21. Incorporación de herramientas de ISO 31.000 e ISO 31.010 al proceso de Planificación de Respuesta a Riesgos.	87
Figura 22. Plan de Respuesta a Riesgos del proyecto Construcción de la Hidroeléctrica El Quimbo.	91

## Lista de Apéndices

Apéndice A. Tabla de revisión analítica especializada	107
Apéndice B. Resumen y jerarquización de los impactos proyecto El Quimbo.	108
Apéndice C. Aporte de Normas Técnicas ISO 14.001:2015, 31.000:2016 y 31010:2019 al <i>desarrollo de la Gestión de Riesgos en PMBOK versión 6.</i>	113
Apéndice D. Comparación entre Gestión de riesgos en PMBOK y en el Estudio de Impacto Ambiental de El Quimbo	123
Apéndice E. Certificado de intención de publicar el working paper presentado en el II Simposio de maestrías ECBTI	127

## **Introducción**

El proyecto “Análisis de gestión de riesgos para la mitigación del impacto ambiental en el proyecto hidroeléctrico El Quimbo: Una perspectiva desde el PMBOK”, nace a raíz de la observación de la resistencia, conflictos e interrupciones que han tenido la construcción y operación de la Hidroeléctrica El Quimbo, con base en el impacto social, ambiental y económico. Estos eventos ocurrieron desde su inicio de obra en 2011 y, aunque se han hecho diversas investigaciones sobre múltiples factores del mismo, aún no se ha indagado en torno a la incorporación de estándares internacionales para mitigar los impactos ambientales; no pudiendo saberse, por tanto, si estos han sido gestionados eficientemente. Se indagan nuevas formas de abordar los riesgos ambientales generados por este tipo de proyectos y, con ello, posibilitar la proposición de nuevas estrategias que propendan a mitigar los daños sociales, ambientales y económicos de las zonas afectadas.

El Quimbo es una de las doce hidroeléctricas del grupo Enel-Emgesa en Colombia, el proyecto fue entregado para ser construido y operado por el Ministerio de Minas y Energía en el 2007. Dicho proyecto, se localiza en jurisdicción de los municipios de Gigante, Garzón, El Agrado, Paicol, Tesalia y Altamira, todos en el departamento del Huila-Colombia, entre las cordilleras Central y Oriental, agua arriba, de la desembocadura del Río Páez sobre el Río Magdalena, a 13.5 Km al sur del embalse de Betania.

Los riesgos ambientales materializados en el proyecto de Construcción de La Hidroeléctrica, han traído consecuencias al desarrollo del proyecto relacionadas con sobrecostos, retrasos en la entrega y puesta en operación, incorporación de actividades de mitigación, es decir, se ha alterado la triple restricción de la gestión de proyectos.



Dada la naturaleza y el objeto de estudio de esta investigación, se realiza el análisis de contenidos entre el capítulo 11 de PMBOK versión 6 y Normas ISO, para posibilitar la proposición de planes de gestión que propendan a mitigar los daños ambientales de las zonas afectadas.

Así, el desarrollo metodológico inicia con una descripción del problema, en la que se abordan los impactos ambientales en el proyecto Hidroeléctrico El Quimbo.

El trabajo continúa con la determinación de las mejores prácticas de Gestión de Riesgos para el proyecto, con base en el análisis de contenido de PMBOK y normatividad técnica aplicable al proyecto objeto de referencia, las cuales incluyen: NTC ISO 31.000 de 2016 Gestión del Riesgo, principios y directrices”, NTC ISO 31.010 de 2019 “Gestión de Riesgos, técnicas de valoración del riesgo”, NTC ISO 14001 de 2015 “Sistemas de Gestión Ambiental, requisitos con orientación para su uso”.

Finalmente, a partir del avance logrado en las fases anteriores, se desarrolla una aproximación a la Gestión de riesgos en la Hidroeléctrica El Quimbo, desde un análisis integrado PMBOK y normas ISO (Procesos gestión de riesgos desde PMBOK, Plan gestión riesgos) y como resultado se obtuvo: el Plan de Gestión de Riesgos.

Cabe destacar que la presente investigación ha sido presentada, en su fase inicial, en el I y II Simposio de maestrías ECBTI, evento que decidió publicarlo a manera de *working paper* en la Revista e Investigación UNAD (ver Apéndice E) y, en la actual fase de producto terminado, será presentado en el III Simposio de maestrías ECBTI, el día 18 de diciembre de 2021.

## **Planteamiento del Problema**

El proyecto Hidroeléctrico El Quimbo, desarrollado por Enel-Emgesa, en el Departamento del Huila, contó con episodios de conflicto social e institucional desde antes de su adjudicación, durante su construcción (la cual inició en 2010) y, por supuesto, en su etapa de generación (hasta noviembre de 2015), aumentando los niveles de riesgos ambientales significativos tanto en fauna como en la flora, generando un desequilibrio del ecosistema en general en todo lo que corresponde a la cobertura vegetal inundada.

Esta planta generadora de energía que hace uso de las aguas del río Magdalena y del río Suaza, abastece cerca del 4% de la demanda energética colombiana; abarca 8.586 hectáreas siendo vecina de los municipios de: Gigante, El Agrado, Garzón, Tesalia, Hobo, Paicol y Altamira, sobre los cuales se produjeron impactos. El costo final del proyecto ascendió a los USD \$1.231 millones, habiendo sido presupuestado en USD \$837 millones, lo que representa un sobre costo del 47.08%. Según el plan de construcción, debió entrar en funcionamiento a finales de 2014, sin embargo, sus múltiples interrupciones significaron un retraso de 348 días, iniciando generación hasta noviembre del 2015.

La principal fuente de retraso, sobre costo y ampliación del alcance del proyecto El Quimbo fueron los conflictos sociales derivados de su gestión ambiental; se reporta confrontación con pescadores tradicionales del río, sostener prolongados litigios, asumir sanciones pecuniarias, suspensión y parálisis de obras y operación, imposición de nuevas obligaciones en su licencia ambiental, desarrollo de proyectos de mitigación ambiental, incremento de costos en actividades sociales, afectación de su imagen corporativa, lo cual contrasta con la cuantiosa inversión del componente socio ambiental, del orden de los USD \$366

millones, lo cual representa 29.73% de las inversiones del proyecto Hidroeléctrico El Quimbo. Lo anterior sugiere que el Plan de Manejo ambiental, dentro del cual se desarrolló la gestión de riesgos ambientales fue ineficiente.

Analizando los efectos, a través de los principios de Gerencia de proyectos, incorporados en PMBOK versión 6, se infiere que existió una gran deficiencia de la gestión del riesgo y que desde el desarrollo de los procesos de ésta área del conocimiento, se pudo haber previsto, atendido y superado, en gran medida, la causa raíz del problema, la cual se materializa en dificultades, retrasos, ampliación de requisitos y sobre costos al proyecto.

Sin embargo, debido a que en Colombia como lo indica (Acosta M., 2019) el 66% de la base de generación de energía es de origen hídrico y esta es la tendencia que se establece debido a que el país está comprometido con el montaje de nuevas generadoras hidroeléctricas. Es necesario realizar un análisis inverso, desde los efectos hasta las causas, que sirva de precedente a proyectos actuales y futuros.

Las consideraciones anotadas nos conducen al siguiente planteamiento:

**¿Cómo configurar buenas prácticas en la gestión de riesgos para la mitigación de impactos ambientales en la Hidroeléctrica El Quimbo, desde el PMBOK y otros referentes de ISO?**

### **Alcance, limitaciones y viabilidad de la investigación**

El alcance de la monografía en que se desarrolla la propuesta de aproximación al diseño de un plan para la gestión de los riesgos ambientales, fundamentado en las herramientas gerenciales desde PMBOK, para la mitigación del impacto ambiental del proyecto Hidroeléctrico El Quimbo, Departamento del Huila-Colombia, incluye:

1. Planificar la Gestión de los Riesgos.
2. Identificar los Riesgos.
3. Realizar el Análisis Cualitativo de Riesgos.
4. Realizar el Análisis Cuantitativo de Riesgos.
5. Planificar la Respuesta a los Riesgos.

Los procesos de implementar la respuesta a los riesgos y monitorear los riesgos, se encuentran por fuera del alcance de esta investigación debido a que constituyen una fase de implementación.

La guía de los fundamentos para la gestión de proyectos, en su capítulo 11, describe los procesos incluidos en esta investigación de la siguiente manera:

- Planificar la Gestión de los Riesgos.
- Identificar los Riesgos.
- Realizar el Análisis Cualitativo de Riesgos.
- Realizar el Análisis Cuantitativo de Riesgos.
- Planificar la Respuesta a los Riesgos (PMI, 2017).

Las etapas de implementación y evaluación de la gestión del riesgo se excluyen por tratarse el presente proyecto de una monografía.

El desarrollo de esta investigación se inicia con la revisión y recopilación de referentes bibliográficos sobre el impacto ambiental, en conexión con el impacto social y económico del proyecto Hidroeléctrico Quimbo, Departamento del Huila-Colombia y de algunos proyectos de características similares, obteniendo información sobre los aspectos e impactos ambientales.

En segundo lugar, aplicando los procesos mencionados de la gestión de riesgos, en concordancia con la NTC ISO 31.000 de 2016 Gestión del Riesgo, principios y directrices”, La NTC ISO 31.010 de 2019 “Gestión de Riesgos, técnicas de valoración del riesgo” y la NTC ISO 14001 de 2015 “Sistemas de Gestión Ambiental, requisitos con orientación para su uso”, Identificando las mejores prácticas de Gestión de Riesgos para el proyecto, con base en el análisis de contenido de PMBOK y normatividad técnica aplicable al proyecto objeto de referencia.

Finalmente, se presenta a manera de guía, con aplicabilidad en proyecto de construcción y montaje de hidroeléctricas, un plan para la gestión de los riesgos ambientales, fundamentado en las herramientas gerenciales del PMBOK.

La principal limitación al desarrollo de esta investigación es el acceso de información sobre proyectos hidroeléctricos y sus aspectos ambientales o que estos proyectos se hayan gestionado bajo los principios de PMBOK, principalmente a nivel de América latina.

Este proyecto se estima viable debido a que, la información referida a los impactos ambientales de proyecto Hidroeléctrico Quimbo es de dominio público, toda vez que se trata de hechos notorios y derivados de la prestación de un servicios público, bajo los cuales existe suficiente información académica, sectorial y periodística, además, por estar sujetos a inspección, vigilancia y control de la autoridad ambiental nacional (Ministerio de Ambiente), al “Estudio de impacto ambiental del proyecto hidroeléctrico El Quimbo” (EMGESA S.A. E.S.P., 2008) y al

desarrollo del Plan de Manejo Ambiental, la información sobre los eventos ambientales del proyecto Hidroeléctrico Quimbo está disponible al público.

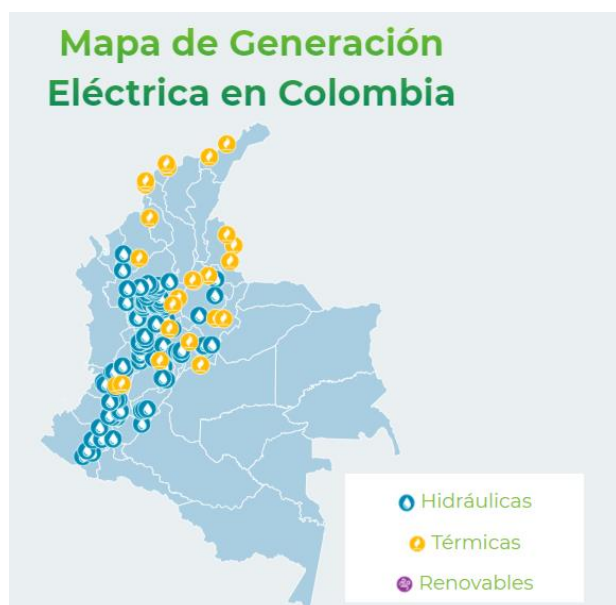
En relación con el plazo para la terminación del proyecto, resulta suficiente dado que se cuenta con claridad acerca del proceso y las herramientas y técnicas investigativas a emplear; los costos del proyecto están asegurados por los realizadores y no representan una restricción; los equipos a emplear son básicamente recursos ofimáticos y tecnológicos, de los que disponen los realizadores; como apoyo Institucional, se cuenta con las fuentes de consulta bibliográfica, bases de datos especializadas y, principalmente la asesoría disciplinar del Director asignado por la Universidad, ingeniero Henry Alfonso Muñoz Rojas, recursos sobre los cuales se soporta la investigación; este trabajo no requiere la vinculación de terceros en el levantamiento de información primaria por las razones ya expuestas.

## Justificación

De acuerdo con la Asociación Colombiana de Generadores – ACOGEN, “Colombia cuenta con un amplio y diverso portafolio de recursos de generación eléctrica, desde plantas hidroeléctricas, eólicas, solares y de biomasa, hasta plantas térmicas a gas natural, carbón y líquidos”, en 2021 el país tiene una capacidad de generación instalada de 183.500 MWh, A continuación, se muestra la localización de las principales generadoras según su tipo:

### Figura 1.

*Mapa de Generadoras Eléctricas en Colombia.*



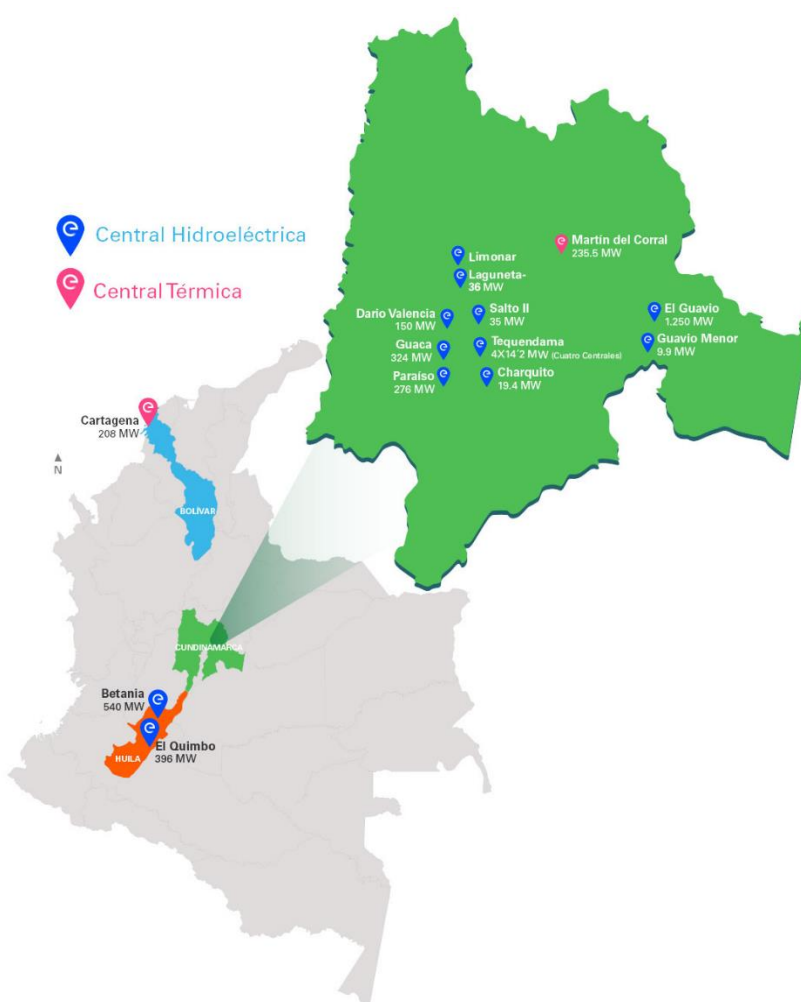
Fuente: (Asociación Colombiana de Generadores, 2021).

Enel-Emgesa, la compañía constructora y operadora de la Hidroeléctrica El Quimbo, cuenta con un amplio portafolio de generadoras, térmicas e hidráulicas. Sus 12 centrales hidroeléctricas, localizadas en los departamentos de Cundinamarca: centrales hidroeléctricas de

Guavio y Menor Guavio, Paraíso, Guaca, Charquito, Tequendama, Salto II, Limonar, Laguneta y Darío Valencia y en El Huila: centrales hidroeléctricas del Quimbo y Betania, en su conjunto, aportan 3.501 MW, equivalente al 21% de la capacidad de generación del país (estimada en 15.909 MW)

### Figura 2.

*Localización de generadoras de Enel-Emgesa en Colombia.*



Fuente: (EMGESA S.A. E.S.P., 2021)



Con base en el análisis de la información disponible, en los repositorios institucionales de la compañía Enel-Emgesa y otras fuentes de valor académico, a continuación, se presentan los riesgos ambientales críticos enfrentados por estos proyectos, en su etapa de construcción.

a Hidroeléctrica El Guavio localizada a 180 km al norte de Bogotá y puesta en servicio en el año 1992, cuenta con dos espacios principales, en el cual el primero se encuentra ubicado el embalse y la represa de la Central, ubicados específicamente en el municipio de Ubalá a 120 Km de la ciudad de Bogotá por la parte noreste; y el segundo es el centro de control, patio de conexiones y la central subterránea, ubicado en el municipio de Mámbita a 184 Km de Bogotá, capta agua del Río Guavio, y de los Ríos Chivor y Batatas que son desviados al embalse. (Barriga Rodríguez & González, 2019). Allí se produjeron desplazamientos forzados, con alcance a miles de familias. En relación a sus afectaciones ambientales, se destaca la generación de aguas residuales y su impacto sobre el medio ambiente, además, se ha afectado la capacidad del embalse, lo que reduce significativamente la vida útil del proyecto a consecuencia de deslizamientos en su vaso.

En la Hidroeléctrica Paraíso, está a 45 km al Suroeste de Bogotá y puesta en servicio en el año 1986, capta agua proveniente del embalse del Muña, se reportan estudios para resolver el problema de malos olores, generado por sectores industriales y domésticos al verter aguas negras al río (Sutachán Cuevas, C. A., & Moreno Ocampo, J. H., 2007).

La Hidroeléctrica Guaca, localizada a 60 Km al Suroeste de Bogotá y puesta en servicio en el año 1986, capta agua turbinada de la Central Paraíso proveniente del embalse del Muña, se registra la generación de residuos peligrosos.

La Hidroeléctrica Charquito, se encuentra a 28 km al Suroeste de Bogotá y fue puesta en servicio en el año 1972. Aprovecha las aguas del río Bogotá antes de ser aprovechadas en el Muña para alimentar Guaca y Paraíso.

La Hidroeléctrica Tequendama, ubicada a 36 Km al Suroeste de Bogotá y puesta en servicio en el año 1995. Aprovecha las aguas del río Bogotá.

La Hidroeléctrica Limonar está localizada a 41 km al Suroeste de Bogotá y fue puesta en servicio en el año 1957. Se presenta generación de residuos industriales debido a mantenimiento en generadores y reguladores (Salcedo, J. J., 2006).

La Hidroeléctrica Laguneta, a 41 Km al Sur Oeste de Bogotá y puesta en servicio en el año 1978. “El factor más afectado por el corredor hidroeléctrico es el biótico, específicamente la pérdida de la diversidad del paisaje natural, la cual se percibe por los habitantes del territorio del área de influencia directa al modificarse su entorno social, económico y cultural.” (Colectivo Semillero de Investigación DRM, 2012).

La Hidroeléctrica Darío Valencia, localizada en el municipio de Mesitas del Colegio en el departamento de Cundinamarca. Entró en operación en 1967, capta agua directamente del río Bogotá

La Hidroeléctrica Betania está localizada a 40 kilómetros de Neiva. Entró en operación en 1987, capta agua de los ríos Magdalena y Yaguará. Sus riesgos ambientales incluyen deterioro del suelo y de los cuerpos de agua, amenazando la agricultura y la piscicultura. Además, afecta la conectividad longitudinal de los hábitats de desove de los peces migratorios (Fog Corradine, 2021).

Son pocas las publicaciones sobre los riesgos ambientales de los proyectos adelantados por Enel-Emgesa; las investigaciones disponibles se orientan hacia la gestión de residuos y otras actividades de mitigación de los efectos y consecuencias, más que al análisis de las causas de las mismas. Por lo anterior, resulta necesario ampliar la consulta de referentes en gestión de riesgos ambientales, hacia otros realizadores a nivel nacional e incluso continental.

Como se ha mostrado en párrafos anteriores, la gestión de riesgos ambientales en los proyectos hidroeléctricos en Colombia y, particularmente, en el constructor-operador Enel-Emgesa, está poco documentada, pero sus efectos son notorios en las zonas de influencia de sus proyectos, esto demuestra la necesidad de establecer e implementar metodologías de gestión de riesgos, las cuales puedan servir para este y otros sectores industriales, bajo los principios de PMBOK versión 6.

## **Objetivos**

### **Objetivo General**

Diseñar una propuesta de gestión del riesgo para el proyecto Hidroeléctrico El Quimbo bajo fundamentos gerenciales del PMBOK, para la mitigación del impacto ambiental.

### **Objetivos Específicos**

Caracterizar los riesgos ambientales del proyecto Hidroeléctrico El Quimbo a través de fuentes bibliográficas y documentales.

Identificar las mejores prácticas de Gestión de Riesgos para el proyecto, con base en el análisis de contenido de PMBOK y normatividad técnica aplicable al proyecto objeto de referencia.

Construir una propuesta de gestión de los riesgos ambientales en el marco de los procesos, técnicas y herramientas desde PMBOK y estándares relacionados.

## **Marco de referencia**

Según (Toro Perea, 2020), el propósito del marco de referencia es “instalar la investigación en una o varias teorías, enfoques o escuelas”. Dentro del marco de referencia se incluye: el Estado del Arte, el cual se extiende hasta cinco (5) años en los antecedentes de la investigación, quiénes han abordado el tema u objeto de investigación, sus resultados y errores, se construye Tabla de revisión analítica especializada (Apéndice A); el Marco Teórico, en el que se detallan los elementos teóricos que sustentan la gestión de riesgos ambientales, en esta se incluyen los modelos y técnicas de la gestión del riesgo, las cuales alimentan la metodología; el Marco Conceptual, en el que se presentan las definiciones puntuales de los términos usados en el proyecto; el Marco Histórico, en el que se muestra la evolución y desarrollo del objeto de estudio, desde diversos enfoques, en un escenario temporal anterior al Estado del Arte; finalmente, el Marco Legal y Normativo, en el que se revisan las normas en sentido positivo y referentes técnicos con que se pretende complementar la gestión de riesgos de PMBOK.

### **El Estado del Arte**

En su artículo titulado “Metodología para la estimación del riesgo aguas abajo de una presa en función de las políticas de operación a largo plazo” (Huerta-Loera Sadoth Fabiána y Domínguez-Mora Ramón, 2016), presentan una metodología para evaluar el riesgo de inundaciones aguas abajo de una presa tomando en cuenta que, cuando ocurren las avenidas de diseño, el nivel en el vaso es una variable aleatoria que depende de la política de operación a largo plazo de la presa.

En el artículo de Polanco & at el (2016) “Incidencia de estándares internacionales en la sostenibilidad corporativa: una perspectiva de la alta dirección”, afirman que “los estándares internacionales inciden en la sostenibilidad corporativa y uso al desempeño y a la gobernanza del negocio”. El estudio analiza esta incidencia desde la óptica de la alta dirección de una empresa del sector energético colombiano. La metodología de investigación es un estudio de caso exploratorio, provisto de 5 entrevistas en profundidad. Los resultados muestran que los directivos recurren a los estándares en busca de control y legitimidad desde 2 posturas complementarias: una pragmática frente al desempeño y otra prudente frente a la gobernanza. Se concluye que la adopción de los estándares es el resultado del liderazgo y los valores de los directivos, que confieren identidad a la empresa al mismo tiempo que ponen frente a nuevos retos de cara a la sociedad.

Por su parte, (Barghi & Sikari), en su artículo *Qualitative and quantitative project risk assessment using a hybrid PMBOK model developed under uncertainty conditions*, presentaron una evaluación de riesgos cualitativa y cuantitativa del proyecto utilizando un modelo híbrido PMBOK desarrollado en condiciones de incertidumbre. En consecuencia, se empleó un diseño de investigación exploratoria y aplicada en este estudio. La muestra de investigación incluyó a 15 miembros del personal experimentado que trabajaban en puestos principales y relacionados en *Neyr Perse Company*. Después de revisar la literatura y el Cuerpo de conocimientos sobre gestión de proyectos (PMBOK), 32 Se identificaron los factores de riesgo y se redujo su número a 17 riesgos utilizando las opiniones de los expertos a través del Delphi difuso.

En su proyecto, Londoño 2017, usando como analogía un viaje, el cual inicia con una “visión global de las principales problemáticas que a nivel mundial, regional y local enfrentan los proyectos de generación de energía hidroeléctrica, y cómo algunas variables, específicamente las asociadas a los riesgos ambientales, han generado grandes dificultades en su gerenciamiento, así como tropiezos y sobrecostos en su ejecución.

Londoño, reporta los siguientes riesgos ambientales críticos:

**Tabla 1.**

*Riesgos Ambientales Críticos del proyecto hidroeléctrico Santo Domingo (Etapa de construcción)*

<i>Cód.</i>	<i>Escenario de riesgo</i>	<i>Tipo</i>	<i>Nivel de riesgo</i>
<i>R2</i>	<i>Deterioro del relacionamiento con las comunidades (horizonte de 4 años)</i>	<i>Socioambiental</i>	<i>Extremo</i>
<i>R6</i>	<i>Manifestaciones en contra del proyecto por conflicto social</i>	<i>Socioambiental</i>	<i>Extremo</i>
<i>R9</i>	<i>Daño, interrupción y/o retrasos en la construcción por vientos fuertes, rayos inundaciones, deslizamientos, asentamientos</i>	<i>Ambiental</i>	<i>Extremo</i>
<i>R16</i>	<i>Afectación negativa a los recursos naturales (flora, fauna, aguas) como consecuencia de la ejecución del proyecto</i>	<i>Ambiental</i>	<i>Alto</i>
<i>R21</i>	<i>Invasión de predios que afecte el desarrollo del proyecto</i>	<i>Socioambiental</i>	<i>Alto</i>
<i>R23</i>	<i>Sobrexpectativas de las comunidades</i>	<i>Socioambiental</i>	<i>Alto</i>

Fuente: (Londoño González & Gómez Salazar, 2017)

Por otra parte, (Ribas, Arce, Sohler, & Suárez-García, 2019) afirman que “las centrales hidroeléctricas de pasada a lo largo de los afluentes del río Amazonas, han demostrado ser una

alternativa ecológicamente viable para satisfacer la demanda energética brasileña”. Estas plantas son una solución para sumar capacidad. Sin embargo, debido a las características geográficas y socioeconómicas de esta región, existen riesgos que no pueden ser despreciados. Este estudio reporta la aplicación del análisis multicriterio para identificar eventos de riesgo para la Central Hidroeléctrica Santo Antonio en construcción, relacionados con los paquetes de servicio relevantes para el proyecto.

En su artículo titulado: Creación de valor a través de la gestión de riesgos del proyecto, Willumsen y Oehmen, analizan a través revisión de literatura y un estudio empírico, la subjetividad de la agregación de valor a los proyectos a través de la gestión de los riesgos, afirmando que el valor suele ser subjetivo. Si este es el caso, ¿cómo perciben las partes interesadas que la gestión de riesgos del proyecto crea valor? Este artículo presenta una revisión de la literatura y un estudio empírico de la gestión de riesgos de proyectos como un medio para crear valor. El estudio empírico se basa en entrevistas, analizadas mediante análisis cualitativo, para desentrañar el valor subjetivo de la gestión de riesgos del proyecto.

Según (Grajales Vega & Salazar, 2019), los proyectos hidroeléctricos desarrollados en Colombia han representado impactos al medio físico, a través de: el deterioro en la calidad del agua, ”La retención de agua en los depósitos, producto de la construcción de hidroeléctricas modifica el régimen hidrológico e hidráulico de las fuentes hídricas, de lótico (aguas fluviales) a léntico (aguas superficiales de muy bajo flujo como los lagos o embalses), afectando los procesos de esorrentía, de aporte y transporte de sedimentos”; degradación de suelos, debido a la desaparición de “un sin número de macro y microorganismos disponibles en el suelo; los cuales posibilitan la disponibilidad de elementos mayores indispensables para garantizar la calidad de



producción agrícola producto del suelo; alteración de la calidad del aire, “se presenta el aumento en las emisiones de material particulado y los niveles de ruido producto del desarrollo de actividades de fuentes fijas y móviles”.

El medio biótico no es ajeno a los impactos de los procesos constructivos y de la operación de las centrales hidroeléctricas; dentro de sus aristas se destaca: la flora, “en la etapa constructiva y en la de inundación para el llenado del embalse, generan una pérdida de flora significativa, dentro de las cuales podemos citar la desaparición de especies de bosque primario, secundario, terciario, rastrojo bajo y coberturas de interés agrícola y pecuario como pastos y sembrados, entre otros” y; la fauna, “se da la pérdida y modificación del hábitat terrestre y acuático por la intervención del bosque lo que ocasiona la disminución de especies nativas y el origen y/o propagación anómala de especies exóticas más apropiadas”.

Dussan (2017) plantea que, en Colombia el modelo de explotación ha traído graves consecuencias socio-ambientales, ahondado por el fenómeno de la expropiación por vía administrativa, lo cual resulta en mecanismos de fuerza que genera rechazo social. Además, son frecuentes los ecocidios y la afectación del patrimonio cultural; todo esto a consecuencia de las actividades desarrolladas por los megaproyectos Hidroeléctricos. Resulta un común denominador de las hidroeléctricas en Colombia el impacto ambiental, expresado en afectación de los cuerpos de agua, con su consecuente disminución en la producción de peces, pérdida de capacidad productiva de suelos, deterioro de la calidad del aire y, en general impactos significativos en los medios físico y biótico.

## **Marco Teórico.**

Se detallan los elementos teóricos que sustentan la gestión de riesgos ambientales:

### *Análisis bayesiano.*

Es común encontrar problemas cuando hay tanto datos como información subjetiva. El análisis bayesiano permite utilizar ambos tipos de información en la toma de decisiones. Se basa en un teorema atribuido al reverendo *Thomas Bayes* (1760). En su forma más simple, El teorema de Bayes proporciona una base probabilística para cambiar la opinión a la luz de nuevas evidencias. (ISO 31010, 2019).

### *Análisis de "pajarita", corbata o Bow Tie.*

Una "pajarita" es una representación gráfica de vectores que van desde las causas de un evento a sus consecuencias. Muestra los medios de control que varían la probabilidad del evento y aquellos que varían sus consecuencias, si el evento ocurre.

Puede verse como una representación simplificada de un árbol de fallas o un árbol de éxito (que analiza la causa de un evento) y un árbol de eventos (analizando sus consecuencias). Los diagramas de "pajarita" se pueden diseñar a partir de árboles de fallas y eventos, pero la mayoría de las veces se establecen directamente por un equipo de acuerdo con un escenario de taller. (ISO 31010, 2019).

### *Registros de riesgos.*

Un registro de riesgos recopila información sobre riesgos con el fin de informar a las personas expuestas a estos riesgos y los responsables de su gestión. Puede ser un documento en

papel o una base de datos, que generalmente contiene: una breve descripción del riesgo (por ejemplo, un nombre, las consecuencias y la secuencia de eventos que conducen las consecuencias, etc.); una declaración sobre la probabilidad de que ocurran las consecuencias; las fuentes o causas del riesgo; controles existentes dirigidos al control de riesgos. (ISO 31010, 2019).

*Matriz de consecuencias / probabilidades (matriz de riesgo o mapa de calor).*

Es una forma de mostrar los riesgos según su consecuencia y su probabilidad, y combinar estas características para mostrar una clasificación de importancia de riesgo.

Se definen escalas personalizadas de consecuencia y probabilidad para los ejes de la matriz. Las escalas pueden contener cualquier número de puntos (escalas con tres, cuatro o cinco puntos son los más comunes) y pueden ser cualitativos, semicuantitativo o cuantitativo. Si se utilizan descripciones numéricas para definir las graduaciones de las escalas, deben ser consistentes con los datos disponibles y que se den las unidades. (ISO 31010, 2019).

*Método de Battelle Columbus.*

Fue inventada en “1972” por los laboratorios Battelle y Columbus de Estados Unidos, con el fin de evaluar el impacto ambiental de los proyectos que tenían manejo de recursos hídricos.

Es uno de los métodos cuantitativos existentes, permitiendo una evaluación sistemática de los impactos ambientales de un proyecto, por medio de “indicadores homogéneos” (Gabriela, 2010). Además, se puede “conseguir una planificación a medio y largo plazo de proyectos con el mínimo impacto ambiental posible” (Ruberto, 2006).

Está conformado por una lista de indicadores, que contienen “78 parámetros ambientales”, que se ordenan en “18 componentes ambientales”, agrupados en forma de árbol, divididos en cuatro niveles. El primer nivel se denomina “categoría”, el segundo nivel “componentes”, el tercer nivel “parámetros” y el cuarto nivel “medidas” (Ruberto, 2006).

#### *La matriz de Leopold.*

Fue el primer método que se estableció para las evaluaciones de impacto ambiental. Realmente es un sistema de información y se preparó para el Servicio Geológico del Ministerio del Interior de los Estados Unidos, como elemento de guía de los informes y de las evaluaciones de impacto ambiental. (Santiago Cotán-Pinto Arroyo, 2007).

#### **Marco Conceptual.**

Son diversos los conceptos que se desprenden del presente proyecto y que son claves para entenderlo y entender, a su vez, la problemática que él mismo presenta. Así, se encuentran [M1] los siguientes términos que se conceptualizan, generalmente, de la siguiente manera:

#### *Análisis de contenidos.*

Es una técnica de interpretación de textos donde pueden existir toda clase de registros de datos, transcripción de entrevistas, discursos, protocolos de observación, documentos, videos. El denominador común de todos estos materiales es su capacidad para albergar un contenido que leído e interpretado adecuadamente nos abre las puertas a conocimientos de diversos aspectos y fenómenos de la vida social. (Andréu Abela, 2002).

*Parte interesada.*

Persona u organización que puede afectar, verse afectada, o percibirse como afectada por una decisión o actividad. (NTC-ISO 14001, 2015), (Organización Internacional de Normalización, 2018).

*Medio ambiente.*

Entorno en el cual una organización opera, incluidos el aire, el agua, el suelo, los recursos naturales, la flora, la fauna, los seres humanos y sus interrelaciones. (NTC-ISO 14001, 2015).

*Impacto ambiental.*

Cambio en el medio ambiente, ya sea adverso o beneficioso, como resultado total o parcial de los aspectos ambientales de una organización (NTC-ISO 14001, 2015).

*Riesgos y oportunidades.*

Efectos potenciales adversos (amenazas) y efectos potenciales beneficiosos (oportunidades) (NTC-ISO 14001, 2015).

*Riesgo.*

Efecto de la incertidumbre sobre los objetivos. (Organización Internacional de Normalización, 2018).

*Riesgo Residual.*

Riesgo que permanece después de haber implementado las respuestas a los riesgos. (PMI, 2017).

*Riesgo Secundario.*

Riesgo que surge como resultado directo de la implantación de una respuesta a los riesgos.

*Incertidumbre.*

Es el estado, incluso parcial, de deficiencia de información relacionada con la comprensión o conocimiento de un evento, su consecuencia o su probabilidad. (NTC-ISO 14001, 2015).

*Gestión del Riesgo.*

Actividades coordinadas para dirigir y controlar la organización con relación al riesgo. (Organización Internacional de Normalización, 2018).

*Fuente de riesgo.*

Elemento que, por sí solo o en combinación con otros, tiene el potencial de generar riesgo. (Organización Internacional de Normalización, 2018).

*Evento.*

Ocurrencia o cambio de un conjunto particular de circunstancias. (Organización Internacional de Normalización, 2018).

*Consecuencia.*

Resultado de un evento que afecta a los objetivos (Organización Internacional de Normalización, 2018).

*Probabilidad.*

Posibilidad de que algo suceda. (Organización Internacional de Normalización, 2018).

*Oportunidad.*

Combinación de circunstancias que se espera sean favorables a los objetivos (ISO 31010, 2019).

*Conductor de riesgo.*

Factor que tiene una gran influencia en el riesgo. (ISO 31010, 2019).

*Amenaza.*

Fuente potencial de peligro, daño u otro resultado indeseable. (ISO 31010, 2019).

*Gestión de los riesgos del proyecto:*

“La gestión de los riesgos del proyecto, incluye los procesos para llevar a cabo la planificación de la gestión, identificación, análisis, planificación de respuesta, implementación de respuesta y monitoreo de los riesgos de un proyecto. Los objetivos de la gestión de los riesgos del proyecto son aumentar la probabilidad y/o el impacto de los riesgos positivos y disminuir la probabilidad y/o el impacto de los riesgos negativos, a fin de optimizar las posibilidades de éxito del proyecto”. (PMI, 2017).

## **Marco Legal y Normativo.**

A continuación, se analiza el alcance del marco legal de Colombia frente a los requisitos ambientales para el desarrollo de un proyecto hidroeléctrico y las normas técnicas con que se pretende complementar la gestión de riesgos de PMBOK.

### *Constitución Política de Colombia.*

En su Artículo 80 “Planificación del manejo y aprovechamiento de los recursos naturales”, establece como deber del Estado la planificación del manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución.

### *Decreto ley 2811 de 1.974.*

Código nacional de los recursos naturales renovables RNR y no renovables y de protección al medio ambiente. Declara al ambiente patrimonio común, el estado y los particulares deben participar en su preservación y manejo. Regula el manejo de los RNR, la defensa del ambiente y sus elementos.

### *Ley 23 de 1973.*

Principios fundamentales sobre prevención y control de la contaminación del aire, agua y suelo y otorgó facultades al Presidente de la República para expedir el Código de los Recursos Naturales.

### *Ley 99 de 1993.*



Crea el Ministerio del Medio Ambiente y Organiza el Sistema Nacional Ambiental (SINA). Reforma el sector público encargado de la gestión ambiental. Organiza el sistema Nacional Ambiental y exige la Planificación de la gestión ambiental de proyectos. Los principios que se destacan y que están relacionados con las actividades portuarias son: La definición de los fundamentos de la política ambiental, la estructura del SINA en cabeza del Ministerio del Medio Ambiente, los procedimientos de licenciamiento ambiental como requisito para la ejecución de proyectos o actividades que puedan causar daño al ambiente y los mecanismos de participación ciudadana en todas las etapas de desarrollo de este tipo de proyectos.

Esta norma define a la licencia Ambiental como la autorización que otorga la autoridad ambiental competente para la ejecución de una obra o actividad, sujeta al cumplimiento por el beneficiario de la licencia de los requisitos que la misma establezca en relación con la prevención, mitigación, corrección, compensación y manejo de los efectos ambientales de la obra o actividad autorizada. (El Congreso de Colombia, 1993).

*Decreto 2041 de 2014.*

Reglamenta el Título VIII de la Ley 99 de 1993, sobre Licencias Ambientales y se ocupa de definir conceptos y requisitos tales como:

*Área de influencia:*

Área en la cual se manifiestan de manera objetiva y en lo posible cuantificable, los impactos ambientales significativos ocasionados por la ejecución de un proyecto, obra o actividad, sobre los medios abiótico, biótico y socioeconómico, en cada uno de los componentes de dichos medios. Debido a que las áreas de los impactos pueden variar dependiendo del

componente que se analice, el área de influencia podrá corresponder a varios polígonos distintos que se entrecruzan entre sí. (Decreto 2041, 2014).

*Impacto ambiental:*

Cualquier alteración en el medio ambiental biótico, abiótico y socioeconómico, que sea adverso o beneficioso, total o parcial, que pueda ser atribuido al desarrollo de un proyecto, obra o actividad.

*Plan de manejo ambiental:*

Es el conjunto detallado de medidas y actividades que, producto de una evaluación ambiental, están orientadas a prevenir, mitigar, corregir o compensar los impactos y efectos ambientales debidamente identificados, que se causen por el desarrollo de un proyecto, obra o actividad. Incluye los planes de seguimiento, monitoreo, contingencia, y abandono según la naturaleza del proyecto, obra o actividad.

*Estudio de impacto ambiental (EIA):*

Es el instrumento básico para la toma de decisiones sobre los proyectos, obras o actividades que requieren licencia ambiental y se exigirá en todos los casos en que de acuerdo con la ley y el presente reglamento se requiera. Este estudio deberá ser elaborado de conformidad con la Metodología General para la Presentación de Estudios Ambientales de que trata el artículo 14 del presente decreto y los términos de referencia expedidos para el efecto.

*ISO 14001: 2015, Sistemas de Gestión Ambiental, requisitos para su uso.*

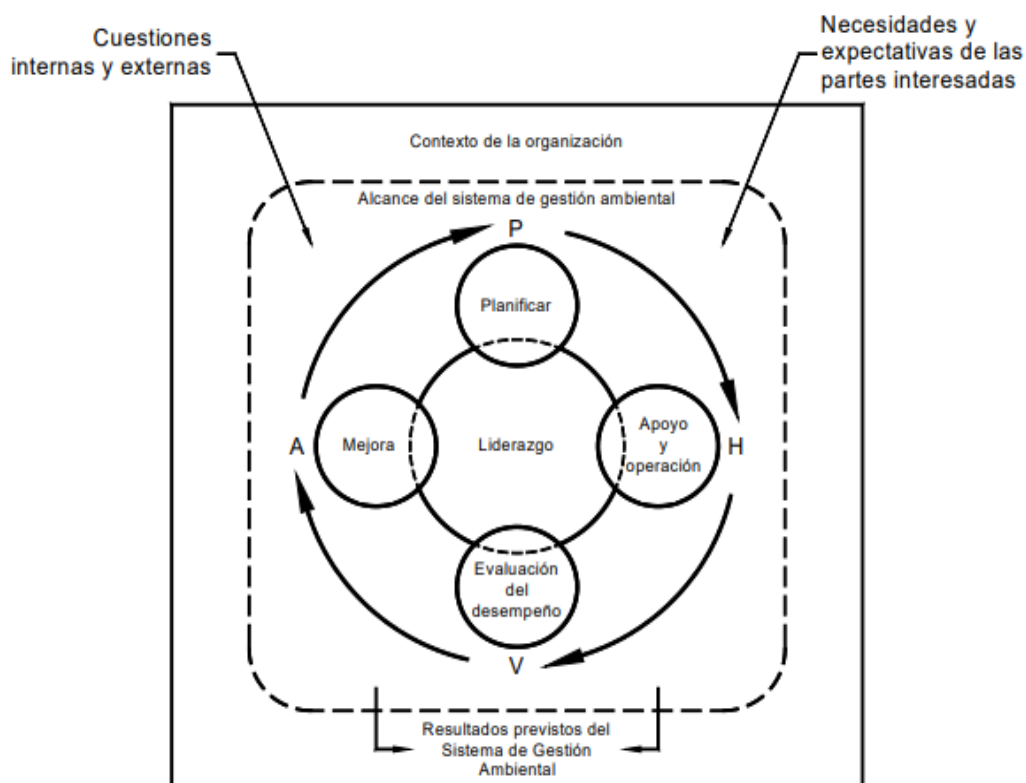
Esta norma busca apoyar la gestión ambiental, desde los principios de la sostenibilidad, transparencia y responsabilidad, aspectos de creciente incorporación dentro de las legislaciones, como respuesta a la presión ejercida por grupos de defensa del ambiente.

Esta norma se basa en la mejora continua, es decir en procesos iterativos, respaldados por el concepto del modelo PHVA.

Los aspectos sobre los que la norma ofrece orientación incluyen: términos y definiciones, contexto de la organización, liderazgo, planificación, apoyo, operación, evaluación del desempeño y mejora de los sistemas de gestión Ambiental.

### Figura 3.

*Relación entre el Modelo PHVA y el marco de referencia de ISO 14001:2015.*



Fuente: (NTC-ISO 14001, 2015)

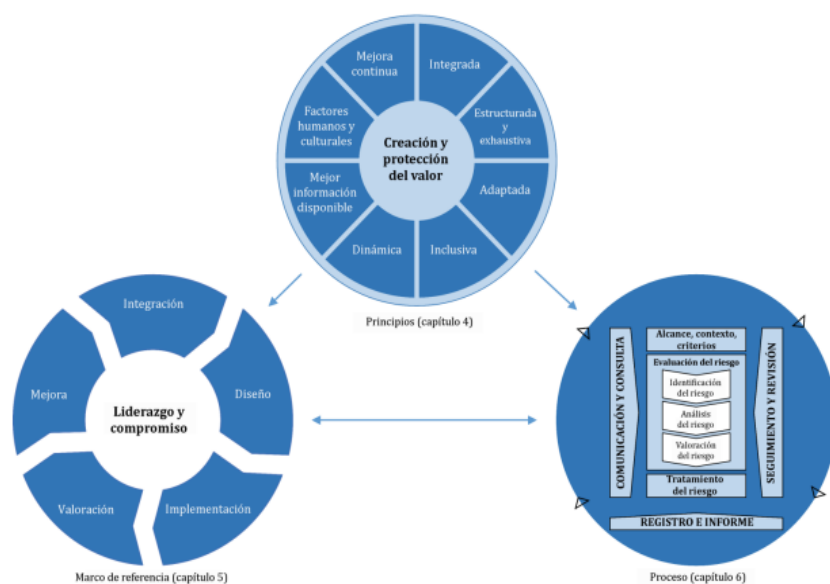
*ISO 31000:2018, Gestión del Riesgo, Directrices.*

Esta norma va dirigida a los encargados de gestionar los riesgos en las organizaciones, considerando las fuerzas internas y externas que crean la incertidumbre sobre la consecución de los objetivos. A pesar de tratarse de un proceso connaturalmente iterativo, ofrece criterios para la toma de decisiones informadas.

A continuación, se esquematiza la relación entre el proceso de gestión de riesgos y la creación de aspectos diferenciadores de la organización, sumados al liderazgo y compromiso de la alta dirección, requisito para lograr efectividad en la gestión:

**Figura 4.**

*Principios, marco de referencia y proceso de la Gestión de Riesgos*



Fuente: (Organización Internacional de Normalización, 2018).

Los aspectos sobre los que la norma ISO 31000:2018 ofrece orientación incluyen: términos y definiciones, principios, marco de referencia, incluyendo generalidades, liderazgo y

compromiso, Integración, diseño, implementación, valoración y mejora, proceso de la gestión del riesgo.

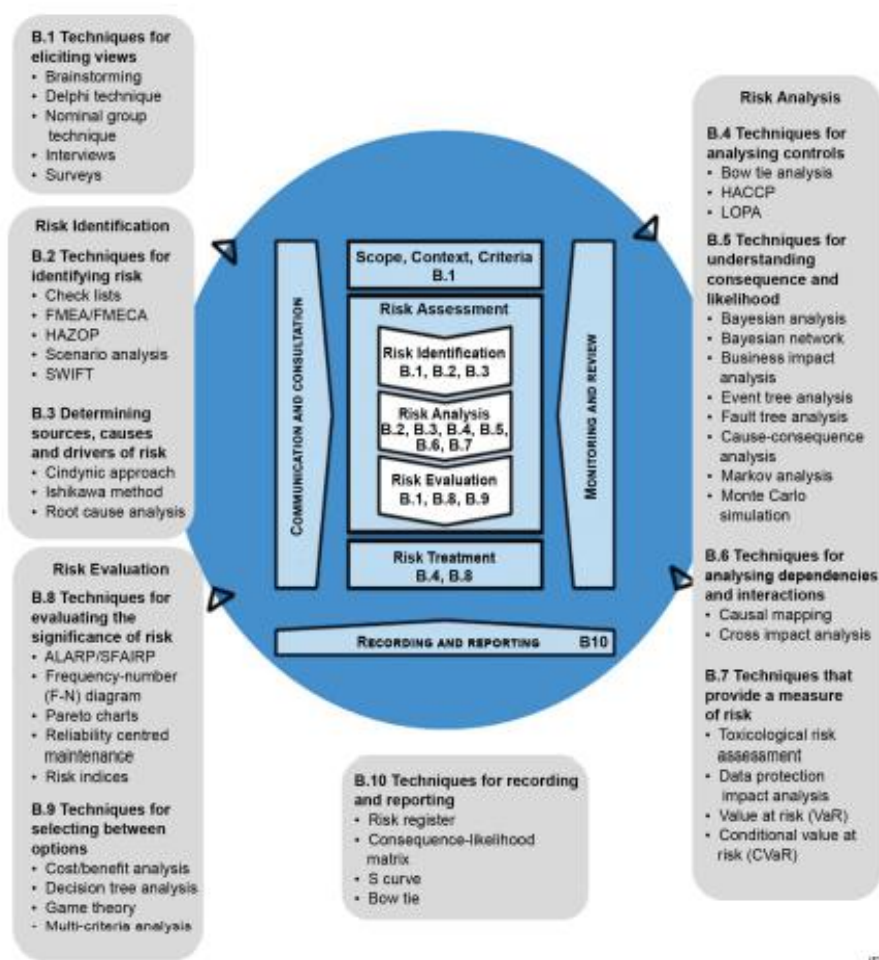
*ISO 31010:2019, Gestión de riesgos: técnicas de evaluación de riesgos.*

Con 42 técnicas, agrupadas en 10 categorías, esta norma facilita los procesos de identificación, análisis y evaluación de la gestión de riesgos desarrollada en ISO 31000:2018. La comparación de posibles aplicaciones, beneficios, requisitos y limitaciones de las técnicas incluidas facilitan el proceso de selección y su uso.

La Figura 5 correlaciona las técnicas agrupadas y su aplicabilidad en cada etapa de la evaluación del riesgo. Algunas técnicas, dependiendo de la competencia de quien las emplea, aportan soluciones en otras fases de la Gestión del Riesgo.

**Figura 5.**

*Aplicación de Técnicas de ISO 31010:2019 en el Proceso de Gestión de Riesgos de ISO 31000:2018*



Fuente: (ISO 31010, 2019)

La norma ISO 3100:2018 está compuesta por los siguientes acápites: alcance, referencias normativas, términos y definiciones, Conceptos básicos, usos de técnicas de evaluación de riesgos, implementación de la evaluación de riesgos. Esta última incluye: planificar la evaluación, gestionar información y desarrollar modelos, Aplicar evaluación técnica de riesgos, revisar el análisis, aplicar resultados para respaldar decisiones y registrar e informar el proceso y los

resultados de la evaluación de riesgos, la selección de técnicas de evaluación de riesgos. En el Anexo A se describe la categorización de técnicas y Anexo B se desarrolla la Descripción de técnicas.

## **Metodología**

Esta investigación es de tipo descriptivo, dado que en ella se cualifican y cuantifican las características de la gestión de riesgos o impactos ambientales del proyecto Hidroeléctrico El Quimbo, evitando juicios de valor y manteniendo la objetividad y, en cuanto a la naturaleza cuantitativa del caso de estudio, se subclasifica como Investigación Evaluativa, debido a que se evaluó la articulación del PMBOK versión 6 con Normas ISO, en lo que respecta a la gestión de los riesgos, particularmente, los de tipo ambiental en el proyecto hidroeléctrico El Quimbo.

La metodología se aplicó a partir de la revisión de fuentes secundarias, consistentes en reportes sobre impactos de los riesgos ambientales del Quimbo y estudios y planes de mitigación del constructor-operador.

Se consultó varias entidades que participan en los procesos de asignación, seguimiento y operación de proyectos energéticos en Colombia, dentro de las cuales destacan: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Autoridad Nacional de Licencias Ambientales ANLA, Unidad de Planeación Minero Energética UPME y Asociación Colombiana de Generadores de Energía Eléctrica ACOGEN.

Para el desarrollo de la monografía, fue necesario efectuar una revisión documental, a partir de la cual se identificaron las situaciones problemáticas, el alcance, y los objetivos.

Las etapas de la presente investigación guardan relación con cada uno de los objetivos secundarios y con las actividades a través de las cuales se desarrollan estos objetivos. En consecuencia, se presentan las tres etapas planteadas para el desarrollo del proyecto y las herramientas propuestas para cada caso:



Inicialmente, se realizó el análisis cualitativo de datos sobre fuentes bibliográficas, guías metodológicas, normativas sobre el impacto ambiental actual del proyecto Hidroeléctrico El Quimbo; se esquematizan las diferentes fuentes y se determinó las categorías de los riesgos.

Posteriormente, se identificaron las mejores prácticas de Gestión de Riesgos para el proyecto, con base en el análisis de contenido de PMBOK y normatividad técnica aplicable al proyecto objeto de referencia, se realizó el análisis Integrado de gestión de riesgos desde PMBOK y normas ISO, el cual se conformó de: Codificación, la categorización de las unidades de registro y obtención de resultados en el análisis de contenido, como resultado se estimó la correlación y el aporte de normas técnicas ISO 14.001:2015, 31.000:2016 y 31010:2019 al desarrollo de la gestión de riesgos en PMBOK versión 6. Además, se realizó una comparación entre los procesos de la gestión del riesgo de PMBOK versión 6 y el Estudio de impacto ambiental del Quimbo.

Para finalizar, se estructuró la propuesta de aproximación a la gestión de los riesgos ambientales en el marco de los procesos, técnicas y herramientas desde PMBOK y estándares relacionados.

La metodología descrita, se resume en la siguiente tabla:

**Tabla 2.***Esquema metodológico*

Diagrama de flujo del proceso investigativo			
Objetivo General	Objetivos Específicos	Actividades	Resultados
Diseñar una propuesta de gestión del riesgo para el proyecto Hidroeléctrico Quimbo bajo fundamentos gerenciales del PMBOK, para la mitigación del impacto ambiental.	Caracterizar los riesgos ambientales del proyecto Hidroeléctrico El Quimbo a través de fuentes bibliográficas y documentales.	Revisión de Antecedentes a la construcción de la Hidroeléctrica.	Hitos del proyecto
	Identificar las mejores prácticas de Gestión de Riesgos para el proyecto, con base en el análisis de contenido de PMBOK y normatividad técnica aplicable al proyecto objeto de referencia.	Identificación de impactos ambientales, basado en estudios por parte en EMGESA La Situación Actual de la Hidroeléctrica. Análisis Integrado de gestión de riesgos desde PMBOK y Normas ISO: Codificación, La categorización de las unidades de registro y Obtención de resultados en el análisis de contenido.	Programas creados para la mitigación de los impactos generados
	Construir una propuesta de gestión de los riesgos ambientales en el marco de los procesos, técnicas y herramientas desde PMBOK y estándares relacionados.	Aproximación a Gestión de riesgos en la Hidroeléctrica El Quimbo, desde un análisis integrado PMBOK y normas ISO (Procesos gestión de riesgos desde PMBOK, Plan gestión riesgos)	Integración del: Riesgo, impacto y plan de manejo Apéndice A. Aporte de Normas Técnicas ISO 14.001:2015, 31.000:2016 y 31010:2019 al desarrollo de la Gestión de Riesgos en PMBOK versión 6.

Fuente: los autores

### **Caracterizar los riesgos ambientales del proyecto Hidroeléctrico El Quimbo a través de fuentes bibliográficas y documentales.**

En este aparte se realizó el diagnóstico y caracterización de los riesgos ambientales del proyecto Hidroeléctrico El Quimbo. Es importante establecer que el proyecto del Quimbo tuvo unos antecedentes previos de cumplimiento de requisitos mínimos para el otorgamiento de la licencia ambiental (Resolución 0899 del 15 de mayo de 2009), esto a fin de obtener y analizar la información sobre los aspectos e impactos generados y los posibles planes de manejo. Como es conocido, la construcción de proyectos tiene efectos significativos sobre el ambiente, debido a las grandes áreas de intervención y el uso intensivo del recurso hídrico, a la destrucción de hábitats que genera desplazamiento de fauna, a la tala de árboles que aumenta los procesos denudativos y a los demás daños que interrumpen el ciclo normal de los ecosistemas.

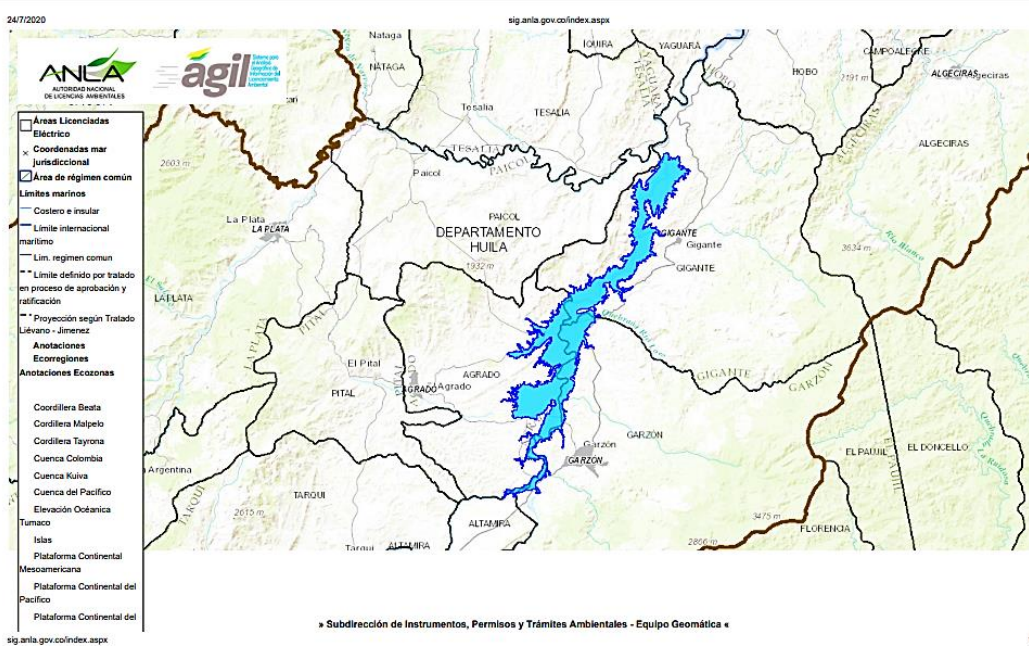
#### **Antecedentes a la construcción de la Hidroeléctrica.**

- *25 de marzo de 2008:* solicitud de la licencia ambiental.
- *Desde 10 de abril de 2008:* inicio de trámite y evaluación de estudio de impacto ambiental (EIA) – estudio técnico sobre la viabilidad ambiental del proyecto.
- *El 1 de septiembre de 2008:* el Ministerio de Minas y Energía declaró de utilidad pública e interés social el área necesaria para la construcción y operación del proyecto.
- *El 22 de diciembre de 2008:* se crean las mesas de concertación solicitadas por el entonces Presidente de la República:
- *21 de enero de 2009:* se realiza audiencia pública ambiental solicitada por la CAM para escuchar la opinión de la población en relación con el proyecto.

- *El 15 de mayo de 2009*: mediante Resolución 899, el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial - MAVDT, hoy Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible - MADS, otorgó a EMGESA S.A. E.S.P. licencia ambiental para el proyecto Hidroeléctrico El Quimbo, localizado en jurisdicción de los municipios de Garzón, Gigante, El Agrado, Paicol, Tesalia y Altamira, en el departamento del Huila.
- *El 16 de noviembre de 2015*, EMGESA S.A. E.S.P., informa que entra en etapa comercial (operación). (ANLA, 2016).

### Figura 6.

*Localización del proyecto Hidroeléctrico El Quimbo.*



Fuente: (ANLA, 2016)

### **Estudio de Impacto Ambiental de EMGESA.**

EMGESA S.A. E.S.P, mediante comunicación con radicado 4120-E1-29923 del 25 de marzo de 2008, presentó el Estudio de Impacto Ambiental para el proyecto Hidroeléctrico El Quimbo, y el 10 de abril de 2008, el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, inició el trámite y evaluación de Estudio de Impacto Ambiental (EIA). (ANLA, 2016).

### **Identificación de impactos ambientales, basado en estudios por parte en EMGESA**

La identificación de impactos se realizó con base en la evaluación de impacto ambiental ejecutados por el proyecto, en esta etapa se incluyeron los impactos con mayor relevancia y aquellos sobre los cuales la autoridad ambiental tuvo mayor consideración en el momento de otorgar la licencia ambiental correspondiente. Lo anterior se enmarca dentro de los impactos previstos, causados por la construcción de las hidroeléctricas, sobre los cuales se establece el plan de manejo ambiental de cada proyecto (Ver Apéndice B).

### **Plan de manejo ambiental en el Quimbo**

Es el conjunto detallado de medidas y actividades que, producto de una evaluación ambiental, están orientados a prevenir, mitigar, corregir o compensar los impactos y efectos ambientales debidamente identificados, que se causen por el desarrollo de un proyecto, obra o actividad. (EMGESA S.A. E.S.P., 2008).

El PMA para la construcción de la Central Hidroeléctrica El Quimbo, está compuesto por dos aspectos fundamentales: Aspecto socioeconómico y cultural y, el Aspecto Ambiental.

*Aspecto Ambiental:* contempla la parte física (agua, tierra, aire, residuos y ruido) y la parte biótica, (fauna y flora).

El PMA contempla los efectos (impactos) ambientales sobre el medio físico y sobre el medio biótico:

*Sobre el Medio físico:*

- Alteración de la calidad del agua
- Alteración de la calidad del aire y del ruido
- Afectación por generación de residuos de excavación
- Generación de residuos sólidos domésticos e industriales
- Alteración del suelo, entre otros

En este sentido se han diseñado nueve (9) programas que permiten prevenir, mitigar, controlar o compensar estos efectos:

- Manejo de residuos excedentes
- Manejo del recurso hídrico
- Atención y protección de sitios
- Restauración de zonas de uso temporal
- Manejo de residuos sólidos
- Manejo de fuentes de emisiones de ruido
- Manejo de la calidad de aguas

- Manejo de suelos
- Manejo ambiental de voladuras

### **Programas creados para la mitigación de los impactos generados por los riesgos más destacados en la construcción de la Hidroeléctrica**

Es importante identificar algunos de los programas que se crearon para disminuir los riesgos generados por la construcción de la hidroeléctrica como fueron:

#### *Programa de Manejo de Fuentes de Polvo y Ruido.*

Está orientado al control de la contaminación del aire que pueda producir la maquinaria, los vehículos y los equipos utilizados en el proyecto. Dentro de las acciones a implementar se consideran: regar con agua las vías sin pavimentar que lo requieran, controlar las emisiones de gases vehiculares y nivel de ruido, controlar los límites de velocidad (para vehículos livianos de 40 km/h y para vehículos pesados de 30 km/h.), utilizar cercas vivas, revegetalizar las áreas descubiertas y evitar realizar quemas de residuos sólidos (basuras), líquidos (combustibles) o forestales (maderas y hojas secas). (EMGESA S.A. E.S.P., 2008).

#### *Programa de Manejo Ambiental de Voladuras.*

Busca preservar la seguridad y la tranquilidad de todas las comunidades vecinas, manteniendo controladas las explosiones que se deben realizar durante la ejecución del proyecto, de tal forma que no se registren accidentes ni molestias a los vecinos, tomando acciones como:

Informar anticipadamente la actividad, hacer sonar una alarma antes de cada explosión; tomar las medidas necesarias para evitar que los fragmentos producto de las voladuras, puedan

ocasionar daños; realizar el inventario detallado de la existencia de viviendas cercanas a los sitios donde se realicen las voladuras; y contar con el personal calificado en este procedimiento.

*Programa de atención y protección de sitios críticos sensibles o vulnerables durante la operación del proyecto, en el borde del embalse (desde el llenado del embalse).*

Contempla el manejo y control de las zonas inseguras, potencialmente inestables, afectadas por erosión o que puedan afectarse por la misma en el borde del embalse, permitiendo tomar medidas que protejan, prevengan o corrijan a tiempo cualquier eventualidad, manteniendo la seguridad y evitando accidentes a las personas y/o daños a las construcciones localizadas en dicha zona.

*Programa de manejo de residuos excedentes de excavación.*

Busca realizar un adecuado transporte y disposición final del material sobrante de excavación producido en los diferentes sitios de obra del proyecto (presa, canteras, túnel de desviación, túnel de conducción, casa de máquinas construcción de vías, etc.), con el fin de evitar la alteración de la vegetación y el suelo, la contaminación del agua, los cambios en la calidad del aire, entre otros.

*Programa de restauración en zonas de uso temporal.*

Busca dejar en similares condiciones ambientales cada una de las zonas que se utilicen durante la construcción del proyecto, es decir, donde se ubicarán los campamentos, talleres, zonas de producción de concreto, zonas de suministro de materiales, entre otras.



*Manejo del recurso hídrico.*

Contempla varias actividades como: Manejo de captaciones de agua: control de las fuentes de suministro de agua utilizadas para la construcción del proyecto. El tratamiento de aguas residuales industriales y domésticas provenientes de los distintos lugares de trabajo sin ocasionar contaminación.

*Programa de manejo de residuos sólidos.*

Busca realizar un manejo integral de los residuos sólidos domésticos, peligrosos e industriales que se produzcan durante la construcción del proyecto. Se realizarán actividades de capacitación, separación en la fuente, reciclaje, recolección, transporte, tratamiento y disposición final, con el fin de evitar efectos negativos en el ambiente.

*Programa de manejo de calidad de aguas en el embalse y aguas abajo.*

Está orientado a la protección, ordenamiento y seguimiento de la calidad del agua (en el embalse) y aguas abajo del sitio de la presa. Para ello, se realizarán monitoreos que permitan verificar el estado de los cauces y quebradas que surten el embalse, controlar los residuos líquidos y las plantas acuáticas, entre otros.

*Programa de manejo de suelos.*

Busca recuperar y almacenar los suelos por un periodo de tiempo, con el fin de volverlos a depositar en los lugares donde han sido removidos (zonas de extracción de materia, talleres, instalaciones temporales, entre otras), con el objetivo de dejar la zona que se ha utilizado durante

la fase de construcción en condiciones similares o mejores a como estaba antes del inicio del proyecto.

### *Sobre el Medio Biótico*

El PMA busca prevenir, mitigar, controlar y/o compensar entre otros los siguientes efectos ambientales:

- Pérdida de la vegetación
- Alteración de los lugares donde habitan los animales y de la calidad del paisaje
- Afectación de la fauna terrestre
- Alteración de la actividad pesquera

En este sentido, se han diseñado cuatro (4) programas que permiten prevenir, mitigar, controlar o compensar estos efectos:

### *Manejo de cobertura vegetal y hábitats terrestres:*

Tiene como meta establecer 11.079.6 hectáreas de bosque seco tropical, en un área próxima al embalse como compensación a los ecosistemas intervenidos por el proyecto, durante la construcción del embalse y las zonas de obras.

### *Manejo de fauna silvestre:*

Se implementó para disminuir el riesgo de lesiones a los organismos que pudieran verse afectados por la intervención, e incluyó el ahuyentamiento mediante ruido, humo, captura, traslado, y atención médica de fauna, al inicio y durante la construcción del proyecto.

*Rescate contingente de peces (durante la desviación del río Magdalena):*

Se implementó rescatar los peces que pudieran quedar estancados y atrapados en pocetas, durante la operación del túnel de desvío del río Magdalena.

*Manejo y protección del recurso íctico y pesquero de la Cuenca Alta del río Magdalena en el área de influencia del proyecto Hidroeléctrico El Quimbo:*

Para la protección de los peces, se implementó este programa orientado al estudio, vigilancia y control, que permitió obtener información sobre la estructura y funcionamiento de las comunidades de peces del sector pesquero del río Magdalena y sus tributarios. (EMGESA S.A. E.S.P., 2008).

**Estudio de impacto ambiental del proyecto Hidroeléctrico El Quimbo.**

El proyecto hidroeléctrico El Quimbo construido por Emgesa, está ubicado en el departamento del Huila en el río Magdalena, al sur de Colombia, entre las cordilleras central y oriental captando aguas del río Páez. El área de influencia abarca los municipios de “Gigante, Garzón, El Agrado, Altamira, Paicol y Tesalia”. El proyecto tiene una capacidad instalada de “400 MW”, con la que se pretende generar “2.216 GWh/año”. La central está conformada por un embalse que tiene un volumen de “1.824 hm<sup>3</sup>” y un área inundada de “8.250 ha” (EMGESA S.A. E.S.P., 2008).

### Figura 7.

#### *Ubicación Central El Quimbo*



Fuente: (EMGESA S.A. E.S.P., 2008).

La Figura 7 muestra la ubicación del proyecto hidroeléctrico El Quimbo, el cual, según la imagen, se encuentra sobre el río Magdalena en Neiva y afecta a las poblaciones de Tesalia, Paicol, Agrado, Gigante, y Garzón.

La metodología utilizada para la realización de impacto ambiental fue cualitativa. Como base del estudio se realizó la desagregación de las actividades considerando contexto “contexto espacial (localización) y temporal (tiempo)”, dependiendo de las características de la zona. Para cada uno de los impactos se realizó una ficha con información básica para evolución que contiene “criterios para la identificación, caracterización y calificación”. La metodología califica el impacto neto producido, es decir “la diferencia entre el impacto con proyecto y el estado actual del componente afectado en relación con el impacto” (EMGESA S.A. E.S.P., 2008)

Según el Plan de Manejo Ambiental, integrado al Estudio de Impacto ambiental del proyecto El Quimbo (EMGESA S.A. E.S.P., 2008), los siguientes son los impactos más relevantes, sobre los componentes Físico y Biótico:

**Tabla 3.**

*Impactos sobre el componente Físico*

	<b>Impactos</b>	<b>Planes de Manejo</b>
<b>Físicos</b>	Degradación de las colas del embalse y sedimentación en el vaso	Programa de reposición de infraestructura afectada
	Regulación del régimen de caudales durante llenado y operación	Programa de manejo de la calidad de aguas en el embalse y aguas abajo Programa de rescate contingente de peces
	Alteración de las características de la calidad del agua del río Magdalena en el embalse del Quimbo, aguas abajo del sitio de prensa y del embalse Betania	Programa de manejo de la calidad de aguas en el embalse y aguas abajo Programa de manejo de cobertura vegetal y hábitats terrestres
	Alteración de la calidad del agua	Manejo de recursos hídricos Programa de manejo de residuos de excavación
		Manejo de residuos sólidos
		Programa de restauración en zonas de uso temporal
	Alteración de la calidad del aire y ruido	Manejo de fuentes de emisiones y ruido Manejo ambiental de voladuras
	Generación de inestabilidad y erosión en el borde del embalse	Programa de atención y protección de sitios críticos sensibles o vulnerables durante la operación del proyecto, en el borde del embalse
	Afectación por generación de residuos de excavación	Programa de manejo de residuos de excavación Programa de restauración en zonas de uso temporal
	Generación de residuos sólidos domésticos e industriales	Manejo de residuos sólidos
Alteración del microclima en los alrededores del embalse	Monitoreo de clima en los alrededores del embalse	
Alteración del suelo	Manejo de suelos Programa de desarrollo económico	

Fuente: los autores.

**Tabla 4.***Impactos sobre el componente Biótico*

	<b>Impactos</b>	<b>Planes de Manejo</b>
<b>Bióticos</b>	Pérdida de cobertura vegetal	Programa de manejo de cobertura vegetal y hábitats terrestres Manejo de suelos Programa de restauración en zonas de uso temporal
	Alteración de los patrones ecológicos y de calidad del paisaje	Programa de manejo de cobertura vegetal y hábitats terrestres
	Afectación sobre la fauna terrestre	Programa de manejo de fauna silvestre Programa de manejo de cobertura vegetal y hábitats terrestres
	Interacción del proyecto hidroeléctrico El Quimbo con el sistema de áreas protegidas del nivel Local, Regional y Nacional	Programa de manejo de cobertura vegetal y hábitats terrestres programa de manejo de fauna silvestre
	Formación de nuevos hábitats acuáticos	Programa de manejo de la calidad de aguas en el embalse y aguas abajo
	Alteración de las comunidades Hidrobiológicas	Programa de manejo de la calidad del agua en el embalse y aguas abajo

Fuente: los autores.

Desde los inicios del proyecto, ha estado en controversias, dada la magnitud del mismo y las afectaciones que genera sobre el entorno del cual se mantenía un equilibrio ecológico significativo a nivel nacional abundante en fauna y flora y otras especies terrestres, estas y más afectaciones como el desvío del río Magdalena nos conduce a determinar riesgos significativos; los aspectos que se van a relacionar son de carácter Físicos y Bióticos, características ambientales que son fundamentales dentro de la etapa de construcción de la Hidroeléctrica El Quimbo.

En su Estudio de Impacto Ambiental para el proyecto Hidroeléctrico El Quimbo (EMGESA S.A. E.S.P., 2008) hace declaraciones sobre la metodología aplicada: reportan que se basó en el cumplimiento de los requisitos de la Resolución 1280 de 2006 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial; declaran la identificación de impactos ambientales en cada una de las actividades del proyecto (por desagregación), “la desagregación de estos aspectos, superpuestos con las características ambientales de la zona, es la base para la identificación de los impactos” lo cual denota confusión entre conceptos de “tareas y aspectos”. Además, resulta sorprendente que, en un proyecto de esta magnitud, se haya optado por un proceso enteramente cualitativo para la identificación de aspectos ambientales. A continuación, encontraremos la integración del: Riesgo, causa, consecuencia y plan de manejo.

**Tabla 5.***Integración del: Riesgo, impacto y plan de manejo.*

Ítem	Medio	Riesgo	Causa	Consecuencias	Plan De Manejo
1	<b>Físico</b>	Contaminación superficial y subterránea	Alteración de la calidad del agua	*Mortalidad de flora y fauna, *Contaminación de suelos de cultivos	*Manejo del recurso hídrico *Programa de manejo de residuos de excavación *Manejo de residuos sólidos *Programa de restauración en zonas de uso temporal
2		Contaminación por ruidos o por material particulado	Alteración del aire y ruido	*Presión atmosférica, que ahuyenta las aves, *Partículas volátiles	*Manejo de fuentes de emisiones y ruido *Manejo ambiental de voladuras
3		Contaminación por residuos o por sustancias químicas	Alteración de suelos	*Suelo no apto para cultivar	*Manejo de suelos *Programa de desarrollo
4	<b>Bióticos</b>	Efectos directos sobre especies de la zona	Alteración sobre la fauna terrestre y acuática	*Características atmosféricas no aptas para el desarrollo de las especies	*Programa de manejo de fauna silvestre *Programa de manejo de cobertura vegetal y hábitats terrestres
5		Efectos directos sobre la cubierta vegetal	Pérdida de la cobertura vegetal	*Contaminación en la ingesta de alimentos	*Programa de manejo de cobertura vegetal y hábitats terrestres *Manejo de suelos *Programa de restauración en zonas de uso temporal

Fuente: los autores.



Del análisis al Estudio de Impacto Ambiental para el proyecto Hidroeléctrico El Quimbo (EMGESA S.A. E.S.P., 2008) se infiere que la gestión de Riesgos ambientales se basó en listas de chequeo, a las que denominaron “ficha de insumos de información”, en lugar de aplicar los “activos de los procesos de la organización”, los cuales deben incluir información sobre experiencias de varios proyectos de similar alcance que ha desarrollado la empresa en Colombia y otros países.

### **Análisis Integrado de gestión de riesgos desde PMBOK y Normas ISO.**

En el capítulo anterior, se hizo una revisión de información sobre impactos ambientales en el proyecto Hidroeléctrico Quimbo y proyectos de características similares. En esta sección se determinará, con base en la Gestión de Riesgos de PMBOK y las Normas Técnicas complementarias, las herramientas o mejores prácticas que debieron aplicar en el proyecto Hidroeléctrica El Quimbo.

Para el desarrollo de este aparte de la investigación, se realizó el análisis de contenido de los procesos de la Gestión del Riesgo según (PMI, 2017), los cuales se desarrollan en el Capítulo 11, de la Parte 1 de la Guía del PMBOK y se establece la relación de complementariedad en la articulación con las herramientas que ofrecen las normas: NTC ISO 14001 de 2015 “Sistemas de Gestión Ambiental, requisitos con orientación para su uso”; NTC ISO 31.000 de 2016 Gestión del Riesgo, principios y directrices” y NTC ISO 31.010 de 2009 “Gestión de Riesgos, técnicas de valoración del riesgo” (Ver Apéndice C).

El proceso de análisis de contenido referido se llevó a cabo de la siguiente manera:

#### **Codificación.**

Se estudiaron los textos individuales de PMBOK versión 6 Capítulo 11, NTC ISO 14001 de 2015, NTC ISO 31.000 de 2016 y NTC ISO 31.010 de 2009. De acuerdo con los objetivos de esta investigación, se identifican los elementos de la Gestión de Riesgos y las mejores prácticas o herramientas aportadas por las normas ISO, que permitan complementar o que faciliten poner en funcionamiento los subprocesos o etapas de la gestión del riesgo.

Este es un ejercicio iterativo que requiere volver sobre las lecturas cada vez que se encontraba, reconocía e interpretaba alguna de las técnicas para la valoración de riesgos, de las cuales, además se propone su uso como coadyuvante en varias etapas del proceso. La de las normas ISO, debido a su estructura documental, facilita su revisión. Además, los procesos o etapas de la gestión de riesgos PMBOK versión 6 guardan el mismo sentido lógico secuencial de ISO.

### **La categorización de las unidades de registro.**

Las salidas de los procesos de Gestión de Riesgos de PMBOK versión 6 constituyen las unidades de registro, esto es fundamental para dar validez al análisis debido a que establece un marco claro para analizar el aporte de las normas en revisión. Al aplicar el criterio descrito, se estableció que las NTC ISO 14001 de 2015 y NTC ISO 31.000 de 2016, guardan relación estructural con nuestro patrón, principalmente en aspectos como: Roles y responsabilidades, Financiamiento, Calendario (momento), Categorías de riesgo, Apetito al riesgo del interesado, Seguimiento (auditoría), Registro de riesgos, Dueños de riesgo potencial, entre otros; sin embargo, estas normas no ofrecen técnicas o buenas prácticas para gestionar los riesgos.

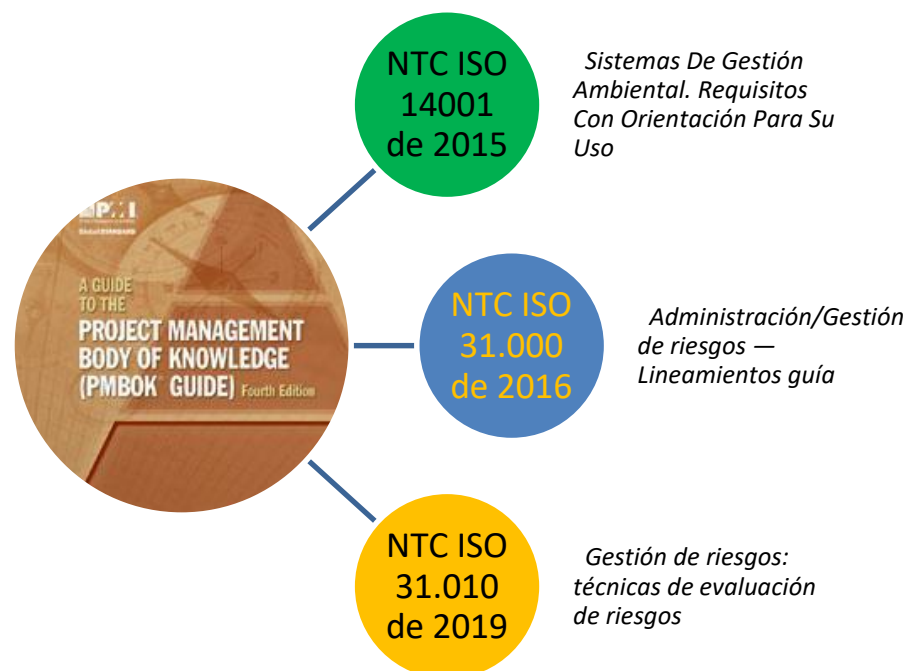
### **Obtención de resultados en el análisis de contenido.**

El objetivo de vincular las NTC ISO 14001 de 2015, NTC ISO 31.000 de 2016 y NTC ISO 31.010 de 2019, como coadyuvantes de PMBOK versión 6 Capítulo 11, al identificar las herramientas que amplían opciones y facilitan la gestión de riesgos se logra gracias a NTC ISO 31.010 de 2009 “Gestión de Riesgos, técnicas de valoración del riesgo”. En el Apéndice C se

muestra la asociación de “las salidas” de las etapas de la Gestión de Riesgos con algunas de las 42 técnicas que incluye la norma.

### Figura 8.

*Incorporación de Normas ISO a la Gestión de Riesgos de PMBOK versión 6*



Fuente: los autores.

**Aproximación a Gestión de riesgos en la Hidroeléctrica El Quimbo, desde un análisis integrado PMBOK y normas ISO (Procesos gestión de riesgos desde PMBOK, Plan gestión riesgos).**

A continuación, se describe una aproximación a un Plan de Gestión de Riesgos, para éste caso de tipo Ambiental, en el cual se realiza la incorporación de criterios y técnicas (buenas prácticas) aportadas por las Normas Técnicas descritas (La numeración corresponde con PMBOK versión 6).

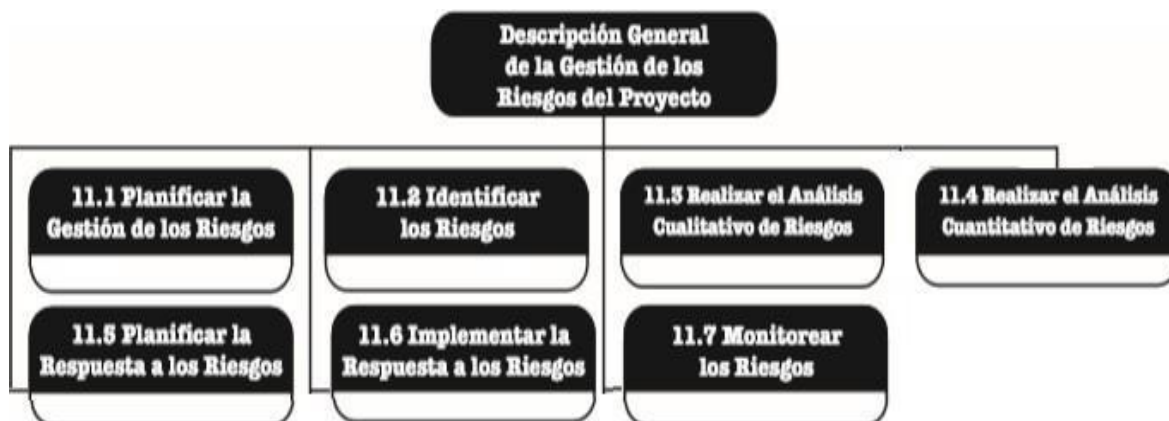
**Gestión del Riesgo.**

La Gestión de los Riesgos del proyecto incluye los procesos para llevar a cabo la planificación de la gestión, identificación, análisis, planificación de respuesta, implementación de respuesta y monitoreo de los riesgos de un proyecto. Los objetivos de la gestión de los riesgos del proyecto son aumentar la probabilidad y/o el impacto de los riesgos positivos y disminuir la probabilidad y/o el impacto de los riesgos negativos, a fin de optimizar las posibilidades de éxito del proyecto. (*Project Management Institute, Inc., 2017*).

Los procesos de la gestión de los Riesgos se representan en la siguiente figura:

**Figura 9.**

*Descripción General de la Gestión de Riesgos del proyecto.*



Fuente: (Project Management Institute, Inc., 2017).

El objetivo de la gestión será anticipar los riesgos específicos para el proyecto que puedan impactar de una forma más relevante los objetivos de este, tanto amenazas como oportunidades (en caso en que sean identificadas).

#### *Roles y responsabilidades en la gestión de riesgos ambientales*

Los responsables de la gestión de riesgos para el proyecto serán:

- Gerente del proyecto: Responsable de conocer la gestión en forma directa por parte del P&C y responsable de comunicar la gestión de los riesgos relevantes a las Directivas de El Quimbo, al menos cada 15 días.

Aprueba los planes de respuesta según su grado de gestión en los riesgos y su comparación de costo vs el valor de materialización de los riesgos.

- P&C: responsable directo de la gestión de los riesgos. Reporta directamente al Gerente del proyecto así:
  - Alarmas prioritarias: en el momento en que se detecten.

- TOP 5 o TOP 10 de los riesgos de mayor valoración: en las reuniones de seguimiento del proyecto.

También es responsable de asegurar la identificación de los riesgos (registro de los riesgos y de todos sus parámetros como valoraciones y planes de respuesta) para las situaciones críticas de los proyectos (programación de talleres que se deberán incluir en el Cronograma del proyecto).

- Responsables de realizar los planes de respuesta aprobados por el Gerente del proyecto, son asignados particularmente para la ejecución de los planes de respuesta aprobados y por lo general son integrantes del equipo del proyecto o áreas de soporte. En casos especiales son terceros o consultores.
- Propietario del riesgo: Son los expertos en sus respectivas áreas de gestión quienes identificaron los riesgos, valoraron inicialmente, plantearon el plan de respuesta y la valoración post control. Lo anterior con el apoyo y soporte del P&C y la validación final con el Gerente del proyecto.

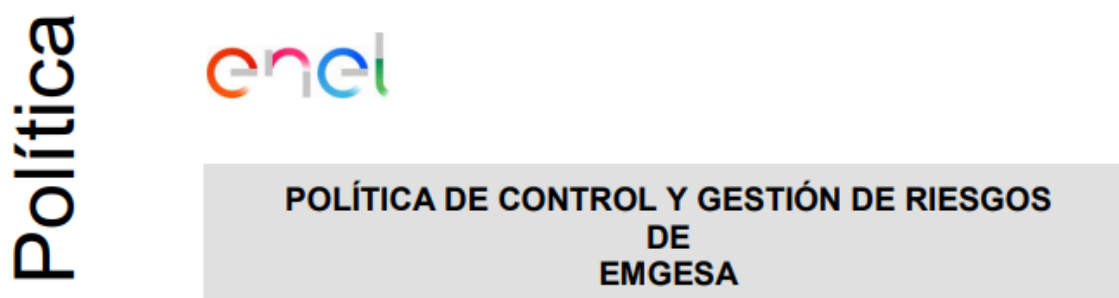
El propietario del riesgo conoce a detalle su nivel de impacto y probabilidad. Asegurarán que las gestiones de los riesgos identificados para su área sean efectuadas, controlará la gestión de los planes de respuesta realizando seguimiento y control a los responsables de estos y comunicará la gestión por riesgo al P&C.

#### *Definición de Políticas de Gestión de Riesgo.*

A continuación, se presenta la política de Gestión de Riesgos de El Quimbo:

**Figura 10.**

*Política de Gestión de Riesgo de El Quimbo.*



La Política de Control y Gestión de Riesgos de Emgesa (en adelante la "Compañía"), es el conjunto de decisiones que toma la empresa para determinar cuál es el marco de actuación aceptable para los niveles de riesgo inherentes a su actividad, dentro del cual debe circunscribirse el desarrollo normal del negocio, y las medidas apropiadas para la adecuada gestión, monitoreo y control de dichos riesgos.

En particular la Política de Control y Gestión de Riesgos tiene por objeto:

- Establecer el modelo de Emgesa para controlar y gestionar los riesgos, definiendo la misión de los órganos vinculados al mismo y las competencias asignadas para todo el conjunto empresarial de Emgesa en materia de riesgos.
- Regular el modelo de control y de gestión de riesgos de Emgesa e identificar las principales funciones a desarrollar en cada uno de ellos.

El conjunto de acciones y medidas adoptadas por Emgesa en la ejecución de la Política de Control y Gestión de Riesgos (la "Política") se basa en los lineamientos del Sistema de Control y Gestión de Riesgos del grupo Enel ("SCGR").

Fuente: (Enel EMGESA, 2021).

*Identificación de Riesgos.*

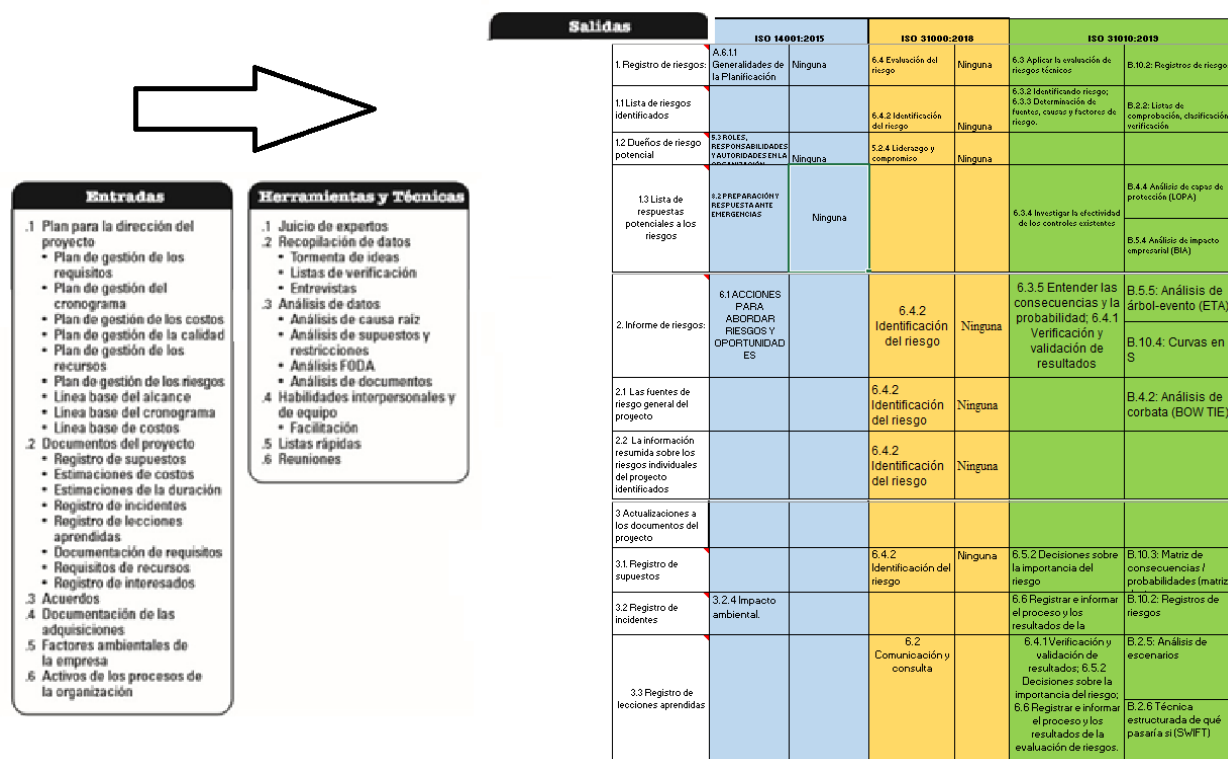
Identificar los Riesgos es el proceso de identificar los riesgos individuales del proyecto, así como las fuentes de riesgo general del proyecto y documentar sus características. El beneficio clave de este proceso es la documentación de los riesgos individuales existentes del proyecto y las fuentes de riesgo general del mismo.



También reúne información para que el equipo del proyecto pueda responder adecuadamente a los riesgos identificados. Este proceso se lleva a cabo a lo largo de todo el proyecto. (PMI, 2017).

A continuación, se presenta el esquema del proceso de Identificación de Riesgos, complementado con los Normas ISO referidas:

**Figura 11.**  
*Identificación de Riesgos*



Fuente: los autores.

Una estructura de desglose del riesgo garantiza un proceso completo de identificación sistemática de los riesgos con un nivel de detalle uniforme, y contribuye a la calidad y efectividad de la Identificación de Riesgos. (PMI, 2017)

### *Datos del riesgo*

**Categoría:** Se refiere a la fuente del riesgo ambiental. Se consideran las categorías de los Riesgos Físicos y Bióticos. Otros análisis podrían incluir: Técnica (si el riesgo es ocasionado por un área técnica del proyecto), Abastecimiento (cuando se ocasiona por la gestión de abastecimiento), Construcción (si es ocasionado en función de la construcción), Externa (si el riesgo es ocasionado por un área externa a la organización en la cual se desarrolla el proyecto), Organizacional (si el riesgo es ocasionado por área de la organización en la que se desarrolla el proyecto) o Gerencia del proyecto (si el riesgo es ocasionado por la gerencia del proyecto).

**Área:** Se refiere al área, frente de trabajo o grupo fuente del riesgo. Es un campo libre de texto para diligenciamiento del usuario.

**Estado Actual:** Se refiere al estado actual del riesgo. Este puede ser: Activo (el riesgo tiene una probabilidad de ocurrencia), Cerrado (la estrategia de respuesta definida, funcionó y el riesgo ya no se encuentra latente o el disparador del riesgo ya pasó, y el riesgo no tiene probabilidad de materializarse), Materializado (el riesgo que su probabilidad de ocurrencia se convierte en un hecho)

**Fase:** Se selecciona la fase del Modelo de Maduración y Creación de Valor en el cual se identifica el riesgo: Fase I - Estructuración, Fase II - Selección, Fase III - Planeación, Fase IV - Ejecución y Fase V - Cierre y Transferencia.

**Causa:** Es el "debido a" del metalenguaje del riesgo. La situación que se considera está disparando la posibilidad de que el riesgo se materialice.

Riesgo: Descripción detallada del riesgo. La situación de riesgo, lo que podría pasar.

Consecuencia: Efecto o impacto de la materialización del riesgo en el proyecto.

### Matriz de Identificación del Riesgo Ambientales proyecto Hidroeléctrico El Quimbo

**Tabla 6.**

*Matriz de Identificación de Riesgos Ambientales.*

Datos del Riesgo							
Ítem	Categoría	Área	Estado Actual	Fase	Causa	Riesgo	Consecuencias
1	FÍSICO	Represa	Activo	Operación	Alteración de la calidad del agua	Contaminación superficial y subterránea	Mortalidad de flora y fauna; Contaminación de suelos de cultivos
2	FÍSICO	Zona de influencia	Activo	Operación	Alteración del aire y ruido}	Contaminación por ruidos y pos material particulado	Presión atmosférica que ahuyenta las aves; Partículas volátiles
3	FÍSICO	Zona de influencia	Activo	Operación	Alteración de suelos	Contaminación por residuos o por sustancias químicas	Suelo no apto para cultivar
4	BIÓTICOS	Zona de influencia	Activo	Operación	Alteración sobre fauna terrestre y acuática	Efectos directos sobre especies de la zona	Características atmosféricas no aptas para el desarrollo de las especies
5	BIÓTICOS	Zona de influencia	Activo	Operación	Pérdida de la cobertura vegetal	Efectos directos sobre la cobertura vegetal	Contaminación en la ingesta de alimentos

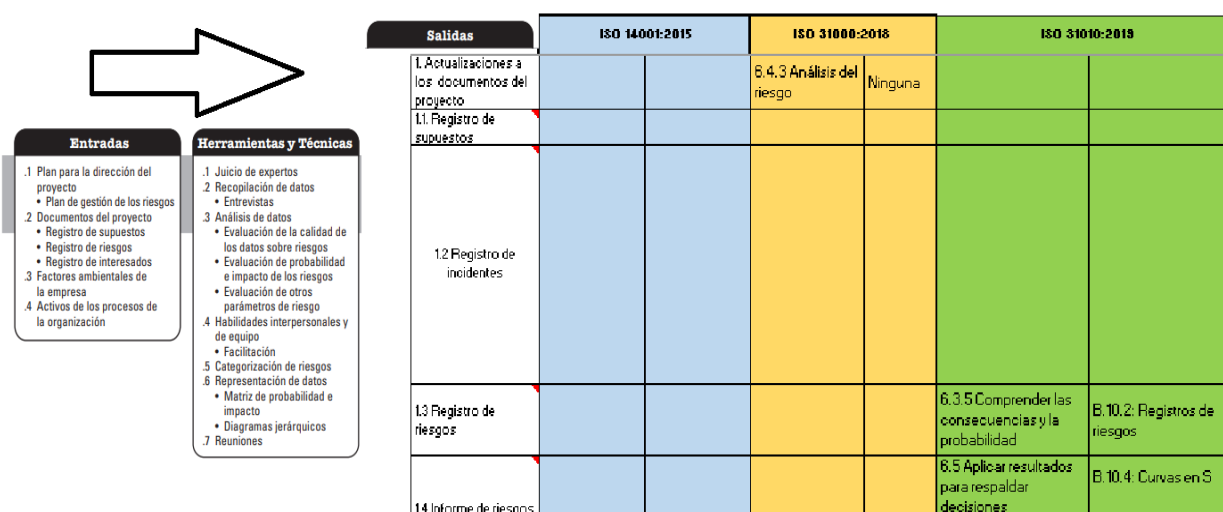
Fuente: los autores.

## Análisis Cualitativo del Riesgo.

La evaluación de la probabilidad de ocurrencia y el impacto de los riesgos individuales, se realizan en éste ítem. A continuación, se ilustra la articulación de las Normas ISO con PMBOK en este proceso.

**Figura 12.**

*Incorporación de herramientas de ISO 31.000 e ISO 31.010 al Análisis Cualitativo de Riesgos*



Fuente: los autores.

**Probabilidad:** La posibilidad de que el riesgo se materialice.

**Impacto:** Nivel de severidad del riesgo, en los objetivos del proyecto. Lo que está en juego, consecuencias de la materialización del riesgo.

La combinación de la probabilidad y el impacto, calificará el riesgo en la siguiente matriz; donde la celda roja (Extremo) corresponde al riesgo que tiene tanto probabilidad e impacto MUY ALTO. Esta gráfica de riesgos, facilita enfocar los recursos a los riesgos Extremos y/o Altos.

Figura 13.

## Criterios de Análisis Cualitativo del Riesgo.

PROBABILIDAD	Muy Alto (> 90%)	Puede presentarse más de 6 veces al año	MODERADO	MODERADO	ALTO	EXTREMO	EXTREMO
	Alto (61-90%)	Puede presentarse al menos 6 veces al año	MODERADO	MODERADO	ALTO	ALTO	EXTREMO
	Medio (41-60%)	Puede presentarse al menos 4 veces al año	BAJO	MODERADO	MODERADO	ALTO	ALTO
	Bajo (11-40%)	Puede presentarse al menos 1 vez al año	BAJO	BAJO	MODERADO	MODERADO	MODERADO
	Muy Bajo (0-10%)	Puede presentarse menos de 1 vez al año	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	MODERADO
CATEGORÍA		IMPACTO					
		Muy Bajo	Bajo	Medio	Alto	Muy Alto	
FINANCIERO		Desviación del 1% en el CAPEX	Desviación del 1% al 2% en el CAPEX	Sobrecosto del 2% al 5% en el CAPEX	Sobrecosto del 5% al 10% en el CAPEX	Sobrecosto mayor del 10% en el CAPEX o afectación del DPEX no prevista.	
TÉCNICO		Variación insignificante al alcance, cambio de características físicas de equipos menores.	Variación menor al alcance, cambio menor de características de equipos de potencia, variantes al recorrido LT cortas, cambios de ubicación de SE.	Más de 2 modificaciones al alcance, cambio significativo de características de equipos de potencias, variantes al recorrido largas.	Cambios de configuración técnica, trazado o cambio de tecnología de equipos que son aceptables por el cliente.	Incumplimiento del alcance asociado a: Cambios de configuración técnica, trazado o cambio de tecnología de equipos.	
TIEMPO		No afecta la fecha de entrada en operación.	Retraso de 1 mes recuperable.	Retraso de 3 meses que requiere un gran esfuerzo recuperarse.	Incumplimiento de la fecha de entrada en operación, aceptada por el cliente.	Incumplimiento de la fecha de entrada en operación por causas internas.	
PERSONAS		No afecta a las personas en su integridad personal pero sí en el ejercicio de su trabajo en 1 día.	Afecta un grupo de 1 a 3 personas y pueden producirse lesiones con incapacidad temporal menores a 3 días.	Afecta a un grupo de 1 a 3 personas y pueden producirse lesiones con incapacidad temporal menores a 1 semana.	Afecta un grupo de 3 a 10 personas y pueden producirse lesiones con incapacidad temporal menores a 1 mes.	Afecta un grupo mayor a 10 personas y pueden producirse lesiones con incapacidad temporal superior a 1 mes o pérdidas fatales.	
LEGAL		Subsanción internamente.	Investigación de ente de control interno.	Investigación de ente de control o supervisión externo.	Sanción impuesta por ente de control o supervisión externo.	Implica responsabilidad civil / pecuniaria por personal de la empresa.	
SOCIAL		Afectación mínima a actores sociales, o un efecto legal subsanción al interior de la empresa.	Afectación baja a actores sociales, o el inicio de una investigación por parte de entidades de control interno.	Afectación moderada a actores sociales que impliquen compensación, o el inicio de una investigación por parte de entidades de control externo.	Afectación alta a actores sociales que impliquen compensación inmediata, o sanción por parte de entidades de control interno.	Afectación alta a actores sociales que impliquen compensación inmediata o posterior, o acción pecuniaria sobre personal de la empresa.	
REPUTACIÓN		No hay impacto que afecte la imagen de la Organización.	Impacto que afecte la imagen de la Organización de manera interna en un segmento de clientes, en un cliente importante, a nivel de inversionistas o a nivel de proveedores.	Impacto que afecte la imagen de la Organización en el mercado a nivel regional o local.	Impacto que afecte la imagen de la Organización en el mercado a nivel nacional.	Impacto que afecte la imagen de la Organización de manera trascendental en el mercado a nivel internacional incluyendo el mercado nacional.	
AMBIENTAL		Efecto leve en los componentes ambientales, por debajo del límite inferior de los estándares de la normatividad ambiental. El impacto causado es mínimo o imperceptible.	Efecto menor en los componentes ambientales, en el límite inferior de los estándares de la normatividad ambiental, sin generar incumplimiento normativo. El impacto causado es perceptible y apreciable.	Impacto localizado en los componentes ambientales, en el límite inmediatamente superior de los estándares de la normatividad ambiental sin generar incumplimiento normativo. El impacto causado es	Impacto mayor en los componentes ambientales, en el límite superior de los estándares de la normatividad ambiental, sin generar incumplimiento normativo. El impacto no alcanza a ser mitigado.	Impacto crítico por encima de la resiliencia (capacidad natural de recuperación) del componente normativo. El impacto causado es irreversible e irreparable	

Fuente: los autores.

Figura 14.

Matriz de Análisis Cualitativo del Riesgo

ÍTEM	DATOS DEL RIESGO			VALORACIÓN INICIAL		
	CATEGORÍA	ÁREA	RIESGO	PROBABILIDAD	IMPACTO	MATRIZ
1	FÍSICO	Represa	Contaminación superficial y subterránea	Muy alta	Muy alto	
2	FÍSICO	Zona de influencia	Contaminación por ruidos o por material particulado	Alta	Alto	
3	FÍSICO	Zona de influencia	Contaminación por residuos o por sustancias químicas	Alta	Alto	
4	BIÓTICO	Zona de influencia	Efectos directos sobre las especies de la zona	Moderada	Moderado	
5	BIÓTICO	Zona de influencia	Efectos directos sobre la cobertura vegetal	Moderada	Baja	

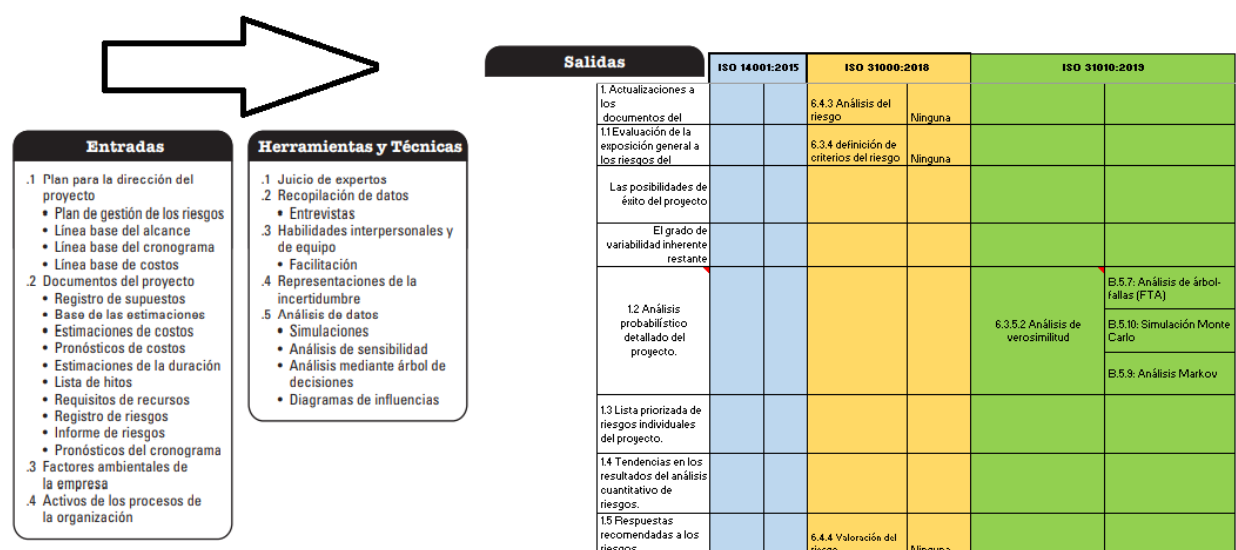
Fuente: los autores.

## *Análisis Cuantitativo del Riesgo.*

Esta etapa consiste en analizar numéricamente el efecto combinado de los riesgos individuales del proyecto identificados y otras fuentes de incertidumbre sobre los objetivos generales del proyecto. A continuación, se ilustra la articulación de las Normas ISO con PMBOK en este proceso.

**Figura 15.**

*Incorporación de herramientas de ISO 31.000 e ISO 31.010 al Análisis Cuantitativo de Riesgos*



Fuente: los autores.

## *Cuantificación Para Ofertas*

**Contingencia:** Es un campo de visualización (formulado) que corresponde al costo total de las actividades asociadas con el plan de contingencia del riesgo.

**Factor ponderación:** Es un campo de visualización (formulado) que corresponde al Promedio de la afectación de la probabilidad de ocurrencia por el impacto.

Valor imprevisto: Es un campo de visualización (formulado) que corresponde al producto entre la contingencia y el factor de ponderación.

Factor revisión: Es un campo de visualización (formulado) que corresponde al Promedio de la afectación de la probabilidad de ocurrencia por el impacto.

Valor revisado: Es un campo de visualización (formulado) que corresponde al producto entre la contingencia y el factor de revisión.

Rubros / Actividades: Relación de las actividades o rubros relevantes que son base para cuantificar el riesgo. Esta información se diligencia por el experto que conoce el riesgo.

Valores unitarios/mes en millones de pesos: Es el valor de las actividades o rubros relacionados en el campo anterior. Es un valor estimado según la experiencia.

#### *Cuantificación para la gestión en proyectos –*

VME - Valor Monetario Esperado: Es el resultado de multiplicar la probabilidad de ocurrencia (%) del riesgo por el costo del impacto.

Trazabilidad seguimiento gestión general del riesgo: Espacio dispuesto para relacionar las novedades del riesgo y sus respectivos planes.

#### *Mapeo de los riesgos*

Mapear los riesgos corresponde a representarlos gráficamente en el mapa de calor de acuerdo con el análisis cualitativo realizado para los mismos. Realizar esta acción





empleando esta herramienta requiere dar clic en el botón "MAPEAR RIESGOS" ubicado en la parte superior de la pestaña "Registro".

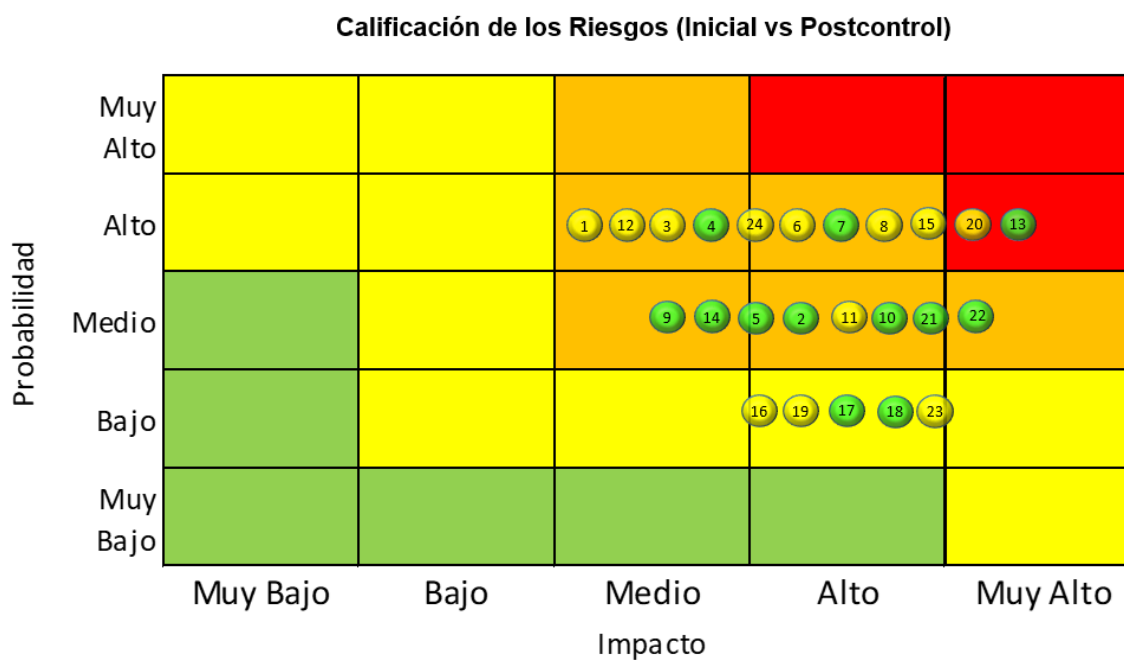
El mapeo debe realizarse siempre que se modifique la Matriz de Gestión de Riesgos para asegurar la disponibilidad de la información actualizada. Al accionar el botón, la herramienta actualiza automáticamente tres mapas de calor:

#### Mapa de Riesgos IP

Gráfico comparativo donde se pueden observar dos resultados del mapeo:

- Valoración inicial del riesgo representada por las esferas amarillas 
- Valoración del riesgo Post-control representada por las esferas verdes 

El número al interior de cada esfera, sin importar la valoración que representa, corresponde al ID o número de identificación del riesgo asignado en la pestaña "Registro".

**Figura 16.***Mapeo del Riesgo IP*

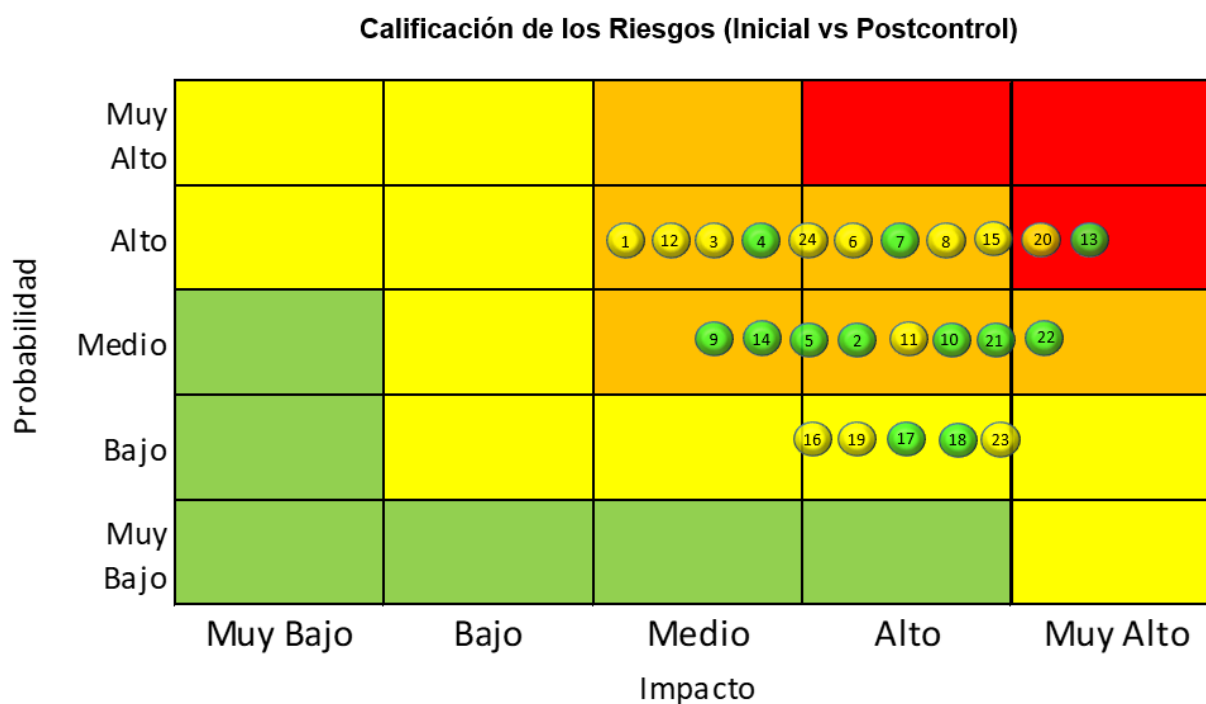
Fuente: los autores.

### Mapa de Riesgos I

Gráfico donde se puede observar el resultado del mapeo, para la valoración inicial del riesgo. Al igual que en el Mapa de Riesgos IP cada esfera representa un riesgo y el número en su interior obedece al ID del riesgo.

**Figura 17.**

Mapeo de Riesgos I.



Mapa de Riesgos P

Gráfico donde se puede observar el resultado del mapeo, para la valoración Post-control del riesgo. Al igual que en el Mapa de Riesgos IP cada esfera representa un riesgo y el número en su interior obedece al ID del riesgo.

Índice de Gestión de los Riesgos

**Figura 18.***Parámetros de Gestión de los Riesgos*

Nivel de Riesgo	REGISTRO DE RIESGOS VALORACIÓN INICIAL	Ponderación
Muy Bajo	MUY BAJO	0
Bajo	BAJO	0
Moderado	MOD	21
Alto	ALT	26
Extremo	EXT	0
<b>TOTAL</b>		<b>47</b>

ESTRATEGIA DE RESPUESTA (AMENAZAS)	
Monitorear (bajos y muy bajos)	11
Aceptar / Escalar	2
Transferir	0
Mitigar	45
Evitar	0
<b>TOTAL RIESGOS CON ESTRATEGIA DE RESPUESTA</b>	
<b>47</b>	

ESTADO-PLAN RESPUESTA	
Atrasado	2
No iniciado	5
En ejecución	40
Cerrado	0
<b>TOTAL</b>	
<b>47</b>	

ESTADO DEL RIESGO	
Activo	46
Cerrado	0
Materializado	1
<b>TOTAL</b>	
<b>47</b>	

SIGLA	FACTOR	VALOR
RP	Riesgos del Proyecto	47
RMA	Riesgos Moderados, Altos y Extremos (valoración postcontrol) de la iniciativa / proyecto	36
RPR	Riesgos con Plan de respuesta diferente a monitorear	36
GPR	Gestión de Plan de respuesta	$GPR = \frac{RPR}{RMA}$ 1,00
RSE	Riesgos con Planes de repuesta no iniciado	3,00
RE	Riesgos con Planes de respuesta en ejecución	31,00
RC	Riesgos con Planes de respuesta implementados/cerrados	0,00
RPFC	Riesgos con Planes de respuesta fuera de la fecha de corte	2,00
EPA	Ejecución de los Planes de Respuesta	$EPA = \frac{RE+RC-RNE}{RPR-RPFC-RNE}$ 0,90
RPAE	Riesgos con Planes de Respuesta Ejecutados y Cerrados	31
RM	Efecto riesgos materializados	2
EPR	Efectividad de Plan de Respuesta (Riesgos/Amenazas no materializados)	$EPR = \frac{RPAE-RM}{RPR-RPFC}$ 0,85
<b>IGR = GPR*20% + EPA*30% + EPR*50%</b>		<b>89,74%</b>

Fuente: los autores.

**Figura 19.***Categorización del Riesgo.*

ESTRATEGIA DE RESPUESTA		Riesgos de Alto Nivel			Riesgos de Bajo Nivel	TOTAL
		MOD	ALT	EXT	BAJO	
Monitorear (bajos y muy bajos)	0	0	0	0	0	0
Aceptar / Escalar	2	0	0	0	2	2
Transferir	0	0	0	0	0	0
Mitigar	45	31	5	0	9	45
Evitar	0	0	0	0	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>47</b>	<b>31</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>11</b>	<b>47</b>

ESTADO PLAN DE RESPUESTA DEL RIESGO		Riesgos de Alto Nivel			TOTAL PONDERADO
		MOD	ALT	EXT	
Atrasado	2	2	0	0	2
No iniciado	3	3	0	0	3
En ejecución	31	26	5	0	31
Cerrado	0	0	0	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>36</b>	<b>31</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>36</b>

RIESGO MATERIALIZADO		Riesgos de Alto Nivel				TOTAL
		BAJO	MOD	ALT	EXT	
Materializado	1	0	0	1	0	1
<b>TOTAL</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>

Fuente: los autores.

### *Categoría de Riesgos (RBS)*

La RBS para el proyecto se maneja según los entregables del proyecto de la siguiente manera (Cadavid, Mantilla, & Bustos, 2021):

#### **Figura 20.**

*RBS proyecto El Quimbo*



Fuente: los autores.

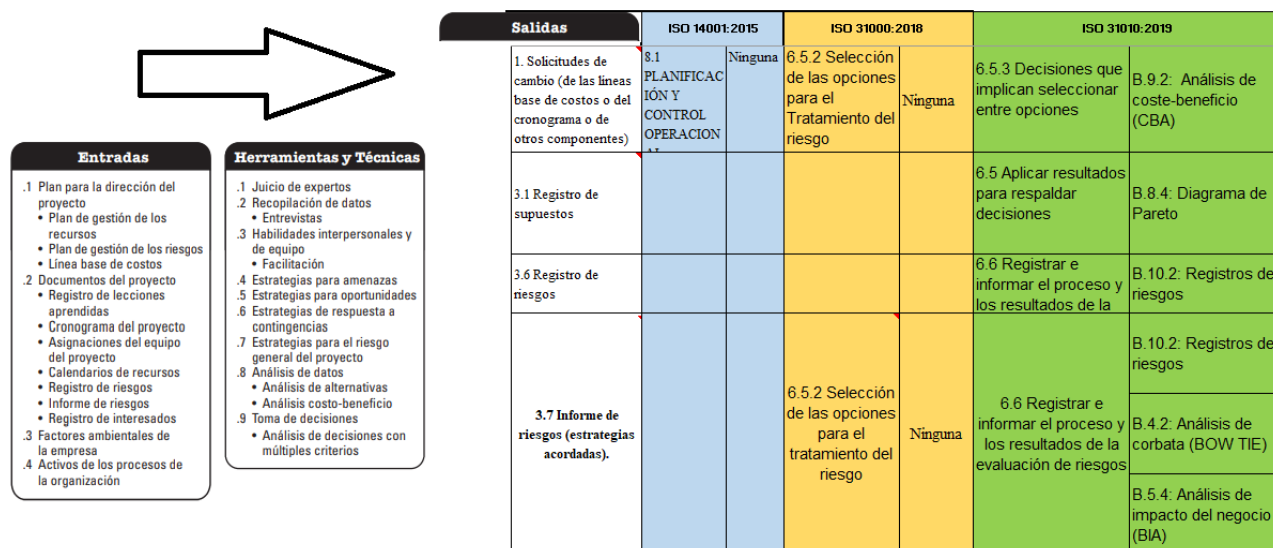
Como categorías para los riesgos ambientales, se utilizarán:

- Físicos.
- Bióticos

*Planificar la Respuesta a los Riesgos.*

**Figura 21.**

*Incorporación de herramientas de ISO 31.000 e ISO 31.010 al proceso de Planificación de Respuesta a Riesgos*



Fuente: los autores.

### *Gestión Plan De Respuesta*

Estrategia de Respuesta:

**1.** Para riesgos negativos o amenazas: Situación definida para controlar que un riesgo negativo no se materialice.

**a.** Evitar: El equipo del proyecto cambia el Plan de proyecto para eliminar el riesgo o para proteger los objetivos del proyecto de su impacto. El equipo de proyecto lo hace cambiando el alcance, añadiendo tiempo o añadiendo recursos. Estos cambios deben remitirse al Comité de Control de Cambios para su aprobación.

**b.** Transferir: El equipo del proyecto transfiere el impacto financiero del riesgo

contratando el trabajo.

**c. Mitigar:** El equipo del proyecto busca reducir la probabilidad o impacto del evento de riesgo a un umbral aceptable. Esto se hace revisando alternativas específicas al riesgo.

**d. Aceptar:** El Líder de la iniciativa / Gerente de proyecto y el equipo del proyecto deciden aceptar ciertos riesgos. No se cambia el Plan del proyecto para tratar con el riesgo ni se identifica una estrategia de respuesta, fuera de acordar tratar el riesgo si ocurre y cuando ocurra.

**e. Escalar:** El Líder del proyecto / Gerente del proyecto comunicará a las Directivas los riesgos en los cuales no puedan realizar planes de respuesta en forma directa para el tratamiento del riesgo.

**2. Para riesgos positivos u oportunidades:** Situación definida para controlar que un riesgo positivo se materialice.

**a. Explotar:** Busca eliminar la incertidumbre asociada con el riesgo asegurando que la oportunidad se dé.

**b. Compartir:** Implica asignar la propiedad a un tercero que está mejor capacitado para aprovechar la oportunidad en beneficio del proyecto.

**c. Mejorar:** Modifica el tamaño de una oportunidad incrementando la probabilidad y/o el impacto positivo e identificando y maximizando los puntos claves de este riesgo de impacto positivo.

**d. Aceptar:** El Líder de la iniciativa / Gerente de proyecto y el equipo del proyecto deciden tomar ventaja si es posible, pero no hacerlo activamente.



e. Escalar: El Líder del proyecto / Gerente del proyecto comunicará a las Directivas los riesgos en los cuales no puedan realizar planes de respuesta en forma directa para el tratamiento del riesgo.

Plan de respuesta: Es el plan que se ejecuta para implementar la estrategia de respuesta documentada.

Valor Plan de respuesta aprobado (\$ Col): Es la documentación del valor a invertir para la ejecución del plan de respuesta, relacionado en pesos colombianos.

Responsable Plan Respuesta: Persona a cargo de rendir cuentas frente a la ejecución y resultados de los planes de respuesta implementados.

Estado Plan Respuesta: Se refiere al estado actual de implementación del plan de respuesta. Este puede ser: Atrasado, No iniciado, En ejecución o Cerrado.

Valoración post-control: Análisis cualitativo de la probabilidad y el impacto de los riesgos después de haberse ejecutado su plan de respuesta.

### *Gestión Materialización*

Disparador(es): Factores a monitorear que avisan el momento de la materialización del riesgo.

Plan de contingencia: Es el plan que se ejecuta para la atención directa de un riesgo materializado.

Seguimiento materialización: Acciones de seguimiento y control que se llevan a cabo para gestionar los impactos de la materialización de un riesgo (disminuir los efectos cuando se trata de una amenaza o asegurar el suceso cuando es una oportunidad).

### *Definir los Planes de respuesta*

Coordinan la definición de los planes de respuesta, según la estrategia de respuesta especificada, para los riesgos con valoración moderado, alto o extremo, se debe tener en cuenta lo siguiente: - Tiene presente que son planes que deben estar directamente relacionadas con las causas relevantes / raíces determinadas. Para redactar los planes de respuesta, debe iniciar con un verbo fuerte como realizar, asegurar, ejecutar, no un verbo de difícil generación de una acción como propender. (Cadavid, Mantilla, & Bustos, 2021).

Declara los planes previendo que son diferentes a los controles ya previstos por la organización en el proyecto, son planes o conjunto de acciones que determinan una gestión completa y van mucho más allá de un control de la organización. Por lo general son planes que no se habían previsto realizar en el desarrollo del proyecto, por lo tanto, no están contemplados dentro de la planeación, en el cronograma ni en el presupuesto del proyecto. Esto significa que muy probablemente se requiere una ejecución presupuestal para la implementación de los planes de respuesta.

Evalúa los planes de respuesta según el grado de acción que genera como respuesta al tratamiento de los riesgos, según la sinergia (en muchas ocasiones un mismo plan de respuesta puede estar relacionado con la gestión de más de un riesgo), según el costo (el objetivo es que su costo de ejecución sea inferior al valor de la materialización del riesgo). -

Lista los planes de respuesta en forma priorizada desde los que generan mayor incidencia en la gestión y tratamiento de los riesgos, para que el Gestor de los riesgos los presente al Líder de la iniciativa y éste apruebe los más relevantes.

Coordina la inclusión de los planes aprobados, como actividades en el cronograma de la iniciativa junto con sus responsables directos, fechas de inicio, terminación e hitos, para realizar su respectivo control y seguimiento, según el Proceso de Gestión de Programas y proyectos en el Instructivo.

### Figura 22.

*Plan de Respuesta a Riesgos del proyecto Construcción de la Hidroeléctrica El Quimbo.*

ÍTEM	DATOS DEL RIESGO		GESTIÓN PLANES DE RESPUESTA			
	RIESGO	ESTRATEGIA DE RESPUESTA	PLAN DE RESPUESTA	VALOR ESTIMADO DEL PLAN (COP)	RESPONSABLE DEL PLAN	ESTADO DEL PLAN
1	Contaminación superficial y subterránea	Mitigar	* Programa de Manejo del recurso hídrico * Programa de manejo de residuos de excavación * Manejo de residuos sólidos * Programa de restauración en zonas de uso temporal	\$100,000,000	P&C	En ejecución
2	Contaminación por ruidos o por material particulado	Mitigar	* Programa de Manejo de fuentes de emisiones y ruido * Manejo ambiental de voladuras	\$100,000,000	P&C	En ejecución
3	Contaminación por residuos o por sustancias químicas	Mitigar	* Programa de Manejo de suelos	\$100,000,000	P&C	En ejecución
4	Efectos directos sobre especies de la zona	Mitigar	* Programa de manejo de fauna silvestre * Programa de manejo de cobertura vegetal y hábitats terrestres	\$100,000,000	P&C	En ejecución
5	Efectos directos sobre la cubierta vegetal	Acepta	* Programa de manejo de cobertura vegetal y hábitats terrestres * Manejo de suelos * Programa de restauración en zonas de uso temporal	\$100,000,000	P&C	En ejecución

Fuente: los autores.

### **Comparación entre los procesos de la gestión del riesgo de PMBOK versión 6 propuestos y el Estudio de Impacto Ambiental del Quimbo.**

Resulta necesario realizar el contraste entre la metodología para Gestión de Riesgos Ambientales, producto de la incorporación de técnicas y herramientas de las normas ISO 14001:2015, 31000:2018 y 31010:2019 al Capítulo 11 del PMBOK versión 6, con la información disponible sobre la gestión de riesgos ambientales del proyecto Hidroeléctrico el Quimbo, contenida en su Estudio de Impacto Ambiental.

En el Apéndice D, se presenta la Comparación entre Gestión de riesgos en PMBOK y en el Estudio de Impacto Ambiental (EIA) de El Quimbo, la cual evidencia deficiencias de alto nivel en el EIA, dentro de las cuales se destacan: la inexistencia de una metodología para la gestión de riesgos ambientales, la inexistencia de una matriz de riesgos y la carencia de herramientas de evaluación del proceso.

## Resultados

La metodología aplicada para la identificación y gestión de los riesgos ambientales del proyecto El Quimbo se basó, según reporte Emgesa, en el cumplimiento de los requisitos de la Resolución 1280 de 2006 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial; declaran la identificación de impactos ambientales en cada una de las actividades del proyecto (por desagregación), “la desagregación de estos aspectos, superpuestos con las características ambientales de la zona, es la base para la identificación de los impactos” lo cual denota confusión entre conceptos de “tareas y aspectos”. Además, resulta sorprendente que, en un proyecto de esta magnitud, se haya optado por un proceso enteramente cualitativo para la identificación de aspectos ambientales

Del análisis al Estudio de Impacto Ambiental para el proyecto Hidroeléctrico El Quimbo (EMGESA S.A. E.S.P., 2008) se infiere que la gestión de Riesgos ambientales se basó en listas de chequeo, a las que denominaron “ficha de insumos de información”, en lugar de aplicar los “activos de los procesos de la organización”, los cuales deben incluir información sobre experiencias de varios proyectos de similar alcance que ha desarrollado la empresa en Colombia y otros países.

Se realizó el análisis de contenido de los procesos de la Gestión del Riesgo según (PMI, 2017), los cuales se desarrollan en el Capítulo 11, de la Parte 1 de la Guía del PMBOK y se establece la relación de complementariedad en la articulación con las herramientas que ofrecen las normas: NTC ISO 14001 de 2015 “Sistemas de Gestión Ambiental, requisitos con orientación para su uso”; NTC ISO 31.000 de 2016 Gestión del Riesgo, principios y directrices” y NTC ISO 31.010 de 2009 “Gestión de Riesgos, técnicas de valoración del riesgo” (Ver Apéndice C).

Se describe una aproximación a un Plan de Gestión de Riesgos, para éste caso de tipo Ambiental, en el cual se realiza la incorporación de criterios y técnicas (buenas prácticas) aportadas por las Normas NTC ISO 14001 de 2015, NTC ISO 31.000 de 2016 y NTC ISO 31.010 de 2019.

Se realizó una comparación entre Gestión de riesgos en PMBOK y en el Estudio de Impacto Ambiental (EIA) de El Quimbo, la cual evidencia deficiencias de alto nivel en el EIA, dentro de las cuales se destacan: la inexistencia de una metodología para la gestión de riesgos ambientales, la inexistencia de una matriz de riesgos y la carencia de herramientas de evaluación del proceso (ver Apéndice D).

## Conclusiones

Los impactos negativos en lo social, ambiental, político, sobrecostos entre otros, de proyectos ambientales como la puesta en funcionamiento de la hidroeléctrica El Quimbo, suficientemente publicados por informes de entes de control y medios de comunicación, resalta la importancia del proceso de planeación en el área de riesgos que está conformado por cinco procesos con enfoques y alcances determinados con herramientas y técnicas genéricas desde PMBOK versión 6 y que son complementadas por los estándares de ISO 14001, 31000 y 31010 para proyectos ambientales.

Acorde con los referentes bibliográficos, experiencias y antecedentes de otros proyectos descritos, existen deficiencias para cualificar, cuantificar y planear las respuestas a impactos de los riesgos y su análisis integrado con otras dimensiones de gestión de proyectos que generan sobrecostos, problemas sociales, corrupción entre otros. Esta perspectiva genera nuevas oportunidades para formular otros proyectos de investigación.

Es indudable al aporte del proceso de gestión de riesgos del PMBOK versión 6, integrado con normas ISO 31010, 14001 y 31000, como una herramienta fundamental para planear las respuestas a los impactos ambientales en megaproyectos, como es la puesta en marcha de una hidroeléctrica y en general de proyectos que generan altos impactos ambientales y de contexto.

La gestión de riesgos conlleva a un análisis de efecto sistémico con otras áreas de conocimiento propuesta por PMBOK versión 6 que debe ser analizada en un proceso de cambios integrados y generar los efectos en alcance, costos, tiempo, entre otros.

El diseño metodológico que integra elementos del proceso de gestión de riesgos con los estándares y herramientas de la ISO 31010, 31000 y 14001, aporta un nuevo enfoque robusto para fortalecer los análisis del plan de respuestas a impactos en los ecosistemas.

Este estudio no tiene antecedentes investigativos ni características de similitud en donde se implementará la gestión de la gerencia de proyectos basados en la guía de PMBOK, ni la integración de las normatividades, lo cual implica que este análisis contribuye a la comunidad académica principalmente de nuestra casa de estudios la Universidad Abierta y a Distancia UNAD y a quienes interese.



## Recomendaciones y futuras investigaciones

La propuesta de gestión de riesgos integrada con normas ISO, es una base para profundizar en otros ámbitos como la planeación de respuestas de los impactos ambientales.

Existen oportunidades de generación de nuevo conocimiento para plantear metodologías basadas en análisis integrados de gestión de riesgos con otras áreas del conocimiento en gerencia de proyectos sociales que caractericen la influencia, poder e intereses de los *Stakeholders* como factores que afectan el éxito de un proyecto.

Formular investigaciones interdisciplinarias y multidisciplinarias que aborden el problema de la corrupción que se ha estimado por entes de control estatal (las cifras son aproximadas y con problemas de estimación) en casi cien billones de pesos (COP), asociada a la puesta en marcha de proyectos. Esta problemática puede ser investigada desde la perspectiva de gestión de riesgos con enfoque complementado con otros referentes, no sólo técnico, metodológico y procedimental, sino desde disciplinas como psicología, educación, administración de empresas en un marco de la axiológico entre otras.

Se hace fundamental incorporar espacios académicos e investigativos que generen, aborde o configure observatorios de gerencia de proyectos reales. Lo anterior, permitirá obtener, seleccionar, tamizar, clasificar, organizar y analizar información sobre las prácticas actuales de gestión en proyectos en las áreas del conocimiento y que contribuiría a caracterizar enfoques, metodologías, técnicas, herramientas, repositorios de desempeño del trabajo, lecciones aprendidas, procesos de activos de las organizaciones, cultura organizacional de la gestión de proyectos, en particular en riesgos, y generar análisis de brechas frente a los marcos referenciales denominadas como buenas prácticas generalmente aceptadas.

Se precisa que esta herramienta de correlación y/o integración normativa coadyuva a procesos de interés Gerencial en mitigación de Riesgos ambientales, en cualquier ámbito o cualquier tipo de proyecto. Cabe la posibilidad de continuar dando mayor estructura a esta herramienta, implementando otras normativas netamente de carácter ambiental, generando un mayor fortalecimiento estructural.

## Bibliografía

Access Economics. (2008). Global commodity demand scenarios, A report for the Minerals Council of Australia.

Acosta M., A. D. (2019). La apuesta por la energías renovables en Colombia. *reve*.

<https://www.evwind.com/2019/05/11/la-apuesta-por-la-energias-renovables-en-colombia/>

*Alcance y Limitaciones de un Proyecto Ejemplo*. (s.f.).

<https://sites.google.com/a/nyit.edu/tutoria/alcance-y-limitaciones-de-un-poryecto>

Andréu Abela, J. (2002). Las técnicas de Análisis de Contenido: Una revisión actualizada.

*Academia*. [https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/54901527/borra-with-cover-page-](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/54901527/borra-with-cover-page-v2.pdf?Expires=1639087712&Signature=JYAEUEG5OuFbMCODzO-vYY9YVpistuu9QQK8Navgbx-AQ7N3FuXjzPtYmNCu70kXijhr-ILleEDVlKfhN7IIAaJ55uTY5p2a3bVLUrtYmYaklqmMU2xbcmKkVnI3Oisk7ybVWXGCgahAP0v2g65YbZ)

[v2.pdf?Expires=1639087712&Signature=JYAEUEG5OuFbMCODzO-](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/54901527/borra-with-cover-page-v2.pdf?Expires=1639087712&Signature=JYAEUEG5OuFbMCODzO-vYY9YVpistuu9QQK8Navgbx-AQ7N3FuXjzPtYmNCu70kXijhr-ILleEDVlKfhN7IIAaJ55uTY5p2a3bVLUrtYmYaklqmMU2xbcmKkVnI3Oisk7ybVWXGCgahAP0v2g65YbZ)

[vYY9YVpistuu9QQK8Navgbx-AQ7N3FuXjzPtYmNCu70kXijhr-](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/54901527/borra-with-cover-page-v2.pdf?Expires=1639087712&Signature=JYAEUEG5OuFbMCODzO-vYY9YVpistuu9QQK8Navgbx-AQ7N3FuXjzPtYmNCu70kXijhr-ILleEDVlKfhN7IIAaJ55uTY5p2a3bVLUrtYmYaklqmMU2xbcmKkVnI3Oisk7ybVWXGCgahAP0v2g65YbZ)

[ILleEDVlKfhN7IIAaJ55uTY5p2a3bVLUrtYmYaklqmMU2xbcmKkVnI3Oisk7ybVWX](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/54901527/borra-with-cover-page-v2.pdf?Expires=1639087712&Signature=JYAEUEG5OuFbMCODzO-vYY9YVpistuu9QQK8Navgbx-AQ7N3FuXjzPtYmNCu70kXijhr-ILleEDVlKfhN7IIAaJ55uTY5p2a3bVLUrtYmYaklqmMU2xbcmKkVnI3Oisk7ybVWXGCgahAP0v2g65YbZ)

[GCgahAP0v2g65YbZ](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/54901527/borra-with-cover-page-v2.pdf?Expires=1639087712&Signature=JYAEUEG5OuFbMCODzO-vYY9YVpistuu9QQK8Navgbx-AQ7N3FuXjzPtYmNCu70kXijhr-ILleEDVlKfhN7IIAaJ55uTY5p2a3bVLUrtYmYaklqmMU2xbcmKkVnI3Oisk7ybVWXGCgahAP0v2g65YbZ)

ANLA. (2016). Proyecto Hidroeléctrico El Quimbo.

[https://www.anla.gov.co/proyectos/proyecto-de-interes-en-seguimiento-proyecto-](https://www.anla.gov.co/proyectos/proyecto-de-interes-en-seguimiento-proyecto-hidroelectrico-el-quimbo)

[hidroelectrico-el-quimbo](https://www.anla.gov.co/proyectos/proyecto-de-interes-en-seguimiento-proyecto-hidroelectrico-el-quimbo)

Asociación Colombiana de Generadores. (2021). *acolgen*.

<https://powerstations7electric.blogspot.com/2019//>

Barghi, B., & Sikari, S. (s.f.). Evaluación de riesgos cualitativa y cuantitativa del proyecto

utilizando un PMBOK híbrido modelo desarrollado en condiciones de incertidumbre.

*Elsevier*.

<https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S2405844019367568?token=687E493D4A662F>

CAE197A25E96D354E94FE0B507FBF347B34F8744BDD440F018C6C21F572D63A85  
A27BE49DBE06E99C6&originRegion=eu-west-1&originCreation=20211207220859

Barriga Rodríguez, J. A., & González, M. (2019). *Evaluación de la calidad hídrica e impactos socioambientales de los embalses de Cundinamarca, Colombia*. Pontificia Universidad Javeriana.

[https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/46757/Untitled\\_23012020\\_085204.pdf?sequence=2&isAllowed=n](https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/46757/Untitled_23012020_085204.pdf?sequence=2&isAllowed=n)

Bonilla Tiaffi, C., Guzmán, R., & Vega, F. (2011). *Visita Proyecto Hidroeléctrico El Quimbo*. Neiva: Gobernación del Huila.

Brioso, Xavier. (2015). Integración de la guía ISO 21500 sobre gestión de proyectos, construcción ajustada y PMBOK. *Procedia Engineering*, 123, 76-84. doi:  
<https://doi.org/10.1016/j.proeng.2015.10.060>

Cadavid, C., Mantilla, Y., & Bustos, C. (2021). *Informe Fase 5: Plan de Dirección del Proyecto Tercera Entrega: Proyecto Refuerzo Sur*. Colombia: Universidad Nacional Abierta Y Distancia UNAD.

Cámara Minera de México LXXX Asamblea General Ordinaria. (2016). SITUACIÓN DE LA MINERÍA EN MÉXICO 2016.

Casero Serrano, M., & Lozano Colomer, C. (2014). *Análisis, Valoración y Prevención de los Riesgos inherentes a los grandes proyectos de infraestructura Internacionales; Aplicación del estudio al proyecto hidroeléctrico de ENDESA en Chile: HidroAysén*. Madrid: Universidad Pontificia Comillas ICADE.

Colectivo Semillero de Investigación DRM. (12 de 04 de 2012). CARACTERIZACIÓN SOCIO AMBIENTAL DEL CORREDOR HIDROELÉCTRICO SAN ANTONIO I – LAGUNETAS EN EL MUNICIPIO DE SAN ANTONIO EL TEQUENDAMA. *Semillas Ambientales*. <https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/bsa/article/view/9383>

Dussan, C. M. (2017). *El Quimbo: Extractivismo, Despojo, Ecocidio y Resistencia*. Bogotá, Colombia: Torre Gráfica Limitada. <http://kavilando.org/images/stories/libros/QUIMBO-LIBRO-MILLER-DUSSAN.pdf>

El Congreso de Colombia. (22 de 12 de 1993). Ley 99 de 1993. *Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA, y se dictan otras disposiciones*. Bogotá, Colombia. [http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/ley\\_0099\\_1993\\_pr001.html](http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/ley_0099_1993_pr001.html)

El Huila inundado de represas: en riesgo el Magdalena. (06 de 08 de 2012). *Agenda Alterna*. <https://www.agendalterna.com/index.php/es/reportajes/1665-el->

Decreto 2041 de 2014. *Por el cual se reglamenta el Título VIII de la Ley 99 de 1993 sobre licencias ambientales*. Colombia. Por el cual se reglamenta el Título VIII de la Ley 99 de 1993 sobre licencias ambientales <https://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?dt=S&i=59782#53>

EMGESA S.A. E.S.P. (2008). *Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto Hidroeléctrico El Quimbo Rev. 2*. <https://www.enel.com.co/content/dam/enel->

co/espa%C3%B1ol/sobre\_enel/generaci%C3%B3n/central-hidroelectrica-el-quimbo/Estudio\_de\_impacto\_ambiental.pdf

EMGESA S.A. E.S.P. (06 de 12 de 2021). *www.enel.com.co*.

<https://www.enel.com.co/es/conoce-enel/enel-emgesa/centrales-electricas.html>

Enel EMGESA. (2021). *Política de Control y Gestión de Riesgos*.

<https://www.enel.com.co/content/dam/enel-co/espa%C3%B1ol/3-inversionistas/enel-emgesa/mecanismos-de-control/Politica%20de%20Riesgos%20Emgesa.pdf>

Fog Corradine, L. (2021). Efectos de hidroeléctricas: urge una visión integral. *Pesquisa*

*Javeriana*. <https://www.javeriana.edu.co/pesquisa/efectos-de-hidroelectricas-urge-una-vision-integral/>

García Sierra, R. (2016). *Toma de decisiones por grandes organizaciones en condiciones de Incertidumbre: Estudio de las grandes hidroeléctricas en Colombia 2010-2020*. (U. N. Colombia, Ed.) Bogotá, Colombia.

<https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/57529/rodolfogarciasierra.2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Giurco, D., Prior, T., Mason, L. M., & Mohr, S. (2012). Consideraciones de sostenibilidad de la vida de los recursos para la minería. *ResearchGate*.

[https://www.researchgate.net/publication/230844679\\_Life-of-resource\\_sustainability\\_considerations\\_for\\_mining](https://www.researchgate.net/publication/230844679_Life-of-resource_sustainability_considerations_for_mining)

Glencore. (2015). *Informe de Sostenibilidad 2014*. Recuperado el 08 de 05 de 2021, de

<https://www.glencore.com/dam/jcr:221bea4a-9106-4d14-b65f-eea609e849fa/2014-Sustainability-Report-SP.pdf>

- Grajales Vega, L., & Salazar, Ó. (2019). *Impactos socio ambientales generados por la construcción de centrales hidroeléctricas en Colombia*. Universidad Santiago de Cali, Facultad de Ingeniería, Programa de Especialización en Gerencia Ambiental y Desarrollo Sostenible Empresarial.
- <https://repository.usc.edu.co/bitstream/handle/20.500.12421/4612/IMPACTOS%20SOCIO%20AMBIENTALES.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
- Huerta-Loera Sadoth Fabiána y Domínguez-Mora Ramón. (2016). Metodología para la estimación del riesgo aguas abajo de una presa en función de las políticas de operación a largo plazo. *Ingeniería, Investigación y Tecnología, XVII* (03), 343 - 356.
- ISO 31010. (2019). *ISO 31010:2019, Gestión de riesgos: técnicas de evaluación de riesgos*. Ginebra.
- Leopold, L. B., F. E. Clarke, B. B. Hanshaw, and J. E. Balsley. (1971). A procedure for evaluating environmental impact. *Geological Survey Circular 645*.
- Lerma González, H. D. (2009). *Metodología de la investigación: Propuesta, anteproyecto y proyecto*. Bogotá: Ecoe Ediciones.
- Londoño González, F., & Gómez Salazar, E. (2017). *Análisis de riesgos ambientales asociados a la construcción del proyecto hidroeléctrico Santo Domingo*. Trabajo de grado, Universidad EAFIT, Medellín.
- [https://repository.eafit.edu.co/bitstream/handle/10784/11945/LondonoGonzalez\\_Felipe\\_2017.pdf?sequence=2&isAllowed=y](https://repository.eafit.edu.co/bitstream/handle/10784/11945/LondonoGonzalez_Felipe_2017.pdf?sequence=2&isAllowed=y)
- Meller, P., & Gana, J. (2015). *El desarrollo de proveedores mineros en Australia: implicancias para Chile*. (Vol. 18). Cieplan.

- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, ANLA. (2018). Metodología general para la elaboración y presentación de estudios ambientales. Bogotá.
- Montalvo Cruz, A. (07 de 2015). Plan de gestión de riesgos para el Proyecto Hidroeléctrico Capulín –San Pablo. *Repositorio Institucional del Instituto Tecnológico de Costa Rica*.  
<https://core.ac.uk/reader/75996050>
- NTC-ISO 14001. (2015). *Norma Técnica Colombiana NTC-ISO 14001, Sistemas de Gestión Ambiental. Requisitos con orientación para su uso*. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC).
- Organización Internacional de Normalización. (2018). *ISO 31000, Administración/Gestión de riesgos — Lineamientos guía*.
- PMI. (2017). *La guía de los fundamentos para la dirección de proyectos (Guía del PMBOK) / Project Management Institute*. Newton Square: Project Management Institute, Inc.
- Polanco, J., Ramírez, F., & Orozco, M. (2016). Caso de estudio: Incidencia de estándares internacionales en la sostenibilidad corporativa: una perspectiva de la alta dirección. *Elsevier*. doi: <https://doi.org/10.1016/j.estger.2016.05.002>
- Ruberto, A. (2006). *Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental*. Mundi-Prensa.  
<http://www.paginaspersonales.unam.mx/app/webroot/files/1613/Asignaturas/1818/Archivo1.5036.pdf>
- Salcedo, J. J. (2006). Seguimiento y evaluación al programa sobre gestión integral de residuos peligrosos en las centrales generadoras de energía de Emgesa. *Ciencia UniSalle*.  
[https://ciencia.lasalle.edu.co/ing\\_ambiental\\_sanitaria/458/?utm\\_source=ciencia.lasalle.edu](https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_ambiental_sanitaria/458/?utm_source=ciencia.lasalle.edu)



u.co%2Fing\_ambiental\_sanitaria%2F458&utm\_medium=PDF&utm\_campaign=PDFCoverPages

Santiago Cotán-Pinto Arroyo. (2007). Valoración de impactos ambientales. *Academia*.

<https://static.eoi.es/savia/documents/componente48148.pdf>

Sutachan Cuevas, C. A., & Moreno Ocampo, J. H. (2007). Optimización sistema de control de olores en la central hidroeléctrica El Paraíso. *Ciencia UniSalle*.

[https://ciencia.lasalle.edu.co/esp\\_gestion\\_energetica/8](https://ciencia.lasalle.edu.co/esp_gestion_energetica/8)

Toro Perea, E. (21 de 04 de 2020). Marco de Referencia. Cali, Colombia.

<https://www.youtube.com/watch?v=LsE9acjgvE>

Von Wangenheim, C., da Silva, D., Buglione, L., Scheid, R., & Prikladnicki, R. (2010). Fusión de mejores prácticas de CMMI-DEV v1.2 (PP, PMC, SAM) y PMBOK 2008. *Elsevier*, 52, 749 - 757. doi:<https://doi.org/10.1016/j.infsof.2010.03.008>

## Apéndices.

### Apéndice A. Tabla de revisión analítica especializada

TABLA DE REVISIÓN ACADÉMICA ESPECIALIZADA DE LA MONOGRAFÍA: Análisis de gestión de riesgos para la mitigación del impacto ambiental en el proyecto hidroeléctrico El Quimbo: Una perspectiva desde el PMBOK								
CONSECUTIVO	TIPO DE PUBLICACIÓN	AUTORES DE LA PUBLICACIÓN	AÑO DE PUBLICACIÓN	TÍTULO DE LA PUBLICACIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA PUBLICACIÓN	SITIO DE BUSQUEDA	OBSERVACIONES	PALABRAS CLAVE
1	Artículo	José Roberto Ribas + María Elena Arce + Iávio Augusto Sohler + Andrés Suárez-García	2019	Evaluación de riesgos multicriterio: Estudio de caso de un gran proyecto hidroeléctrico	El entorno de los proyectos es multifacético y casi todas las facetas están fuera de control, por lo que aporta incertidumbre al proyecto. Por otro lado, el tamaño y la participación de muchas tareas diferentes que varían en intensidad y tiempo contribuyen a aumentar la complejidad del proyecto	<a href="https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652619311138?casa_token=EbpyHCxK-hLJAAAAA:CEurC5HKivOVznHSFBucbD2vCgMGcGGKNgZ4fv4fc3dv_tBB6wds-KrZJGUEwBFgdecF1S-i8">https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652619311138?casa_token=EbpyHCxK-hLJAAAAA:CEurC5HKivOVznHSFBucbD2vCgMGcGGKNgZ4fv4fc3dv_tBB6wds-KrZJGUEwBFgdecF1S-i8</a>	El método aplicado proporcionó un indicador justo para clasificar los eventos de riesgo y revelar las fortalezas y debilidades relativas cuando se evaluaron bajo un conjunto de paquetes de servicios relevantes.	Eventos de riesgo paquetes de servicios central hidroeléctrica santo antonio AHP borroso
2	Artículo	Pelle Willumsen + Josef Oehmen + Verena Stingl + Joana Geraldi	2018	Creación de valor a través de la gestión de riesgos del proyecto	La gestión de riesgos (RM) es una tarea clave para las organizaciones de proyectos, exigida por la legislación, los estándares de la industria y las pautas internas. El primer principio de RM según ISO 31000 es que "RM crea y protege valor" (ISO 31000, 2018).	<a href="https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0263786318304848">https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0263786318304848</a>	Los investigadores intentan medir objetivamente la creación de valor de PRM o, con menos frecuencia, intentan obtener percepciones de valor. Además de evaluar Qué valor se crea, es decir, el contenido de la creación de valor y Cómo se crea el valor, es decir, el proceso para hacerlo.	Gestión del riesgo, agregación de valor,
3	Libro	JENNY ALEJANDRA BARRIGA RODRIGUEZ.	2019	EVALUACIÓN DE LA CALIDAD HÍDRICA E IMPACTOS SOCIOAMBIENTALES DE LOS EMBALSES DE CUNDINAMARCA, COLOMBIA.	Para lograr el objetivo del estudio se realizó una búsqueda histórica de antecedentes de cada embalse de Cundinamarca, detallando en las características generales, calidad del recurso y cantidad disponible. Adicionalmente, se realizó un muestreo del agua de los embalses críticos con el fin de verificar su calidad y así asociarlos a impactos socioambientales.	<a href="https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/46757/Untitled_23012020_085204.pdf?sequence=2&amp;isAllowed=n">https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/46757/Untitled_23012020_085204.pdf?sequence=2&amp;isAllowed=n</a>	Los impactos que presentan los embalses de Cundinamarca, están asociados principalmente a problemas de salud por la mala calidad del cuerpo de agua y a alteraciones y en algunos casos deterioro del paisaje que trae consigo. modificaciones en la economía de la zona	Sistemas hidrológicos, ciclos hidrológicos, regulación hídrica, gestión hídrica, impacto ambiental, embalses, contaminación hídrica

TABLA DE REVISIÓN ACADÉMICA ESPECIALIZADA DE LA MONOGRAFÍA: Análisis de gestión de riesgos para la mitigación del impacto ambiental en el proyecto hidroeléctrico El Quimbo: Una perspectiva desde el PMBOK								
CONSECUTIVO	TIPO DE PUBLICACIÓN	AUTORES DE LA PUBLICACIÓN	AÑO DE PUBLICACIÓN	TÍTULO DE LA PUBLICACIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA PUBLICACIÓN	SITIO DE BÚSQUEDA	OBSERVACIONES	PALABRAS CLAVE
4	Artículo	Carlos Alberto SutaChan Cuevas + Jorge Hernán Moreno Ocampo	2007	Optimización sistema de control de olores en la central hidroeléctrica El Paraíso	Se analizan desequilibrios generados por la contaminación del agua, del aire, de los suelos y por la tala de los bosques, lo que ha llevado a transformar paisajes con coberturas vegetales en suelos improductivos.	<a href="https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1007&amp;context=esp_gestion_energetica">https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1007&amp;context=esp_gestion_energetica</a>	Las observaciones realizadas, demuestran que existen deficiencias en la operación y mantenimiento del Sistema, ya que se han dejado de efectuar oportunamente varios procedimientos.	Área de influencia, biofito, sustrato orgánico, emisiones atmosféricas, efluente líquido,
5	Artículo	Lisbeth Fog Carradine	2018	Efectos de hidroeléctricas: urge una visión integral	Los autores usaron un software para proyectar los efectos potenciales de la expansión de hidroeléctricas en la Depresión Momposina a 2050, que no solamente tiene en cuenta los aspectos ingenieriles sino también factores socioeconómicos y agrícolas.	<a href="https://www.javeriana.edu.co/pesquisafechos-de-hidroelectricas-urge-una-vision-integral/">https://www.javeriana.edu.co/pesquisafechos-de-hidroelectricas-urge-una-vision-integral/</a>	Es necesario hacer la planificación teniendo en cuenta el impacto acumulado de todos los proyectos en toda la cuenca, y no proyecto por proyecto;	Planicies inundables, hidro sistemas, conexión longitudinal, conectividad lateral, sistemas cenagosos
6	Artículo	Helmut Espinoza García + Luz Dari Cervera Bonilla	2012	Caracterización socio ambiental del corredor hidroeléctrico San Antonio I – Laguneta en el municipio de San Antonio el Tequendama	La investigación permite determinar los comportamientos socio ambientales en el área rural de la sub región sur oriental del municipio de San Antonio del Tequendama relacionados con la línea de conducción hidroeléctrica en el sector San Antonio I - Laguneta, como elemento diagnóstico ambiental.	<a href="https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/bsa/article/view/3383">https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/bsa/article/view/3383</a>	El 71% del total de los predios encuestados, se abastece del recurso hídrico a través del acueducto rural. El almacenamiento del agua se realiza en un 78% en tanques de cemento, a los cuales en su mayoría, le realizan frecuentemente un lavado convencional (con agua y jabón desinfectante). La población considera que la calidad del agua es aceptable.	Área de influencia, tubería de aducción, matriz de chequeo, encuesta rural, entrevista con actores claves, georreferenciación
7	Artículo	John Jairo Salcedo Salcedo	2006	Seguimiento y evaluación al programa sobre gestión integral de residuos peligrosos en las centrales generadoras de energía de Emgesa	La investigación busca indicar una metodología para determinar el grado de gestión ambiental en el que se encuentra la gestión de residuos peligrosos en las centrales generadoras de EMGESA.	<a href="https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1457&amp;context=ing_ambiental_santaria">https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1457&amp;context=ing_ambiental_santaria</a>	Los impactos ambientales más relevantes son los generados sobre el recurso suelo y agua, en el patio de cenizas y en los patios de chatarra.	Análisis de Efectividad, Evaluación Ambiental, Indicador de Gestión Ambiental, Indicadores de Estado, Indicadores de Estado

TABLA DE REVISIÓN ACADÉMICA ESPECIALIZADA DE LA MONOGRAFÍA: Análisis de gestión de riesgos para la mitigación del impacto ambiental en el proyecto hidroeléctrico El Quimbo: Una perspectiva desde el PMBOK								
CONSECUTIVO	TIPO DE PUBLICACIÓN	AUTORES DE LA PUBLICACIÓN	AÑO DE PUBLICACIÓN	TÍTULO DE LA PUBLICACIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA PUBLICACIÓN	SITIO DE BÚSQUEDA	OBSERVACIONES	PALABRAS CLAVE
8	Artículo	Huerta-Loera Sadoth Fabiana y Domínguez-Mora Ramón	2016	Metodología para la estimación del riesgo aguas abajo de una presa en función de las políticas de operación a largo plazo	En este trabajo se presenta una metodología para evaluar el riesgo de inundaciones aguas abajo de una presa tomando en cuenta que, cuando se presentan las avenidas de diseño, el nivel en el vaso es una variable aleatoria que depende de la política de operación a largo plazo de la presa.	<a href="https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1405774316300191">https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1405774316300191</a>	Al emplear la metodología propuesta, se refleja un ahorro substancial en los daños esperados, al comparar los costos obtenidos bajo un nivel inicial variable respecto a un análisis convencional realizado bajo el NAMO, en donde el último sobrestima los costos.	Políticas de operación, frecuencia, afectaciones, costos, curva, guía, niveles óptimos, riesgo
9	Artículo	Jorge Polanco, Fabián Ramírez y Martha Orozco	2016	Incidencia de estándares internacionales en la sostenibilidad corporativa: una perspectiva de la alta dirección	Los estándares internacionales inciden en la sostenibilidad corporativa y uso al desempeño ya la gobernanza del negocio. El objetivo de este estudio es analizar esta incidencia desde la óptica de la alta dirección de una empresa del sector energético colombiano	<a href="https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0123592316300237">https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0123592316300237</a>	Los estándares internacionales inciden en la sostenibilidad de la empresa estudiada, tanto en el desempeño como en la gobernanza, pues contribuyen a evaluar la estrategia y legitimar el negocio frente a grupos de interés internos y externos.	Sostenibilidad corporativa, Estándares internacionales, Reporte, Percepción de directivos
10	Artículo	Behrad Barghi y Shahram Shadrokh sikari	2020	Qualitative and quantitative project risk assessment using a hybrid PMBOK model developed under uncertainty conditions	Este estudio presentó una evaluación de riesgos cualitativa y cuantitativa del proyecto utilizando un modelo híbrido PMBOK. desarrollado en condiciones de incertidumbre. En consecuencia, se empleó un diseño de investigación exploratoria y aplicada. en este estudio. La muestra de investigación incluyó a 15 miembros del personal experimentado que trabajaban en puestos principales y relacionados en Nejr. Perse Company. Después de revisar la literatura y el Cuerpo de conocimientos sobre gestión de proyectos (PMBOK).	<a href="https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S2405844019367568?token=687E493D4A662FC4E197A25E36D354E94FE0B507FBF347B34F8744BDD440F018C6C21E572D63A85A27BF49DBE06E99C6&amp;originRegion=eu-west-1&amp;originCreation=20211207220859">https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S2405844019367568?token=687E493D4A662FC4E197A25E36D354E94FE0B507FBF347B34F8744BDD440F018C6C21E572D63A85A27BF49DBE06E99C6&amp;originRegion=eu-west-1&amp;originCreation=20211207220859</a>	Considerando la importancia y necesidad de la gestión de riesgos en los proyectos de la empresa, este estudio propuso un modelo híbrido de riesgos presentados en la Cuerpo de Conocimiento de Gestión de Proyectos(PMBOK) con el fin de estructurar y jerarquizar estos riesgos utilizando las opiniones de los expertos	Riesgos del proyecto Proyecto Organismo de Gestión del Conocimiento (PMBOK) Incertidumbre Riesgo mixto cualitativo y cuantitativo enfoque de evaluación Matemáticas Teoría de probabilidad Ingeniería Ingeniería Industrial Negocio

TABLA DE REVISIÓN ACADÉMICA ESPECIALIZADA DE LA MONOGRAFÍA: Análisis de gestión de riesgos para la mitigación del impacto ambiental en el proyecto hidroeléctrico El Quimbo: Una perspectiva desde el PMBOK								
CONSECUTIVO	TIPO DE PUBLICACIÓN	AUTORES DE LA PUBLICACIÓN	AÑO DE PUBLICACIÓN	TÍTULO DE LA PUBLICACIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA PUBLICACIÓN	SITIO DE BÚSQUEDA	OBSERVACIONES	PALABRAS CLAVE
11	Artículo	Xavier Brioso	2015	Integración de la guía ISO 21500 sobre gestión de proyectos, construcción ajustada y PMBOK	Este artículo desarrolla una propuesta para la combinación de la Norma ISO 21500 Orientación sobre Gestión de Proyectos y los Sistemas de Gestión de Proyectos y Construcción, con énfasis en su integración con el PMBOK y la filosofía Lean Construction. La Gestión de Proyectos y Construcción se estudia desde un punto de vista global, conectando, emparejando, complementando y/o combinando las herramientas, técnicas y prácticas de los sistemas de gestión antes mencionados, aplicados a los proyectos de construcción. En este marco, la participación de los interesados se analiza durante la aplicación de Integrated Project Delivery (IPD) y Target Value Design (TVD); así como las secuencias en las que los procesos, entradas y salidas se relacionan en el tiempo, originando variantes en el esfuerzo por lograr una óptima compatibilidad.	<a href="https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877705815031616">https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877705815031616</a>	La compatibilidad de las herramientas, técnicas y prácticas de la filosofía Lean Construction, así como de Los sistemas de gestión utilizados en la construcción, como el PMI, PRINCE2, entre otros, podrían iniciarse a través de la ISO 21500; esta oportunidad es una línea de investigación muy clara que debe desarrollarse lo antes posible.	ISO 21500, Construcción ajustada, Entrega integrada de proyectos, Diseño de valor objetivo, PMBOK
12	Artículo	Christiane Gresse von Wangenheim, Dioni Antonio da Silva, Luigi Buglione, Rafael Scheidt y Rafael Prikładnicki	2010	Fusión de mejores prácticas de CMMI-DEV v1.2 (PP, PMC, SAM) y PMBOK 2008	El establecimiento de prácticas de gestión de proyectos eficaces y eficientes sigue siendo un desafío para las organizaciones de software. En el esfuerzo por abordar estas necesidades, se están desarrollando modelos de "mejores prácticas", como CMMI o PMBOK, para ayudar a las organizaciones interesadas en mejorar la gestión de proyectos. Y, aunque esos modelos comparten contenido superpuesto, aún existen diferencias y, por lo tanto, cada uno de los modelos ofrece diferentes ventajas.	<a href="https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S0950584910000480?token=E22A9EB9CE135BD823299EAC8617D5CC4AE982678207ECFBEAC0DA96793AACAB0A3E1507429A1AFAD4FFED08FD39519A&amp;originRegion=eu-west-1&amp;originCreation=20211207223615">https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S0950584910000480?token=E22A9EB9CE135BD823299EAC8617D5CC4AE982678207ECFBEAC0DA96793AACAB0A3E1507429A1AFAD4FFED08FD39519A&amp;originRegion=eu-west-1&amp;originCreation=20211207223615</a>	Se espera que el conjunto resultante de UBP ayude a implementar y evaluar los procesos de gestión de proyectos de manera más eficaz y eficientemente, al permitir la consideración simultánea de ambos modelos y, por tanto, optimizar las inversiones en mejora de procesos de software.	Gestión de proyectos de software, CMMI, PMBOK, Mapeo, Áreas de proceso básicas

<https://docs.google.com/spreadsheets/d/1rnz0Zo1oPvJRa8lh517beA2URu7QOhYN/edit?usp=sharing&oid=100372345991260788180&rtpof=true&sd=true>

**Apéndice B. Resumen y jerarquización de impactos del proyecto El Quimbo.**

<b>IMPACTO</b>	<b>CALIFICACIÓN DEL IMPACTO POTENCIAL (SIN MANEJO)</b>	<b>DIMENSION</b>	<b>CALIFICACIÓN DEL IMPACTO REMANENTE (CON MANEJO)</b>
Afectación de asentamientos nucleados y dispersos	5,31 Muy Alto	Se desplazarán 362 familias, para un total de 1,466 personas que residen en la zona del embalse	5,26 Manejable
Afectación sobre el empleo	4,72 Alto	1,704 personas que perderían su fuente de empleo	4,25 Manejable
Afectación de las actividades productivas	4,86 Alto	Número de hectáreas dedicadas al sector agropecuario: 45.149 hectáreas	2,89 Manejable
		Número de sitios donde se realiza la extracción de material aluvial: 4 sitios, uno de los cuales tiene una concesión otorgada por ingeominas en 77 hectáreas, por 30 años	
Pérdida del patrimonio cultural	4,71 Alto	Afectación de la capilla de San José de Belén, declarada patrimonio cultural del Departamento del Huila. El traslado de la capilla afectaría a los habitantes de la vereda de San José de Belén y veredas cercanas, porque perderían el símbolo de identidad histórica y cultural, representada en la capilla donde acuden principalmente en fechas religiosas de importancia para la zona, como en la semana santa y las fiestas de San José.	3,77 Manejable
Pérdida de la Infraestructura	3,48 Alto	Si se tiene en cuenta que la longitud total de la red vial en el área de estudio es de aproximadamente 179 Km. Las pérdidas representan el 3,6 % en el caso de la troncal nacional, el 2,4 % en el caso de los ramales veredales y carretables. La infraestructura de redes eléctricas afectadas sería el sistema de distribución con el nivel de voltaje a 13,8 KV, que conforma la electrificación rural, seguido por el sistema de subtransmisión a 34,5 KV en anillo que alimenta las subestaciones y el sistema de transmisión.	3,45 Manejable

Impacto	Calificación del impacto potencial (sin manejo)	Dimensión	Calificación del impacto remanente (con manejo)
Pérdida de la conectividad	3,00 medio	En el ámbito regional se perdería la conexión de Garzón con El Agrado, Pital y La Plata por pérdida del puente Balseadero. En el espacio local se afectaría la conectividad en las veredas Matambo, El Pedernal, Balseadero, La Yaguilga, La Escalereta y La Cañada, y en el centro poblado de Rioloro. Así mismo se afectaría la conexión entre El Agrado y Pital con Garzón por el puente de Los Cocos.	2,97 muy manejable
Afectación de la pesca artesanal en el río Magdalena, entre La Jagua y la cola del embalse de Betania	2,9 medio	La Fundación Humedales (2007) referencia la existencia de 31 personas dedicadas a la pesca artesanal de manera permanente (de un total de 39 pescadores) en el sector comprendido entre Puerto Seco y La Jagua.  En cuanto a los volúmenes de producción pesquera durante 2007, el documento de la Fundación Humedales (2008) dice que el subestrato Puerto Seco produjo 20,7 Tm y el subestrato Suaza-Magdalena (Alto Magdalena) 19,6 Tm para un total de 40,3 Tm. Esta producción fue valorada en \$241,8 millones (precios corrientes de 2007): 43% corresponde a Puerto Seco (\$103,6 millones) y 57% al Sector Suaza-Magdalena (\$138,2 millones) (el valor porcentual varía teniendo en cuenta la participación de las especies capturadas).	2,18 muy manejable
Pérdida del patrimonio Arqueológico	2,24 medio	73 sitios de interés arqueológico hasta el momento identificadas se podrían ver afectados de manera directa por las obras del proyecto. Sin embargo su representatividad no cuenta con hallazgos de nuevas culturas.	1,70 muy manejable
Generación de empleo temporal	1,62 medio	La afectación se daría en los niveles local y subregional, representados en los municipios de Garzón, Gigante, El Agrado, Tesalia, Altamira, Paicol y Pital, y en los demás municipios que conforman la Región Centro y la parte próxima de la Región Occidente del departamento del Huila	1,62 positivo
Incremento en los presupuestos de los entes territoriales por transferencias	2,30 medio	Fondo especial de inversiones \$4.493,2 millones (por una sola vez). Impuesto predial \$107,8 (por año). Industria y comercio \$136,1 (por año). Transferencias: CAM \$3.503,2 (por año); Municipios aportan áreas al embalse \$1.751,6 (por año).	2,30 positivo
Pérdida y alteración de suelos	0,90 bajo	Se intervienen 8552,9 hectáreas de suelos, de los cuales 596,8 pertenecen a la clase agrológica III y 4721,2 a la clase IV	0,89 muy manejable

Impacto	Calificación del impacto potencial (sin manejo)	Dimensión	Calificación del impacto remanente (con manejo)
Posible afectación de servicios sociales del área adyacente	1,08 medio	Se pueden ver afectados servicios sociales por falta de afluencia de usuarios	0,87 muy manejable
Agradación de las colas del embalse	1,02 medio	Volumen de agradación esperado en la cola del embalse sobre el río Magdalena proyectado para 50 años de vida útil del proyecto sería de: 49 hm <sup>3</sup> y 129 ha de extensión.	0,77 muy manejable
Formación de nuevos hábitats acuáticos	0,88 bajo	El nuevo cuerpo de agua tendrá una extensión de 8250 ha en la cota 720 msnm, 55 km de longitud, ancho promedio de 1,4 km y volumen útil de 2530 hm <sup>3</sup> de agua, que ofertarán hábitat para especies de hábitats lénticos. En peces la tilapia ( <i>Oreochromis spp</i> ), será el género más abundante en el embalse.	0,54 muy manejable
Alteración de los patrones ecológicos y de calidad del paisaje	0,54 bajo	El índice de conectividad para Bosque abierto y matorral, que son equivalentes a rastrojos altos y bajos, sin proyecto es de 0,065 y con proyecto de 0,067.  Para Bosques riparios este índice es de 0,077 y con el proyecto sería de 0,079.	0,49 muy manejable
Posible desarrollo de actividades piscícolas y turísticas en el área de influencia del Proyecto	0,45 bajo	Betania produce 8.353 TM/año (2007) y genera alrededor de 1.340 empleos directos. De llegar a la mitad el nivel de producción en El Quimbo (4.200 Tm), se podrían generar cerca de 670 empleos directos.  En cuanto al turismo su dimensionamiento es complejo al no contarse con fuentes que manejen ingresos o empleo generados por la actividad.	0,45 positivo
Afectación sobre la fauna terrestre	0,50 bajo	La comunidad de fauna terrestre potencialmente impactada corresponde a individuos de: Anfibios: 13 especies, Reptiles: 34 especies, Mamíferos del orden Didelphimorphia 2 especies, Mamíferos del orden Chiroptera 13 especies, Mamíferos del orden Rodentia 10 especies, Mamíferos del orden Carnivora 4 especies, Mamíferos del orden Primates 1 especie y Aves 103 especies .	0,43 muy manejable
Alteración de las comunidades hidrobiológicas	0,45 bajo	Modificación de la comunidad íctica: disminución de las poblaciones de especies de peces que tienen preferencia por hábitat lóticos tales como los lorícáridos (cuchas), tricomictéridos (babosos), algunos pimelódidos (picalón, capaz) y algunos carácidos (dorada) e incremento de aquellas que prefieren hábitats lénticos como cíclidos (mojarras nativas y tilapias), poecílidos (piponcitas) y algunos microcarácidos (sardinas), principalmente.	0,34 muy manejable



Impacto	Calificación del impacto potencial (sin manejo)	Dimensión	Calificación del impacto remanente (con manejo)
Afectación por generación de residuos de excavación	0,45 bajo	El excedente de excavación por las actividades de construcción del proyecto es de 600,00 m <sup>3</sup> que serán dispuestos en botaderos y que podrían ocasionar alteración de calidad de agua y aire.	0,32 manejable
Generación de expectativas y de conflictos	0,63 bajo	Población del área de influencia del Proyecto. Se afectaría también la población de la región centro-sur del Departamento, principalmente por expectativas frente a generación de fuentes de empleo.	0,31 muy manejable
Alteración de la calidad del agua	0,50 bajo	El proyecto durante construcción, podría incrementar la carga de sólidos en el río Magdalena en los sitios de obras en un 0,65% y de materia orgánica en un 0,9%.	0,25 muy manejable
Alteración de la calidad del aire y ruido	0,20 muy bajo	La afectación en la calidad del aire durante la construcción cubriría una extensión de 297,3 ha en los alrededores de los sitios de obras.	0,15 muy manejable
Generación de residuos sólidos domésticos e industriales	0,15 muy bajo	En pico máximo de población laborando en la construcción y asumiendo esta población como permanente en todo el período constructivo, se podrían generar 1427 kg/día de residuos sólidos si no realizara el aprovechamiento y reciclaje de los mismos.	0,12 muy manejable
Generación de inestabilidad y erosión en el borde del embalse	0,09 bajo	Las zonas inestables localizadas sobre la cota de inundación y en el borde del embalse, cubren un área del orden de 150 000 m <sup>2</sup> e involucran un volumen de material potencialmente deslizable del orden de 360 000 m <sup>3</sup> .	0,07 muy manejable
Alteración de la calidad de agua del río Magdalena en el embalse el Quimbo, aguas abajo del sitio de presa y del embalse Betania	0,72 bajo	Las probabilidades de estado trófico del embalse se encuentran entre mesotrófia y eutrófia. El embalse Quimbo, retendrá parte de los nutrientes y sedimentos provenientes de la cuenca del Magdalena, disminuyendo sus aportes a Betania, disminuyendo ligeramente en éste el potencial de eutroficación.	0,07 Positivo
Alteración del microclima en los alrededores del embalse	0,06 muy bajo	No se espera que se presenten alteraciones del clima en los alrededores del embalse, con base en la experiencia de Betania.	0,06 muy manejable
Regulación de régimen de caudales durante llenado y operación	1,25 medio	Durante el llenado del embalse Quimbo, aguas abajo del río Páez con el río Magdalena habrá una reducción de caudales del orden del 34%. Durante la operación se presentará en los periodos secos un ligero incremento de los caudales medios naturales del río Magdalena y un ligero descenso en el periodo de mayores caudales naturales.	0,94 muy manejable

Impacto	Calificación del impacto potencial (sin manejo)	Dimensión	Calificación del impacto remanente (con manejo)
Alteración de la calidad del aire por generación de olores	0,13 muy bajo	Durante la construcción del proyecto podrían generarse olores provenientes de los sistemas de tratamiento de aguas residuales y del relleno sanitario. Durante la operación, por acumulación de lodos orgánicos en las colas del embalse, que podrían afectar por emanación de olores, principalmente al poblado de la Jagua.	0,09 Muy manejable
Pérdida de cobertura vegetal	1,0 bajo	El proyecto intervendrá 7840 hectáreas de vegetación natural y seminatural, de las cuales 842 hectáreas corresponden a bosques riparios que es la vegetación natural de mayor complejidad florística y estructural.	0,09 muy manejable
Interacción del proyecto Hidroeléctrico el Quimbo con el sistema de áreas protegidas del nivel local, regional y nacional.	3,6 Alto	El proyecto no intervendrá directamente ninguna área protegida del nivel local y regional. Un sector del embalse se localizaría en áreas de la Reserva Forestal de La Amazonía – Ley 2da de 1959.	2,88 Muy manejable
Afectación sobre el empleo	4,72 Alto	El proyecto provocaría la pérdida del empleo de 1970 persona que tienen un nivel promedio de ocupación del 72%.	4,25 Manejable

Fuente: (EMGESA S.A. E.S.P., 2008)

**Apéndice C. Aporte de Normas Técnicas ISO 14.001:2015, 31.000:2016 y 31010:2019 al desarrollo de la Gestión de Riesgos en PMBOK versión 6.**

A continuación, se presentan los elementos de los Procesos de la Gestión de Riesgos en PMBOK y cómo las normas técnicas NTC ISO 14001 de 2015 “Sistemas de Gestión Ambiental, requisitos con orientación para su uso”; NTC ISO 31.000 de 2016 Gestión del Riesgo, principios y directrices” y NTC ISO 31.010 de 2009 “Gestión de Riesgos, técnicas de valoración del riesgo”, aportan y complementan con principios y herramientas en las actividades del proceso:

1. Planificar la Gestión de los Riesgos.

1.1 Plan de Gestión de Riesgos

1.1.1 Estrategia de riesgos.

ISO 14001:2015, en su Numeral 6 “Planificación”

ISO 31000: 2018, en su Numeral 5.4.1: Comprensión de la organización y de su contexto

1.1.2 Metodología.

ISO 31010: 2019; 6.1.6 Revisar los criterios para las decisiones; 7 Selección de técnicas de evaluación de riesgos

Herramientas y Técnicas:

B.5.2: Análisis bayesiano

B.5.3: Redes bayesianas

Enfoques

ISO 31010: 2019; 6.1.1 Definir el propósito y el alcance de la evaluación; 6.1.2 Entender el contexto; 6.1.4 Definir objetivos

Herramientas

ISO 31010: 2019; 6.2.4 Desarrollar y aplicar modelos, 7 Selección de técnicas de evaluación de riesgos

Herramientas y Técnicas:

B.4.2: Análisis de corbata (BOW TIE)  
B.5.6: Análisis de árbol-falla (FTA)  
B.5.8: Análisis de fiabilidad humana (HRA)  
B.1.5: Entrevistas estructuradas y semiestructuradas  
B.3.3: Método espina de pez (ISHIKAWA)

#### Fuentes

ISO 31010: 2019; Interactuar con las partes interesadas

B.1.2: tormenta de ideas: tormenta de ideas

#### 1.1.3 Roles y responsabilidades.

ISO 14001:2015; 5.3 Roles, Responsabilidades y Autoridades en la Organización; 7.2 Competencia.

ISO 31000:2018; 5.2 Liderazgo y compromiso; 5.4.3 Asignación de roles, autoridades y responsabilidades.

ISO 31010:2019; 6.1.5 Considere factores humanos, organizacionales y sociales.

#### Herramientas y Técnicas:

B.5.8: Análisis de fiabilidad humana (HRA)

#### 1.1.4 Financiamiento.

ISO 14001:2015; 6.2.2 Planificación de acciones para lograr los objetivos ambientales;  
7.1 RECURSOS

ISO 31000:2018; 5.2 Liderazgo y compromiso; 5.4.4 Asignación de recursos.

#### 1.1.5 Calendario (momento).

ISO 14001:2015; 6.2.2 Planificación de acciones para lograr los objetivos ambientales;  
7.1 Recursos.

#### 1.1.6 Categorías de riesgo.

ISO 14001:2015; 3.2.10 Riesgo. Efecto de la incertidumbre.

ISO 31000:2018; 6.3.4 Definición de los criterios del riesgo

ISO 31010: 2019; 6.1.6.3 Criterios para evaluar la importancia del riesgo

Herramientas y Técnicas:

B.8.2: Criterios de tolerancia al riesgo (ALARP y SFAIRP)

B.8.6: Índices de riesgo

1.1.7 Apetito al riesgo del interesado.

ISO 14001:2015; 4.2 Comprensión de las necesidades y expectativas de las partes interesadas.

ISO 31000:2018; 6.2 Comunicación y consulta; 6.3.4 definición de criterios del riesgo

ISO 31010: 2019; 6.1.6.2 Criterios para decidir si se puede aceptar el riesgo.

Herramientas y Técnicas:

B.8.2: Criterios de tolerancia al riesgo (ALARP y SFAIRP)

1.1.8 Definiciones de la probabilidad e impactos de los riesgos.

ISO 31000:2018; 6.4.3 Análisis del riesgo

ISO 31010: 2019

Herramientas y Técnicas:

B.10.4: Curvas en S

1.1.9 Matriz de probabilidad e impacto.

ISO 14001:2015; 3.3.2 Información documentada.

ISO 31010: 2019; 6.5.2 Decisiones sobre la importancia del riesgo

Herramientas y Técnicas:

B.10.2: Registros de riesgos

B.10.3: Matriz de consecuencias / probabilidades (matriz de riesgo o Mapa de calor)

B.10.4: Curvas en S

1.1.10 Formatos de los informes.

ISO 31010: 2019; 6.2.2 Recabando información  
1.1.11 Seguimiento (auditoría).

ISO 14001:2015; 9.2.2 Programa de auditoría interna

ISO 31000:2018; 6.6 Seguimiento y revisión

ISO 31010: 2019; 6.6 Registrar e informar el proceso y los resultados de la evaluación de riesgos

Herramientas y Técnicas:

B.10.2: Registros de riesgos

## 2. Identificar los Riesgos.

### 2.1 Registro de riesgos

ISO 14001:2015; A.6.1.1 Generalidades de la Planificación

ISO 31000:2018; 6.4 Evaluación del riesgo.

ISO 31010: 2019; 6.3 Aplicar la evaluación de riesgos técnicos

Herramientas y Técnicas:

B.10.2: Registros de riesgos

#### 2.1.1 Lista de riesgos identificado

ISO 31000:2018; 6.4.2 Identificación del riesgo

ISO 31010: 2019; 6.3.2 Identificando riesgo; 6.3.3 Determinación de fuentes, causas y factores de riesgo.

Herramientas y Técnicas:

B.2.2: Listas de comprobación, clasificación y verificación

#### 2.1.2 Dueños de riesgo potencial

ISO 14001:2015; 5.3 Roles, responsabilidades y autoridades en la organización

ISO 31000:2018; 5.2.4 Liderazgo y compromiso

### 2.1.3 Lista de respuestas potenciales a los riesgos

ISO 14001:2015; 8.2 Preparación y Respuesta ante Emergencias

ISO 31010: 2019; 6.3.4 Investigar la efectividad de los controles existentes

Herramientas y Técnicas:

B.4.4 Análisis de capas de protección (LOPA)

B.5.4 Análisis de impacto empresarial (BIA)

## 2.2 Informe de riesgos

2.2.1 Las fuentes de riesgo general del proyecto

2.2.2 La información resumida sobre los riesgos individuales del proyecto identificados

ISO 14001:2015; 6.1 Acciones para abordar riesgos y oportunidades

ISO 31000:2018; 6.4.2 Identificación del riesgo

ISO 31010:2019; 6.3.5 Entender las consecuencias y la probabilidad; 6.4.1 Verificación y validación de resultados.

Herramientas y Técnicas:

B.5.5: Análisis de árbol-evento (ETA)

B.10.4: Curvas en S

B.4.2: Análisis de corbata (BOW TIE)

## 2.3 Actualizaciones a los documentos del proyecto

2.3.1 Registro de supuestos

ISO 31000:2018; 6.4.2 Identificación del riesgo

ISO 31010:2019; 6.5.2 Decisiones sobre la importancia del riesgo

Herramientas y Técnicas:

B.10.3: Matriz de consecuencias / probabilidades (matriz de riesgo o

Mapa de calor)

2.3.2 Registro de incidentes

ISO 14001:2015; 3.2.4 Impacto ambiental.

ISO 31010:2019; 6.6 Registrar e informar el proceso y los resultados de la evaluación de riesgos

Herramientas y Técnicas:

B.10.2: Registros de riesgos

2.3.3 Registro de lecciones aprendidas

ISO 31000:2018; 6.2 Comunicación y consulta

ISO 31010:2019; 6.4.1 Verificación y validación de resultados; 6.5.2 Decisiones sobre la importancia del riesgo; 6.6 Registrar e informar el proceso y los resultados de la evaluación de riesgos.

Herramientas y Técnicas:

B.2.5: Análisis de escenarios

B.2.6 Técnica estructurada de qué pasaría si (SWIFT)

### 3. Realizar el Análisis Cualitativo de Riesgos

ISO 31000:2018; 6.4.3 Análisis del riesgo

#### 3.1 Actualizaciones a los documentos del proyecto

3.1.1 Registro de supuestos

3.1.2 Registro de incidentes

3.1.3 Registro de riesgos

ISO 31010:2019; 6.3.5 Comprender las consecuencias y la probabilidad

Herramientas y Técnicas:

B.10.2: Registros de riesgos



### 3.1.4 Informe de riesgos

ISO 31010:2019; 6.5 Aplicar resultados para respaldar decisiones

Herramientas y Técnicas:

B.10.4: Curvas en S

## 4. Realizar el Análisis Cuantitativo de Riesgos

### 4.1 Actualizaciones a los documentos del proyecto

ISO 31000:2018; 6.4.3 Análisis del riesgo

#### 4.1.1 Evaluación de la exposición general a los riesgos del proyecto

Las posibilidades de éxito del proyecto

El grado de variabilidad inherente restante

ISO 31000:2018; 6.3.4 definición de criterios del riesgo

#### 4.1.2 Análisis probabilístico detallado del proyecto

ISO 31010:2019; 6.3.5.2 Análisis de verosimilitud

Herramientas y Técnicas:

B.5.7: Análisis de árbol-fallas (FTA)

B.5.10: Simulación Monte Carlo

B.5.9: Análisis Markov

#### 4.1.3 Lista priorizada de riesgos individuales del proyecto

#### 4.1.4 Tendencias en los resultados del análisis cuantitativo de riesgos

#### 4.1.5 Respuestas recomendadas a los riesgos

ISO 31000:2018; 6.4.4 Valoración del riesgo

## 5. Planificar la Respuesta a los Riesgos

5.1 Solicitudes de cambio (de las líneas base de costos o del cronograma o de otros componentes)

ISO 14001:2015; 8.1 Planificación y Control Operacional

ISO 31000:2018; 6.5.2 Selección de las opciones para el Tratamiento del riesgo

ISO 31010:2019; 6.5.3 Decisiones que implican seleccionar entre opciones

Herramientas y Técnicas:

B.9.2: Análisis de coste-beneficio (CBA)

5.2 Actualizaciones al plan para la dirección del proyecto

5.2.1 Línea base del alcance

5.2.2 Línea base del cronograma

5.2.3 Línea base de costos

5.3 Actualizaciones a los documentos del proyecto

5.3.1 Registro de supuestos

ISO 31010:2019; 6.5 Aplicar resultados para respaldar decisiones

Herramientas y Técnicas:

B.8.4: Diagrama de Pareto

5.3.2 Pronósticos de costos

5.3.3 Registro de lecciones aprendidas

5.3.4 Cronograma del proyecto

5.3.5 Asignaciones del equipo del proyecto

6.3.6 Registro de riesgos

ISO 31010:2019; 6.6 Registrar e informar el proceso y los resultados de la evaluación de riesgos

Herramientas y Técnicas:

B.10.2: Registros de riesgos

6.3.7 Informe de riesgos (estrategias acordadas)

ISO 31000:2018; 6.5.2 Selección de las opciones para el tratamiento del riesgo

ISO 31010:2019; 6.6 Registrar e informar el proceso y los resultados de la evaluación de riesgos

Herramientas y Técnicas:

B.10.2: Registros de riesgos

B.4.2: Análisis de corbata (BOW TIE)

B.5.4: Análisis de impacto del negocio (BIA)

## 6. Implementar la Respuesta a los Riesgos

6.1 Solicitudes de cambio (de las líneas base de costos o del cronograma o de otros componentes)

ISO 14001:2015; 8.2 Preparación y Respuesta Ante Emergencias

ISO 31000:2018; 6.5.3 preparación e implementación de los planes de tratamiento del riesgo

6.2 Actualizaciones al plan para la dirección del proyecto

6.2.1 Registro de supuestos

6.2.2 Registro de lecciones aprendidas

6.2.3 Asignaciones del equipo del proyecto

6.2.4 Registro de riesgos

6.2.5 Informe de riesgos

## 7. Monitorear los Riesgos

7.1 Información de desempeño del trabajo

ISO 14001:2015; 9. Evaluación del desempeño

ISO 31000:2018; 6.6 Seguimiento y revisión

ISO 31010:2019; 6.6 Registro y registro del proceso de evaluación de riesgos y sus resultados

Herramientas y Técnicas:

B.10.2: Registros de riesgos

B.2.3: Modos de fallo y efecto (FMEA) y críticos (FMECA)

7.2 Solicitudes de cambio

ISO 14001:2015; 9.2 Auditoría Interna

7.3 Actualizaciones al plan para la dirección del proyecto

ISO 14001:2015; 9.3 Revisión por la dirección.

ISO 31000:2018; 6.7 Registro e informe

7.4 Actualizaciones a los documentos del proyecto

7.5 Actualizaciones a los activos de los procesos de la organización

7.5.1 Plantillas para el plan de gestión de los riesgos, registro de riesgos e informe de riesgos

7.5.2 Estructura de desglose de riesgos

**Apéndice D.** *Comparación entre Gestión de riesgos en PMBOK y en el Estudio de Impacto Ambiental de El Quimbo.*

<b>PMBOK V versión 6</b>	<b>EIM de El Quimbo</b>
1. Planificar la Gestión de los Riesgos.	Si aplica No. 0.8 Síntesis del Plan de Manejo Ambiental
1.1 Plan de Gestión de Riesgos	Si aplica No. 0,8 Síntesis del Plan de Manejo Ambiental
1.1.1 Estrategia de riesgos.	Si aplica No. 0,8 Síntesis del Plan de Manejo Ambiental
1.1.2 Metodología.	Si aplica No. 0.4 Método de Evaluación ambiental seleccionado
1.1.3 Roles y responsabilidades.	Si Aplica No. 0.2.6 Medio Socioeconómico. No. 0.2.6.1 Proceso de Participación
1.1.4 Financiamiento.	Si Aplica No. 0.10 Costo Total del proyecto
1.1.5 Calendario (momento).	Si Aplica No. Anexo 1.5-1 Trabajos de campo. Anexo 1.5-2 Cuadro 1.5-3 Profesionales participantes en estudio. Anexo 1.1 Cronograma General de Estudio
1.1.6 Categorías de riesgo.	Si Aplica No. 0.2 Características Relevantes del área de Influencia
1.1.7 Apetito al riesgo del interesado.	Si Aplica No. 0.2.6 Medio Socioeconómico. No. 0.2.6.9 Características de la comunidad Domingo Arias Bajo, Municipio de Paicol.
1.1.8 Definiciones de la probabilidad e impactos de los riesgos.	Si Aplica No. 0.2 Características Relevantes del área de Influencia
1.1.10 Formatos de los informes. ISO 31010: 2019; 6.2.2 Recabando información	No Aplica
1.1.11 Seguimiento (auditoría).	No Aplica
2. Identificar los Riesgos.	Si Aplica No. 0.2 Características Relevantes del área de Influencia
2.1 Registro de riesgos	Si Aplica No. 0.2 Características Relevantes del área de Influencia
2.1.1 Lista de riesgos identificado	No Aplica

**PMBOK V versión 6****EIM de El Quimbo**

2.1.2 Dueños de riesgo potencial	Si Aplica No. 0.2.6 Medio Socioeconómico. No. 0.2.6.1 Proceso de Participación
2.1.3 Lista de respuestas potenciales a los riesgos	No Aplica
2.2 Informe de riesgos	No Aplica
2.2.1 Las fuentes de riesgo general del proyecto	No Aplica
2.2.2 La información resumida sobre los riesgos individuales del proyecto identificados	Si Aplica No. 0.8 Síntesis del plan de manejo Ambiental
2.3 Actualizaciones a los documentos del proyecto	No Aplica
2.3.1 Registro de supuestos	No Aplica
2.3.3 Registro de lecciones aprendidas	No Aplica
3. Realizar el Análisis Cualitativo de Riesgos	Si Aplica No. 0.5 Jerarquización y cuantificación de impactos ambientales significativos
3.1 Actualizaciones a los documentos del proyecto	No Aplica
3.1.1 Registro de supuestos	No Aplica
3.1.2 Registro de incidentes	No Aplica
3.1.3 Registro de riesgos	Si Aplica No. 0.4 Método de Evaluación Ambiental Seleccionada
3.1.4 Informe de riesgos	No Aplica
4. Realizar el Análisis Cuantitativo de Riesgos	Si Aplica No. 0.5 Jerarquización y cuantificación de impactos ambientales significativos
4.1 Actualizaciones a los documentos del proyecto	No Aplica
4.1.1 Evaluación de la exposición general a los riesgos del proyecto	No Aplica
4.1.2 Análisis probabilístico detallado del proyecto	Si Aplica No. 0.1 Síntesis del proyecto propuesto
4.1.3 Lista priorizada de riesgos individuales del proyecto	No Aplica.
4.1.4 Tendencias en los resultados del análisis cuantitativo de riesgos	No Aplica.
4.1.5 Respuestas recomendadas a los riesgos	No Aplica.
5. Planificar la Respuesta a los Riesgos	No Aplica
5.1 Solicitudes de cambio (de las líneas base de costos o del cronograma o de otros componentes)	No Aplica
5.2 Actualizaciones al plan para la dirección del proyecto	No Aplica

**PMBOK V versión 6****EIM de El Quimbo**

5.2.1 Línea base del alcance	No Aplica
5.2.2 Línea base del cronograma	Si Aplica No. Anexo 1.5-1 Trabajos de campo. Anexo 1.5-2 Cuadro 1.5-3 Profesionales participantes en estudio. Anexo 1.1 Cronograma General de Estudio
5.2.3 Línea base de costos	Si Aplica No. 0.10 Costo Total del proyecto
5.3 Actualizaciones a los documentos del proyecto	No Aplica
5.3.1 Registro de supuestos	No Aplica
5.3.2 Pronósticos de costos	Si Aplica No. 0.10 Costo Total del proyecto
5.3.3 Registro de lecciones aprendidas	No Aplica
5.3.4 Cronograma del proyecto	Anexo 1.1 Cronograma General de Estudio
5.3.5 Asignaciones del equipo del proyecto	Anexo 1.1 Cronograma General de Estudio
6.3.6 Registro de riesgos	No Aplica
6.3.7 Informe de riesgos (estrategias acordadas)	Si Aplica No. 0.2 Características Relevantes del área de influencia
6. Implementar la Respuesta a los Riesgos	No Aplica
6.1 Solicitudes de cambio (de las líneas base de costos o del cronograma o de otros componentes)	No Aplica
6.2 Actualizaciones al plan para la dirección del proyecto	No Aplica
6.2.1 Registro de supuestos	No Aplica
6.2.2 Registro de lecciones aprendidas	No Aplica
6.2.3 Asignaciones del equipo del proyecto	Anexo 1.1 Cronograma General de Estudio
6.2.4 Registro de riesgos	No Aplica
6.2.5 Informe de riesgos	No Aplica
7. Monitorear los Riesgos	No Aplica
7.1 Información de desempeño del trabajo	Anexo 1.1 Cronograma General de Estudio
7.2 Solicitudes de cambio	No Aplica
7.3 Actualizaciones al plan para la dirección del proyecto	No Aplica
7.4 Actualizaciones a los documentos del proyecto	No Aplica

**PMBOK V versión 6****EIM de El Quimbo**

7.5 Actualizaciones a los activos de los procesos de la organización	No Aplica
7.5.1 Plantillas para el plan de gestión de los riesgos, registro de riesgos e informe de riesgos	No Aplica
7.5.2 Estructura de desglose de riesgos	No Aplica



**Apéndice E. Certificado de intención de publicar el working paper presentado en el II Simposio de maestrías ECBTI.**

**IMPORTANTE - II Simposio de Maestrías ECBTI**

De: Jheimer Julian Sepulveda Lopez (jheimer.sepulveda@unad.edu.co)

CCO: carloscadavid1977@yahoo.es

Fecha: jueves, 10 de junio de 2021 17:57 GMT-5

Cordial saludo estimado autor.

Como usted sabe, el documento enviado por usted y presentado en el **II Simposio de Maestrías ECBTI** serán publicados en la sección de Workings Papers de la Revista Publicaciones e Investigación; por tal motivo, lo invitamos a hacer el envío del documento a través del siguiente enlace:

- <https://hemeroteca.unad.edu.co/index.php/wrpecbti/index>

Es importante que al hacer el envío, en la sección "Comentarios para el editor/a" por favor poner "DOCUMENTO PRESENTADO EN EL II SIMPOSIO DE MAESTRÍAS ECBTI".

Agradecemos la participación y quedamos atentos a cualquier duda.

**Nota:** si son varios autores, solo uno debe hacer el envío y asociar en la plataforma a los demás.



---  
**"CONFIDENCIAL – UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA (UNAD), La información contenida en este mensaje es confidencial y sólo puede ser utilizada por la persona u organización a la cual está dirigido. Si usted no es el receptor autorizado, cualquier retención, difusión, distribución o copia de este mensaje está prohibido y será sancionado por la Ley. Si por error recibe este mensaje, favor reenvíelo de vuelta y borre el mensaje recibido inmediatamente".**