



**Modelo para la evaluación financiera de una oferta competitiva para la construcción,
operación y mantenimiento de un proyecto infraestructura eléctrica**

José Santiago Arrieta Giraldo

Alejandro Osejo Estupiñán

Trabajo de grado presentado para optar al título de
Especialista en Finanzas

Asesor

Luis Fernando Mejia Robles, Ingeniero Electricista - Especialista En Finanzas

Universidad de Antioquia
Facultad de Ingeniería
Especialización en Finanzas
Medellín, Antioquia, Colombia
2022

Cita	(Arrieta Giraldo & Osejo Estupiñán, 2022)
-------------	---

Referencia	Arrieta Giraldo, J. S. & Osejo Estupiñán, A. (2022). <i>Modelo para la evaluación financiera de una oferta competitiva para la construcción, operación y mantenimiento de un proyecto infraestructura eléctrica</i>
Estilo APA 7 (2020)	[Trabajo de grado especialización]. Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.



Especialización en Finanzas, Cohorte XV.



Repositorio Institucional: <http://bibliotecadigital.udea.edu.co>

Universidad de Antioquia - www.udea.edu.co

Rector: Rector: John Jairo Arboleda Céspedes

Decano/director: Jesus Francisco Vargas Bonilla

Jefe departamento: Javier de Jesus Gallego Marquez

El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Antioquia ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por los derechos de autor y conexos.

Índice de contenido

RESUMEN.....	7
INTRODUCCIÓN	8
1 GENERALIDADES.....	9
1.1 ANTECEDENTES DEL PROYECTO	9
1.2 IDENTIFICACIÓN DEL PROYECTO	10
1.3 JUSTIFICACIÓN.....	11
1.4 OBJETIVOS.....	12
1.4.1 Objetivo General	12
1.4.2 Objetivos Específicos.....	12
2 MARCO REFERENCIAL	13
2.1 MARCO TEÓRICO	13
2.1.1 Áreas del conocimiento.....	14
2.1.2 Grupos de proceso.....	14
2.1.3 El Ciclo de Vida de un Proyecto de Inversión.	14
2.1.4 Fase de Pre-inversión.	15
2.1.5 Proyecto de infraestructura eléctrica de alta tensión en Colombia	16
2.1.6 Líneas de transmisión.....	17
2.1.7 Subestaciones eléctricas	18
2.2 Estudio del Entorno y Análisis del Sector.....	20
2.2.1 Beneficios del análisis del entorno:.....	20
2.2.2 Estudio de Mercado.....	20
2.2.3 Estudio Técnico.....	21
2.2.4 Estudio Organizacional.	22
2.2.5 Estudio Legal.....	22
2.2.6 Estudio Financiero.....	23
2.3 METODOLOGÍA EMPLEADA.....	23
2.3.1 Estudio del entorno y análisis del sector	23
2.3.2 Estudio técnico	24
2.3.3 Estudio Financiero.....	24
2.3.4 Análisis de Riesgos	24
3 ESTUDIO TÉCNICO	24
3.1 Modelo seleccionado para la propuesta técnica	24
3.1.1 Antecedentes	25
3.1.2 Alcance del proyecto de infraestructura eléctrica a construir, operar y mantener. ..	25
3.1.3 Localización del proyecto.	25
3.1.4 Descripción del proyecto.....	26
3.1.5 Alcance detallado de la propuesta.....	29
3.1.6 Subestaciones	30
3.1.7 Inversión en bienes y servicios EPC para subestaciones:	35
3.2 Estudio del entorno y análisis del sector	35
3.2.1 Estudio de Mercado.....	37
3.2.2 Estudio Organizacional.	37
3.2.3 Estudio Legal.....	38
3.3 Revisión del sector económico.....	38

3.3.1	Análisis de las dimensiones entorno	38
4	EVALUACIÓN FINANCIERA	43
4.1	Inversión:	43
4.2	Depreciaciones:	45
4.2.1	Costos de Operación y Mantenimiento y Gastos de Administración:	45
4.3	Costo de Capital Promedio Ponderado CCPP	46
4.3.1	Modelo Financiero	46
4.3.2	Valor de la Anualidad	47
4.3.3	Estado de Resultados Integral	48
4.3.4	Estado de Situación Financiera	48
4.3.5	Estado de Flujo de Efectivo	49
4.3.6	Flujo de Caja del Proyecto Puro.....	49
4.3.7	Flujo de Caja del Inversionista.....	50
4.4	Análisis de Riesgos.....	50
4.4.1	Variables para sensibilizar	50
4.4.2	Nueva Anualidad.....	53
4.4.3	Estado de Resultados Integral con la nueva anualidad	53
4.4.4	Estado de Situación Financiera con la nueva anualidad	54
4.4.5	Estado de Flujo de Efectivo con la nueva anualidad.....	54
4.4.6	Flujo de Caja del Proyecto Puro.....	55
4.4.7	Flujo de Caja del Inversionista.....	55
4.4.8	Análisis de Riesgos con nueva anualidad	56
4.5	Análisis de Estados Financieros	57
4.5.1	Estado de Resultados Integral	57
4.5.2	Estado de Situación Financiera	58
4.5.3	Análisis Flujo de Caja del Proyecto Puro después del ajuste a la anualidad	58
5	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	59
6	REFERENCIAS	61

Índice de tablas

Tabla 1.	Inversión del proyecto en líneas y subestaciones 230/34,5 kV	44
Tabla 2.	Cronograma de causación de la inversión inicial	44
Tabla 3.	Cronograma de causación de reinversiones futuras.....	45
Tabla 4.	Años de depreciación de los bienes	45
Tabla 5.	Costos de administración, operación y mantenimiento del proyecto	46
Tabla 6.	Estado de resultados integral	48
Tabla 7.	Estado de situación financiera	48
Tabla 8.	Estado de flujo de efectivo.....	49
Tabla 9.	Flujo de caja del proyecto puro.....	49
Tabla 10.	Indicadores financieros del flujo de caja del proyecto puro.....	50
Tabla 11.	Flujo de caja del inversionista.....	50
Tabla 12.	Indicadores financieros del flujo de caja del inversionista	50
Tabla 13.	Variables a sensibilizar de la inversión en subestaciones	51
Tabla 14.	Variables a sensibilizar de la inversión en línea	51
Tabla 15.	Variables a sensibilizar de los costos de administración, operación y mantenimiento 51	
Tabla 16.	Variación del dólar en la fase de inversión del proyecto	51
Tabla 17.	Estado de Situación Financiera con la nueva anualidad	54
Tabla 18.	Estado de Situación Financiera con la nueva anualidad	54
Tabla 19.	Flujo de caja del proyecto puro con la nueva anualidad	55
Tabla 20.	Indicadores financieros del flujo de caja del proyecto puro con nueva anualidad...55	
Tabla 21.	Flujo de caja del inversionista con nueva anualidad	55
Tabla 22.	Indicadores financieros del flujo de caja del inversionista con nueva anualidad.....56	
Tabla 23.	Indicadores del estado de resultado integral	57
Tabla 24.	Indicadores del estado de situación financiera.....	58
Tabla 25.	Indicadores financieros del flujo de caja del proyecto puro con nueva anualidad...58	

Índice de figuras

Figura 1.	Ubicación subestación Edes 230 kV y subestación Mina 230/34,5 kV	26
Figura 2.	Diagrama unifilar ampliación subestación Edes 230 kV	27
Figura 3.	27
Figura 4.	Diagrama unifilar subestación La Mina 230/34,5 kV.....	28
Figura 5.	Disposición física ampliación subestación Edes 230 kV y subestación La Mina 230/34,5 kV.....	28
Figura 6.	Esquema de evaluación financiera del proyecto	43
Figura 7.	Estructura del modelo financiero	47
Figura 8.	Esquema de evaluación financiera del proyecto con calor de anualidad.....	47
Figura 9.	Ejemplo variable de entrada @Risk.....	52
Figura 10.	Gráfico de tornado del con las variables de sensibilización definidas	52
Figura 11.	Curva S de salida – probabilidad de VPN mayor y menor que cero.....	52
Figura 12.	Estado de Resultados Integral con la nueva anualidad	53
Figura 13.	Curva S de salida – probabilidad de VPN mayor y menor que cero con nueva anualidad	56

RESUMEN

El modelo para la evaluación financiera de una oferta competitiva para la construcción, operación y mantenimiento de un proyecto infraestructura eléctrica expuesto en la presente monografía busca determinar los elementos necesarios para la toma de decisiones, la evaluación de riesgos incluyendo toda la reglamentación y normatividad establecida por los entes reguladores.

Este proyecto pretende listar los componentes claves a considerar al momento de evaluar la estructuración de un proyecto de infraestructura eléctrica para el sistema de transmisión nacional, a través del esquema de remuneración a través de una anualidad en un marco de competencia abierta con los inversionistas del sector. Adicionalmente se realiza una revisión de entorno con el fin de realizar una planeación financiera adecuada.

Para efectos del estudio se selecciona un proyecto de infraestructura eléctrica tipo que permite el análisis integral y pedagógico del modelo, que incluye el mayor número de aspectos para realizar un buen ejercicio de evaluación financiera.

Palabras claves: Infraestructura eléctrica, Cumplimiento regulatorio, unidades constructivas, subestaciones eléctricas, líneas de transmisión.

INTRODUCCIÓN

Actualmente contar con profesionales que tengan conocimientos en la evaluación financiera de proyectos con una alta orientación a la gestión de riesgos es de gran importancia y puede determinar el éxito de las organizaciones o de los proyectos de toda la industria en general.

Para el sector energético asociado con la construcción de proyectos de infraestructura eléctrica no es indiferente este tema, por el contrario, es muy relevante y está relacionado directamente con la competitividad y el desarrollo de las empresas.

Actualmente la ejecución de proyectos de infraestructura eléctrica en Colombia es un tema que no reporta en la literatura especializada un modelado contundente ni técnicas de evaluación financiera definidas.

Por lo anterior el enfoque central de esta propuesta de monografía para optar por el título de especialista en finanzas consiste en generar un estado del arte y un modelo que permita al lector tener las bases para realizar un análisis de la prefactibilidad de proyectos de infraestructura eléctrica en Colombia, con alta orientación al tema de riesgos, incluyendo toda la reglamentación y normatividad establecida por los entes reguladores.

1 GENERALIDADES

1.1 ANTECEDENTES DEL PROYECTO

Actualmente contar con profesionales que tengan conocimientos en la evaluación financiera de proyectos con una alta orientación a la gestión de riesgos es de gran importancia y puede determinar el éxito de las organizaciones o de los proyectos de toda la industria en general.

Para el sector energético asociado con la construcción de proyectos de infraestructura eléctrica no es indiferentes este tema, por el contrario, es muy relevante y está relacionado directamente con la competitividad y el desarrollo de las empresas.

Actualmente la ejecución de proyectos de infraestructura eléctrica en Colombia es un tema que no reporta en la literatura especializada un modelado contundente ni técnicas de evaluación financiera definidas.

Por lo anterior el enfoque central de esta propuesta de monografía para optar por el título de especialista en finanzas consiste en generar una modelo que permita al lector tener las bases para realizar una evaluación financiera de proyectos de infraestructura eléctrica en Colombia, con alta orientación al tema de riesgos, incluyendo toda la reglamentación y normatividad establecida por los entes reguladores.

1.2 IDENTIFICACIÓN DEL PROYECTO

El presente trabajo de monografía condensa los conocimientos académicos adquiridos a través de las diferentes materias vistas en la especialización en finanzas de la Universidad de Antioquia y las aplica y profundiza en una situación real basada en la evaluación financiera de una oferta competitiva para la construcción, operación y mantenimiento de un proyecto infraestructura eléctrica, en un entorno de competencia con el fin de presentar la mejor oferta técnico-económica, garantizando unos márgenes de rentabilidad positivos para la empresa.

Asignaturas como la valoración de empresas, riesgos, finanzas corporativas y Planeación financiera y tributaria permitieron extrapolar los conceptos y desarrollar un modelo completo para la evaluación financiera, en un proyecto típico y requerido con normalidad por parte de los grandes consumidores de energía eléctrica que requiere conectarse al sistema de transmisión nacional, para abastecerse y desarrollar su objeto social.

En este caso para identificar el caso de estudio correspondiente a esta monografía, se realizó la evaluación financiera de una oferta competitiva para la construcción, operación y mantenimiento de un proyecto de infraestructura eléctrica, presentado por una empresa de construcción de proyectos de transmisión, por solicitud de una empresa Minera de cobre.

Dentro de las principales actividades del proyecto se encuentran el desarrollo de la ingeniería, licencia, suministros, construcción, puesta en servicio, administración, operación y mantenimiento de los activos de conexión del proyecto Minero a la subestación Edes 230 kV del Sistema Transmisión Nacional, mediante la construcción de 2 líneas de transmisión a 230 kV y una nueva subestación de 230/34.5 kV llamada la Mina.

Se aclara que el caso de estudio propuesto para la monografía corresponde a casos típicos adecuados para un entorno académico y no son proyectos ejecutados reales reservando los datos de confidencialidad del sector eléctrico en general.

1.3 JUSTIFICACIÓN

En los proyectos de infraestructura eléctrica se ejecutan un conjunto de actividades orientadas a la puesta en operación de los nuevos activos en el sistema de transmisión. Pero antes de iniciar con esta labor es necesario realizar todo un proceso de evaluación financiera, planificación e identificación de riesgos que permitan garantizar un adecuado ciclo de vida del activo y una rentabilidad para las empresas que desarrollan estas actividades.

Debido a la magnitud de estos proyectos algunos profesionales que participan en la construcción de estos se ven sumergidos en las actividades puntuales que les corresponden y es posible que pierdan una mirada transversal y financiera de todo el proyecto. Asociado a lo anterior y de cara a mantener esa visión general de los proyectos es importante mantener una gestión adecuada de los riesgos que permita tener mapeado como actuar ante la materialización de alguno.

En los últimos años, se han desarrollado un gran número de propuestas, técnicas y trabajos que brindan los lineamientos teóricos y técnicos para hacer una correcta evaluación financiera e identificación de riesgos en general, Sin embargo, actualmente no se encuentran trabajos que materialicen estos conceptos al contexto de la aplicación práctica o industrial, considerando las

particularidades e incertidumbres propias de la ejecución de proyectos de infraestructura de los sistemas eléctricos de potencia en Colombia.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo General

Desarrollar un modelo que permita la evaluación financiera de una oferta competitiva para la construcción, operación y mantenimiento de un proyecto infraestructura eléctrica en Colombia con énfasis a riesgos en la ejecución.

1.4.2 Objetivos Específicos

- a) Hacer una revisión de mercado que permita conocer necesidades, demanda, oferta, sector y demás variables relacionadas con la construcción de proyectos de infraestructura eléctrica en Colombia.
- b) Diseñar y desarrollar un modelo que plantee los elementos básicos para realizar el análisis y evaluación de la prefactibilidad de un proyecto de infraestructura eléctrica en Colombia.
- c) Validar la aplicabilidad del modelo frente a los tiempos de duración, recursos consumidos y rentabilidad de proyectos de infraestructura eléctrica “típicos”.
- d) Análisis de Riesgos, basado en sensibilización de variables usando herramientas iterativas.
- e) Conclusiones y recomendaciones para el proyecto donde se aplique el modelo.

Fuente: construcción propia

2 MARCO REFERENCIAL

2.1 MARCO TEÓRICO

Los sistemas eléctricos de potencia presentan un crecimiento acelerado en las últimas décadas y esto genera una ampliación de cobertura y el aumento de la construcción de infraestructura eléctrica, aumentando la confiabilidad y garantizando un sistema robusto.

La ejecución de un proyecto de infraestructura eléctrica puede definirse como la aplicación de conocimientos, trabajo interdisciplinario, herramientas y técnicas a las actividades de proyecto para cumplir con los requisitos de este. Para lograr esto, la gestión de proyectos se soporta en diversos procesos que requieren diversas herramientas y aplicación de técnicas para lograr sus objetivos particulares, los cuales a su vez contribuyen a los objetivos del proyecto.

En los últimos años, el interés en el tema de construir proyectos de infraestructura eléctrica en Colombia analizando los aspectos financieros, con el fin de generar rentabilidad sostenible en el tiempo y aumento de capital, ha tomado gran relevancia debido a la cantidad de restricciones y riesgos que no presentan un modelo contundente y que pueden ser muy subjetivos al tratar de ser resueltos de manera empírica. A continuación, se listan una serie de metodologías y herramientas que se usan actualmente con el fin de contar con modelos financieros que permitan analizar y evaluar la construcción de proyectos de infraestructura eléctrica (Aliberti, 2006).

El Project Management Institute a través de la gestión de proyectos define en términos generales un proyecto como un conjunto de actividades interdependientes que se desarrollan en un periodo determinado con el propósito de lograr un objetivo según ciertos requerimientos

incluyendo todas las restricciones de este. En todo proyecto existen tres factores fundamentales: Tiempo, Costo y Calidad (PMBOK, 2022). Considerando lo anterior el PMI desarrolla una estrategia que busca ejecutar el proyecto de la mejor manera posible a través de buenas prácticas reflejadas en diez áreas de conocimiento que interactúan con 5 grupos de proceso de la siguiente manera:

2.1.1 Áreas del conocimiento

Gestión de la integración del proyecto, Gestión del alcance del proyecto, Gestión del cronograma del proyecto, Gestión de los costos del proyecto, Gestión de la calidad del proyecto, Gestión de los recursos del proyecto, Gestión de las comunicaciones del proyecto, Gestión de los riesgos del proyecto, Gestión de las adquisiciones del proyecto y Gestión de los interesados del proyecto.

2.1.2 Grupos de proceso

Grupo de procesos de iniciación, Grupo de procesos de planificación, Grupo de procesos de ejecución, Grupo de procesos de monitoreo y control y Grupo de procesos de cierre. (PMBOK, 2022)

2.1.3 El Ciclo de Vida de un Proyecto de Inversión.

Cuando se identifica la idea del proyecto de inversión, se define un horizonte de tiempo en el cual se desarrollará el proyecto. Debido a que cada proyecto maneja una singularidad específica y unas características particulares, el horizonte de planificación se define de acuerdo con su

naturaleza, teniendo en cuenta las fases que conforman el ciclo de vida del mismo, analizándolas de manera independiente. De esta forma, se establece el tiempo de duración de cada una, de acuerdo a las variables inherentes al proyecto. Algunos elementos como el tiempo estimado para realizar el montaje del proyecto, la vida útil de los activos necesarios y el ciclo de vida del bien o servicio, son aspectos a tener en cuenta al momento de definir el horizonte total del proyecto (Gómez y Diez, 2011).

El ciclo de un proyecto, acorde con la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI), comprende las fases de la pre-inversión, inversión o ejecución y operación. Además de lo anterior debe satisfacer las necesidades actuales sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras de satisfacer las suyas, garantizando el equilibrio entre crecimiento económico, ambiental y social (Ajenjo, 2005).

2.1.4 Fase de Pre-inversión.

En esta fase se lleva a cabo los estudios de apoyo del proyecto para la toma de decisiones, entre ellos: estudio sectorial y del entorno, análisis estratégico, estudio de mercado, estudio técnico, estudio organizacional, estudio legal y el estudio financiero.

Para el análisis del proyecto, que comprende todos los estudios, se utilizan tres niveles de profundidad, entre ellos; perfil, prefactibilidad y factibilidad. El hecho de avanzar de un nivel de estudio a otro, tienen como objetivo reducir la incertidumbre y mejorar la calidad de la información contenida en el proyecto (Baca, 2001).

Un análisis a nivel de perfil está basado, por lo general, en supuestos o datos específicos de proyectos comparables.

El estudio de prefactibilidad se debe analizar con anterioridad todo lo contenido en el estudio de perfil e identificar aquellas variables que ameriten mayor profundidad en sus análisis. Es común utilizar fuentes secundarias y de ser necesarios algunas fuentes primarias.

El estudio de factibilidad se debe proceder de manera similar que en el de la prefactibilidad, pero las fuentes de información utilizadas deben ser más precisas y refinadas, tales como encuestas, entrevistas, método Delphi, entre otras. Es decir, aquí es importante la utilización de fuentes primarias buscando obtener una información de mayor confiabilidad (Cortázar, 1993).

2.1.5 Proyecto de infraestructura eléctrica de alta tensión en Colombia

Mediante la Ley 142 de 1994, también llamada Ley de Servicios Públicos Domiciliarios y con base en mandatos de la Constitución de 1991, se introdujo el modelo de mercados en competencia para la prestación de los servicios públicos domiciliarios en Colombia, sometidos a la regulación, control y vigilancia por parte del Estado. Para el servicio de energía eléctrica en particular, con la Ley 143 de ese mismo año se estableció el esquema aplicable a las actividades de generación, transmisión, distribución y comercialización de electricidad, así como los elementos y principios rectores del (Mercado de Energía Mayorista) (CREG 2018). Este mercado entró en funcionamiento el 20 de julio de 1995 bajo este enfoque.

Para ejecutar un proyecto de infraestructura eléctrica en Colombia es necesario tener en cuenta la planeación de expansión del Sistema de Transmisión Nacional, el proceso de ofertas, los riesgos, la adjudicación del proyecto, la planeación financiera y de tiempos, los diferentes tipos de contratos, el plan de gestión, las interventorías externas de un proyecto, los trámites sociales y el licenciamiento ambiental, la etapa de obra civil y montaje electromecánico, hasta finalmente llegar a la puesta en servicio del proyecto.

En los siguientes numerales se listan los principales tipos de proyectos de infraestructura eléctrica:

2.1.6 Líneas de transmisión

Las líneas de transmisión básicamente son un conjunto de conductores que llevan energía de un punto a otro, generalmente desde un centro de generación a un centro de consumo o para interconectar dos puntos a través de diferentes rutas para generar mayor confiabilidad del suministro eléctrico. De igual manera las líneas de transmisión pueden clasificarse a través de su nivel de tensión y de su capacidad de transmitir energía y pueden repotenciarse según las necesidades.

Para el objeto de la presente monografía analizaremos los siguientes proyectos de infraestructura eléctrica asociados a líneas de transmisión:

- Construcción y puesta en servicio de líneas de transmisión nuevas, requeridas por el Sistema de Transmisión Nacional o Regional (STN o STR) a través de la UPME para aumentar la capacidad, confiabilidad y estabilidad del sistema.
- Construcción y puesta en servicio de líneas de transmisión nuevas requeridas por algún cliente para vender energía en caso de ser un generador o vender energía en caso de ser un consumidor.
- Construcción y puesta en servicio de repotenciación de líneas de transmisión por aumento del consumo o la generación.

Se resalta que las líneas de según el tipo de acuerdo contractual constituyen bienes que se declaran como activos de uso si contribuyen a todo el sistema interconectado o activos de conexión si son asociados puntualmente a algún generador o consumidor.

2.1.7 Subestaciones eléctricas

Es una instalación, o conjunto de dispositivos eléctricos, que forma parte de un sistema eléctrico de potencia, destinados a dirigir el flujo de energía eléctrica. Sus principales funciones son la conversión, transformación, regulación, repartición y distribución de la energía eléctrica.

Otras funciones importantes de las subestaciones eléctricas son:

- Seguridad: aislando el sistema eléctrico de las zonas donde se ha producido una falla, limitando por tanto el riesgo para personas e instalaciones.
- Explotación: dirigiendo los flujos de energía de manera óptima, minimizando pérdidas y permitiendo el mantenimiento de los equipos e instalaciones.
- Interconexión: escalonando los distintos niveles de tensión y garantizando la seguridad en el suministro mediante una adecuado mallado de la red eléctrica.

Para el objeto de la presente monografía analizaremos los siguientes proyectos de infraestructura eléctrica asociados a subestaciones eléctricas:

- Construcción y puesta en servicio de subestaciones de nuevas, requeridas por el Sistema de Transmisión Nacional o Regional (STN o STR) a través de la UPME para aumentar la capacidad, confiabilidad y estabilidad del sistema.

- Construcción y puesta en servicio de subestaciones nuevas requeridas por algún cliente para vender energía en caso de ser un generador o vender energía en caso de ser un consumidor.
- Ampliación de subestaciones existentes para aumentar la capacidad o interconectar diferentes puntos del STN o SNR.
- Instalación de bancos de transformación para aumentar la capacidad de generación o consumo del sistema o de algún consumidor.
- Construcción y puesta en servicio de FACTS (Flexible AC Transmission System) para mejorar las condiciones de estabilidad y calidad de la energía eléctrica en el sistema.
- Construcción y puesta en servicio de sistemas de almacenamiento de energía como bancos de baterías.

Se resalta que las subestaciones según el tipo de acuerdo contractual constituyen bienes que se declaran como activos de uso si contribuyen a todo el sistema interconectado o activos de conexión si son asociados puntualmente a algún generador o consumidor.

De igual manera un proyecto de infraestructura eléctrica puede resultar de una combinación de los puntos listados anteriormente según las necesidades del sistema o del cliente final.

Como parte del alcance de la presente monografía no se considera la construcción de unidades de generación o distribución. El trabajo se enfoca a construcción de proyectos de infraestructura eléctrica para sistemas de transmisión.

2.2 Estudio del Entorno y Análisis del Sector.

“El entorno se refiere a la totalidad de factores o circunstancias naturales, infraestructurales, socioculturales, económicas, políticas y tecnológicas que en tanto rodean, condicionan el comportamiento y la situación de los sujetos que están siendo objeto de referencia”.

Se analizan en detalle una serie de variables, situaciones o condiciones exógenas que afectan o pueden impactar positiva o negativamente el desarrollo de la empresa en el presente o futuro (Rivera, 2010).

2.2.1 Beneficios del análisis del entorno:

- Identificar cuáles son las fuerzas del medio ambiente que a nivel macro influyen o afectan el comportamiento de la empresa e incluso en el sector,
- analizar el grado y la naturaleza de la influencia y,
- hacer pronósticos sobre las implicaciones posibles en el desarrollo de la empresa.

2.2.2 Estudio de Mercado.

Una vez explorado el entorno, se analiza el proyecto desde una perspectiva comercial que involucra el bien o servicio que se ofrecerá con el proyecto, acompañado de un estudio de demanda, precios, oferta, canales de comercialización, entre otros. Se pretende estimar cifras concretas del nivel de aceptabilidad del servicio o bien en un nicho específico de mercado, establecer canales más adecuados para generar ofertas y ayuda a determinar el nivel de riesgo del proyecto: Este estudio suministra los ingresos y presupuestados en el horizonte del proyecto (Mesa, 2013).

El estudio de mercado pretende dar respuesta, entre otras, a las siguientes preguntas:

- ¿La oferta presentada es competitiva con otras ofertas del mercado?
- ¿Cómo es el comportamiento pasado, presente y futuro de la oferta y la demanda?
- ¿Cuáles son las características del proceso en materia de identificación de riesgos?
- ¿Cómo es el canal de comercialización?
- ¿Quiénes son los compradores, los vendedores, los mercados en el entorno de comercialización?
- ¿Cuál es el nivel de riesgo asociado?
- ¿Qué tipo de estudios e investigaciones de mercado hacer?
- ¿Qué tipo de publicidad o promoción realizar? (Gómez y Díez, 2011).

2.2.3 Estudio Técnico.

El análisis de la viabilidad comercial es definitivo en los proyectos de inversión, pues de ello se deriva información relevante para determinar los aspectos de orden técnico y de ingeniería. La estimación obtenida en el estudio anterior relacionado con el nivel de demanda y penetración en el mercado determinado permite hacer un balance de los requerimientos técnicos del proyecto tales como: la capacidad de producción, la tecnología a utilizar, el proceso de producción y la localización del proyecto, aspectos a tener en cuenta en todo el proceso de montaje para su puesta en marcha y así dar inicio a la fase de operación comercial. Adicionalmente, se define el cronograma, la programación de inversiones y sus costos de operación estimados. En consecuencia, el estudio técnico busca responder, entre otras, a las siguientes preguntas:

- ¿Qué tecnología se usará para fabricar sus bienes? y/o ofrecer sus servicios?
- ¿Esta tecnología está disponible, dónde se consigue?
- ¿Qué materia prima e insumos requiere para producir? ¿Está disponible?

- ¿Dónde puede estar ubicado?
- ¿Cuál es el tamaño del proyecto?

2.2.4 Estudio Organizacional.

Se define la estructura organizacional a emplear, incluyendo los cargos y perfiles necesarios para la administración del proyecto en la fase de ejecución, operación y mantenimiento. Es indudable que una estructura jerárquica muy burocrática influye en gran medida en su rentabilidad, debido a los costos salariales y prestacionales, además de las inversiones en áreas locativas y costos de operación asociados. Sólo se deben incluir aquellos rubros indispensables para su operación normal. Además, se debe considerar aquellas actividades administrativas que estarían a cargo de terceros, tales como la vigilancia, el mantenimiento o el reclutamiento del personal, las cuales pueden representar ahorro de costos en la medida en que puedan ser subcontratadas (Montoya, 2002).

2.2.5 Estudio Legal

Considera la normatividad vigente en el entorno del proyecto. Se analizan con detenimiento las leyes, normas y decretos que lo rigen a lo largo de todo su horizonte de tiempo.

La cuantificación de costos de orden tributario, laboral y legal son objeto de un análisis detallado a partir de los diferentes códigos existentes: de comercio, sanitario, tributario, entre otros. Vale la pena mencionar que, los beneficios y exenciones se pueden obtener por ubicaciones estratégicas determinadas, gastos deducibles de impuestos, beneficios tributarios en la compra de maquinaria importada y en general, otra serie de ventajas fiscales que puede aprovechar el inversionista, permitiendo determinar la estructura de costos legales y algunos rubros de inversión

en activos diferidos como son las patentes, marcas y licencias de funcionamiento, ambiental, entre otras.

2.2.6 Estudio Financiero.

Este estudio tiene el propósito de determinar la viabilidad financiera del proyecto. Se proyectan las inversiones a realizar, los ingresos, los costos y gastos operacionales, con los cuales se construyen el flujo de caja y los criterios de rentabilidad que apoya la toma de decisiones.

Todos los estudios anteriores son el insumo que permitirán realizar el estudio financiero. Del nivel de profundidad y detalle con que se aborden éstos, dependerá el grado de certeza, para la tomar decisiones por parte de los inversionistas. (Gómez y Diez, 2011).

2.3 METODOLOGÍA EMPLEADA

Para desarrollo de la monografía se tuvieron en cuenta los siguientes puntos con el fin de realizar una profundización que permita aplicar los conocimientos adquiridos en la especialización de en finanzas de la Universidad de Antioquia:

2.3.1 Estudio del entorno y análisis del sector

Análisis del entorno de los proyectos de infraestructura eléctrica basándose en proyectos que están en curso y proyectos terminados.

Debido a que este tipo de proyectos son particulares, el estudio de mercado es enfocado en los precios que establezcan la competencia en el momento de las licitaciones

2.3.2 Estudio técnico

Se evalúan los procesos necesarios para que el proyecto se pueda ejecutar, con el fin de proporcionar al lector un resumen y aproximación al tema, considerando que la parte técnica tiene un gran desarrollo en la literatura especializada y se busca mostrar de manera general el ciclo de vida de un proyecto de infraestructura eléctrica.

2.3.3 Estudio Financiero

Este es uno de los puntos más relevantes de la monografía, donde construye el modelo que permite la evaluación financiera de una oferta competitiva para la construcción, operación y mantenimiento de un proyecto infraestructura eléctrica.

2.3.4 Análisis de Riesgos

Partiendo del modelo financiero, se realiza un análisis de riesgos del proyecto con el fin de identificar y controlar las principales variables.

3 ESTUDIO TÉCNICO

3.1 Modelo seleccionado para la propuesta técnica

En este numeral se detalla el modelo de proyecto, de infraestructura eléctrica “típico” sobre el cual se desarrolla e implementa el ejercicio propuesto en la monografía.

En el ejercicio propuesto, el cliente, en este caso La Mina, fue el que realizó toda la evaluación y estudio de prefactibilidad del proyecto. Dentro de esta monografía se elabora el

modelo para presentar una oferta competitiva para la construcción, operación y mantenimiento de infraestructura eléctrica, incluyendo suministros, obras civiles, servicios y costos de operación y mantenimiento.

3.1.1 Antecedentes

El proyecto Minera de Cobre es un proyecto para la extracción de cobre de una mina subterránea localizada Colombia, departamento del Atlántico. Amparado bajo el contrato de concesión minera identificado con un contrato único de Concesión, el cual tiene un área total de 9.684 ha.

La producción de la mina se estima en aproximadamente 8.4 millones de toneladas por año (Mtpa) de mineral. El proyecto se desarrollará en cuatro fases: construcción y montaje con una duración de 4 años, 21 años de extracción, 3 años de cierre y 10 de post-cierre.

3.1.2 Alcance del proyecto de infraestructura eléctrica a construir, operar y mantener.

Desarrollo de la ingeniería, licenciamiento, suministros, construcción y puesta en operación comercial, administración, operación y mantenimiento de los activos para la conexión del proyecto minero a la subestación Edes 230 kV al Sistema de Transmisión Nacional (STN).

3.1.3 Localización del proyecto.

La Mina está localizada en la vereda Edes, al suroeste del departamento del Atlántico.



Figura 1. Ubicación subestación Edes 230 kV y subestación Mina 230/34,5 kV

3.1.4 Descripción del proyecto

La Mina requiere para su operación una conexión a la subestación Edes 230 kV. La cual comprende la construcción de las siguientes actividades:

En subestación Edes 230 kV:

- Ampliación de un diámetro completo en configuración interruptor y medio para la conexión de dos (2) bahías de transformación y su respectivo corte central a 230 kV. La frontera con la subestación Edes existente será el barraje de la subestación 230 kV.
- La línea de conexión entre la subestación Edes 230 kV y la subestación 230/34,5 kV.

En subestación La Mina 230/34,5 kV

- La subestación La Mina 230/34,5 kV, estará concebida para una capacidad de 90 MVA y constará de dos (2) bahías de transformación que alimentarán la carga de la mina, una como conexión permanente y otra como conexión de reserva.
- Los transformadores de la subestación La Mina 230/34,5 kV estarán directamente conectados a las bahías de transformación del diámetro 1 en la subestación Edes 230 kV, con sus respectivos descargados de sobretensión para su protección.
- Para el nivel de 34,5 kV se tendrá una barra sencilla seccionada, implementada mediante celdas GIS tipo interior, alojadas en la caseta de media tensión concebida para la subestación.
- Se considera el espacio físico en la caseta de celdas MT para la posibilidad de ampliación de dos fuentes de autogeneración futuras en 34,5 kV.

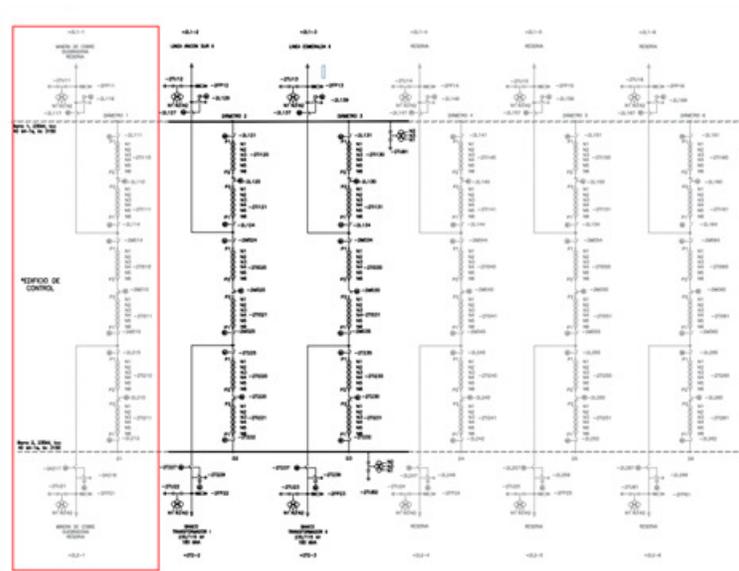


Figura 2. Diagrama unifilar ampliación subestación Edes 230 kV

Figura 3.

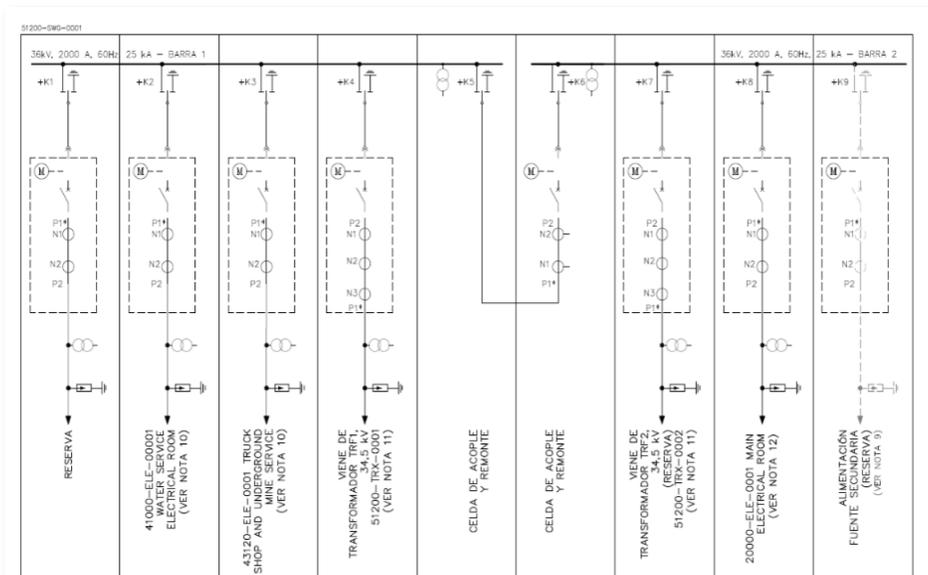


Figura 4. Diagrama unifilar subestación La Mina 230/34,5 kV

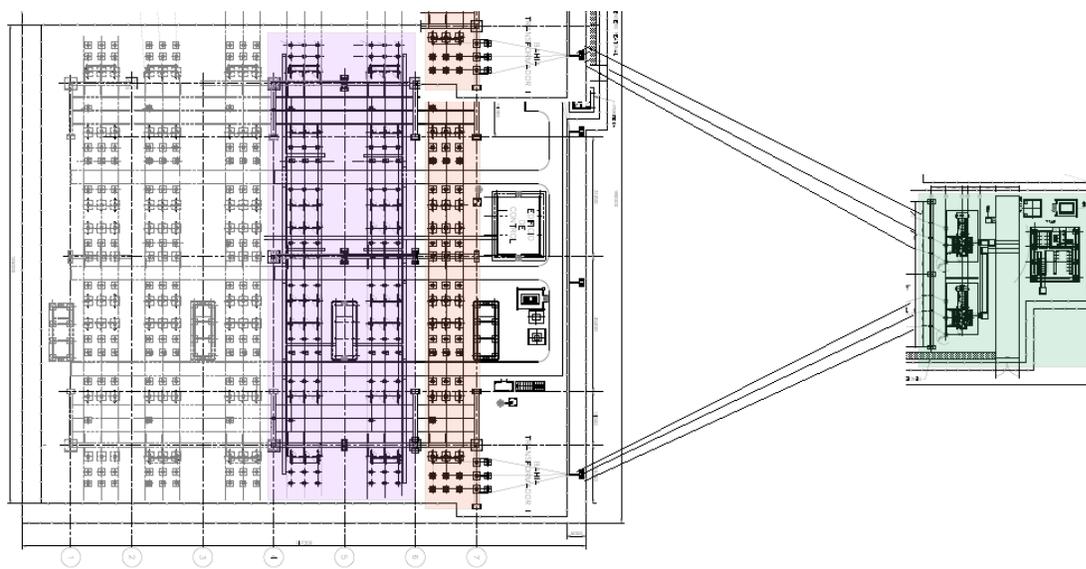


Figura 5. Disposición física ampliación subestación Edes 230 kV y subestación La Mina 230/34,5 kV

3.1.5 Alcance detallado de la propuesta

Incluye la realización de las obras civiles requeridas como adecuación del terreno, drenajes, malla de puesta a tierra y demás adecuaciones e infraestructura necesaria para el correcto funcionamiento de la subestación, tales como vías, fundaciones de pórticos y equipos, cárcamos y ductos, cerramientos y edificaciones incluyendo el edificio de control y las casetas de control y protección.

- Adecuación del terreno: Mismas consideraciones de UPME Edes 230 kV
- Cimentaciones: Zapatas aisladas normales, iguales a UPME Edes 230 kV.
- Drenajes: Mínimos que se unen a Edes 230 kV.
- No llevará portería: Se usa la misma de Edes 230 kV.
- No se necesita bodega
- Edificio de control: Atendido por exigencia de la mina, el edificio de Edes 230 kV, el cual era desatendido se reconfigurará a atendido para cumplir requerimiento.
- Casetas de control: Por ser subestación Digital el patio de 230 kV no llevará caseta de control en este patio. Las celas de control y protección estarán ubicadas en el edificio de control de Edes 230 kV.
- Caseta de celdas de media tensión: Se considera una caseta para albergar las celdas de media tensión en 34,5 kV en la subestación La Mina.
- Obras hidrosanitarias: Acorde a requerimientos.
- Vías internas: Tratamiento superficial.

Se aclara que el Promotor es responsable de entregar a La empresa de transmisión los estudios eléctricos de detalle, de manera que todos los elementos que conforman la instalación garanticen el cumplimiento de los requisitos establecidos en las resoluciones CREG y los numerales del Reglamento de Operación exigidos para la conexión y operación de cargas en el SIN, lo cual podría llevar a identificar la necesidad de equipos de compensación convencional o tipo FACTS o filtros, así como otras implicaciones técnicas que permitan la correcta operación de sus instalaciones.

3.1.6 Subestaciones

3.1.6.1 Ampliación Subestación Edes 230 kV:

La ampliación para la subestación Edes 230 kV se realizará en una configuración en interruptor y medio.

La ampliación implica:

- Ampliación de barraje para completar el diámetro 1.
- Dos (2) nuevas bahías en 230 kV con sus respectivos equipos que servirán como conexión de los transformadores de 90 MVA 230/34,5 kV
- Un (1) corte central en 230 kV con sus respectivos equipos.

3.1.6.2 Subestación La Mina 230 kV y Transformadores de potencia

La subestación La Mina 230 kV únicamente contará con los transformadores de potencia 90 MVA, 230/34,5 kV y sus respectivos descargadores de sobretensión a 230 kV y 34,5 kV, dado que los equipos de maniobra estarán ubicados en la subestación Carreles 230 kV.

Principales características de los transformadores de potencia:

- Tensión asignada: 230/34,5 kV
- Nivel de cortocircuito: 40 kA (230 kV); 25 kA (34,5 kV)
- Conexión: YNd1
- Potencia asignada ONAF2: 90 MVA
- Índice de eficiencia: 99.764 (Según solicitud en la oferta)
- Desempeño sísmico: Moderado (0.25g)
- Tipo bujes: Capacitivo RIP (No requiere sistema de monitoreo de bujes)
- Incluye descargadores de sobretensión a ambos lados del transformador.
- Aceite aislante: Los transformadores a suministrar consideran aceite mineral cumpliendo lo solicitado por el cliente a través de los pliegos.

3.1.6.3 Subestación La Mina 34,5 kV (nueva):

Para el nivel de 34,5 kV se tendrá una barra sencilla seccionada, implementada mediante celdas GIS tipo interior alojadas en el edificio de control concebido para la subestación.

Principales características de Celdas de Media Tensión:

- Configuración Barra sencilla
 - 2 celdas de transformación
 - 1 celda de transformación
 - 1 celda de reserva
 - 1 celda de acople
 - 3 celdas de salida de alimentación.
- Capacidad cortocircuito: 25 kA.

3.1.6.4 Solución SPAT

Considera solución tipo Subestación digital (Bus de Proceso) con base en la especificación técnica normalizada de la empresa de transmisión y de acuerdo con la solución considerada en el proyecto, Incluye el suministro de las celdas de media tensión

Para 230 kV:

Sistema de control, protección y medida redundante, conformado por un sistema A y un sistema B. Los equipos de los sistemas A y B se ubicarán en tableros independientes y con alimentación auxiliar independiente.

Se considera la integración de los sistemas de protección y control al SAS Nivel 2 que dispondrá la empresa de transmisión en el edificio principal de la S/E Edes y entre esta y su centro de supervisión y maniobras.

Para 34.5 kV:

Sistema de control, protección y medida para las bahías de conexión, transformador y acople, ubicados en el compartimiento de baja tensión de las celdas de media tensión del alcance del proyecto.

Los IEDs incluidos en las celdas serán integrados a un SAS Nivel 2 independiente al considerado en proyecto.

En el edificio de las celdas de media tensión también se albergarán los equipos de comunicación necesarios para la implementación del nivel 2 del sistema de control, y para la

comunicación con los centros de control de la mina y de supervisión y maniobra de la empresa de transmisión.

3.1.6.5 Solución de servicios auxiliares.

Se integrará con el sistema de servicios auxiliares general, que se alojará en el edificio principal del proyecto Edes 230 kV.

Para el sistema en corriente alterna, se tiene previsto la alimentación principal y respaldo de 208/120 VCA, desde los alimentadores principales incluidos en la solución del proyecto:

- Alimentador Rural
- PT cargable
- Grupo Electrógeno

De manera alternativa, para posterior definición con la mina, se está considerando una opción de alimentar un transformador de servicios auxiliares desde la barra de 34,5 kV para a futuro reemplazar el alimentador rural.

Para el sistema en corriente continua en el edificio de las celdas 34,5 kV, se tendrá un sistema redundante en 125 VCC con banco de baterías, con su correspondiente cargador.

3.1.6.6 Solución telecomunicaciones

Servicios de Voz y Datos operativos

Se considera la prestación de los servicios de telecomunicaciones operativos de protección e intercambio de señales SAS, así como las comunicaciones de voz operativas, para lo cual se prevé además el suministro de un (1) aparato telefónico que se conectará a extensiones remotas de la

planta telefónica que suministrará la mina, a ser instalado en la caseta de relés a construir en el patio de 34,5 kV, de manera que el operador de la subestación pueda establecer comunicaciones de voz operativa con la mina.

Las fronteras de conexión para el enlace entre la mina y la subestación de 34,5 kV son los interfaces en los multiplexores que suministrará la mina.

No se considera la prestación de ningún servicio de telecomunicaciones diferentes a los operativos mencionados teniendo en cuenta que la empresa de trasmisión no está habilitada para prestar servicios de telecomunicaciones administrativas a terceros.

No se consideran los servicios de integración del prestador de servicios de telecomunicaciones que la mina contratará con terceros.

Nivel de tensión a 230 kV:

Se considera la reserva de espacio para que La Mina instale un Rack de comunicaciones y una UPS, cumpliendo con lo indicado en el numeral 3.4 “límites o fronteras del alcance” del documento mencionado.

Nivel de tensión a 34,5 kV (Integración al centro de control de la mina):

Se considera la reserva de espacio para un Rack de comunicaciones y una UPS que La Mina proveerá en el centro de operaciones cumpliendo con lo indicado en el numeral 3.4 “límites o fronteras del alcance” del documento mencionado.

3.1.7 Inversión en bienes y servicios EPC para subestaciones:

Como anexo al presente trabajo se incluyen los costos de los componentes de suministros, obras civiles, servicios y costos de operación y mantenimiento.

De manera similar se calcularon los gastos de administración para la fase de inversión inicial por tres años y los costos de operación y mantenimiento durante la etapa productiva del proyecto, durante 30 años, como se detalla en el modelo financiero anexo a la presente monografía.

Con base en lo anterior se plantean todas las proyecciones de macroeconómicos, depreciaciones y amortizaciones que se detallara en el numeral de estudio financiero.

3.2 Estudio del entorno y análisis del sector

En este el presente numeral se hace una revisión de mercado que permite conocer las necesidades, demanda, oferta, sector y demás variables relacionadas con la construcción de proyectos de infraestructura eléctrica en Colombia.

En esta fase se lleva a cabo los estudios de apoyo del proyecto para la toma de decisiones, entre ellos: estudio sectorial y del entorno, análisis estratégico, estudio de mercado, estudio técnico, estudio organizacional, estudio legal y el estudio financiero.

El hecho de avanzar de un nivel de estudio a otro, tienen como objetivo reducir la incertidumbre y mejorar la calidad de la información contenida en el proyecto.

Un análisis a nivel de perfil está basado, por lo general, en supuestos o datos específicos de proyectos comparables.

El entorno se refiere a la totalidad de factores o circunstancias naturales, infraestructurales, socioculturales, económicas, políticas y tecnológicas que en tanto rodean, condicionan el comportamiento y la situación de los sujetos que están siendo objeto de referencia.

Se analizan en detalle una serie de variables, situaciones o condiciones exógenas que afectan o pueden impactar positiva o negativamente el desarrollo de la institución en el presente o futuro y por consiguiente la continuidad de la prestación de los servicios de atención en salud.

Identificar cuáles son las fuerzas del medio ambiente que a nivel macro influyen o afectan el comportamiento de la empresa e incluso en el sector, analizar el grado y la naturaleza de la influencia y, hacer pronósticos sobre las implicaciones posibles en el desarrollo de la empresa.

En Colombia no son muchas las empresas que comprenden la construcción de Centrales eléctricas de Generación Hidráulica, Térmica, o de Ciclo Combinado para la producción de energía y la construcción de redes eléctricas para abastecer y cubrir la demanda eléctrica requerida debida al crecimiento de la población. Redes de transmisión que van desde 115 Kv hasta 500 Kv caso de Colombia, redes de Sub transmisión o en anillo que van desde 33 Kv hasta 66 Kv y redes de distribución que van desde 7,6 Kv hasta 25 KV. Redes de Baja tensión y alumbrado público, Construcción y ampliación de Subestaciones.

Colombia tiene catalogados los proyectos de redes eléctricas dentro de la categoría de infraestructura de energía.

3.2.1 Estudio de Mercado.

Una vez explorado el entorno, se analiza el proyecto desde una perspectiva comercial que involucra el bien o servicio que se ofrecerá con el proyecto, acompañado de un estudio de demanda, precios, oferta, canales de comercialización, publicidad, entre otros. Se pretende estimar cifras concretas del nivel de aceptabilidad del producto en un nicho específico de mercado, establecer canales más adecuados para su venta y ayuda a determinar el nivel de riesgo del proyecto: Este estudio suministra los ingresos y presupuestados en el horizonte del proyecto.

La construcción de infraestructura más que un fin, se constituye como un medio a través del cual las demás actividades económicas crecen y se desarrollan. En este sentido, según Fedesarrollo, por cada peso de valor agregado en obras civiles, se impulsa 1,4 pesos de producción de la economía por la utilización de la infraestructura como insumo. En Colombia, la infraestructura disponible es inferior, no solo frente a los países en desarrollo del resto del mundo, sino que también se encuentra por debajo del promedio de otros países de Latinoamérica (Varela, 1996).

3.2.2 Estudio Organizacional.

Se define la estructura organizacional a emplear, incluyendo los cargos y perfiles necesarios para la administración del proyecto en la fase de ejecución y operación. Es indudable que una estructura jerárquica muy burocrática influye en gran medida en su rentabilidad, debido a los costos salariales y prestacionales, además de las inversiones en áreas locativas y costos de operación asociados. Sólo se deben incluir aquellos rubros indispensables para su operación normal. Además,

se debe considerar aquellas actividades administrativas que estarían a cargo de terceros, las cuales pueden representar ahorro de costos en la medida en que puedan ser subcontratadas

3.2.3 Estudio Legal

Considera la normatividad vigente en el entorno del proyecto. Se analizan con detenimiento las leyes, normas y decretos que lo rigen a lo largo de todo su horizonte de tiempo.

La cuantificación de costos de orden tributario, laboral y legal son objeto de un análisis detallado a partir de los diferentes códigos existentes: de comercio, energético, tributario, entre otros. Vale la pena mencionar que, los beneficios y exenciones se pueden obtener por ubicaciones estratégicas determinadas, gastos deducibles de impuestos, beneficios tributarios en la compra de maquinaria importada y en general, otra serie de ventajas fiscales que puede aprovechar el inversionista, permitiendo determinar la estructura de costos legales y algunos rubros de inversión en activos diferidos como son las patentes, marcas y licencias de funcionamiento, ambiental, entre otras.

3.3 Revisión del sector económico

3.3.1 Análisis de las dimensiones entorno

El entorno puede influir en las acciones que llevemos a cabo en el desarrollo del proyecto; es necesario asegurar que esas acciones tengan una alta probabilidad de alcanzar el éxito. Por ello, se compila la información necesaria para el análisis de los factores del entorno que pueden incidir de manera positiva o negativa en el proyecto.

3.3.1.1 Dimensión legal:

Dentro de las facultades de la regulación está el asegurar la disponibilidad del servicio, regular los precios y a traer el capital al sector energético por medio de la inversión en la infraestructura, desarrollar guías en la generación y de obtención de licencias entre otros.

A través de los reguladores, el gobierno puede controlar la conducta del mercado, interviniendo en la fijación de precios y en la sujeción de incentivos en la conducta que se prefiera para los operadores de energía.

Además la diversificación de operadores permite la competencia entre comercializadores y generadores, lo que consigue bajar los precios, y beneficiar a los intereses de los usuarios. Dependiendo del comportamiento de los operadores, la regulación puede ser flexible y permitir que la estabilización de precios recaiga en los operadores, o reaccione a conductas anticompetitivas, con la se desproteja al consumidor.

Aunque la regulación sea usada para que los operadores sigan a los intereses del gobierno, la regulación también permite que los operadores se sientan protegidos de sus competidores y permite encontrar un equilibrio entre los intereses del gobierno y los operadores.

Para que los reguladores puedan crear este entorno, se hace necesaria una recopilación de la información en la que se monitoree a los agentes en la inversión y en general un análisis financiero de su desempeño. La información debe ser altamente verídica, puesto que ella dependerá

el análisis y la puesta en marcha de la regulación, lo que puede favorecer o entorpecer a las actividades de los operadores.

3.3.1.2 Dimensión Ambiental - social:

Aunque los impactos ambientales causados por las redes de transmisión eléctrica no son muy grandes, realmente existen, siendo las entidades reguladoras del sector eléctrico las encargadas de garantizar la perfecta prestación de servicio y protección del medio ambiente de acuerdo a lo estipulado por las autoridades ambientales.

La ejecución de este tipo de proyectos debe tener como objetivos primordiales contribuir y promover el desarrollo sostenible a través de la formulación y adopción de las políticas, planes, programas, proyectos y regulación en materia ambiental, recursos naturales renovables, uso del suelo, ordenamiento territorial, agua potable y saneamiento básico y ambiental, desarrollo territorial y urbano, así como en materia habitacional integral. En especial orienta la adopción de criterios de sostenibilidad en la gestión de los sectores productivos e institucionales, procurando la incorporación de sistemas de gestión ambiental, reconversión tecnológica y el cambio en los patrones de consumo.

La Evaluación del Impacto Ambiental (EIA) es un procedimiento jurídico-administrativo de recolección de información, análisis y predicción destinada a anticipar, corregir y prevenir los posibles efectos directos e indirectos que la ejecución de una determinada obra o proyecto causa sobre el medio ambiente. Permitiendo a la Administración adoptar las medidas adecuadas a su protección. Gracias a este instrumento apto para la toma de decisiones y para las planificaciones

ambientales exigidas por las autoridades ambientales competentes es posible, definir medidas de prevención, corrección, compensación y mitigación de impactos y efectos negativos de un proyecto, obras o actividades.

3.3.1.3 Dimensión tecnológica

Para la construcción del proyecto de infraestructura eléctrica, del presente trabajo de monografía, se contempla el suministro y la implementación de equipos de última tecnología, que garanticen mayor calidad y confiabilidad del proyecto de acuerdo con los avances de punta del sector.

Con base en esto se plantean las depreciaciones y reinversiones proyectadas en el ejercicio.

3.3.1.4 Competidores potenciales o nuevas empresas entrantes

Las posibilidades de competidores potenciales se miden a través de las barreras de entrada. Existen dos tipos: las legales, como son las normativas del sector y las económicas, elevadas inversiones o inversiones específicas, el acceso privilegiado a materias primas que puedan tener las otras entidades que compiten, así como las ventajas de diferenciación, las ventajas en costos.

3.3.1.5 Competidores

La competencia dentro de este sector depende del número de competidores que existan, de lo diferenciados o no que estén los servicios que se ofertan y de la demanda de los clientes finales que prefieren por el costo y la calidad de este tipo de servicios.

Considerando lo anterior se realizará el ejercicio de una oferta técnico-económica competitiva apoyados en la estrategia de buenos proveedores que permitan optimizar costos y entregar un producto de calidad.

3.3.1.6 Proveedores.

Los proveedores son elemento clave, de ellos depende la continuidad de la prestación de los servicios, la definición de los costos de los tratamientos y la calidad de los trabajos que se realicen; los proveedores de sector de infraestructura eléctrica son especializados, el margen de utilidad es lo resultante del equilibrio entre estas variables.

3.3.1.7 Consumidores

Los consumidores o clientes finales de los servicios son generalmente grandes consumidores o nuevos generadores de energía que requieren interconectarse al STN (Sistema de Transmisión Nacional).

4 EVALUACIÓN FINANCIERA

Tomaremos como base el siguiente grafico para explicar el objetivo de la evaluación financiera del proyecto:



Figura 6. Esquema de evaluación financiera del proyecto

La evaluación financiera del proyecto consiste en encontrar el valor de la anualidad con la cual el Valor Presente Neto del Proyecto sea “0” después de garantizar la tasa de retorno de los inversionistas. El proyecto tiene en cuenta la inversión en equipos, obras civiles, montajes y puesta en funcionamiento del proyecto, al igual que los costos y gastos de operación, mantenimiento y administración del suministro de energía a la mina. El tiempo de evaluación del proyecto es de 30 año a partir del momento de puesta en marcha de los equipos. A continuación, se detallan los principales elementos del Proyecto.

4.1 Inversión:

La inversión del Proyecto se divide en dos grandes grupos: Inversión de la Subestación e Inversión de Líneas 230 Kv. El detalle de las inversiones se describen en las siguientes tablas:

SUBESTACIÓN	USD	COP
BIENES	5.484.535	610.472.765
OBRAS CIVILES		4.922.126.894
MONTAJE		2.370.683.751
PRUEBAS		382.463.999
CONSTRUCCIÓN		383.763.732
Total SUBESTACIÓN	5.484.535	8.669.511.140

LINEAS 230 kV	USD	COP
BIENES		2.592.526.473
OBRAS CIVILES		416.786.460
MONTAJE		310.723.368
PRUEBAS		87.335.073
CONSTRUCCIÓN		30.678.657
Total SUBESTACIÓN	-	3.438.050.031

	COP
Presupuesto de Inversión (Inicial)	34.600.619.183

Tabla 1. Inversión del proyecto en líneas y subestaciones 230/34,5 kV

Debido a que el montaje del proyecto se demora alrededor de 3 años, el cronograma de inversión se describe a continuación:

	2023	2024	2025
BIENES	5.139.211.450	12.973.900.512	7.542.341.597
OBRAS CIVILES	1.067.782.671	2.669.456.677	1.601.674.006
MONTAJE	536.281.424	1.340.703.560	804.422.136
PRUEBAS	93.959.814	234.899.536	140.939.721
CONSTRUCCIÓN	82.888.478	207.221.195	124.332.717
TOTAL	6.920.123.837	17.426.181.479	10.213.710.177

Tabla 2. Cronograma de causación de la inversión inicial

Nota: Los valores del 2024 y 2025 están afectados por la proyección del dólar.

Debido a que el proyecto dura 30 años, es necesario hacer una reinversión en el 2035 y 2045 con el fin de reemplazar o potencializar algunos equipos, estos son los datos de la reinversión del proyecto:

	2035	2045
BIENES	2.565.545.356	2.565.545.356
OBRAS CIVILES		
MONTAJE	268.140.712	268.140.712
PRUEBAS	46.979.907	46.979.907
CONSTRUCCIÓN		
TOTAL	2.880.665.975	2.880.665.975

Tabla 3. Cronograma de causación de reinversiones futuras

4.2 Depreciaciones:

Según estudios técnicos, manuales de fabricación y análisis de expertos la depreciación se detalla en la siguiente tabla:

	Años Depreciación
BIENES	30
OBRAS CIVILES	30
MONTAJE	30
PRUEBAS	30
CONSTRUCCIÓN	30

Tabla 4. Años de depreciación de los bienes

4.2.1 Costos de Operación y Mantenimiento y Gastos de Administración:

Para determinar los costos de operación y mantenimiento y Gastos de Administración se hizo un estudio detallado de los valores en la actualidad teniendo en cuenta equipos, personal, contratistas y demás actores que hacen parte del proceso; con el valor encontrado y utilizando indicadores macroeconómicos se proyectan las cifras con el fin de estimar la cifra de operación, mantenimiento y administración que pagaría en el año 2026 año en el cual el proyecto entra en

operación. En la siguiente tabla se detalla los valores que entran en el modelo, aclarando que, para efectos de la evaluación financiera, en el 2026 entra en operación y por ende los costos de operación y mantenimiento y gastos de administración:

	2023	2024	2025	2026
Costos de Operación	378.598.309	393.369.756	408.726.626	424.692.489
Costos de Mantenimiento	66.733.168	69.220.879	71.802.503	74.481.633
Total	445.331.476	462.590.635	480.529.129	499.174.122

	2023	2024	2025	2026
Gastos de Administración	63.229.073	65.594.141	68.048.829	70.596.581

Tabla 5. Costos de administración, operación y mantenimiento del proyecto

Del 2026 en adelante, se proyectan los gastos según las variables macroeconómicas tomadas de fuentes oficiales.

4.3 Costo de Capital Promedio Ponderado CCPP

Para hacer la evaluación financiera del proyecto se determinó que el CCPP es del 18%, sin embargo, en modelo financiero está diseñado para calcular el CCPP por el modelo CAPM.

4.3.1 Modelo Financiero

Después de tener todos los insumos para la evaluación financiera, se procede a construir el modelo financiero el cual se describe a continuación:

Modelo financiero

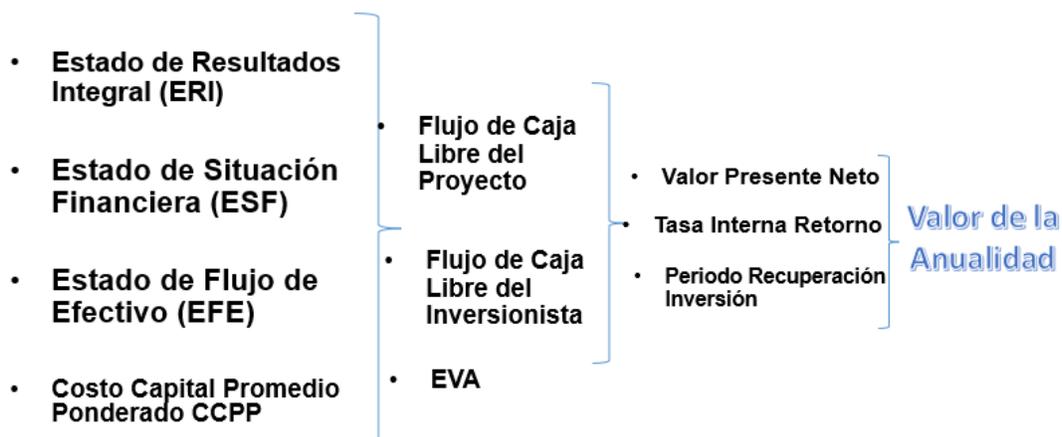


Figura 7. Estructura del modelo financiero

4.3.2 Valor de la Anualidad

Una vez elaborado el modelo financiero y con la ayuda de la función objetivo de Excel, encontramos que el valor de anualidad es \$11.431.620.055 que se cobrarán a partir de la entrada de funcionamiento del proyecto:



Figura 8. Esquema de evaluación financiera del proyecto con calor de anualidad

Con este resultado se presentan los estados financieros del proyecto aclarando que por motivos de espacio las cifras son presentadas desde el 2023 hasta el 2028, sin embargo, la evaluación dura hasta el año 2055 y estos valores se pueden mirar en el modelo de Excel.

4.3.3 Estado de Resultados Integral

	2023	2024	2025	2026	2027	2028
Ingresos				11.431.620.055	11.431.620.055	11.431.620.055
Costos de Operación y Mantenimiento				-499.174.122	-518.553.882	-538.697.823
Gastos Administración				-70.596.581	-73.240.976	-75.985.734
EBITDA	0	0	0	10.861.849.351	10.839.825.197	10.816.936.498
Depreciación y Amortización	0	0	0	-1.189.222.456	-1.189.222.456	-1.189.222.456
Utilidad operativa	0	0	0	9.672.626.896	9.650.602.741	9.627.714.042
Rendimientos financieros						
Gastos financieros	-271.268.854	-924.185.750	-1.311.898.188	-1.180.708.369	-1.049.518.550	-918.328.732
Utilidad antes de impuestos	-271.268.854	-924.185.750	-1.311.898.188	8.491.918.526	8.601.084.190	8.709.385.311
Impuestos	94.944.099	323.465.012	459.164.366	-2.972.171.484	-3.010.379.467	-3.048.284.859
Utilidad neta	-176.324.755	-600.720.737	-852.733.822	5.519.747.042	5.590.704.724	5.661.100.452

Tabla 6. Estado de resultados integral

4.3.4 Estado de Situación Financiera

ACTIVOS	2023	2024	2025	2026	2027	2028
Activos Corrientes						
Caja y Bancos	0	0	0	7.969.441.004	10.834.096.129	16.313.785.815
CxC a Clientes	0	0	0	952.635.005	952.635.005	952.635.005
Anticipo de impuestos	0	-71.208.074	-242.598.759	-344.373.274	2.229.128.613	2.257.784.600
Total Activos Corrientes	0	-71.208.074	-242.598.759	8.577.702.735	14.015.859.747	19.524.205.420
Activos Fijos						
Equipos electromecánicos	5.139.211.450	18.113.111.962	25.655.453.558	25.655.453.558	25.655.453.558	25.655.453.558
Obras civiles subestación	1.067.782.671	3.737.239.347	5.338.913.354	5.338.913.354	5.338.913.354	5.338.913.354
Montaje	536.281.424	1.876.984.984	2.681.407.119	2.681.407.119	2.681.407.119	2.681.407.119
Pruebas	93.959.814	328.859.350	469.799.071	469.799.071	469.799.071	469.799.071
Obras civiles líneas	82.888.478	290.109.673	414.442.390	414.442.390	414.442.390	414.442.390
Depreciación acumulada	0	0	0	-1.189.222.456	-2.378.444.912	-3.567.667.368
Total Activos Fijos	6.920.123.837	24.346.305.315	34.560.015.492	33.370.793.037	32.181.570.581	30.992.348.125
TOTAL ACTIVOS	6.920.123.837	24.275.097.241	34.317.416.733	41.948.495.771	46.197.430.327	50.516.553.544
PASIVOS						
Obligaciones Financieras C.P	0	0	1.382.400.620	1.382.400.620	1.382.400.620	1.382.400.620
CxP Proveedores	0	0	0	62.396.765	64.819.235	67.337.228
Impuesto por pagar	-94.944.099	-323.465.012	-459.164.366	2.972.171.484	3.010.379.467	3.048.284.859
Total pasivo corriente	-94.944.099	-323.465.012	923.236.254	4.416.968.869	4.457.599.322	4.498.022.706
Obligaciones Financieras L.P	2.768.049.535	9.738.522.126	12.441.605.577	11.059.204.958	9.676.804.338	8.294.403.718
TOTAL PASIVOS	2.673.105.436	9.415.057.114	13.364.841.831	15.476.173.827	14.134.403.659	12.792.426.424
PATRIMONIO						
Capital	4.423.343.156	15.637.085.620	22.582.354.217	22.582.354.217	22.582.354.217	22.582.354.217
Utilidades Retenidas	0	-176.324.755	-777.045.493	-1.629.779.315	3.889.967.727	9.480.672.451
Utilidades del Periodo	-176.324.755	-600.720.737	-852.733.822	5.519.747.042	5.590.704.724	5.661.100.452
TOTAL PATRIMONIO	4.247.018.401	14.860.040.127	20.952.574.902	26.472.321.944	32.063.026.668	37.724.127.120
TOTAL PASIVO + PATRIMONIO	6.920.123.837	24.275.097.241	34.317.416.733	41.948.495.771	46.197.430.327	50.516.553.544
Control	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tabla 7. Estado de situación financiera

4.3.5 Estado de Flujo de Efectivo

	2023	2024	2025	2026	2027	2028
Ingresos						
Recaudo en ventas	0	0	0	10.478.985.050	11.431.620.055	11.431.620.055
Capitalizaciones	4.152.074.302	10.455.708.887	6.128.226.106	0	0	0
Desembolsos de Créditos	2.768.049.535	6.970.472.592	4.085.484.071	0	0	0
Ingresos financieros	0	0	0	0	0	0
Aportes de capital adicionales	271.268.854	758.033.576	817.042.491	0	0	0
Total Ingresos	7.191.392.691	18.184.215.055	11.030.752.668	10.478.985.050	11.431.620.055	11.431.620.055
Egresos						
Pago a Proveedores	0	0	0	-436.777.357	-516.131.412	-536.179.830
Pago Otros	0	0	0	-70.596.581	-73.240.976	-75.985.734
Servicio de la Deuda	-271.268.854	-924.185.750	-1.311.898.188	-2.563.108.989	-2.431.919.170	-2.300.729.351
Pago de Activos	-6.920.123.837	-17.426.181.479	-10.213.710.177	0	0	0
Pago de Impuestos	0	166.152.173	494.855.697	560.938.881	-5.545.673.372	-3.039.035.453
Total Egresos	-7.191.392.691	-18.184.215.055	-11.030.752.668	-2.509.544.046	-8.566.964.930	-5.951.930.369
Variación de caja	0	0	0	7.969.441.004	2.864.655.125	5.479.689.686
Caja inicial	0	0	0	0	7.969.441.004	10.834.096.129
Caja Final	0	0	0	7.969.441.004	10.834.096.129	16.313.785.815
Déficit	0	0	0	0	0	0

Tabla 8. Estado de flujo de efectivo

4.3.6 Flujo de Caja del Proyecto Puro

Flujo de Caja del Proyecto Puro	2023	2024	2025	2026	2027	2028
Ingresos	0	0	0	11.431.620.055	11.431.620.055	11.431.620.055
Costo sin deprec.	0	0	0	-499.174.122	-518.553.882	-538.697.823
Gastos	0	0	0	-70.596.581	-73.240.976	-75.985.734
EBITDA	0	0	0	10.861.849.351	10.839.825.197	10.816.936.498
Depreciación y Amortización (-)	0	0	0	-1.189.222.456	-1.189.222.456	-1.189.222.456
Resultado Operacional	0	0	0	9.672.626.896	9.650.602.741	9.627.714.042
Impuesto ajustado a la operación	0	0	0	-3.385.419.413	-3.377.710.959	-3.369.699.915
UNODI	0	0	0	6.287.207.482	6.272.891.781	6.258.014.127
Depreciación y Amortización (+)	0	0	0	1.189.222.456	1.189.222.456	1.189.222.456
Variación de capital de trabajo	0	0	0	2.495.181.174	-2.544.350.544	288.289
Inversión en activos fijos	-6.920.123.837	-17.426.181.479	-10.213.710.177	0	0	0
Recuperación del CEO Final	0	0	0	0	0	0
FCL o Flujo de caja del Proyecto puro	-6.920.123.837	-17.426.181.479	-10.213.710.177	9.971.611.112	4.917.763.693	7.447.524.872

Tabla 9. Flujo de caja del proyecto puro

CCPP	18,00%
Valor presente del valor del proyecto	29.023.401.862
Valor presente de la inversión	-29.023.401.862
VPN FCL	0
TIR Proyecto	18,00%
TIR modificada	18,00%
Índice de Deseabilidad	1,00
PRI FCL	4,65

PRI FCL descontado	30,00
--------------------	-------

Tabla 10. Indicadores financieros del flujo de caja del proyecto puro

4.3.7 Flujo de Caja del Inversionista

Flujo de Caja del Proyecto Financiado	2023	2024	2025	2026	2027	2028
FCL o Flujo de caja del Proyecto puro	-6.920.123.837	-17.426.181.479	-10.213.710.177	9.971.611.112	4.917.763.693	7.447.524.872
Desembolso de créditos	2.768.049.535	6.970.472.592	4.085.484.071	0	0	0
Amortización del crédito	0	0	0	-1.382.400.620	-1.382.400.620	-1.382.400.620
Gastos Financieros	-271.268.854	-924.185.750	-1.311.898.188	-1.180.708.369	-1.049.518.550	-918.328.732
Ahorro Impuestos	94.944.099	323.465.012	459.164.366	413.247.929	367.331.493	321.415.056
FC Proyecto Financiado	-4.328.399.057	-11.056.429.625	-6.980.959.928	7.821.750.052	2.853.176.015	5.468.210.577

Tabla 11. Flujo de caja del inversionista

Kp	21,39%
Valor presente del valor del proyecto financiado	18.173.737.641
Valor presente de la inversión financiado	-18.173.737.641
VPN Inversionista	0
TIR Inversionista	21,39%
TIR modificada Inversionista	21,39%
Índice de Deseabilidad Inversionista	1,00
PRI Inversionista	4,12
PRI descontado Inversionista	30,00

Tabla 12. Indicadores financieros del flujo de caja del inversionista

4.4 Análisis de Riesgos

Debido a la inestabilidad mundial actual que está enmarcada por la volatilidad de precios de materias primas, energía y otros factores que han impulsado la inflación en la mayoría de los países; se decidió usar un modelo de simulación de Montecarlo para determinar las variables de mayor impacto y el efecto en los resultados financieros del proyecto.

4.4.1 Variables para sensibilizar

Después de hacer un exhaustivo análisis se determinaron las variables a sensibilizar y el rango en el cual se moverían dichas variables:

Variación Subestaciones 230/34,5 kV						
Item	Descripción	Moneda	Valor mas probable	Valor minimo de inversión con variación	Valor maximo de inversión con variación	Mas o menos % de variación
1	Inversión bienes SE	USD	USD 5.484.535	USD 5.265.153	USD 5.923.298	min -4% max 8%
2	Inversión obras civiles SE	COP	\$ 4.922.126.894	\$ 4.823.684.356	\$ 5.512.782.121	min -2% max 12%
3	Inversión montaje SE	COP	\$ 2.370.683.751	\$ 2.275.856.401	\$ 2.560.338.451	min -4% max 8%

Tabla 13. Variables a sensibilizar de la inversión en subestaciones

Variación Líneas 230 kV						
Item	Descripción	Moneda	Valor mas probable	Valor minimo de inversión con	Valor maximo de inversión con	Mas o menos % de variación
1	Inversión bienes LT	COP	\$ 2.592.526.473	\$ 2.488.825.414	\$ 2.799.928.591	min -4% max 8%
2	Inversión obras civiles LT	COP	\$ 416.786.460	\$ 408.450.731	\$ 466.800.835	min-2% max 12%
3	Inversión montaje LT	COP	\$ 310.723.368	\$ 298.294.434	\$ 335.581.238	min -4% max 8%

Tabla 14. Variables a sensibilizar de la inversión en línea

Variación Gastos de administración, operación y mantenimiento						
Item	Descripción	Moneda	Valor mas probable	Valor minimo de inversión con variación	Valor maximo de inversión con variación	Mas o menos % de variación
1	Gastos de admon	COP	\$ 63.229.073	\$ 61.964.491	\$ 67.655.108	min -2% max 7%
2	Costos de Operación	COP	\$ 378.598.309	\$ 371.026.343	\$ 405.100.190	min -2% max 7%
3	Costos de Mantenimiento	COP	\$ 66.733.168	\$ 65.398.504	\$ 71.404.489	min -2% max 7%

Tabla 15. Variables a sensibilizar de los costos de administración, operación y mantenimiento

Variación Dólar						
Item	Descripción		Valor mas probable	Valor minimo de inversión con variación	Valor maximo de inversión con variación	Mas o menos % de variación
1	Dólar 2023		\$ 4.101	\$ 3.896	\$ 4.306	5%
2	Dólar 2024		\$ 4.147	\$ 3.940	\$ 4.354	5%
3	Dólar 2025		\$ 4.000	\$ 3.800	\$ 4.200	5%

Tabla 16. Variación del dólar en la fase de inversión del proyecto

Mediante la herramienta de simulación @Risk se ingresaron las variables con distribuciones de probabilidad Pert. A continuación, se muestra un ejemplo del ingreso de las variables:

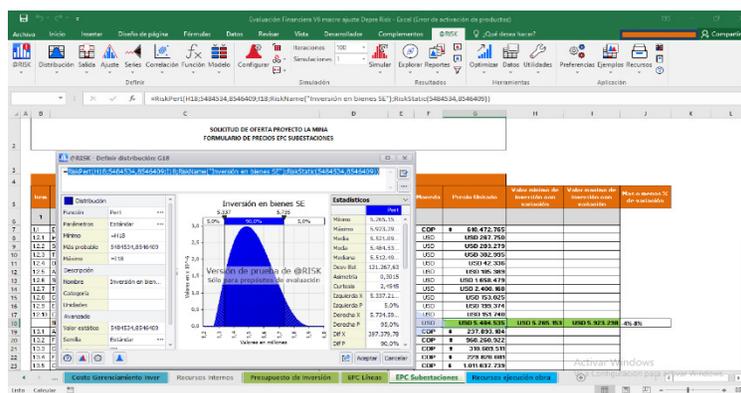


Figura 9. Ejemplo variable de entrada @Risk

Después de poner a iterar 1.000 escenarios y teniendo como variable de salida el VPN se tienen los siguientes resultados:

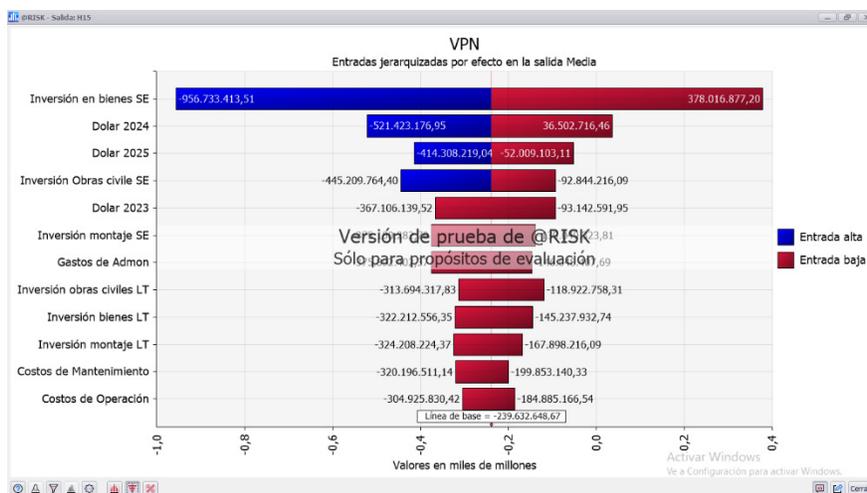


Figura 10. Gráfico de tornado del con las variables de sensibilización definidas

La variable que más impacta el VPN del proyecto es el presupuesto de inversión de bienes de la Subestación, seguido por la proyección del dólar del año 2024 y 2025. Estas serían las variables de más atención y control.

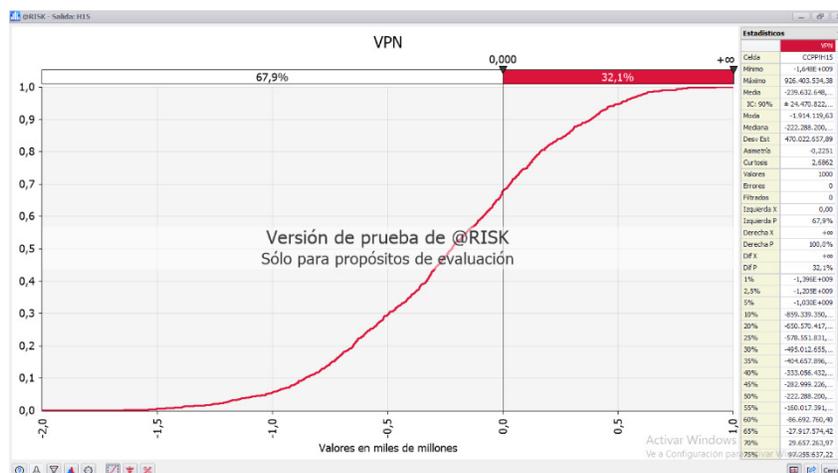


Figura 11. Curva S de salida – probabilidad de VPN mayor y menor que cero

Con una anualidad de \$11.431.620.055 la probabilidad que el Valor Presente Neto sea negativo es del 67,9%. Este valor es muy alto y representa un alto riesgo que el proyecto no cumpla con las condiciones financiera y el resultado no sea lo esperado por el inversionista.

Desde la compañía inversionista se tiene establecido como política que solo acepta como máximo el 10% de probabilidad que el VPN sea negativo; por ende, tenemos que encontrar por método de tanteo una nueva anualidad que cumpla este criterio.

4.4.2 Nueva Anualidad

Mediante tanteo se simulan varios escenarios con el fin de cumplir la política de riesgo del inversionista. Como resultado se encuentra que la anualidad que cubre el riesgo es de \$11.800.532.877.

Con esta nueva anualidad se tienen los siguientes estados financieros, por motivos de espacio las cifras son presentadas desde el 2023 hasta el 2028, sin embargo, la evaluación dura hasta el año 2055 y estos valores se pueden mirar en el modelo de Excel.

4.4.3 Estado de Resultados Integral con la nueva anualidad

	2023	2024	2025	2026	2027	2028
Estados de Resultados Proyectados						
Ingresos				11.800.532.877	11.800.532.877	11.800.532.877
Costos de Operación y Mantenimiento				-499.174.122	-518.553.882	-538.697.823
Gastos Administración				-70.596.581	-73.240.976	-75.985.734
EBITDA	0	0	0	11.230.762.174	11.208.738.019	11.185.849.320
Depreciación y Amortización	0	0	0	-1.189.222.456	-1.189.222.456	-1.189.222.456
Utilidad operativa	0	0	0	10.041.539.718	10.019.515.563	9.996.626.865
Rendimientos financieros						
Gastos financieros	-271.268.854	-924.185.750	-1.311.898.188	-1.180.708.369	-1.049.518.550	-918.328.732
Utilidad antes de impuestos	-271.268.854	-924.185.750	-1.311.898.188	8.860.831.349	8.969.997.012	9.078.298.133
Impuestos	94.944.099	323.465.012	459.164.366	-3.101.290.972	-3.139.498.954	-3.177.404.346
Utilidad neta	-176.324.755	-600.720.737	-852.733.822	5.759.540.377	5.830.498.058	5.900.893.786

Figura 12. Estado de Resultados Integral con la nueva anualidad

4.4.4 Estado de Situación Financiera con la nueva anualidad

	2023	2024	2025	2026	2027	2028
ACTIVOS						
Activos Corrientes						
Caja y Bancos	0	0	0	8.307.611.091	11.315.219.935	17.034.702.955
CxC a Clientes	0	0	0	983.377.740	983.377.740	983.377.740
Inventarios						
Anticipo de impuestos	0	-71.208.074	-242.598.759	-344.373.274	2.325.968.229	2.354.624.216
Total Activos Corrientes	0	-71.208.074	-242.598.759	8.946.615.557	14.624.565.903	20.372.704.911
Activos Fijos						
Equipos electromecánicos	5.139.211.450	18.113.111.962	25.655.453.558	25.655.453.558	25.655.453.558	25.655.453.558
Obras civiles subestación	1.067.782.671	3.737.239.347	5.338.913.354	5.338.913.354	5.338.913.354	5.338.913.354
Monje	536.281.424	1.876.984.984	2.681.407.119	2.681.407.119	2.681.407.119	2.681.407.119
Pruebas	93.959.814	328.859.350	469.799.071	469.799.071	469.799.071	469.799.071
Obras civiles líneas	82.888.478	290.109.673	414.442.390	414.442.390	414.442.390	414.442.390
Depreciación acumulada	0	0	0	-1.189.222.456	-2.378.444.912	-3.567.667.368
Total Activos Fijos	6.920.123.837	24.346.305.315	34.560.015.492	33.370.793.037	32.181.570.581	30.992.348.125
TOTAL ACTIVOS	6.920.123.837	24.275.097.241	34.317.416.733	42.317.408.593	46.806.136.484	51.365.053.036
PASIVOS						
Obligaciones Financieras C.P	0	0	1.382.400.620	1.382.400.620	1.382.400.620	1.382.400.620
CxP Proveedores	0	0	0	62.396.765	64.819.235	67.337.228
Impuesto por pagar	-94.944.099	-323.465.012	-459.164.366	3.101.290.972	3.139.498.954	3.177.404.346
Total pasivo corriente	-94.944.099	-323.465.012	923.236.254	4.546.088.357	4.586.718.809	4.627.142.194
Obligaciones Financieras L.P	2.768.049.535	9.738.522.126	12.441.605.577	11.059.204.958	9.676.804.338	8.294.403.718
TOTAL PASIVOS	2.673.105.436	9.415.057.114	13.364.841.831	15.605.293.315	14.263.523.147	12.921.545.912
PATRIMONIO						
Capital	4.423.343.156	15.637.085.620	22.582.354.217	22.582.354.217	22.582.354.217	22.582.354.217
Utilidades Retenidas	0	-176.324.755	-777.045.493	-1.629.779.315	4.129.761.062	9.960.259.120
Utilidades del Periodo	-176.324.755	-600.720.737	-852.733.822	5.759.540.377	5.830.498.058	5.900.893.786
TOTAL PATRIMONIO	4.247.018.401	14.860.040.127	20.952.574.902	26.712.115.279	32.542.613.337	38.443.507.123
TOTAL PASIVO + PATRIMONIO	6.920.123.837	24.275.097.241	34.317.416.733	42.317.408.593	46.806.136.484	51.365.053.036
Control	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tabla 17. Estado de Situación Financiera con la nueva anualidad

4.4.5 Estado de Flujo de Efectivo con la nueva anualidad

	2023	2024	2025	2026	2027	2028
Ingresos						
Recaudo en ventas	0	0	0	10.817.155.137	11.800.532.877	11.800.532.877
Capitalizaciones	4.152.074.302	10.455.708.887	6.128.226.106	0	0	0
Desembolsos de Créditos	2.768.049.535	6.970.472.592	4.085.484.071	0	0	0
Ingresos financieros	0	0	0	0	0	0
Aportes de capital adicionales	271.268.854	758.033.576	817.042.491	0	0	0
Total Ingresos	7.191.392.691	18.184.215.055	11.030.752.668	10.817.155.137	11.800.532.877	11.800.532.877
Egresos						
Pago a Proveedores	0	0	0	-436.777.357	-516.131.412	-536.179.830
Pago Otros	0	0	0	-70.596.581	-73.240.976	-75.985.734
Servicio de la Deuda	-271.268.854	-924.185.750	-1.311.898.188	-2.563.108.989	-2.431.919.170	-2.300.729.351
Pago de Activos	-6.920.123.837	-17.426.181.479	-10.213.710.177	0	0	0
Pago de Impuestos	0	166.152.173	494.855.697	560.938.881	-5.771.632.475	-3.168.154.941
Total Egresos	-7.191.392.691	-18.184.215.055	-11.030.752.668	-2.509.544.046	-8.792.924.034	-6.081.049.856
Variación de caja	0	0	0	8.307.611.091	3.007.608.843	5.719.483.021
Caja inicial	0	0	0	0	8.307.611.091	11.315.219.935
Caja Final	0	0	0	8.307.611.091	11.315.219.935	17.034.702.955
Déficit	0	0	0	0	0	0

Tabla 18. Estado de Situación Financiera con la nueva anualidad

4.4.6 Flujo de Caja del Proyecto Puro

Flujo de Caja del Proyecto Puro	2023	2024	2025	2026	2027	2028
Ingresos	0	0	0	11.800.532.877	11.800.532.877	11.800.532.877
Costo sin deprec.	0	0	0	-499.174.122	-518.553.882	-538.697.823
Gastos	0	0	0	-70.596.581	-73.240.976	-75.985.734
EBITDA	0	0	0	11.230.762.174	11.208.738.019	11.185.849.320
Depreciación y Amortización (-)	0	0	0	-1.189.222.456	-1.189.222.456	-1.189.222.456
Resultado Operacional	0	0	0	10.041.539.718	10.019.515.563	9.996.626.865
Impuesb ajustado a la operación	0	0	0	-3.514.538.901	-3.506.830.447	-3.498.819.403
UNODI	0	0	0	6.527.000.817	6.512.685.116	6.497.807.462
Depreciación y Amortización (+)	0	0	0	1.189.222.456	1.189.222.456	1.189.222.456
Variación de capital de trabajo	0	0	0	2.593.557.927	-2.641.190.160	288.289
Inversión en activos fijos	-6.920.123.837	-17.426.181.479	-10.213.710.177	0	0	0
Recuperación del CEO Final						
FCL o Flujo de caja del Proyecto puro	-6.920.123.837	-17.426.181.479	-10.213.710.177	10.309.781.199	5.060.717.412	7.687.318.207

Tabla 19. Flujo de caja del proyecto puro con la nueva anualidad

CCPP	18,00%
Valor presente del valor del proyecto	29.983.401.860
Valor presente de la inversión	-29.023.401.862
VPN FCL	959.999.999
TIR Proyecto	18,55%
TIR modificada	18,12%
Índice de Deseabilidad	1,03
PRI FCL	4,50
PRI FCL descontado	19,21

Tabla 20. Indicadores financieros del flujo de caja del proyecto puro con nueva anualidad

4.4.7 Flujo de Caja del Inversionista

Flujo de Caja del Proyecto Financiado	2023	2024	2025	2026	2027	2028
FCL o Flujo de caja del Proyecto puro	-6.920.123.837	-17.426.181.479	-10.213.710.177	10.309.781.199	5.060.717.412	7.687.318.207
Desembolso de créditos	2.768.049.535	6.970.472.592	4.085.484.071	0	0	0
Amortización del crédito	0	0	0	-1.382.400.620	-1.382.400.620	-1.382.400.620
Gastos Financieros	-271.268.854	-924.185.750	-1.311.898.188	-1.180.708.369	-1.049.518.550	-918.328.732
Ahorro Impuestos	94.944.099	323.465.012	459.164.366	413.247.929	367.331.493	321.415.056
FC Proyecto Financiado	-4.328.399.057	-11.056.429.625	-6.980.959.928	8.159.920.140	2.996.129.734	5.708.003.911

Tabla 21. Flujo de caja del inversionista con nueva anualidad

Kp	21,21%
Valor presente del valor del proyecto financiado	19.160.938.592
Valor presente de la inversión financiado	-18.200.938.593
VPN Inversionista	959.999.999
TIR Inversionista	22,14%
TIR modificada Inversionista	21,41%

Índice de Deseabilidad Inversionista	1,05
PRI Inversionista	3,95
PRI descontado Inversionista	16,08

Tabla 22. Indicadores financieros del flujo de caja del inversionista con nueva anualidad

4.4.8 Análisis de Riesgos con nueva anualidad

Con la anualidad actualizada, se itera nuevamente y se tienen los siguientes resultados:

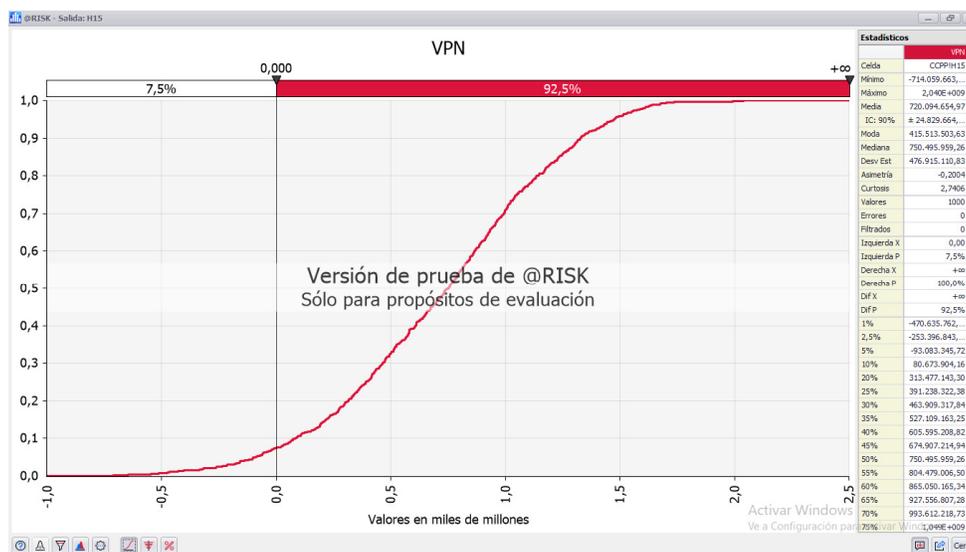


Figura 13. Curva S de salida – probabilidad de VPN mayor y menor que cero con nueva anualidad

Con una anualidad de \$11.800.532.877 la probabilidad que el Valor Presente Neto sea negativo es del 7,5%, Valor con el cual cumple la política de riesgo de la compañía.

4.5 Análisis de Estados Financieros

4.5.1 Estado de Resultados Integral

En los años en los cuales se ejecuta la inversión del proyecto, no se tiene ingresos, costos de operación, mantenimiento y administración, sin embargo, se tiene que pagar los intereses de la deuda.

En los años donde se empieza a recibir la anualidad, es posible hacer un análisis horizontal el cual se explica a continuación:

Estados de Resultados Projectados	2026	2027	2028
Ingresos			
Costos de Operación y Mantenimiento	4%	4%	5%
Gastos Administración	1%	1%	1%
EBITDA	95%	95%	95%
Depreciación y Amortización	10%	10%	10%
Utilidad operativa	85%	85%	85%
Rendimientos financieros	0%	0%	0%
Gastos financieros	10%	9%	8%
Utilidad antes de impuestos	75%	76%	77%
Impuestos	26%	27%	27%
Utilidad neta	49%	49%	50%

Tabla 23. Indicadores del estado de resultado integral

Los costos de operación y mantenimiento y gastos de administración son aproximadamente el 5% de los ingresos, con el tiempo tiende a crecer debido a que la anualidad permanece constante y los costos y gastos aumentan con las variables macroeconómicas. El margen EBITDA es del 95% resultado muy favorable para el proyecto. El margen operativo es del 85% impactado principalmente por las depreciaciones y amortizaciones del proyecto. Los gastos financieros pesan el 10% en el 2026 pero disminuyen año a año porque el flujo de caja permite pago de la amortización de la deuda. El margen neto del proyecto se encuentra alrededor del 50% lo que indica la alta rentabilidad de éste.

4.5.2 Estado de Situación Financiera

	2026	2027	2028
Activos Corrientes	8.946.615.557	14.624.565.903	20.372.704.911
Activos No Corrientes	33.370.793.037	32.181.570.581	30.992.348.125
TOTAL ACTIVOS	42.317.408.593	46.806.136.484	51.365.053.036
Pasivo Corriente	4.546.088.357	4.586.718.809	4.627.142.194
Pasivo no Corriente	11.059.204.958	9.676.804.338	8.294.403.718
TOTAL PASIVOS	15.605.293.315	14.263.523.147	12.921.545.912
PATRIMONIO	26.712.115.279	32.542.613.337	38.443.507.123
Razon Corriente	1,97	3,19	4,40
Endeudamiento total	37%	30%	25%

Tabla 24. Indicadores del estado de situación financiera

Con la Razón corriente podemos evidenciar una vez la empresa empieza a recibir ingresos, su liquidez es buena y con el tiempo mejora considerablemente. El endeudamiento baja año a año y de ser necesario podría obtener nuevos créditos en el futuro.

4.5.3 Análisis Flujo de Caja del Proyecto Puro después del ajuste a la anualidad

CCPP	18,00%
Valor presente del valor del proyecto	29.983.401.860
Valor presente de la inversión	-29.023.401.862
VPN FCL	959.999.999
TIR Proyecto	18,55%
TIR modificada	18,12%
Índice de Deseabilidad	1,03
PRI FCL	4,50
PRI FCL descontado	19,21

Tabla 25. Indicadores financieros del flujo de caja del proyecto puro con nueva anualidad

Con la anualidad de \$11.800.532.877 el VPN del proyecto es de \$960.000.000, cumpliendo con la tasa de retorno del 18% que exige el inversionista. Esos 960 millones cubren el riesgo que tiene por los posibles sobre costos del proyecto. La tasa interna del proyecto es de 18,55% superior a la tasa mínima que espera el inversionista. El periodo de recuperación de la inversión sería en el año 2044.

5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- En la evaluación financiera de proyectos normalmente se determina el Valor Presente Neto y con este se decide sobre la viabilidad de este; En nuestro caso, el objetivo de la evaluación es encontrar el valor de la anualidad con la cual se garantice la tasa de rentabilidad del inversionista. En la evaluación realizada, para cumplir una rentabilidad del 18% y cubrir los riesgos del proyecto, el valor de la anualidad es de \$11.800.532.77.
- Para hacer la evaluación financiera, es fundamental elaborar todos los informes financieros (Estado de Resultado Integral, Estado de situación Financiera, Estado de Flujo de Efectivo, Costo Capital Promedio Ponderado; Flujo de Caja del Proyecto Puro y Flujo de caja del Inversionista).
- Es importante consultar fuentes oficiales y de renombre para las variables macroeconómicas.
- Para hacer la evaluación financiera del proyecto se determinó que el CCPP es del 18%, sin embargo, en modelo financiero está diseñado para calcular el CCPP por el modelo CAPM.
- Debido a la inestabilidad mundial actual que está enmarcada por la volatilidad de precios de materias primas, energía y otros factores que han impulsado la inflación en la mayoría

de los países; se decidió usar un modelo de simulación de Montecarlo para determinar las variables de mayor impacto y el efecto en los resultados financieros del proyecto.

- Si en la evaluación financiera no se hubiera utilizado simulación de Montecarlo, el valor de la anualidad es de 11.431.620.055. Esta anualidad no cubre el riesgo de las desviaciones en inversión y fluctuaciones en las demás variables.
- Con una anualidad de \$11.431.620.055 la probabilidad que el Valor Presente Neto sea negativo es del 67,9%. Este valor es muy alto y representa un alto riesgo que el proyecto no cumpla con las condiciones financiera y el resultado no sea lo esperado por el inversionista.
- Desde la compañía inversionista se tiene establecido como política que solo acepta como máximo el 10% de probabilidad que el VPN sea negativo. Mediante tanteo se simulan varios escenarios con el fin de cumplir la política de riesgo del inversionista. Como resultado se encuentra que la anualidad que cubre el riesgo es de \$11.800.532.877.

6 REFERENCIAS

Aliberti, C. A. (2006). Análisis Financiero de Proyectos de Inversión (Primera ed.).

Ajenjo, A. D. (2005). Dirección y gestión de proyectos: un enfoque práctico.

Baca Urbina Gabriel (2001). evaluación de proyectos.

Cortázar Martínez, A. (1993). Introducción al análisis de Proyectos de Inversión.

Elkin A. Gomez – John M. Diez (2011), Evaluación financiera de proyectos. Primera edición.

Mesa Orozco, J. (2013). Evaluación Financiera de Proyectos.

Rivera, F. (2010). Administración de Proyectos: Guía para el Aprendizaje.

Montoya Molina, P. (2002). Manual para la gestión de proyectos.

Project Management Institute, PMI et al (2022) PMBOK Project Management Base Of Knowledge. PMI .7ª edición.

Varela, R. (1996). Evaluación Económica de Inversiones.