



Universidad de Valladolid

Plan de Proyecto para la Implementación del Diseño y Construcción de una Pequeña Central Hidroeléctrica Comunitaria en el Municipio de Litoral del Bajo San Juan, Chocó, Colombia.

Laura Viviana Hernández Cuadros

MÁSTER EN DIRECCIÓN DE PROYECTOS
Departamento De Organización De Empresas Y C.I.M.
Universidad De Valladolid
España



INSISOC
SOCIAL SYSTEMS
ENGINEERING CENTRE
2024



Universidad de Valladolid

Plan de Proyecto para la Implementación del Diseño y Construcción de una Pequeña Central Hidroeléctrica Comunitaria en el Municipio de Litoral del Bajo San Juan, Chocó, Colombia.

Laura Viviana Hernández Cuadros

MÁSTER EN DIRECCIÓN DE PROYECTOS
Departamento De Organización De Empresas Y C.I.M.
Universidad De Valladolid

Valladolid, Julio 2024

Tutores
Fernando Acebes Senovilla
Jesús Pérez Martínez

AGRADECIMIENTOS

Deseo expresar mi más sincero agradecimiento a mi madre, mi motor y motivación en cada uno de los pasos que he dado. Gracias por creer en mí, cada logro en mi vida también es tuyo.

A mis tías, que en el camino han sido un apoyo y una guía, gracias por su infinita sabiduría en momentos difíciles, tienen todo mi cariño y admiración.

A mi novio por su compañía y amor, que trascendió dimensiones de tiempo y espacio.

A mis colegas del máster, ha sido un placer compartir este viaje académico con ustedes.

A los profesores del máster por su dedicación y vocación al transmitir sus conocimientos, y en especial a mi tutor Fernando Acebes por su apoyo y orientación constante.

RESUMEN

El presente Trabajo Fin de Máster se dedica a la realización de un plan de proyecto para la implementación del diseño y construcción de una pequeña central hidroeléctrica comunitaria (P.C.H) en el municipio de Litoral del Bajo San Juan, Chocó, Colombia. Su propósito es asegurar el acceso de la comunidad a una fuente de energía eléctrica limpia y sustentable, con una mirada integral hacia la transformación energética futura, aportando beneficios ambientales, sociales y económicos a la región. Con el objetivo de estructurar una guía de trabajo operativa y estratégica que identifique las distintas etapas del proyecto y los requerimientos necesarios para el diseño y la construcción de la (P.C.H), se empleará el estándar PMBOK (Project Management Body of Knowledge) desarrollado por el PMI (Project Management Institute), debido a su enfoque estructurado y completo en la gestión de proyectos. Este marco proporciona las herramientas necesarias para una planificación detallada, ejecución eficiente y control efectivo, con el propósito de alcanzar los resultados esperados.

Palabras clave

Dirección de Proyectos, Pequeña Central Hidroeléctrica, Ambiental, Social, Económica.

ABSTRACT

This Master's Thesis is dedicated to the realization of a project plan for the implementation of the design and construction of a small community hydroelectric plant (P.C.H) in the municipality of Litoral del Bajo San Juan, Chocó, Colombia. Its purpose is to ensure the community's access to a clean and sustainable source of electrical energy, with a comprehensive view towards future energy transformation, providing environmental, social and economic benefits to the region. With the objective of structuring an operational and strategic work guide that identifies the different stages of the project and the necessary requirements for the design and construction of the (P.C.H), the PMBOK (Project Management Body of Knowledge) standard developed by the PMI will be used (Project Management Institute), due to its structured and comprehensive approach to project management. This framework provides the necessary tools for detailed planning, efficient execution and effective control, in order to achieve the expected results.

Keywords

Project Management, Small Hydroelectric Power Station, Environmental, Social, Economic.

INDICE

INTRODUCCIÓN	1
Objetivo del Proyecto	1
Alcance del Proyecto	2
Motivación del Proyecto	2
Estructura del Documento	3
Capítulo 1 CONTEXTO.....	5
1.1 Pequeñas Centrales Hidroeléctricas y su funcionamiento.	5
1.1.1. Conceptos Básicos de Energía Hidráulica	5
1.1.2. Tipos de Centrales Hidroeléctricas	5
1.1.3. Caudal Ecológico	7
1.1.4. Caudal de diseño	8
1.1.5. Obras Civiles.....	8
1.1.6. Equipo Mecánico	9
1.1.7. Instalaciones eléctricas.....	9
1.2 Estado del Arte	10
1.2.1. Panorama General P.C.H	10
1.2.2. Producción de electricidad a partir de fuentes renovables en Colombia.....	13
1.2.3. Panorama General P.C.H en Colombia.....	14
1.2.4. Proyectos Similares: Un Enfoque Comparativo	16
1.2.4.1 La primera pequeña central hidroeléctrica de Ghana como centro de desarrollo de capacidades y turismo.....	16
1.2.4.2 El Auge de las Pequeñas Centrales Hidroeléctricas en Colombia y su Impacto Económico y Ambiental	17
1.2.4.3 Perspectivas y Contrastantes: Desarrollo Comunitario vs. Impulso Privado en Proyectos de Energía	18
1.2.5. Proyecciones de demanda energética en Colombia	18
1.2.6. Generación y Prestación del Servicio De Energía en la zona de Influencia	19
1.2.7. Hidrología del río San Juan.....	22
1.2.8. Resguardos Indígenas y Comunidades Afrodescendientes en la Zona de Influencia	24
1.2.8.1 Comunidades Afrodescendientes	24
1.2.8.2 Comunidades Indígenas	24
Capítulo 2 DIRECCIÓN DE PROYECTOS.....	25
2.1 Definición de Proyecto	25
2.2 Dirección de Proyectos	25
2.3 Metodologías para la dirección de proyectos.....	26
2.3.1. PMBOK	26
2.3.2. ICB.....	28
2.3.3. PM ²	29

2.3.4. Metodologías Agiles	30
2.3.5. Metodología a Implementar	32
Capítulo 3 CASO DE NEGOCIO	35
3.1 Análisis del Entorno	35
3.1.1. Factores Políticos	35
3.1.2. Factores Económicos	37
3.1.3. Factores Socioculturales	40
3.1.4. Factores Tecnológicos	42
3.1.5. Factores Ecológicos/Ambientales	43
3.1.6. Factores Legales y normativa	44
3.1.7. Síntesis	46
3.2 Estrategia a Implementar	49
3.3 Propuesta de Proyecto	49
3.3.1.1 Alineación con los ODS	52
3.3.1.2 Ubicación:	53
3.3.1.3 Beneficiarios	54
3.3.1.4 Financiamiento	54
3.3.1.5 Fases del Proyecto	54
Capítulo 4 PLAN DE PROYECTO	57
4.1 Gestión del Alcance	57
4.1.1. Descripción del Alcance	57
4.1.2. Restricciones	57
4.1.3. Hipótesis	58
4.1.4. Exclusiones	58
4.1.5. Estructura de Desglose del Trabajo	59
4.1.6. Diccionario de la EDT	61
4.1.7. Procesos de Control del Alcance	69
4.2 Gestión del Cronograma	70
4.2.1. Procesos de Control del Cronograma	73
4.3 Gestión de los Costos	75
4.3.1. Línea Base de Costos	77
4.3.2. Financiación	78
4.3.3. Procesos de Control de la Línea Base de Costos	79
4.4 Gestión de los Riesgos	80
4.4.1. Procesos de Control de los Riesgos	90
4.5 Gestión de los Interesados	90
4.5.1. Procesos de Control de los Interesados	96
4.6 Gestión de Calidad	97
4.6.1. Procesos de Control de calidad	100
4.7 Gestión de Recursos	101
4.7.1. Procesos de Control de los Recursos	106
4.8 Gestión de Adquisiciones	106

4.8.1. Procesos de Control de las Adquisiciones	111
4.9 Gestión del Cambio	112
CONCLUSIONES	115
BIBLIOGRAFÍA	117
INDICE DE FIGURAS.....	121
INDICE DE TABLAS	123

INTRODUCCIÓN

Colombia, con sus paisajes y biodiversidad única, se alza como el segundo país más rico en diversidad biológica a nivel mundial. Sus vastas extensiones albergan una impresionante variedad de especies y una complejidad de sistemas ecológicos que cautivan al mundo. Sin embargo, detrás de esta riqueza natural se esconde una realidad de profundas desigualdades que sitúan a Colombia como uno de los países más desiguales de América Latina.

En el corazón de esta dualidad se encuentran el Pacífico nariñense y chocoano, regiones que, a pesar de su extraordinaria belleza y biodiversidad, enfrentan desafíos considerables. La corrupción, la pobreza y los conflictos han dejado su marca imborrable en estas tierras. No es sorprendente, entonces, que estas zonas sean también las más rezagadas en términos de servicios básicos, siendo el suministro de energía eléctrica uno de los servicios más afectados.

Con base en los datos revelados en el informe más reciente del Instituto de Planificación y Promoción de Soluciones Energéticas para las Zonas no Interconectadas (IPSE) correspondiente al mes de febrero de 2024, hay 1.559 localidades rurales en Colombia en donde se calcula que 128.587 personas solo acceden al servicio de energía eléctrica entre cuatro y doce horas al día. Es crucial destacar que las Zonas No Interconectadas (ZNI) engloban municipios, corregimientos, localidades, caseríos, entre otros, que no están conectados al Sistema Interconectado Nacional (SIN).

En la actualidad, algunas de estas localidades dependen de grupos electrógenos, como plantas de generación de energía eléctrica basadas en ACPM o Diesel. Sin embargo, esta no es una solución de fondo ya que la generación de energía mediante grupos electrógenos presenta altos índices de consumo de combustibles fósiles y generan emisiones de gases de efecto invernadero como el dióxido de carbono o CO₂ para tener una disponibilidad de energía promedio de ocho horas diarias, que representan altas tarifas. Un ejemplo concreto de esta problemática se evidencia en el municipio de Litoral del Bajo San Juan, Chocó, donde los habitantes solo cuentan con acceso a energía durante 1-10 horas diarias, en algunas localidades suministrada por plantas eléctricas, mientras que otras carecen incluso de infraestructura energética.

Ante esta problemática se propone la implementación de Pequeñas Centrales Hidroeléctricas Comunitarias, las cuales consisten en un grupo de instalaciones físicas y partes mecánicas a pequeña escala que, al trabajar en conjunto, aprovechan la energía existente de un caudal de agua y la diferencia de altura de un lugar para generar electricidad. La topografía y la geomorfología fluvial del Pacífico nariñense y chocoano ofrecen condiciones ideales para la aplicación de esta solución de suministro energético. La construcción de estas pequeñas centrales no solo representa una alternativa sostenible, sino también una oportunidad para proporcionar a una comunidad que ha sido marginada durante años un acceso constante y fiable un servicio básico como lo es la energía.

En la actualidad la disciplina de la dirección de proyectos es un aliado el cual ofrece herramientas y técnicas de utilidad para garantizar una gestión integral, asegurando una planificación, ejecución, monitoreo y control coherente para la implementación de proyectos tan complejos y multidisciplinarios como lo son la implementación de Pequeñas Centrales Hidroeléctricas Comunitarias.

Objetivo del Proyecto

El objetivo principal de este Trabajo Fin de Máster es desarrollar un plan de proyecto para la implementación del diseño y construcción de una pequeña central hidroeléctrica comunitaria en el

municipio de Litoral del Bajo San Juan, Chocó, Colombia, con el propósito de asegurar el acceso a energía eléctrica limpia a su población. Con la intención de lograr este objetivo principal se delinearán los siguientes objetivos secundarios que orientarán el desarrollo exitoso del proyecto:

- Aplicar los conceptos y las metodologías de Dirección de Proyectos en el ámbito de desarrollo sostenible, mediante prácticas organizadas y estructuradas para planificar, ejecutar y controlar todas las fases del proyecto.
- Realizar un diagnóstico detallado de la localidad de Litoral del Bajo San Juan, Chocó, Colombia, identificando sus necesidades energéticas, limitaciones en el suministro eléctrico, condiciones geomorfológicas fluviales y su estado del arte en el ámbito ambiental, social y económico, para priorizar la implementación de la Pequeña Central Hidroeléctrica Comunitaria.
- Desarrollar un plan de proyecto integral y detallado que actuará no solo como guía operativa, sino como un instrumento estratégico que dirigirá cada fase hacia la obtención de resultados sostenibles y significativos, con la capacidad de ser escalado a proyectos similares.

Alcance del Proyecto

El Trabajo Fin de Máster de basa en la elaboración de un plan de proyecto siguiendo la guía PMBOK desarrollada por el Project Management Institute (PMI), para el diseño y construcción de una pequeña central hidroeléctrica (P.C.H) comunitaria biofílica, alimentada por el río San Juan en el municipio de Litoral del Bajo San Juan, Chocó, Colombia, la cual garantizará el acceso a energía eléctrica limpia a cerca de 6750 habitantes con un rango de producción de 100 kW a 1,000 kW año de potencia, según las características del sitio y considerando un rango de consumo per cápita en Colombia de 1,000 a 2,500 kWh al año. La energía obtenida puede acumularse en baterías o consumirse directamente, dependiendo de la capacidad del sistema.

Este plan de proyecto incluye únicamente la planificación de implementación de la pequeña central hidroeléctrica (P.C.H), sin considerar la elaboración de estudios, diseños o construcción física de la estructura. El enfoque del plan de proyecto se centra en la aplicación de los conocimientos y habilidades adquiridas en el Máster de dirección de proyectos en un contexto real, para asegurar una gestión eficaz con ayuda de todos los principios y procesos que brinda la guía PMBOK. Para ello se definirá el alcance del proyecto, la creación del cronograma de actividades, la asignación de recursos, la gestión de los riesgos, la elaboración del presupuesto preliminar, la identificación de los interesados, la planificación de las adquisiciones y la gestión de la calidad.

Motivación del Proyecto

En un mundo donde los recursos son finitos y las desigualdades sociales persisten es responsabilidad de todos contribuir a la estabilidad y resiliencia global. Gracias al llamamiento de la organización de las naciones unidas (ONU) mediante los objetivos de desarrollo sostenible (ODS), se impulsó aún más la concientización de los encargados de elaborar políticas medioambientales y de los responsables del desarrollo de la industria y comercio a evaluar el impacto de sus actividades en el planeta.

Los proyectos de desarrollo sostenible permiten a los profesionales de distintas ramas aplicar sus conocimientos y habilidades en pro del progreso económico y social manteniendo el equilibrio con la conservación del medio ambiente, de ahí surge la idea de proyecto. El interés profesional y personal en el área de dirección de proyectos ha motivado la necesidad de aportar soluciones

escalables en un contexto práctico. La aplicabilidad de este tipo de soluciones va dirigida a regiones con un increíble potencial de desarrollo, pero que a la vez sufren con condiciones desafiantes y las desigualdades sociales que limitan su crecimiento.

Al estar atravesando la era de transición global, los proyectos que promueven el desarrollo sostenible y se alinean a políticas medioambientales, son atractivos para organismos internacionales que buscan promover este tipo de iniciativas. Esto hace posible visualizar la materialización de soluciones como la propuesta en este trabajo en lugares donde antes ni siquiera se contemplaba la posibilidad de progreso.

Estructura del Documento

La estructura general del trabajo se planificó de acuerdo a los lineamientos y conceptos adquiridos en el Máster de Dirección de Proyectos. Inicialmente, se presenta una visión general mediante la introducción de este documento, para luego adentrarse en el desglose detallado de cada una de las secciones que conforman su elaboración.

Capítulo 1 “Contexto”: En este capítulo inicial, se examina el estado actual de la zona de influencia a través de las tres líneas base: ambiental, social y económica, explorando en profundidad el trasfondo de una comunidad que ha sufrido un abandono sistemático por parte del gobierno durante años. Este análisis permite planificar la aplicación de la solución propuesta, identificando como se pueden obtener beneficios para la región.

Capítulo 2 “Dirección de Proyectos: Para orientar adecuadamente el plan de proyecto, es necesario reconocer que abarca la disciplina de la dirección de proyectos, sus elementos clave y los estándares desarrollados con el fin de guiar las buenas prácticas de gestión. Este análisis nos permitirá comprender la estructura del plan de proyecto a desarrollar.

Capítulo 3 “Caso de Negocio”: La orientación del plan de proyecto es clave para una gestión exitosa, por lo que es necesario no solo reconocer el estado actual de la problemática, sino también realizar un análisis exhaustivo del entorno de la zona de influencia del proyecto. Este análisis nos permitirá identificar las posibles amenazas y oportunidades que puedan surgir a lo largo del desarrollo del mismo.

Capítulo 4 “Plan de Proyecto”: En el capítulo final, se desarrolla un plan de proyecto alineado a la metodología de dirección de proyectos seleccionada, que será el mapa de navegación para la implementación del diseño y construcción de una Pequeña Central Hidroeléctrica comunitaria en el municipio de Litoral del Bajo San Juan, Chocó, Colombia.

Conclusiones: Finalmente, se presenta la retroalimentación y síntesis de los elementos más relevantes del Trabajo Fin de Máster de acuerdo a la investigación, análisis y planteamientos que se desarrollaron a lo largo del documento.

Capítulo 1 CONTEXTO

En este capítulo, nos centramos en establecer las bases fundamentales requeridas para entender cómo opera una Pequeña Central Hidroeléctrica (P.C.H), y en situar el proyecto en el contexto global y regional actual. Investigamos aspectos generales y específicos relacionados con la implementación de una solución como la sugerida.

1.1 Pequeñas Centrales Hidroeléctricas y su funcionamiento.

Según la Guía General para el Desarrollo de Pequeñas Centrales Hidroeléctricas de BUN-CA (2018), una pequeña central hidroeléctrica (P.C.H) está formada por diversas instalaciones y elementos mecánicos que trabajan juntos para generar energía eléctrica a partir de la fuerza del agua y la elevación del terreno. El proceso involucra el transporte del agua desde el punto de captación (presa) hasta la central, donde se encuentra el generador hidroeléctrico el cual transforma la energía mecánica de la turbina en energía eléctrica (BUN-CA. 2018).

Los sistemas de energía hidroeléctrica a pequeña escala pueden funcionar de manera independiente en áreas remotas, pero también pueden integrarse a la red interconectada nacional. Sin embargo, su capacidad para generar energía es considerablemente inferior en comparación con las grandes plantas hidroeléctricas.

1.1.1. Conceptos Básicos de Energía Hidráulica

Caudal: Hace referencia a la cantidad de agua que fluye por una sección transversal, durante un intervalo de tiempo específico. Se mide en litros por segundo (l/s).

Altura o desnivel: Es la diferencia de altura entre el punto de captación de un caudal en la parte superior de una cuenca y el lugar donde se encuentra la central. Se mide en metros (m).

Presión: Es la fuerza ejercida por el fluido en una sección transversal y es directamente proporcional a la altura del sistema hidráulico. Se mide en libras por pulgada cuadrada (PSI) o en metros de columna de agua (m.c.a.).

Pérdidas: Hace referencia a la disminución de energía potencial debido al rozamiento del agua con la tubería de conducción. En hidráulica se mide en metros de columna de agua (m.c.a.).

Eficiencia: Es la relación entre la energía utilizada y la energía útil obtenida para realizar un trabajo. Se expresa en porcentaje y con el símbolo " η ".

1.1.2. Tipos de Centrales Hidroeléctricas

Las centrales hidroeléctricas están muy relacionadas a las características particulares del lugar donde se ubican. Es fundamental tener en cuenta la topografía del terreno tanto en la etapa de planificación de las obras civiles como en la etapa selección de la maquinaria a utilizar. De acuerdo al tipo de terreno en donde se ubican las centrales hidroeléctricas se pueden clasificar en:

- **Centrales de pasada de agua fluyente o a filo de agua:** Aprovechan el flujo natural de los ríos para producir electricidad de manera sostenible. Estas centrales se construyen en el curso

del río, evitando la necesidad de construir presas o embalses, ya que desvían una parte del flujo del agua mediante la bocatoma hacia las turbinas. Esta distribución permite que el agua utilizada en la generación de energía sea devuelta al río, manteniendo el caudal y flujo natural, por lo que no afecta la flora y fauna acuáticas, como se muestra en la Figura 1.1. (REPSOL, 2023).



Figura 1.1. Central Hidroeléctrica a Filo de Agua. Fuente: Repsol. (s.f).

- **Centrales con embalse:** Almacenan agua en embalses y regulan su flujo hacia las turbinas, por lo que tienen flexibilidad para ajustar la producción de electricidad según la demanda. Por lo general esta tipificación es usada en centrales hidroeléctricas tradicionales de gran tamaño como se muestra en la Figura 1.2, pero este sistema también puede utilizarse en centrales de menor tamaño. (REPSOL, 2023).



Figura 1.2. Central Hidroeléctrica con Embalse. Fuente: Repsol. (s.f).

- **Centrales de bombeo:** Son fundamentales para el almacenamiento de energía. Durante períodos de baja demanda, bombean agua desde un embalse inferior a uno superior utilizando

electricidad, como se muestra en la Figura 1.3. Cuando la demanda es alta, el agua del embalse superior se libera a través de turbinas hidráulicas para generar electricidad (REPSOL, 2023).



Figura 1.3. Central Hidroeléctrica de Bombeo. Fuente: Repsol. (s.f).

1.1.3. Caudal Ecológico

De acuerdo con la ficha técnica proporcionada por el World Wildlife Fund, el caudal ecológico (CE) en ríos y humedales es un instrumento de gestión que posibilita un manejo integrado y sostenible de los recursos hídricos, determinando la calidad, cantidad y regulación del flujo de agua necesario para mantener los componentes, funciones, procesos y la resiliencia de los ecosistemas acuáticos que ofrecen bienes y servicios a la sociedad. El CE concilia la demanda económica, social y ambiental del agua, reconoce que los bienes y servicios de las cuencas hidrológicas dependen de procesos físicos, biológicos y sociales, y que únicamente conservando el agua que éstos necesitan, se puede garantizar su provisión futura. En la práctica, el CE busca reproducir en alguna medida el régimen hidrológico natural (RHN), conservando los patrones estacionales de caudales mínimos y máximos (temporada de sequías y lluvias, respectivamente), su régimen de crecidas y tasas de cambio de especial interés para la gestión de infraestructura hidráulica o hidroeléctrica. Estos componentes del RHN determinan la dinámica de los ecosistemas acuáticos y su relación con los ecosistemas terrestres como se observa en la Figura 1.4 (WWF. s.f.).

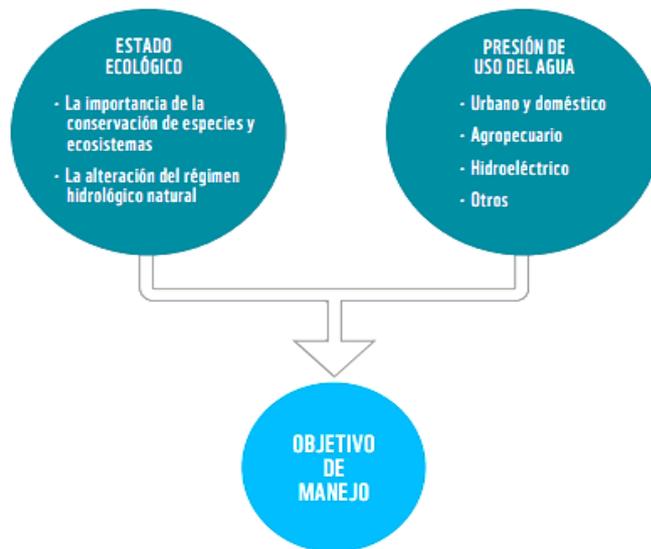


Figura 1.4. Diagrama conceptual para la asignación de un objetivo de manejo. Fuente: World Wildlife Fund. (s.f.).

1.1.4. Caudal de diseño

Según el Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía en su informe sobre pequeñas centrales hidroeléctricas, resalta que es fundamental la elección de un caudal de diseño adecuado para poder definir el equipamiento a instalar, de forma que la energía producida sea la máxima posible en función de la hidrología. Por tanto, el conocimiento del régimen de caudales del río en la zona próxima a la toma de agua es fundamental para la determinación del caudal de diseño del aprovechamiento. La medición de los caudales del río se realiza en las estaciones de aforo, donde se registran los caudales instantáneos que circulan por la sección del río donde está ubicada la estación y a partir de estos se determinan los caudales máximos, medios y mínimos diarios correspondientes a un gran número de años, con los que se elaboran series temporales agrupadas por años hidrológicos (IDAE, s.f.).

1.1.5. Obras Civiles

La construcción de la infraestructura de una (P.C.H) está compuesto por siete elementos fundamentales; la presa, la bocatoma, el desarenador, la cámara de carga, la tubería de presión, la casa de máquinas y el canal de desfogue (BUN-CA. 2018):

- **Micropresa:** En una (P.C.H), la micropresa tiene la función de retener y desviar parcialmente el caudal del río. Este tipo de presa, denominada "a filo de agua", solo utiliza una parte del caudal mientras el resto continúa su curso natural. El agua desviada se recoge en la bocatoma para ser transportada por la tubería hacia la turbina.
- **Bocatoma:** Conectada a la presa, la bocatoma dirige el agua hacia la tubería de carga o el desarenador. Aquí se controla la cantidad de agua que ingresa al sistema de presión, desviándola hacia un canal o directamente a la tubería.

- **Desarenador:** Este componente separa la arena y otros sedimentos capturados por la bocatoma. Aunque no todas las (P.C.H) cuentan con un desarenador, su inclusión es recomendable para proteger la turbina de posibles daños por partículas sólidas en el agua, prolongando su vida útil.
- **Cámara de carga:** Actúa como un depósito temporal de agua antes de que entre en la tubería de presión. Además de servir como un reservorio para cubrir picos de consumo, también puede funcionar como un filtro adicional similar al desarenador.
- **Tubería de presión:** Esta tubería transporta el agua desde el desarenador y/o la cámara de carga hasta la turbina, aumentando la presión según el desnivel del terreno recorrido.
- **Casa de máquinas:** Espacio donde se instalan la turbina, el generador y el panel de control eléctrico. Generalmente, su piso es de concreto y las paredes pueden estar hechas de diversos materiales como bloques de concreto, ladrillos rojos o madera.
- **Canal de desfogue:** Situado en la casa de máquinas, este canal redirige el agua utilizada por la turbina de vuelta al río, restaurando su curso natural.

1.1.6. Equipo Mecánico

Adicional a las obras civiles, la (P.C.H) no puede funcionar sin las instalaciones mecánicas las cuales están compuestas por dos componentes principales; la turbina y la transmisión mecánica (BUN-CA. 2018):

- **Turbina:** Este componente convierte la energía cinética del agua en energía mecánica a través de un movimiento de rotación. En Centroamérica, se utilizan varios tipos de turbinas según la relación entre la altura y el caudal del agua, como las turbinas Pelton, Michell Banki y Francis, entre otras.
- **Sistema de transmisión mecánica:** Este sistema transfiere la energía mecánica generada por la turbina al generador. La transmisión puede ser directa, mediante una conexión entre la turbina y el generador, o indirecta, utilizando poleas para la transferencia de energía

1.1.7. Instalaciones eléctricas

Otro sistema fundamental para el funcionamiento de una (P.C.H) son las instalaciones eléctricas las cuales incluyen varios componentes clave como lo son: el generador, el regulador electrónico, los transformadores y la red eléctrica (BUN-CA. 2018):

- **Generador:** Transforma la energía mecánica de la turbina en energía eléctrica. Puede ser un generador síncrono o un motor eléctrico utilizado como generador asíncrono. La capacidad del generador está determinada por la diferencia de altura y el caudal del agua.
- **Regulador electrónico:** Administra la generación de energía controlando la frecuencia y el voltaje. Maneja los excedentes de energía mediante resistencias (lastres) o ajustando el caudal de agua a la turbina a través de impulsos electrónicos que actúan sobre la válvula de aguja en la entrada de agua de la turbina.

- **Transformadores:** Estos dispositivos ajustan el voltaje para minimizar las pérdidas de energía en los cables debido a la resistencia. Los transformadores elevan el voltaje para reducir la resistencia eléctrica, son de gran utilidad cuando la distancia entre la central y los puntos de consumo eléctrico supera los 2,000 metros.
- **Red eléctrica:** Se encarga de transmitir la energía eléctrica generada desde la central hasta los puntos de consumo. Se utilizan cables conductores de baja tensión (110 a 240 voltios) o media tensión (750 a 24,700 voltios), según las necesidades del sistema.

1.2 Estado del Arte

Antes de concretar la propuesta de proyecto, es esencial identificar el estado del arte y analizar el contexto de la zona de influencia. Este análisis proporciona una base sólida para diseñar y construir una (P.C.H) eficiente y sostenible, incorporando innovaciones y evitando errores comunes. Además, permite identificar desafíos específicos y oportunidades únicas, lo que facilita una planificación más precisa y una implementación exitosa.

1.2.1. Panorama General P.C.H

Según el Informe Mundial sobre el Desarrollo de la Pequeña Central Hidroeléctrica 2022, elaborado conjuntamente por la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI) y el Centro Internacional para la Pequeña Central Hidroeléctrica (CIPCH), brindar acceso universal a la energía sigue siendo uno de los desafíos económicos, ambientales y de desarrollo más críticos a los que se enfrenta el mundo actualmente, teniendo en cuenta que en 2020 más de 700 millones de personas, (9,5 por ciento de la población mundial), principalmente en áreas rurales, aún carecían de acceso a la red eléctrica. El acceso universal a la energía sigue siendo uno de los desafíos más importantes a nivel global, especialmente en áreas rurales donde una parte significativa de la población aún no tiene acceso a la red eléctrica. Esta carencia afecta la calidad de vida, limitando el acceso a servicios esenciales como la atención médica y la educación. Las pequeñas centrales hidroeléctricas (P.C.H) se presentan como una solución viable y sostenible, proporcionando energía limpia y asequible. Además, frente a la crisis climática y la degradación ambiental, la adopción de fuentes de energía renovable se ha vuelto imprescindible. La implementación de (P.C.H) no solo contribuye a la erradicación de la pobreza y a la provisión de servicios públicos, sino que también desempeña un papel importante en la mitigación del cambio climático y la protección del medio ambiente (United Nations Industrial Development Organization, 2022).

Es fundamental destacar cómo las (P.C.H) pueden transformar comunidades rurales. Su capacidad para generar electricidad de manera sostenible no solo mejora las condiciones de vida, sino que también promueve el desarrollo económico local. Por ejemplo, la electrificación permite la creación de pequeñas industrias, mejora las condiciones de trabajo y facilita el acceso a tecnologías modernas. Estos efectos, a su vez, potencian el desarrollo educativo y sanitario, creando un círculo de crecimiento y mejora de la calidad de vida (United Nations Industrial Development Organization, 2022).

Considerando la necesidad urgente de soluciones energéticas sostenibles, es esencial que tanto los países desarrollados como en vías de desarrollo aumenten sus inversiones en energías renovables. Las (P.C.H) son una opción efectiva, especialmente en regiones con recursos hídricos abundantes. A través de políticas adecuadas y la cooperación internacional, es posible aprovechar al máximo el

potencial de estas tecnologías para enfrentar los desafíos energéticos y ambientales del siglo XXI (United Nations Industrial Development Organization, 2022).

Se estima que la capacidad mundial instalada de (P.C.H) de ≤ 10 MW suma 78.9 GW, y el potencial total conocido de (P.C.H) de ≤ 10 MW (incluidas las capacidades desarrolladas) es 221.7 GW. Sin embargo, a pesar del atractivo y de los beneficios de las soluciones de la (P.C.H), gran parte del potencial mundial de (P.C.H) sigue sin aprovecharse (64 por ciento). Esto se debe, en parte, a la falta de datos consistentes en algunos países, como India, donde las definiciones locales varían y dificultan la recopilación de información precisa (United Nations Industrial Development Organization, 2022).

En términos de crecimiento regional, África ha experimentado el mayor incremento en capacidad instalada de (P.C.H) desde 2019, con un aumento del 23%. América, Europa y Oceanía también han visto incrementos de 11%, 4% y 3% respectivamente. Europa lidera en términos absolutos con un aumento de 734 MW, seguida por América con 697 MW y África con 134 MW. Por otro lado, Asia ha visto una disminución del 1% en su capacidad instalada, principalmente debido a actualizaciones de datos y la falta de información uniforme en la región (United Nations Industrial Development Organization, 2022).

Las (P.C.H) de ≤ 10 MW constituyen con aproximadamente el 1% de la capacidad total de electricidad instalada y el 6% de la capacidad hidroeléctrica global. Asia sigue siendo la región con mayor capacidad instalada y potencial de desarrollo en este sector, representando el 64% y 63% del total mundial, respectivamente. Europa, por su parte, ha desarrollado el 52% de su potencial de (P.C.H), con Europa Occidental alcanzando un desarrollo del 83% de su capacidad conocida. Los mayores potenciales no desarrollados se encuentran en Asia Central, Oriental y Sudoriental, como se muestra en la Figura 1.5 (United Nations Industrial Development Organization, 2022).

El hecho de que gran parte del potencial de las (P.C.H) permanezca sin desarrollar hace notoria la necesidad de políticas más efectivas y una mejor coordinación internacional. Los datos fragmentados y las definiciones inconsistentes entre países complican la planificación y la inversión en este tipo de energía renovable. Aun así, los incrementos potenciales en regiones como África y Europa indican que, con el apoyo adecuado, las (P.C.H) pueden ser una gran alternativa en la diversificación de las fuentes de energía y en la reducción de la dependencia de combustibles fósiles.

En el continente americano, América del Norte y América del Sur lideran en el desarrollo de pequeñas centrales hidroeléctricas (P.C.H), con Brasil, Canadá y Estados Unidos a la cabeza en términos de capacidad instalada. Estados Unidos también domina en términos de potencial conocido de (P.C.H). En contraste, los países del Caribe presentan un potencial estimado mucho menor, sin embargo, es probable que estudios ulteriores pudiesen revelar un mayor potencial en la región, así como en otros países del continente (United Nations Industrial Development Organization, 2022).

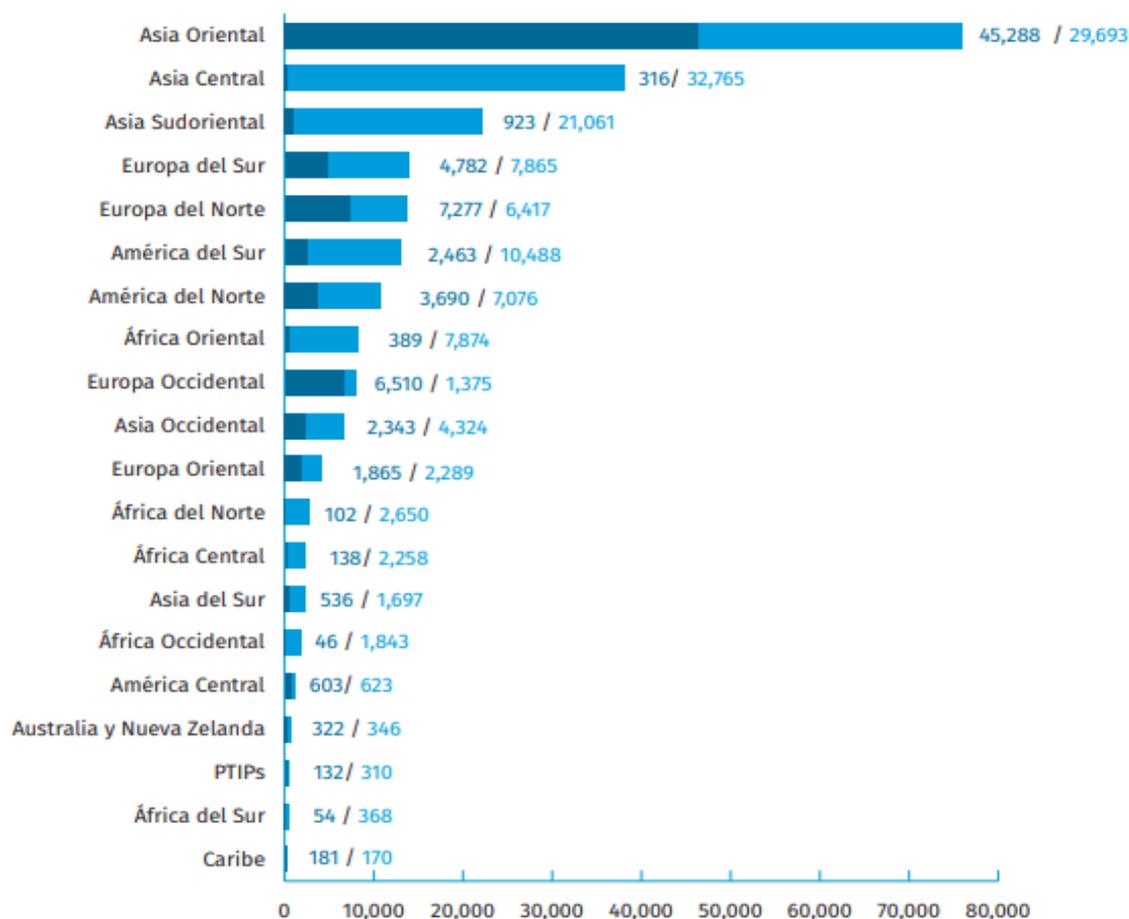


Figura 1.5. Potencial Desarrollado y Remanente de la Pequeña Central Hidroeléctrica de ≤ 10 MW por Región (MW). Fuente: Informe Mundial Sobre El Desarrollo De La Pequeña Central Hidroeléctrica (2022).

La capacidad total de (P.C.H) en América asciende a 6,936 MW, con un potencial estimado de 25,245 MW para instalaciones de hasta 10 MW. En varios países con un alto potencial, aún no se han llevado a cabo los estudios de viabilidad necesarios para determinar su capacidad exacta. México, por ejemplo, es considerado un país con un alto potencial de (P.C.H), pero todavía falta investigación detallada para confirmar estas estimaciones. En la última edición del informe, se redujo significativamente el potencial reportado del continente, principalmente por la reestimación del potencial en Colombia. Actualmente, se ha desarrollado aproximadamente el 27% de la capacidad potencial conocida de (P.C.H) en América (United Nations Industrial Development Organization, 2022).

Los progresos en la implementación de las (P.C.H) en América muestran una tendencia positiva hacia una energía más sostenible. Países como Estados Unidos, Brasil y Canadá son tomados como ejemplos a seguir por otras naciones interesadas en explotar su capacidad hidroeléctrica. Para lograr maximizar los beneficios, es importante que se realicen estudios de viabilidad en regiones con potencial no desarrollado, para lograr un aprovechamiento más completo y equitativo de los recursos hidroeléctricos.

1.2.2. Producción de electricidad a partir de fuentes renovables en Colombia

Según la Agencia Internacional de Energía, las fuentes de energía renovable, como la energía solar, eólica e hidroeléctrica, producen electricidad sin la necesidad de quemar combustibles fósiles, lo que evita la emisión de gases de efecto invernadero y otros contaminantes (Figura 1.6). Debido a la reducción de los precios de los paneles solares y las turbinas eólicas en los últimos años, estas tecnologías han pasado a ser la opción más rentable para producir electricidad en varias partes del mundo. Asimismo, los avances constantes en la eficiencia y almacenamiento de energía renovable están facilitando su incorporación en las redes eléctricas, garantizando un suministro de energía más limpio y sostenible en el futuro (IEA, 2023).

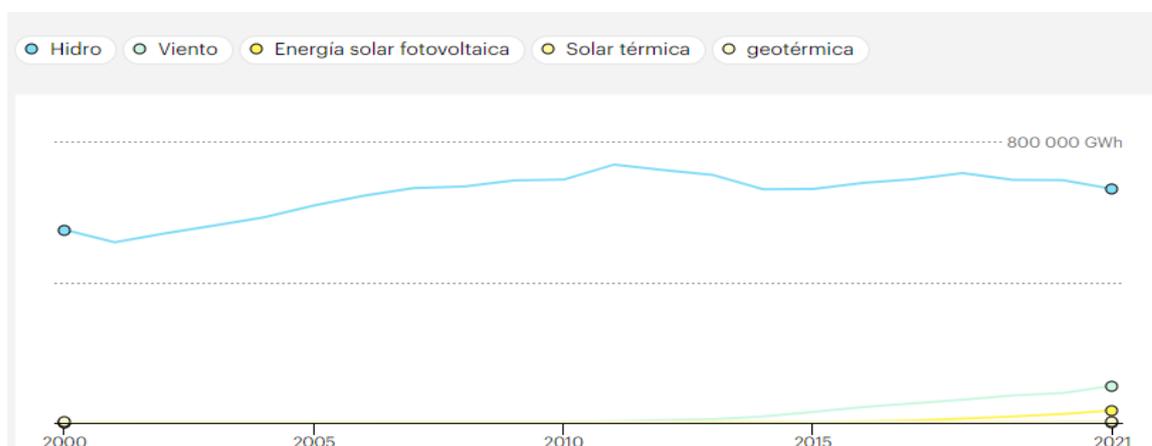


Figura 1.6. Evolución de la generación de electricidad renovable por fuente (no combustible) en Centro y Sudamérica desde 2000. Fuente: International Energy Agency- IEA (2023).

El gráfico muestra la evolución de la generación de electricidad renovable en Centro y Sudamérica desde 2000 hasta 2021, destacando la superioridad de la generación hidroeléctrica, aunque con una tendencia estable y pequeñas fluctuaciones entre 700,000 GWh y 800,000 GWh. Desde 2010, la energía eólica y la solar fotovoltaica han experimentado un crecimiento notable, especialmente a partir de 2015, convirtiéndose en fuentes de energía de rápido crecimiento. En contraste, la energía solar térmica y la geotérmica tienen una contribución mínima y no han mostrado un crecimiento significativo en los últimos años. El gráfico nos muestra una expansión gradual de las fuentes de energía renovable en la zona, a pesar de que la energía hidroeléctrica sigue siendo fundamental en la producción de electricidad renovable.

En muchos países desarrollados, la demanda energética ha experimentado una desaceleración o incluso una reducción, gracias a los programas para mejorar la eficiencia energética y al desplazamiento hacia actividades económicas menos intensivas en consumo de energía, como el sector servicios. Sin embargo, en numerosos países en desarrollo, especialmente en aquellos donde una parte importante de la población aún no tiene acceso a la electricidad, la situación es distinta. Aquí, la demanda sigue creciendo a medida que se trabaja para proporcionar acceso a una red eléctrica confiable y satisfacer las necesidades básicas de energía de sus habitantes (IEA, 2023).

Según el informe de “El Mercado de la Energía Eléctrica en Colombia”, el mercado eléctrico actual ha sido estructurado para promover la competencia y eficiencia, con una separación clara entre generación, transmisión, distribución y comercialización de energía. La regulación del sector ha estado enfocada en garantizar un suministro seguro y eficiente de electricidad, adaptándose a las demandas de los consumidores y las condiciones del mercado (ACOLGEN, 2022).

La evolución del mercado eléctrico ha impactado mucho en la competitividad del sector manufacturero colombiano. La disponibilidad y el costo de la electricidad son factores importantes para la industria, afectando tanto los costos de producción como la competitividad internacional de las empresas. Los precios de la electricidad han mostrado variabilidad, debido a factores como la disponibilidad de recursos hídricos y las condiciones climáticas, lo cual ha llevado a discusiones sobre la racionalidad de los precios y su formación en el mercado (ACOLGEN, 2022).

Desde la implementación de la reforma en 1994, el sector ha experimentado un aumento en la capacidad de producción, en particular en energía hidroeléctrica y en energías renovables no convencionales. Colombia se destaca a nivel global y en Latinoamérica por su abundante riqueza hídrica. Esta ventaja natural ha permitido que la matriz de generación de energía eléctrica del país esté basada en un 70% en recursos hídricos, lo que la convierte en una matriz limpia y renovable (Figura 1.7). A diferencia de muchas matrices energéticas mundiales que dependen en gran medida de recursos fósiles y, por ende, emiten altos niveles de CO₂, la matriz energética de Colombia es menos contaminante bajo condiciones normales (Bancolombia, 2019).

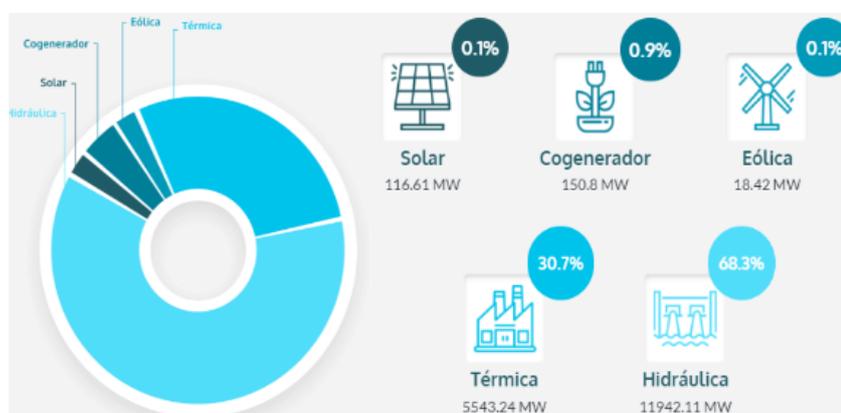


Figura 1.7. Capacidad instalada en Colombia de fuentes renovables. Fuente: Acolgen (2024).

Ante esta situación, es evidente que tanto el país como la región cuentan con experiencia en la generación de energía a través de centrales eléctricas. Existe la infraestructura necesaria, así como el conocimiento y los procedimientos adecuados para la implementación de soluciones energéticas a pequeña escala. Sin embargo, a pesar del considerable potencial de desarrollo en energía hidroeléctrica y la disponibilidad de tecnología y recursos humanos para la adopción de fuentes renovables, un informe del antiguo Instituto Colombiano de Energía Eléctrica (ICEL) detalla la existencia de 34 proyectos de centrales y micro centrales hidroeléctricas en el Chocó, catalogados como realizables o en proceso de diseño. Sorprendentemente, más del 90 por ciento de las potenciales oportunidades de implementación de (P.C.H) no han sido exploradas en la región. Lamentablemente, estos proyectos permanecen archivados en las oficinas del Ministerio de Minas y Energía, representando una oportunidad perdida para aprovechar el inmenso potencial hidroeléctrico del Chocó.

1.2.3. Panorama General P.C.H en Colombia

Según el Informe Mundial sobre el Desarrollo de las Pequeñas Hidroeléctricas (WSHPDR 2022 South América), hasta septiembre de 2020, Colombia había alcanzado una capacidad instalada de 234,64 MW en plantas hidroeléctricas con una capacidad de hasta 10 MW. Esta capacidad aumentó

a 900,79 MW para plantas de menos de 20 MW hacia diciembre de 2020. Comparando con el Informe Mundial sobre el Desarrollo de las Pequeñas Hidroeléctricas (WSHPDR) 2019, se registró un aumento de 20,64 MW en la capacidad instalada de plantas de hasta 10 MW. El incremento se debe a un acceso mejorado a datos más precisos y a nuevas adiciones de capacidad en las plantas hidroeléctricas. La capacidad potencial estimada para las plantas hidroeléctricas de hasta 10 MW es de 4.946 MW, una cifra que contrasta con los 25.000 MW estimados según el WSHPDR 2019 (United Nations Industrial Development Organization, 2023).

Según el Registro Público de Proyectos de Generación, gestionado por la UPME, hasta noviembre de 2020 se habían presentado 43 proyectos hidroeléctricos adicionales entre 1 MW y 10 MW para su aprobación. Estos proyectos, que representan una capacidad combinada de 254 MW, se distribuyen principalmente en diferentes departamentos, con Antioquia liderando la lista con 23 proyectos, seguido por Caldas, Tolima, Risaralda, Valle del Cauca, Norte de Santander y Cauca. Estos proyectos representan un porcentaje importante tanto de los nuevos proyectos de pequeña escala en el Registro como de todos los proyectos hidroeléctricos registrados (United Nations Industrial Development Organization, 2023).

En Colombia, la definición de pequeños aprovechamientos hidroenergéticos ha evolucionado a lo largo del tiempo. La Ley 697/2001 inicialmente limitaba el concepto de (P.C.H) a centrales eléctricas de menos de 10 MW, pero la Ley 1715/2014 amplió esta definición para incluir todas las centrales hidroeléctricas de pequeña escala de hasta 20 MW. Esta adición se alinea con la regulación del mercado eléctrico colombiano. Independientemente de su capacidad, todas las plantas hidroeléctricas menores a 20 MW son consideradas plantas menores y no están sujetas al despacho central ni se utilizan para el equilibrio de la red. Según el atlas de potencial hidroeléctrico de Colombia, adoptado por la UPME, las (P.C.H) pueden clasificarse en otras categorías como pico, micro, mini y pequeña energía hidroeléctrica, como se muestra en la Figura 1.8 (United Nations Industrial Development Organization, 2023).

<i>Category</i>	<i>Installed capacity</i>
Pico	0.5 kW – 5 kW
Micro	5 kW – 50 kW
Mini	50 kW – 500 kW
Small	500 kW – 20 MW

Figura 1.8. Clasificación de las Pequeñas Hidroeléctricas en Colombia. Fuente: Informe Mundial Sobre El Desarrollo De La Pequeña Central Hidroeléctrica (2022).

La clasificación y regulación de las plantas hidroeléctricas de pequeña escala, como se establece en la legislación colombiana, son importantes en la gestión y el aprovechamiento óptimo de los recursos energéticos del país. Al categorizar las centrales según su capacidad y características específicas, se garantiza una planificación e implementación adecuada de políticas energéticas. Con una clasificación precisa y un marco regulatorio robusto, Colombia está sentando las bases para un crecimiento sostenible y equitativo en el sector hidroeléctrico, fortaleciendo así su posición como líder en la transición hacia una matriz energética más limpia y diversificada.

1.2.4. Proyectos Similares: Un Enfoque Comparativo

Los estudios de caso muestran las experiencias de diferentes países resaltando las prácticas ejemplares en el desarrollo del potencial de las pequeñas centrales hidroeléctricas (P.C.H) para el uso productivo y el progreso comunitario. Los estudios evidencian que, cuando las (P.C.H) se planifican y desarrollan considerando las necesidades de las comunidades locales, sus capacidades, la infraestructura disponible y el impacto ambiental, pueden convertirse en una fuente de electricidad segura y asequible.

1.2.4.1 La primera pequeña central hidroeléctrica de Ghana como centro de desarrollo de capacidades y turismo.

Según los casos de estudio del Informe Mundial sobre el Desarrollo de las Pequeñas Hidroeléctricas (WSHPDR 2022), la Bui Power Authority (BPA) fue encargada por el Gobierno para desarrollar el primer proyecto de pequeña central hidroeléctrica (P.C.H) del país y revisar toda la documentación relacionada, incluidos estudios de evaluación del sitio, estudios topográficos detallados y planos de ingeniería del proyecto (United Nations Industrial Development Organization, 2024).

Tras un análisis integro, los expertos seleccionaron la cascada Tsatsadu, ubicada en Alavanyo Abehenease en el distrito de Hohoe, en la Región del Volta, como el sitio adecuado para un proyecto piloto, como se observa en la Figura 1.9. Un componente fundamental de este proyecto hidroeléctrico en Ghana fue la capacitación y el desarrollo de habilidades de los jóvenes locales. La central hidroeléctrica Tsatsadu, con una capacidad de 45 kW, comenzó a operar en 2020. Según la BPA, el costo total del proyecto fue de USD 400,000, de los cuales la mayor parte fue financiada por la BPA, con un aporte adicional de USD 80,000 proporcionado por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), con fondos del Gobierno de Dinamarca (United Nations Industrial Development Organization, 2024).

La planta opera bajo un esquema de flujo continuo (run-of-river), que no requiere la construcción de un embalse. Su infraestructura incluye una presa de desvío de concreto, una estructura de toma, un canal de desvío, una cámara de carga, una tubería forzada de acero, una casa de máquinas y una línea de transmisión para alimentar la red de distribución con la electricidad generada. La BPA estima que la planta puede generar energía durante siete meses al año, mientras que los otros cinco meses se reservan para trabajos de mantenimiento (United Nations Industrial Development Organization, 2024).

La central hidroeléctrica de Tsatsadu no solo suministra energía a las zonas rurales, sino que también contribuye a la creación de empleo local, la reducción de la pobreza y la generación de ingresos. Entre los beneficios más destacados se encuentran (United Nations Industrial Development Organization, 2024):

Beneficios económicos: El suministro continuo de electricidad por parte de la planta (P.C.H) facilita la mejora de las condiciones laborales y promueve el desarrollo de industrias y comercios locales. Adicionalmente, la planta se convirtió en un atractivo turístico, generando ingresos adicionales para el municipio de Hohoe y sus residentes.



Figura 1.9. Primera pequeña central hidroeléctrica en Ghana. Fuente: Informe Mundial Sobre El Desarrollo De La Pequeña Central Hidroeléctrica (2022).

Beneficios ambientales: La construcción de la planta se planificó sin la necesidad de crear embalses o reservorios, lo que minimiza su impacto ambiental. En su lugar, la planta de (P.C.H) contribuye a la preservación del ecosistema local. Anteriormente, las comunidades dependían de la madera y talaban árboles debido a la falta de fuentes de energía alternativas. La generación de electricidad renovable por parte de la planta ayuda a conservar los bosques locales y a reducir las emisiones. Además, se implementó un programa de reforestación en el sitio del proyecto para restaurar la vegetación y proteger la ribera del río contra la sedimentación, la erosión y la carga de nitrógeno y fosfato. Estos esfuerzos de conservación forestal contribuyen a la adaptación al cambio climático y a la resiliencia climática.

Beneficios sociales: La (P.C.H) de Ghana es la primera de su tipo en la región, por lo que ha captado el interés del mundo académico y turístico. Funciona como una instalación de aprendizaje práctico para estudiantes de ingeniería y jóvenes expertos en energía de todo el país y de la región de África Occidental. Además, la planta mejora las condiciones de vida y crea oportunidades de empleo para la población local, ofreciendo puestos en operaciones, seguridad y mantenimiento.

1.2.4.2 El Auge de las Pequeñas Centrales Hidroeléctricas en Colombia y su Impacto Económico y Ambiental

Es cierto que, aproximadamente el 70% de la capacidad instalada de generación de energía en Colombia, proviene de recursos hídricos. Las grandes centrales hidroeléctricas dominan este sector debido a su capacidad de generar grandes cantidades de energía. Sin embargo, el mercado de las (P.C.H) en Colombia está en crecimiento. Este tipo de soluciones de menor escala están surgiendo por diversas razones, entre las que se incluyen la diversificación de la matriz energética y la reducción de la huella de carbono. Además, se observa interés por parte de empresas privadas en este tipo de proyectos, motivado por los beneficios económicos y ambientales que ofrecen.

Un ejemplo son las (P.C.H) Sueva I y Sueva II, construidas por la empresa “Cemex”, estas centrales fueron creadas para reducir la huella de carbono de la planta de Santa Rosa, una de las instalaciones

de Cemex en Colombia. Situadas a dos horas de esta planta, en la carretera que conduce a El Guavio, las hidroeléctricas Sueva I y II aprovechan la energía de las caídas en cascada de los ríos Junín y Blanco, con alturas de 226 y 183 metros respectivamente. Las caídas de agua impulsan las turbinas las cuales generan electricidad. Gracias a la energía producida por las hidroeléctricas Sueva I y II, no solo la planta de Santa Rosa logra ser autosuficiente, sino que también se genera un excedente de 30 GWh al año, que Cemex vende en el mercado energético colombiano. Jairo Guerrero Cortés, director de Energía de Cemex, destacó que estas hidroeléctricas permiten el autoabastecimiento y la venta de excedentes, además de balancear el portafolio energético de la compañía y reducir su huella de carbono. Adicionalmente, estas plantas han generado 17 empleos permanentes, encargados de mantener la producción de energía las 24 horas del día, los 7 días de la semana (Restrepo, M. C. 2014).

Otro ejemplo destacado de la implementación de (P.C.H) es ISAGEN, una empresa privada de generación y comercialización de energía que opera 22 centrales de generación de energía en varios departamentos de Colombia, incluyendo Antioquia, Tolima, Santander, La Guajira, Meta y Caldas, donde hay dos tipos de hidroeléctricas: las que tienen embalses para almacenar agua (5) y las ubicadas a filo de agua (10), aprovechando el flujo natural de los ríos. Además, complementa su matriz energética con fuentes intermitentes pero renovables, como la energía solar (5) y eólica (2). Una de estas instalaciones es la (P.C.H) Caruquia, que comenzó su operación comercial en enero de 2010 y se encuentra en el municipio de Santa Rosa de Osos, Antioquia. Con una capacidad efectiva neta de 9.5 MW, utiliza un sistema de captación a filo de agua, lo que significa que no depende de un embalse para su funcionamiento, sino del flujo continuo del río Guadalupe (ISAGEN, 2024).

1.2.4.3 Perspectivas y Contrastantes: Desarrollo Comunitario vs. Impulso Privado en Proyectos de Energía

Los dos casos de estudio presentados muestran los beneficios que puede traer una solución como las (P.C.H), sin embargo es evidente el contraste entre los objetivos, enfoque y beneficiarios. Mientras que la (P.C.H) en Ghana, prioriza el desarrollo comunitario y turístico, las (P.C.H) en Colombia, como las desarrolladas por Cemex y ISAGEN, son proyectos impulsados principalmente por empresas privadas en busca de beneficios económicos propios.

En Ghana, el proyecto de la central hidroeléctrica Tsatsadu no solo contempla las necesidades energéticas de las zonas rurales, sino que también se enfoca en la capacitación y el desarrollo de habilidades locales, así como en el desarrollo comunitario lo que contribuye directamente al desarrollo socioeconómico de la región, generando empleo, reduciendo la pobreza y fomentando la sostenibilidad ambiental. Por otro lado, en Colombia, las (P.C.H) desarrolladas por empresas privadas como Cemex y ISAGEN tienen como objetivo principal la generación de energía para beneficio económico, sin olvidar que también tienen impactos sociales y ambientales positivos colaterales. Si bien las empresas aprovechan los recursos naturales para generar electricidad y reducir su huella de carbono, su enfoque principal sigue siendo la rentabilidad económica.

1.2.5. Proyecciones de demanda energética en Colombia

Un indicador importante para evaluar el impacto del proyecto es el consumo per cápita de energía eléctrica en Colombia, que se situó en 1,312 kWh-año en el año 2019. Este valor representa el promedio de electricidad consumida por cada habitante durante ese periodo. Al comparar este

indicador con el consumo mundial se puede destacar la eficiencia y sostenibilidad de este tipo de proyectos en relación con las prácticas energéticas actuales en el país.

La Unidad de Planeación Minero – Energética (UPME), presentó las proyecciones de demanda de energía eléctrica para el periodo 2023 – 2037. Estas proyecciones incluyen tres componentes principales: la estimación del consumo del Sistema Interconectado Nacional (SIN), el reporte de consumo de grandes cargas que planean conectarse en el futuro cercano y la estimación del consumo de vehículos eléctricos, así como las reducciones de demanda derivadas de la generación distribuida. Estos cálculos se basan en un modelo econométrico que combina pronósticos, utilizando modelos multivariados VAR y los VEC. Se parte del supuesto principal de un crecimiento potencial de la economía, proyectado en un 1,0% y 1,5% para los años 2023 y 2024, respectivamente, y en torno al 3,0% para el período 2025-2037, en línea con el Marco Fiscal de Mediano Plazo (MFMP) de 2023. Según estas proyecciones, se espera que la demanda promedio día-mes de energía eléctrica en el corto plazo (próximos 2 años) se sitúe entre 206 y 251 GWh-día, con un intervalo de confianza del 95%. En cuanto al mediano plazo, se anticipa que la demanda de energía eléctrica en 2023 sea de 80.268 GWh-año, incrementándose a 121.648 GWh-año para el año 2037, con un crecimiento promedio anual del 3,1% (UPME, 2024).

1.2.6. Generación y Prestación del Servicio De Energía en la zona de Influencia

La generación de energía en Colombia mediante grupos electrógenos diésel se ha convertido en la fuente más utilizada en las Zonas No Interconectadas (ZNI). Su modularidad y facilidad de instalación la han posicionado como la elección preferida durante décadas para abastecer el servicio de energía eléctrica en las regiones más apartadas del Sistema Interconectado Nacional (SIN).

Actualmente, una planta eléctrica opera aproximadamente ocho horas diarias y consume en promedio 36 galones de ACPM al día. Esto implica una inversión diaria de \$360,000 COP y mensual de \$10'800,000 COP para mantener en funcionamiento una sola máquina. Estos costos se ven incrementados debido a la escasa accesibilidad de estas zonas, donde las administraciones locales asumen los gastos del transporte en lancha del combustible desde las cabeceras municipales. La generación de energía con diésel resulta ser una alternativa costosa para el usuario, especialmente en localidades donde los ingresos son mínimos o incluso nulos.

De acuerdo al informe del Instituto de Planificación y Promoción de Soluciones Energéticas para las Zonas no Interconectadas (IPSE) correspondiente al mes de enero y febrero de 2024 de Localidades **Sin Sistema de Telemetría**, en el cual se realiza el seguimiento por medio de Contact Center y se indaga sobre las horas de prestación del servicio de energía eléctrica en la localidad a través de Informantes Energéticos, registró que, en febrero de 2024, el 83,19% (1296) localidades de las ZNI contaron con la prestación del servicio; 12,76% (199) no se logró recopilar información y el 4,04% informó que no obtuvieron la prestación del servicio. De este último porcentaje, que representa 63 zonas, el 36,51% manifestó que la causa de la no prestación fue por falta de combustible, seguido del daño en el grupo electrógeno con un 34,92%. De las 1.559 zonas que no cuentan con sistemas de telemetría, el 42,01% reportó un rango horario de 7 a 8 horas diarias de prestación del servicio, seguido de 1 a 6 horas diarias con el 35,60% (IPSE, 2024).

A continuación en la Tabla 1.1 se detalla el estado del suministro eléctrico para febrero de 2024 en el municipio de El Litoral del Bajo San Juan y sus respectivas localidades, como lo ha identificado el IPSE mediante la Subdirección de Contratos y Seguimientos, específicamente a través del Grupo de Seguimiento a la Prestación.

Tabla 1.1. Estado de prestación del servicio de energía en el mes de febrero 2024. Fuente: Informe localidades sin telemetría ZNI febrero (2024).

MUNICIPIO	LOCALIDAD	TIPO DE LOCALIDAD	ESTADO PRESTACION DEL SERVICIO	RANGO HORAS
EL LITORAL DEL SAN JUAN	BARRIOS UNIDOS	3	SIN INFORMACIÓN	SIN INFORMACIÓN
EL LITORAL DEL SAN JUAN	BELLA VICTORIA	4	CON SERVICIO	7-8
EL LITORAL DEL SAN JUAN	BUENAVISTA	3	SIN INFORMACIÓN	SIN INFORMACIÓN
EL LITORAL DEL SAN JUAN	CARRA	4	SIN INFORMACIÓN	SIN INFORMACIÓN
EL LITORAL DEL SAN JUAN	CHAPPIEN	3	SIN INFORMACIÓN	SIN INFORMACIÓN
EL LITORAL DEL SAN JUAN	CHAPPIEN MEDIO	3	SIN INFORMACIÓN	SIN INFORMACIÓN
EL LITORAL DEL SAN JUAN	CHARAMBIRA	3	CON SERVICIO	7-8
EL LITORAL DEL SAN JUAN	COPOMA	3	SIN INFORMACIÓN	SIN INFORMACIÓN
EL LITORAL DEL SAN JUAN	CORRIENTE PALO	3	CON SERVICIO	7-8
EL LITORAL DEL SAN JUAN	DELICIAS	3	CON SERVICIO	7-8
EL LITORAL DEL SAN JUAN	DUR-AP-DUR	4	CON SERVICIO	7-8
EL LITORAL DEL SAN JUAN	EL CHONCHO	3	SIN SERVICIO	0
EL LITORAL DEL SAN JUAN	EL COCO	3	CON SERVICIO	7-8
EL LITORAL DEL SAN JUAN	ESTEROS	3	SIN INFORMACIÓN	SIN INFORMACIÓN
EL LITORAL DEL SAN JUAN	ESTRELLA DE PANGALA	3	CON SERVICIO	7-8
EL LITORAL DEL SAN JUAN	GARCIA GOMEZ	4	CON SERVICIO	7-8
EL LITORAL DEL SAN JUAN	GUACHAL	3	CON SERVICIO	7-8
EL LITORAL DEL SAN JUAN	GUARATACO 1	3	CON SERVICIO	7-8
EL LITORAL DEL SAN JUAN	HAITI	4	CON SERVICIO	7-8
EL LITORAL DEL SAN JUAN	ISLA DEL MONO	3	CON SERVICIO	7-8
EL LITORAL DEL SAN JUAN	LAS PALMAS	4	CON SERVICIO	7-8
EL LITORAL DEL SAN JUAN	LAS PEÑITAS	3	CON SERVICIO	7-8
EL LITORAL DEL SAN JUAN	LOMA ALTA	4	CON SERVICIO	7-8
EL LITORAL DEL SAN JUAN	LOS PEREAS	3	SIN INFORMACIÓN	SIN INFORMACIÓN
EL LITORAL DEL SAN JUAN	MUNGUIDO	3	SIN INFORMACIÓN	SIN INFORMACIÓN
EL LITORAL DEL SAN JUAN	NALDE	4	CON SERVICIO	7-8
EL LITORAL DEL SAN JUAN	NUEVO JERUSALEN	2	SIN INFORMACIÓN	SIN INFORMACIÓN
EL LITORAL DEL SAN JUAN	NUEVO PITALITO	3	CON SERVICIO	7-8
EL LITORAL DEL SAN JUAN	PALESTINA	3	CON SERVICIO	7-8
EL LITORAL DEL SAN JUAN	PANGALA	3	CON SERVICIO	7-8
EL LITORAL DEL SAN JUAN	PANGALITA	3	SIN INFORMACIÓN	SIN INFORMACIÓN
EL LITORAL DEL SAN JUAN	PHOBORR SHIUU	3	SIN INFORMACIÓN	SIN INFORMACIÓN
EL LITORAL DEL SAN JUAN	PICHIMA PLAYA	3	SIN INFORMACIÓN	SIN INFORMACIÓN
EL LITORAL DEL SAN JUAN	PLAYITA	3	CON SERVICIO	7-8
EL LITORAL DEL SAN JUAN	PUERTO GUADUALITO	4	CON SERVICIO	7-8
EL LITORAL DEL SAN JUAN	PUERTO LIDER	4	SIN SERVICIO	0
EL LITORAL DEL SAN JUAN	PUERTO LIMON	4	SIN SERVICIO	0
EL LITORAL DEL SAN JUAN	PUERTO MURILLO	4	CON SERVICIO	7-8
EL LITORAL DEL SAN JUAN	QUEBRADA DE PICHIMA	3	SIN INFORMACIÓN	SIN INFORMACIÓN
EL LITORAL DEL SAN JUAN	QUEBRADA DE TOGOROMA	3	CON SERVICIO	7-8
EL LITORAL DEL SAN JUAN	QUICHARO	3	CON SERVICIO	7-8
EL LITORAL DEL SAN JUAN	SAN JOSE	4	CON SERVICIO	7-8
EL LITORAL DEL SAN JUAN	SAN JOSE DEL CHONCHO	4	CON SERVICIO	7-8
EL LITORAL DEL SAN JUAN	TAPARAL	3	CON SERVICIO	7-8
EL LITORAL DEL SAN JUAN	TAPARALITO	3	SIN INFORMACIÓN	SIN INFORMACIÓN
EL LITORAL DEL SAN JUAN	TIBERIA	3	SIN INFORMACIÓN	SIN INFORMACIÓN
EL LITORAL DEL SAN JUAN	TIO CIRILO	3	SIN INFORMACIÓN	SIN INFORMACIÓN
EL LITORAL DEL SAN JUAN	TORDO	4	CON SERVICIO	7-8
EL LITORAL DEL SAN JUAN	UNION SAN JUAN	4	CON SERVICIO	7-8
EL LITORAL DEL SAN JUAN	UNION VALSALITO	3	SIN INFORMACIÓN	SIN INFORMACIÓN
EL LITORAL DEL SAN JUAN	UNION WAIMIA	3	SIN INFORMACIÓN	SIN INFORMACIÓN
EL LITORAL DEL SAN JUAN	VENADO	3	SIN INFORMACIÓN	SIN INFORMACIÓN

Se destaca que, de los 52 registros recopilados en el municipio de El Litoral del Bajo San Juan, en 20 de ellos no se pudo obtener información sobre la prestación del servicio. Además, en las 32 localidades restantes, el suministro de energía eléctrica a través de los grupos electrógenos no superó las 8 horas diarias (IPSE, 2024).

En contraste, el informe del Instituto de Planificación y Promoción de Soluciones Energéticas para las Zonas no Interconectadas (IPSE) de enero y febrero de **Con Sistema de Telemetría** revela que solo dos localidades del municipio de El Litoral del Bajo San Juan están equipadas con telemetría. Esto posibilitó el análisis de datos clave, como Energía Activa, Reactiva, Aparente y Factor de Potencia, respecto a la prestación del servicio durante febrero de 2024. Estas localidades son Papayo (Figura 1.10) y Santa Genoveva de Docordo (Figura 1.11) (IPSE, 2024).

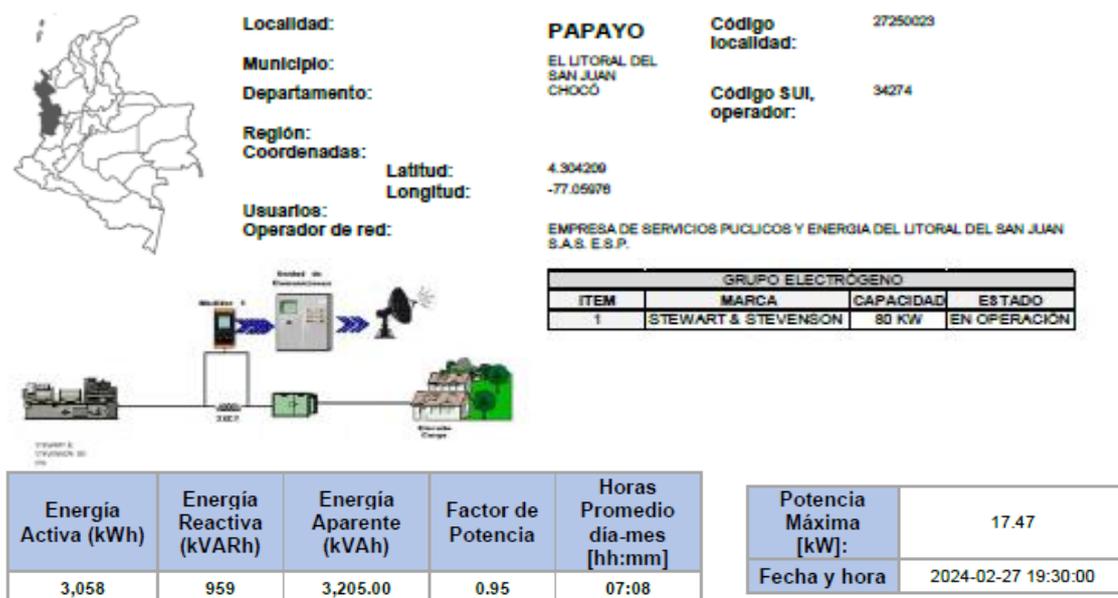


Figura 1.10. Estado de prestación del servicio de energía en el mes de febrero 2024 localidad de Papayo.
Fuente: Informe localidades Con telemetría ZNI febrero (2024).

En Papayo, el suministro eléctrico promedio diario no excede las 8 horas, mientras que en Santa Genoveva de Docordo, este alcanza aproximadamente las 19 horas al día. No obstante, en ninguna de estas dos localidades, la población tiene acceso a un suministro eléctrico ininterrumpido las 24 horas del día.

La dependencia histórica de los grupos electrógenos diésel para la generación de energía en las Zonas No Interconectadas (ZNI) ha acarreado costos significativos tanto económicos como logísticos. La escasez de combustible, los daños en los grupos electrógenos y la limitada disponibilidad de telemetría son solo algunos de los desafíos que enfrentan estas poblaciones. A pesar de los esfuerzos por mejorar la situación, como lo reflejan los datos recopilados para el municipio de El Litoral del Bajo San Juan, aún queda un largo camino por recorrer para garantizar un suministro eléctrico adecuado y sostenible en estas regiones marginadas.

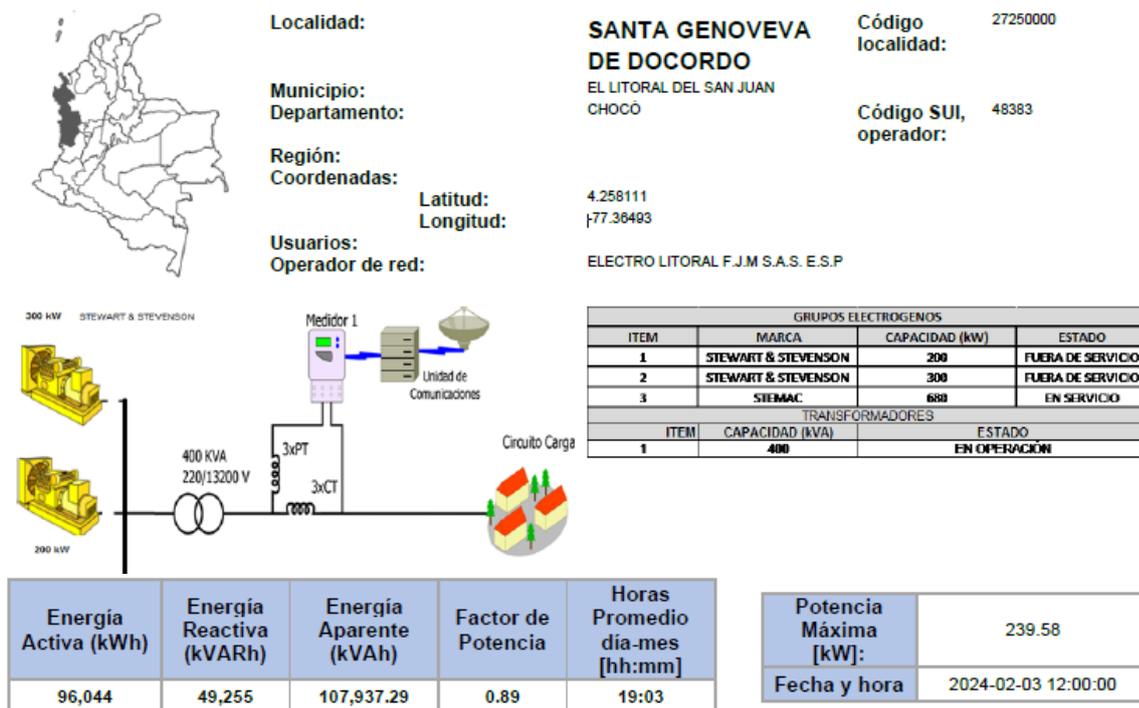


Figura 1.11. Estado de prestación del servicio de energía en el mes de febrero 2024 localidad de Santa Genoveva de Docordo. Fuente: Informe localidades Con telemetría ZNI febrero (2024).

1.2.7. Hidrología del río San Juan

Según el análisis proporcionado por Esri en su StoryMap sobre la cuenca del río San Juan, la cuenca del río San Juan se encuentra entre la cordillera Occidental, con altitudes de hasta 4,000 metros sobre el nivel del mar (msnm), y la serranía de Baudó, abarcando aproximadamente 15,000 km². La mayor parte de esta área se encuentra en el departamento del Chocó, con el 15% en el Valle del Cauca, y el resto distribuido entre Risaralda, Antioquia y Caldas. El río San Juan tiene un cauce principal de alrededor de 380 km de longitud y un caudal promedio de 3,190 m³/s que desemboca en el océano Pacífico. Su desembocadura se localiza en Bocas del San Juan, a 60 km al norte de Buenaventura, en la frontera entre Chocó y Valle del Cauca (Rubiano. J,2020).

La cuenca del San Juan se subdivide en 29 zonas, correspondientes a subcuencas o secciones del río principal como se muestra en la Figura 1.12. En total, la cuenca recibe un promedio anual de 4,900 mm de precipitación, alcanzando máximos de hasta 11,000 mm. El arrastre de sedimentos hacia el mar se estima en aproximadamente 16 millones de toneladas por año, lo que hace de esta cuenca la más caudalosa y extensa de la región del Pacífico colombiano (Rubiano. J,2020).

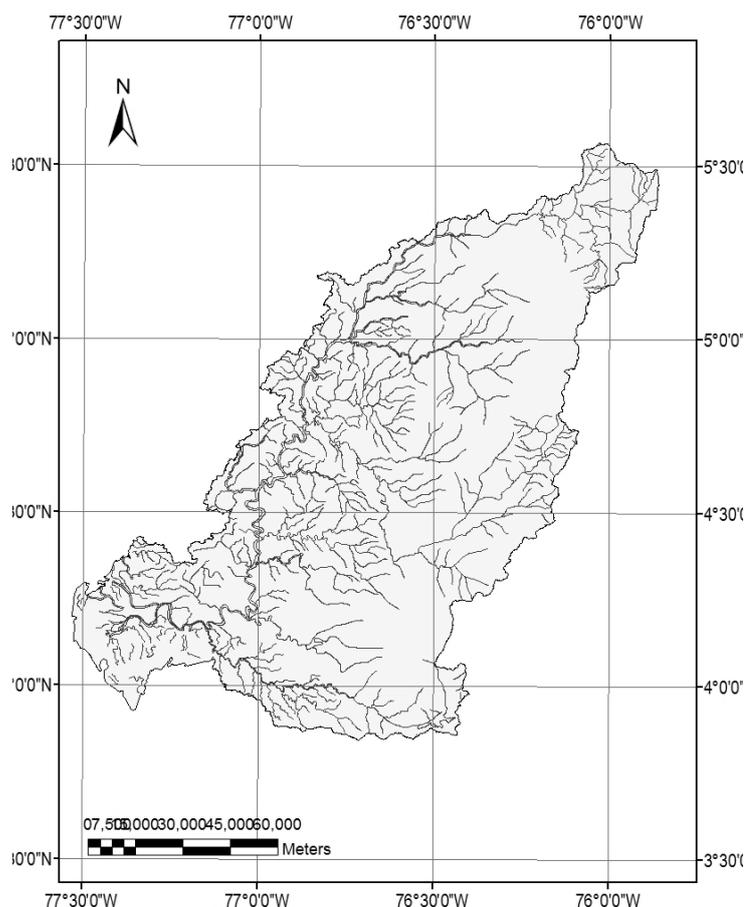


Figura 1.12. Cuenca del río San Juan. Fuente: Rubiano. J (2020).

La cuenca se divide en dos regiones principales: la planicie del Pacífico y el flanco occidental de la cordillera Occidental. La planicie aluvial varía entre los 0 y 600 msnm, mientras que la cordillera se eleva desde los 600 hasta los 4,000 msnm. El río San Juan nace en el Cerro de Caramanta, Antioquia, y desciende rápidamente hacia la planicie aluvial, recorriendo 380 km hasta su desembocadura. En su trayecto, recibe aguas de numerosos afluentes del lado occidental, incluyendo ríos como el Tadó, Condoto, Tamaná, Sipí, Garrapatas, Cucurupí, Munguidó y Calima, entre otros menores (Rubiano. J, 2020).

Las 29 subcuencas del San Juan se agrupan en cinco categorías basadas en características climáticas y topográficas. El grupo 1 incluye las subcuencas de las zonas más altas, que presentan los valores más bajos de evapotranspiración, precipitación, escorrentía y temperatura. Allí, el balance hídrico es bimodal, con picos en mayo y octubre, y mínimos en febrero y julio. Los grupos 2, 3 y 5 siguen un patrón similar, pero con valores absolutos mucho mayores. Los grupos 3 y 5 mantienen un patrón bimodal, mientras que el grupo 2 tiene un patrón unimodal con el doble de disponibilidad de agua en noviembre comparado con febrero. Finalmente, el grupo 4, ubicado en la zona de la desembocadura, presenta un patrón unimodal con los valores más altos de disponibilidad de agua en toda la cuenca (Rubiano. J, 2020).

La hidrología de la cuenca del río San Juan cuenta con características óptimas para la implementación de una Pequeña Central Hidroeléctrica (P.C.H). La abundante precipitación anual, combinada con el flujo constante y el enorme caudal del río, aseguran una fuente de agua continua y confiable. Además, la topografía de la cuenca, que va desde las altas elevaciones de la cordillera Occidental hasta la planicie aluvial, proporciona los desniveles necesarios para aprovechar la

energía potencial del agua. Las condiciones hidrológicas favorables, junto con el enfoque en la sostenibilidad y el reducido impacto ambiental de las (P.C.H), hacen que la cuenca del río San Juan sea un sitio ideal para la generación de energía hidroeléctrica a pequeña escala (Rubiano, J,2020).

1.2.8. Resguardos Indígenas y Comunidades Afrodescendientes en la Zona de Influencia

En la región del Litoral del Bajo San Juan, en el departamento de Chocó, Colombia, se encuentran diversas comunidades indígenas y afrodescendientes reconocidas oficialmente. Estas comunidades juegan un papel crucial en la identidad cultural y social de la región y están organizadas en consejos comunitarios y resguardos indígenas.

1.2.8.1 Comunidades Afrodescendientes

Consejo Comunitario General del San Juan (ACADESAN): Es la organización de las comunidades afrocolombianas residentes en el curso medio, bajo y costero del Río San Juan y sus afluentes. Comprende 72 comunidades asentadas en el territorio reconocido como título colectivo por la Resolución No 02702 del 21 diciembre de 2001. ACADESAN se dedica a la defensa de los derechos territoriales y culturales de las comunidades afrodescendientes (ACADESAN, 2024).

1.2.8.2 Comunidades Indígenas

Resguardo Indígena Wounaan: Según la Organización Nacional Indígena de Colombia (ONIC), en la zona del Bajo San Juan habita el pueblo indígena Wounaan, quienes desde hace más de cinco siglos viven a orillas del río San Juan, en los límites de los departamentos de Chocó y Valle del Cauca. Los Wounaan residen dispersos en las riberas, en diez asentamientos, incluidos Burujón, Papagayo, Cabeceras, Malaguita y Puerto Pizarío. Estos asentamientos están conectados por vías fluviales y senderos. El Censo DANE 2005 reportó 9,066 personas que se identifican como parte del pueblo Wounaan, de las cuales el 50.3% son hombres (4,563) y el 49.7% son mujeres (4,503). La mayoría de la población Wounaan (84.1%) reside en el departamento de Chocó (ONIC, 2024).

La lengua nativa de los Wounaan, llamada Woun Meu, pertenece a la familia lingüística Chocó y es un componente importante de su identidad étnica y cultural. Según el autodiagnóstico sociolingüístico del programa de protección a la diversidad etnolingüística del pueblo Wounaan, de los 8,199 Wounaan mayores de dos años, 7,518 hablan bien el Woun Meu (91.6%) y 236 lo hablan poco (2.8%), lo que totaliza 7,754 hablantes, o el 94.5% de la población. Además, 2,585 personas son bilingües equilibrados, dominando tanto el Woun Meu como el castellano (ONIC, 2024).

Las tradiciones y conocimientos de los Wounaan son transmitidos oralmente por los ancianos a las nuevas generaciones, a través de relatos, consejos y conversaciones. Las abuelas y madres también enseñan a las jóvenes en labores domésticas y en el manejo del territorio para la explotación agrícola, así como en la comprensión del territorio como un espacio ritual y simbólico. El respeto por los lugares habitados por diversos espíritus y por los sitios históricos y sagrados es fundamental en su cultura. El arte del tejido es una parte vital de la cultura Wounaan. Las técnicas de tejido de redes, transmitidas de generación en generación, permiten crear cestos tan densos que pueden contener líquidos. Otra habilidad ancestral es la construcción de canoas, consideradas las más elaboradas y perfectas entre todas las embarcaciones indígenas, con las que se movilizan por ríos, caños y el mar (ONIC, 2024).

Capítulo 2 DIRECCIÓN DE PROYECTOS

Este capítulo describe los conceptos necesarios para entender y abordar la disciplina de la dirección de proyectos, así como las metodologías y herramientas que permiten el desarrollo de un plan de proyecto eficaz para la gestión de proyectos exitosos.

2.1 Definición de Proyecto

Antes de entrar a definir que es la dirección de proyectos es esencial entender que es un proyecto y porque es importante dirigirlo o gestionarlo. En el ecosistema de los proyectos existen diferentes estándares a nivel global que buscan establecer un lenguaje común y un enfoque estructurado para la gestión de proyectos, motivo por el cual se pueden encontrar diferentes definiciones de lo que es un proyecto, como se muestra en la Figura 2.1:

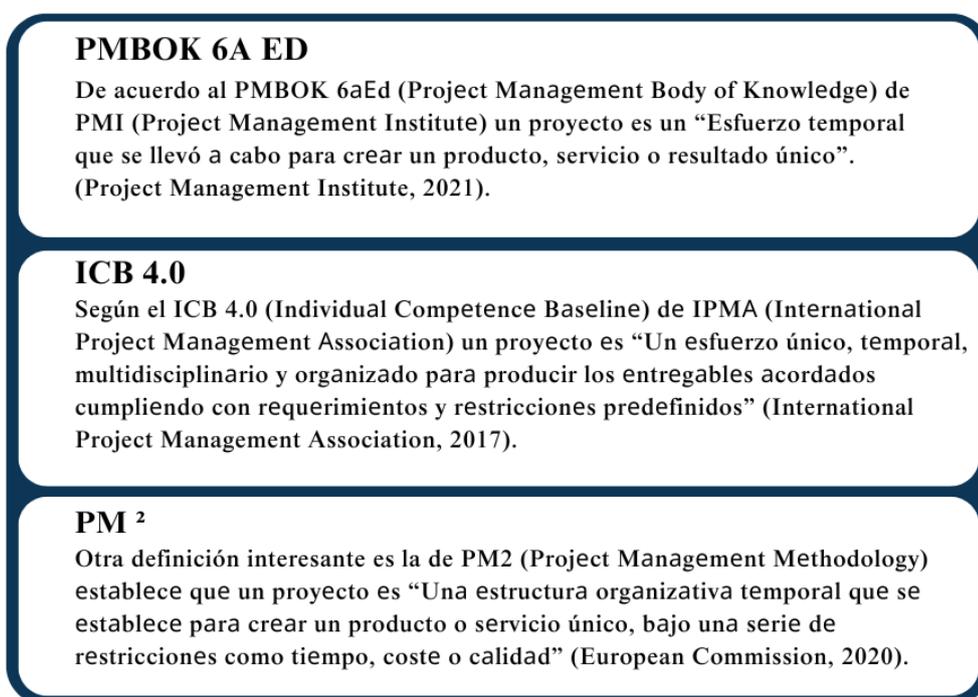


Figura 2.1. Definición de proyecto. Fuente: Elaboración propia.

En términos generales un proyecto se desarrolla con el fin de cumplir objetivos mediante entregables, para llegar a un resultado, producto, servicio único. Una de las características principales de un proyecto es que tiene un principio y un final definidos, si bien no existe una duración estándar para un proyecto, al catalogarse como temporal no implica una corta duración, ya que esta depende de su naturaleza, alcance, complejidad y recursos. Aunque los proyectos sean temporales, sus entregables pueden existir más allá del final del proyecto.

2.2 Dirección de Proyectos

Dada la complejidad y multidisciplinariedad de un proyecto, está claro que no puede desarrollarse exitosamente sin una correcta gestión. Por ello es necesario acudir a la dirección de proyectos, que es la disciplina encargada de la planificación, organización, gestión y control de recursos mediante la aplicación de conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas para alcanzar objetivos

específicos dentro de un alcance, un plazo y un presupuesto definidos en el proyecto (Project Management Institute, 2021).

Dentro de las organizaciones los proyectos impulsan el cambio y hacen posible la creación de valor por lo que es de vital importancia mantener la competitividad en el entorno actual que es tan dinámico y cambiante, y eso se logra mediante la adaptabilidad y evolución de las organizaciones en el campo de la dirección de proyectos.

2.3 Metodologías para la dirección de proyectos

Como bien se ha mencionado, a nivel global existen diferentes estándares y metodologías que se han desarrollado con el fin de facilitar una guía de trabajo y un marco de referencia para los directores y equipos de proyecto, con el fin de gestionarlos de manera exitosa. En un entorno cambiante y dinámico como el de la actualidad el campo de dirección de proyectos ha evolucionado con el paso de los años, al punto que en la actualidad existe una variedad significativa de metodologías tradicionales, ágiles, estándares y marcos de referencia para la gestión exitosa de proyectos, sin embargo a continuación se profundizara en los más conocidos y utilizados en la actualidad.

2.3.1. PMBOK

Por sus siglas en ingles el Project Management Body of Knowledge (PMBOK) es la guía desarrollada por el Project Management Institute (PMI), el cual consolida y estructura las mejores prácticas en la gestión de proyectos. Los fundamentos para la dirección de proyectos incluyen prácticas tradicionales comprobadas y ampliamente utilizadas, así como practicas innovadoras emergentes para la profesión (Project Management Institute, 2021).

El PMBOK desde su creación tiene siete ediciones las cuales se han ido actualizando y complementando con el paso de los años de acuerdo a las necesidades cambiantes del entorno empresarial. Las ediciones más utilizadas en la actualidad son la sexta 6° y la séptima 7° ya que son las que evidencian el cambio más notorio en su enfoque y estructura.

PMBOK Sexta 6° edición está estructurada mediante cinco (5) grupos de procesos y diez (10) áreas de conocimientos que permiten gestionar los proyectos con un total de cuarenta y nueve (49) procesos (Figura 2.2).

Áreas de Conocimiento	Grupos de Procesos de la Dirección de Proyectos				
	Grupo de Procesos de Inicio	Grupo de Procesos de Planificación	Grupo de Procesos de Ejecución	Grupo de Procesos de Monitoreo y Control	Grupo de Procesos de Cierre
4. Gestión de la Integración del Proyecto	4.1 Desarrollar el Acta de Constitución del Proyecto	4.2 Desarrollar el Plan para la Dirección del Proyecto	4.3 Dirigir y Gestionar el Trabajo del Proyecto 4.4 Gestionar el Conocimiento del Proyecto	4.5 Monitorear y Controlar el Trabajo del Proyecto 4.6 Realizar el Control Integrado de Cambios	4.7 Cerrar el Proyecto o Fase
5. Gestión del Alcance del Proyecto		5.1 Planificar la Gestión del Alcance 5.2 Recopilar Requisitos 5.3 Definir el Alcance 5.4 Crear la EDT/WBS		5.5 Validar el Alcance 5.6 Controlar el Alcance	
6. Gestión del Cronograma del Proyecto		6.1 Planificar la Gestión del Cronograma 6.2 Definir las Actividades 6.3 Secuenciar las Actividades 6.4 Estimar la Duración de las Actividades 6.5 Desarrollar el Cronograma		6.6 Controlar el Cronograma	
7. Gestión de los Costos del Proyecto		7.1 Planificar la Gestión de los Costos 7.2 Estimar los Costos 7.3 Determinar el Presupuesto		7.4 Controlar los Costos	
8. Gestión de la Calidad del Proyecto		8.1 Planificar la Gestión de la Calidad	8.2 Gestionar la Calidad	8.3 Controlar la Calidad	
9. Gestión de los Recursos del Proyecto		9.1 Planificar la Gestión de Recursos 9.2 Estimar los Recursos de las Actividades	9.3 Adquirir Recursos 9.4 Desarrollar el Equipo 9.5 Dirigir al Equipo	9.6 Controlar los Recursos	
10. Gestión de las Comunicaciones del Proyecto		10.1 Planificar la Gestión de las Comunicaciones	10.2 Gestionar las Comunicaciones	10.3 Monitorear las Comunicaciones	
11. Gestión de los Riesgos del Proyecto		11.1 Planificar la Gestión de los Riesgos 11.2 Identificar los Riesgos 11.3 Realizar el Análisis Cualitativo de Riesgos 11.4 Realizar el Análisis Cuantitativo de Riesgos 11.5 Planificar la Respuesta a los Riesgos	11.6 Implementar la Respuesta a los Riesgos	11.7 Monitorear los Riesgos	
12. Gestión de las Adquisiciones del Proyecto		12.1 Planificar la Gestión de las Adquisiciones	12.2 Efectuar las Adquisiciones	12.3 Controlar las Adquisiciones	
13. Gestión de los Interesados del Proyecto	13.1 Identificar a los Interesados	13.2 Planificar el Involucramiento de los Interesados	13.3 Gestionar la Participación de los Interesados	13.4 Monitorear el Involucramiento de los Interesados	

Figura 2.2. Áreas de conocimiento y grupos de procesos. Fuente: Project Management Institute (2021).

PMBOK Séptima 7ª edición por su parte reestructura toda la guía basándola en doce (12) principios fundamentales de la gestión de proyectos y en ocho (8) dominios de desempeño, en lugar de organizarse en torno a áreas de conocimiento como en ediciones anteriores (Figura 2.3).

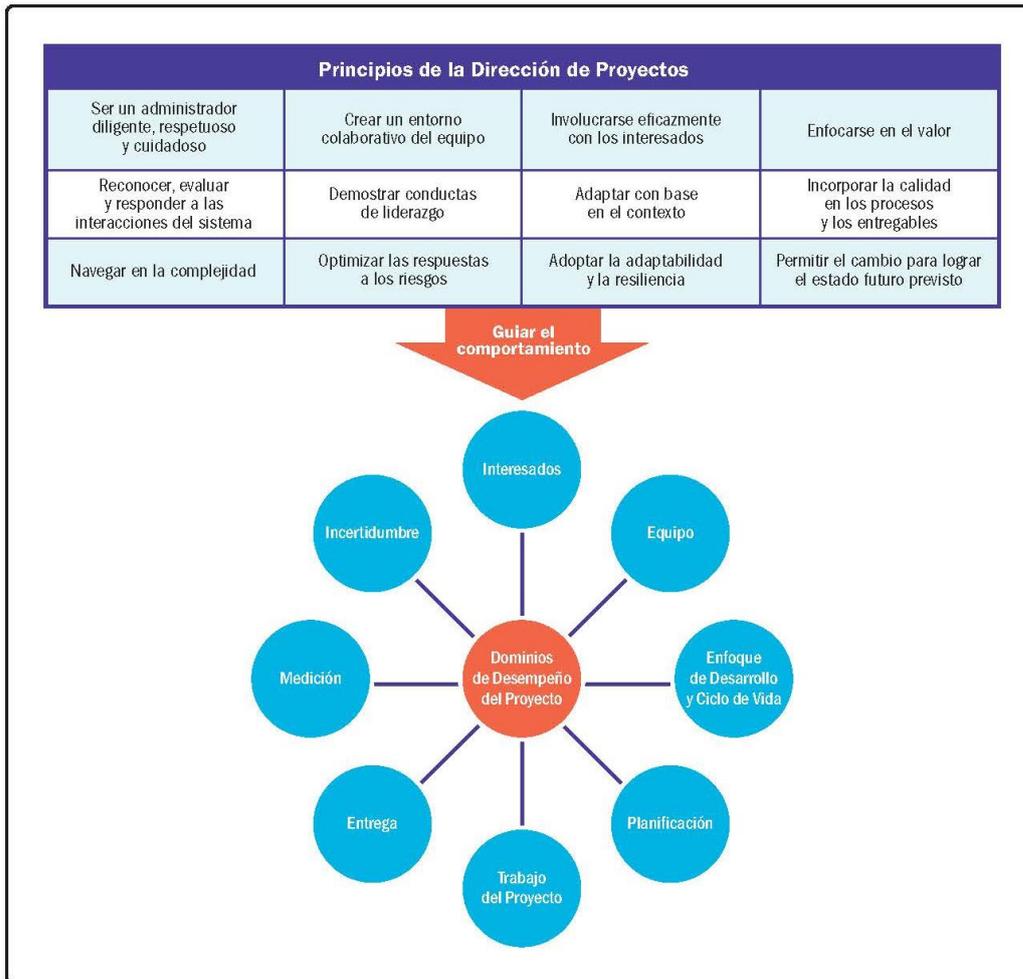


Figura 2.3. Principios y dominios de la dirección de Proyectos. Fuente: Project Management Institute (2021).

El PMBOK es uno de los estándares más utilizados y reconocidos a nivel mundial, además es aplicable a una amplia variedad de industrias debido a su estructura clara y detallada. Actualmente la certificación Project Management Professional (PMP), basada en el PMBOK, es altamente valorada en el mundo laboral y puede mejorar las oportunidades profesionales.

2.3.2. ICB

Por sus siglas en inglés el Individual Competence Baseline (ICB) es el estándar desarrollado por la International Project Management Association (IPMA) el cual describe las competencias individuales necesarias para la gestión efectiva de proyectos. Se entiende como competencia individual a la aplicación del conocimiento, las destrezas y las habilidades para lograr los resultados deseados (International Project Management Association, 2017).

Las competencias que plantea el ICB se dividen en tres áreas: Perspectiva, Personas y Práctica como se muestra en la Tabla 2.1. Las áreas proporcionan un enfoque para los aspectos de la competencia y juntos permiten crear un individuo equilibrado y completo (International Project Management Association, 2017).

Competencias de personas (5) : Involucran las competencias personales e interpersonales que se necesitan para participar o dirigir exitosamente en un proyecto.

Competencias de práctica (10) : Son los métodos, herramientas y técnicas específicos empleados en proyectos para lograr su éxito.

Competencias de perspectiva (14): Son los métodos, herramientas y técnicas que las personas emplean para relacionarse con su entorno, así como a las motivaciones que impulsan a individuos, organizaciones y sociedades a empezar y sostener proyectos.

Tabla 2.1. Áreas de competencia ICB 4.0. Fuente: International Project Management Association (2017).

Áreas de Competencia		
 Perspectiva	 Personas	 Práctica
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Estrategia ▪ Gobernanza, estructuras y procesos ▪ Cumplimiento, estándares y regulaciones ▪ Poder e interés ▪ Cultura y valores 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Autorreflexión y autogestión ▪ Integridad personal y fiabilidad ▪ Comunicación personal ▪ Relaciones y participación ▪ Liderazgo ▪ Trabajo en equipo ▪ Conflictos y crisis ▪ Ingenio ▪ Negociación ▪ Orientación a resultados 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Diseño del proyecto ▪ Requisitos, objetivos y beneficios ▪ Alcance ▪ Tiempo ▪ Organización e información ▪ Calidad ▪ Finanzas ▪ Recursos ▪ Aprovisionamiento y asociación ▪ Planificación y control ▪ Riesgo y oportunidad ▪ Partes interesadas ▪ Cambio y transformación ▪ Seleccionar y equilibrar

El estándar ICB es ampliamente utilizado en países europeos donde la IPMA tiene una fuerte influencia, es mayormente utilizado en entornos donde se valora el desarrollo de competencias individuales. Al igual que el PMBOK el ICB cuenta con un sistema de certificaciones que es organizado en cuatro niveles, cada uno correspondiente a diferentes niveles de responsabilidad y experiencia en la gestión de proyectos: IPMA Nivel A: Certified Projects director, IPMA Nivel B: Certified Senior Project Manager, IPMA Nivel C: Certified Project Manager e IPMA Nivel D: Certified Project Management Associate.

2.3.3. PM²

Debido a que la comisión europea y otras instituciones de la UE gestionan numerosos proyectos, se decidió estandarizar una metodología coherente, eficaz y eficiente para la dirección exitosa de proyectos, así es como se desarrolla el PM² la cual se basa en las mejores prácticas y estándares reconocidos internacionalmente, como el PMBOK, PRINCE2, y metodologías ágiles. Adicionalmente en esta metodología se incorporan experiencias y lecciones aprendidas de los proyectos gestionados dentro de las instituciones de la UE.

El objetivo principal es permitir que los directores de proyecto ofrezcan soluciones y ventajas a sus organizaciones mediante la gestión eficaz del trabajo a lo largo del ciclo de vida completo de un proyecto (Comisión Europea, 2021).

La filosofía del PM² se fundamenta en cuatro pilares:

- **Un modelo de gobernanza de proyectos:** Este pilar define los roles y responsabilidades que deben tener las personas involucradas en el proyecto
- **Un ciclo de vida del proyecto:** Este pilar establece que el ciclo de vida del proyecto tiene cuatro fases: inicio, planificación, ejecución y cierre, las cuales van acompañadas de un permanente seguimiento y control durante todo el proyecto. Adicionalmente cada fase tendrá sus objetivos y entregables.
- **Un conjunto de procesos:** Este pilar hace referencia a las actividades de gestión de proyectos necesarias para guiar la ejecución del proyecto con éxito.
- **Un conjunto de herramientas o artefactos del proyecto:** El último pilar proporciona las plantillas de documentos y directrices necesarios para poder llevar a cabo la producción de los entregables y documentación del proyecto.

Todo esto se une mediante el enfoque (mindset) con el objetivo de encontrar un resultado con beneficio, como se muestra en la Figura 2.4 (Comisión Europea, 2021).

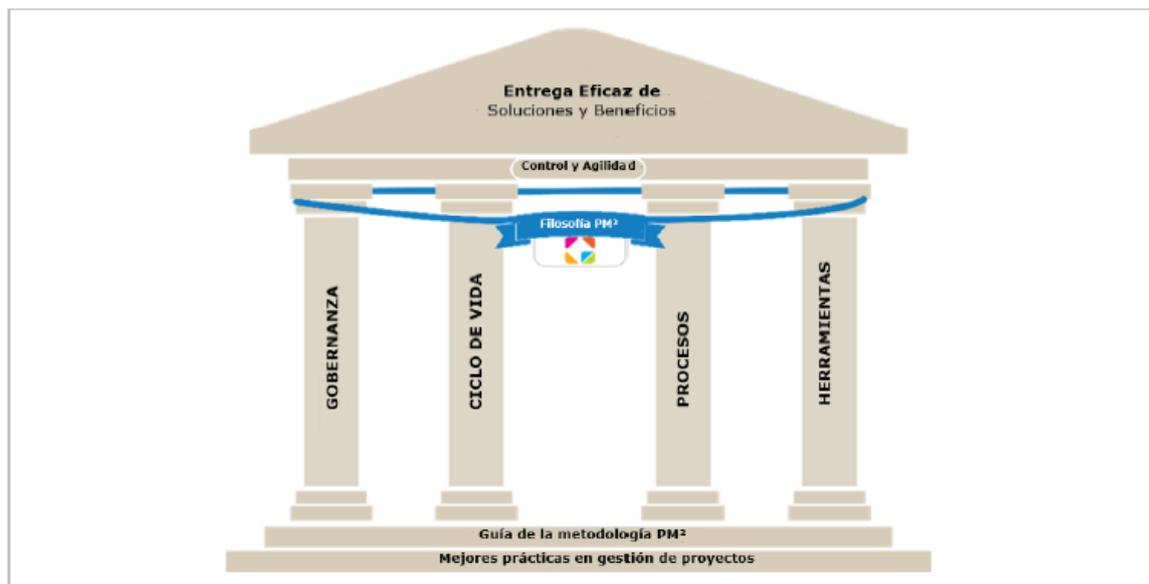


Figura 2.4. Filosofía PM². Fuente: European Commission (2020).

PM² es utilizado principalmente por las instituciones de la UE, pero también está disponible públicamente para cualquier organización o individuo interesado en incorporar la metodología ya que es sencilla, práctica y estandarizada. Al igual que los demás estándares, PM² también cuenta con un sistema de certificación clasificadas en: PM² Basic Certification (Fundamentals), PM² Essentials Certification (Foundation), PM² Advanced Certification (Practitioner) y PM² Expert Certification (Master).

2.3.4. Metodologías Ágiles

Como una alternativa a los estándares tradicionales para la gestión de proyectos nacen las metodologías ágiles las cuales están basadas en los principios del Manifiesto Ágil, que fue creado en 2001 por un grupo de desarrolladores de software. Estas metodologías permiten una mayor

flexibilidad y adaptabilidad a los cambios que se puedan presentar durante el ciclo de vida del proyecto, además resalta la importancia de la mejora continua.

La mentalidad “Agile” se fundamenta en la capacidad de comprender, adaptarse y cambiar rápidamente en un entorno de constante cambio y evolución. El manifiesto Ágil se centra en cuatro (4) valores los cuales guían la gestión de proyectos ágiles.

- Individuos e interacciones sobre procesos y herramientas.
- Software funcionando sobre documentación extensiva.
- Colaboración con el cliente sobre negociación contractual.
- Respuesta ante el cambio sobre seguir un plan.

Adicionalmente se basan en doce (12) principios fundamentales que guían a los equipos a aplicar practicas agiles de manera efectiva en la gestión de proyectos, manteniendo un enfoque de creación de valor y mejora continua:

1. Satisfacción del cliente mediante la entrega temprana y continua de valor.
2. Aceptar cambios en los requisitos, incluso tarde en el proyecto.
3. Entregar productos funcionales con frecuencia.
4. Colaboración estrecha entre el equipo de proyecto y los stakeholders.
5. Construir proyectos en torno a individuos motivados y darlas el entorno y el apoyo necesarios.
6. La comunicación cara a cara es el método más eficiente y efectivo de transmitir información.
7. El producto funcional es la principal medida de progreso.
8. Mantener un ritmo de trabajo sostenible para el equipo.
9. Buscar la excelencia técnica y el buen diseño.
10. La simplicidad es esencial.
11. Los equipos autoorganizados son más propensos a encontrar las mejores soluciones.
12. Reflexionar regularmente sobre el rendimiento del equipo y ajustar el comportamiento en consecuencia (Authors, The Agile Manifesto, 2001).

Dentro de las metodologías ágiles podemos encontrar diferentes tipos de metodologías que se han desarrollado debido a las diferentes necesidades, contextos y preferencias de los equipos de proyectos y organizaciones. En la Tabla 2.2 se puede identificar los enfoques, roles, principios y prácticas, de las metodologías más comunes.

Tabla 2.2. Metodologías ágiles más comunes. Fuente: Elaboración propia

Metodología Ágil	Enfoque	Roles	Principios Clave	Eventos/Prácticas Clave
Scrum	Gestión de proyectos en ciclos cortos e iterativos llamados "sprints".	Product Owner, Scrum Master, Equipo de Desarrollo.	Iteración, flexibilidad, colaboración.	Planificación del Sprint, Reunión Diaria (Daily Scrum), Revisión del Sprint, Retrospectiva del Sprint.
Kanban	Visualiza el trabajo en un tablero Kanban y optimiza el flujo	No roles específicos definidos.	Limitar el trabajo en progreso, gestionar el	Visualización del trabajo, Límites del trabajo en progreso (WIP), Gestión del flujo.

Metodología Ágil	Enfoque	Roles	Principios Clave	Eventos/Prácticas Clave
	de trabajo continuo.		flujo, mejora continua.	
Extreme Programming (XP)	Mejora la calidad del software y la capacidad de respuesta a las necesidades cambiantes del cliente.	Cliente, Programador, Tester, Tracker, Coach.	Calidad, simplicidad, comunicación.	Programación en parejas, pruebas continuas, revisiones frecuentes del código, integración continua.
Lean Development	Elimina el desperdicio y maximiza el valor entregado al cliente.	No roles específicos definidos.	Entrega rápida, optimización del todo, construcción de calidad.	Mapas de flujo de valor, Kaizen (mejora continua), producción justo a tiempo.
Crystal	Adapta el proceso a la naturaleza específica del proyecto y al equipo que lo ejecuta.	No roles específicos definidos.	Comunicación directa, seguridad del equipo, entrega frecuente.	Reflective Improvement Sessions (retrospectivas), entregas frecuentes.

Cada metodología tiene sus propias características y prácticas específicas que se adaptan a diferentes contextos y necesidades organizativas. Al igual que los estándares anteriores, las metodologías ágiles también tiene sistemas de certificación. En lo que respecta a Scrum y Kanban cuentan con las certificaciones: Certified ScrumMaster (CSM), Professional Scrum Master (PSM), Certified Scrum Product Owner (CSPO), Kanban Management Professional (KMP) y Team Kanban Practitioner (TKP) respectivamente. Otras metodologías no tienen certificaciones específicas exclusivas, pero pueden estar cubiertas en certificaciones ágiles generales.

2.3.5. Metodología a Implementar

De acuerdo a la estructura de cada una de las metodologías y estándares expuestos, se decide elaborar el plan de proyecto basado en la guía PMBOK, sexta 6° edición del Project Management Institute (PMI), ya que cuenta con un marco estructurado que abarca las áreas clave en la gestión de proyectos y permite navegar cada una de las fases paso a paso de manera efectiva y eficiente. Al ser un proyecto tan complejo y multidisciplinario, la guía PMBOK Sexta 6° edición, permite tener una estructura de trabajo más organizada y detallada, una visión global y un mayor control sobre el proyecto, lo que facilitará la correcta integración de las diferentes áreas y de los miembros del equipo. Cada grupo de procesos tiene sus propias actividades y entregables específicos, lo que permite una gestión más medible y controlada.

Adicionalmente el enfoque del PMBOK basado en las mejores prácticas, toma en cuenta la experiencia y las lecciones aprendidas de proyectos aplicados a contextos reales, lo cual demuestra la efectividad de la guía, no por nada en la actualidad es uno de los más reconocidos y utilizados en la industria.

El plan de proyecto define, prepara y coordina todos los componentes del trabajo y el modo en el que se ejecutará, por lo que para desarrollar un plan integral es necesario evaluar las áreas clave para la ejecución:

- Gestión del alcance
- Gestión del cronograma
- Gestión de los costos
- Gestión de los Riesgos
- Gestión de los Interesados
- Gestión de Calidad
- Gestión de Recursos
- Gestión de adquisiciones

Capítulo 3 CASO DE NEGOCIO

En este capítulo se aborda el análisis externo de la zona de influencia del proyecto. Este análisis es esencial en cualquier proceso de planificación o desarrollo de proyectos, ya que brinda una comprensión completa del contexto en el que se implementará el plan de proyecto. Esta dirección facilita una planificación efectiva, adaptada al entorno dinámico, lo que permite maximizar las oportunidades de éxito.

Para llevar a cabo el análisis externo, se emplea la herramienta de análisis PESTEL ya que se considera la más integral y alineada con la complejidad del proyecto. A partir del análisis se determina las estrategias a implementar de acuerdo a las amenazas y oportunidades que tiene la implementación del proyecto en la región. Finalmente reconocer e identificar el contexto general del proyecto permite establecer la propuesta de proyecto más adecuada para la zona de influencia (Peiró, R. 2017).

3.1 Análisis del Entorno

Además de reconocer el estado del arte de la solución propuesta en este plan de proyecto, es fundamental analizar las condiciones externas que definen específicamente la zona de influencia del proyecto. Estas características particulares son fundamentales para obtener una visión integral del proyecto y poder plantear la mejor alternativa para el problema en cuestión. Para este fin, emplearemos la herramienta del análisis PESTEL, la cual nos permite realizar un análisis externo y comprender los posibles aspectos (P) políticos, (E) económicos, (S) socioculturales, (T) tecnológicos, (E) ecológicos y/o ambientales y (L) legales que puedan proporcionar información relevante para la toma de decisiones estratégicas.

3.1.1. Factores Políticos

La desigualdad en el Chocó, al igual que en el resto de Colombia, responde en buena medida al orden colonial que dejó la expansión de Europa en las Américas. Las desiguales estructuras que se configuraron en nuestro país se siguen evidenciando hoy, sobre todo en regiones como el Chocó. Un departamento marcado por contrastes de abundancia y escasez, donde las vías de comunicación son pocas, y las necesidades básicas insatisfechas son muchas. Un departamento dejado atrás por el racismo y la pobreza, pero en el que resisten el territorio y la comunidad, luchando por sacar adelante su riqueza natural, ancestral y cultural (Colectivo Re-imaginemos, 2023).

La historia del Chocó muestra un patrón de abandono sistemático y lucha constante. Según un artículo sobre la historia del Chocó en Colombia durante la época precolombina, el territorio estaba habitado por diversas comunidades indígenas: el Pueblo guna o Tule en el golfo de Urabá y el bajo Atrato; los Wounaan o Noanamaes en el San Juan; y los Emberás, Baudoes o Citararaes del Alto Atrato y el Baudó (Turismo en Colombia, 2024).

Entre 1905 y 1912, el Chocó sufrió una significativa pérdida de territorio a manos de los departamentos de Antioquia, Valle y Caldas (antes de la creación del departamento de Risaralda). En respuesta, los líderes chocoanos se unieron para impulsar la creación del departamento del Chocó como una estrategia para detener el expansionismo de los departamentos vecinos. En 1918, líderes liberales y conservadores del Chocó solicitaron al presidente Marco Fidel Suárez la creación del departamento, y en 1919 se presentó el primer proyecto de ley en el Congreso para este fin. Sin embargo, la propuesta no fue aprobada porque el Chocó no cumplía con los requisitos de renta y población establecidos por la ley. La lucha continuó a través del Comité de Acción Chocoana, y en

1930 Diego Luis Córdoba organizó la Juventud Liberal Universitaria. Finalmente, en 1947 se creó el Departamento del Chocó, con Quibdó como su capital. Las luchas por la departamentalización del Chocó, fue un proceso que involucró a tres generaciones de chocoanos sin distinciones políticas y raciales (Mosquera, J, 2015).

A la dictadura militar de Gustavo Rojas Pinilla en Colombia (1953-1957) le siguió el retorno desde el exilio de liberales y conservadores, y en este contexto se crearon en 1964 las dos guerrillas más importantes de Colombia: las Fuerzas Revolucionarias de Colombia (FARC) y el Ejército de Liberación Nacional (ELN) (Padinger, G. 2022).

En 1989 comenzó el proyecto de separación del municipio de Istmina, al cual pertenecía la población. Mediante Ordenanza 011 de 1991 se elevó a municipio la zona comprendida entre los corregimientos Potedó y Pichimá, con el nombre de Bajo San Juan. En abril de 1992 se suspendió la vida jurídica del naciente municipio, que volvió a quedar bajo la jurisdicción de Istmina, sin embargo, en 1993, mediante Ordenanza 018 de la Asamblea Departamental del Chocó, se dejó en firme la separación de Istmina, creándose el nuevo municipio con el nombre de Litoral del Bajo San Juan. El primer alcalde fue el abogado Alejandro Arango Mosquera, designado por el gobernador Antonio Eraclito Maya Copete. El alcalde Arango Mosquera fue encargado de organizar las primeras elecciones para la alcaldía municipal, resultando elegido el señor Luis Moisés Murillo Ibárgüen como primer alcalde de elección popular, para el período 1995-1997 (Wikipedia, 2023).

El 18 de abril de 1997 se consolidó como agrupación de varios grupos paramilitares las Autodefensas Unidas de Colombia (AUC) (Figura 3.1) que fueron una organización paramilitar que se creó para combatir a las guerrillas como: FARC-EP, ELN y disidencias del EPL. (Wikipedia, 2023) Entre el 20 – 29 de marzo de 2004 por primera vez en la historia 1200 indígenas de los resguardos de Playita, Egoróquera y Unión Baquiaza, del río Opogodó y otros sectores, se ven obligados a huir de su propia tierra a causa de cruentos enfrentamientos entre las FARC y las AUC (Turismo en Colombia, 2024).



Figura 3.1. Autodefensas Unidas de Colombia (AUC) . Fuente: Jason P,Howe (2003).

En 2006 se desmovilizaron los 30.150 hombres que, según el alto comisionado para la paz Luis Carlos Restrepo, pertenecían a las AUC (Wikipedia, 2023). El 15 de octubre de 2008 se originó el grupo armado ilegal “El Clan del Golfo”, también conocido como Autodefensas Gaitanistas de Colombia (AGC), que es una organización narcotraficante que forma parte del conflicto armado interno en Colombia. Se le considera la agrupación más grande, peligrosa y mejor estructurada del

país (Colombia.com, 2024). A finales de noviembre de 2021, 57 años después de su fundación, y tras cinco del final del proceso de paz que llevó a su desmovilización, las Fuerzas Revolucionarias de Colombia (FARC) fueron retiradas de la lista de organizaciones terroristas extranjeras de Estados Unidos. En la actualidad el control de la zona de Litoral del Bajo San Juan está en manos de dos grandes grupos guerrilleros: el ELN y el AGC (Padinger, G. 2022).

En octubre de 2023, se anunciaron los resultados de las elecciones departamentales, dando lugar a que Nubia Carolina Córdoba Curi del partido político “Liberal”, asuma el cargo de gobernadora del Chocó, siendo la primera mujer en lograr esta posición por voto popular en el departamento. Paralelamente, Jhon Jairo Gutiérrez Pretel del partido político “El pacto es por el pueblo” fue elegido como alcalde del municipio de Litoral del Bajo San Juan Chocó, ambos para un mandato de cuatro años, comprendido desde el 2024 hasta el 2027.

El recuento histórico de la región del choco evidencia un notorio abandono sistemático, violencia y la lucha constante por el progreso, autonomía y desarrollo regional. Además, la presencia continua de actores armados ha dificultado desarrollo de la región. Sin embargo el panorama político actual ofrece una esperanza positiva, ya que la gobernación ha demostrado un claro interés y enfoque en impulsar el cambio y el progreso del pueblo chocono.

3.1.2. Factores Económicos

Según el Estudio Económico de la Cámara de Comercio de Chocó (CCCH 2023), el Departamento del Chocó, se ubicó en el grupo de los últimos en el Índice Departamental de Competitividad del año 2023, puesto 29 con un puntaje de 3.08 entre 32 departamentos, por encima de Amazonas, Vaupés, Guainía y Vichada, avanzando una posición respecto al año 2022; adicionalmente su cabecera municipal Quibdó, en los últimos ocho (8) años (2016 - 2023), ha ocupado proporcionalmente el primer puesto en el índice de desempleo respecto al nacional, producto de su bajo desarrollo productivo y como consecuencia de este, sus bajos niveles de competitividad. Aunado a lo anterior en los años 2020 - 2023, las consecuencias de la pandemia generada por el COVID – 19, complementado ello, con los altos niveles de inseguridad, los diferentes tipos de paro que se suscitaron, han provocado que en departamentos como el Chocó, el Stock de empresas entre los años 2016 y 2023 creciera en promedio 20,15%, como también los sectores comercio en el 16,69%, transporte y almacenamiento en el 30,19%, otras actividades de servicio en el 34,16%, servicios de comida y alojamiento en el 34,16% (Mosquera, M. P, 2024).

En cuanto a la población económicamente activa en el departamento del Chocó, en el último año 2023, correspondió al 59,40%, siendo mayormente representada por el sexo femenino con el 51,05% y el masculino únicamente el 48,95%, respecto a las mujeres como se muestra en la Tabla 3.1. Concomitante con lo anterior, Quibdó capital del Departamento del Chocó, a noviembre del año 2023, entre 23 ciudades ocupó el primer puesto en desempleo con una del 24,4% superior a la del país que fue del 9.7% (Mosquera, M. P, 2024).

Tabla 3.1. Información de la Población Económicamente Activa e Inactiva por Sexo del Departamento del Chocó. Periodo 2020 – 2023. Fuente: Cámara de Comercio del Chocó (2023).

Población	2020			2021			2022			2023		
	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres
Activa	296.237	149.900	146.337	319.081	155.961	163.120	322.896	157.869	165.027	353.533	173.045	180.488
% PEA	56,37	56,78	55,96	58,1	57,58	58,6	58,34	57,86	58,79	59,40	48,95	51,05
Inactiva	229.268	114.095	115.173	230.144	114.899	115.245	230.624	114.958	115.666	241.605	120.731	120.874
% PEI	43,43	49,76	50,24	41,9	49,92	50,08	41,66	49,85	50,15	40,60	49,97	50,03

De otro lado, teniendo en cuenta la conformación del stock de empresas, en el periodo de estudio 2016 – 2023, en un 97,63% en promedio el tejido empresarial estuvo conformado por microempresas, 2,07% por pequeñas, 0,25% por medianas y 0,05% por grandes, observando un movimiento de crecimiento en pequeñas, medianas y grandes, dada la clasificación por ingresos de que trata la ley 957 de 2019. Las empresas creadas relacionadas con las actividades productivas asociadas a las potencialidades de este Departamento, como son las de Agricultura, ganadería, caza, silvicultura y pesca, al igual que Explotación de minas y canteras, únicamente en promedio participan en los años de estudio con el 1,82% las primeras y con el 1,30% las segundas, siendo estos porcentajes de participación poco representativos de las particularidades de la región, especialmente: Agricultura, pesca y explotación de minas. En cuanto a las de mayor participación promedio respecto al total de empresas creadas, Comercio y Servicios de Comida y Alojamiento, únicamente crecieron en el 16,69% y 2,58% respectivamente, comportamiento este que puede ser atribuible a los altos niveles de extorsión imperantes, especialmente en la ciudad de Quibdó su capital. Contrario a este comportamiento actividades de menor participación porcentual promedio, presentaron mayor crecimiento en el periodo de referencia especialmente: actividades de los hogares en calidad de empleadores 100%, educación 42,11%, actividades de servicios administrativos 33,80% y otras actividades de servicio 26,87% (Mosquera, M. P, 2024).

En relación con lo anterior, en Subregión del San Juan, en donde la explotación minera ya no figura en los diez primeros sectores en los que se clasifican las empresa como ya se estableció, el Departamento del Chocó sigue siendo el segundo productor nacional de oro después del Departamento de Antioquia, siendo esta subregión la de mayor aporte, es prudente que las autoridades del orden nacional y territorial, junto con las ambientales, realicen mayor control tendiente a la legalización de la actividad, y con ello a la formalización empresarial (Figura 3.2) (Mosquera, M. P, 2024).

Otro factor importante por evaluar, para analizar el panorama económico de la región, es la corrupción, que representa un obstáculo significativo para el desarrollo económico al distorsionar la asignación de recursos, reducir la confianza y la inversión, aumentar los costos empresariales y desalentar la competencia y la innovación. Esto genera un entorno económico menos eficiente, menos competitivo y propenso al crecimiento sostenible.

El Índice de Percepción de la Corrupción (IPC) es el ranking global de corrupción más utilizado en el mundo. Mide cuán corrupto se percibe que es el sector público de cada país, según expertos y empresarios. La puntuación de cada país es una combinación de al menos tres fuentes de datos extraídas de 13 encuestas y evaluaciones de corrupción diferentes. Estas fuentes de datos son recopiladas por una variedad de instituciones acreditadas, incluidos el Banco Mundial y el Foro Económico Mundial. La puntuación de un país es el nivel percibido de corrupción en el sector público en una escala de 0 a 100, donde 0 significa muy corrupto y 100 significa muy limpio. El rango de un país es su posición en relación con los demás países del índice. Las clasificaciones pueden cambiar simplemente si cambia el número de países incluidos en el índice (Transparency International, 2021).



Figura 3.2. Minería de Oro. Fuente: Hablemos de Minería (s.f.).

Las fuentes de datos utilizadas para compilar el IPC cubren específicamente las siguientes manifestaciones de corrupción en el sector público (Transparency International, 2021):

- Soborno
- Desvío de fondos públicos
- Funcionarios que utilizan su cargo público para beneficio privado sin afrontar consecuencias
- Capacidad de los gobiernos para contener la corrupción en el sector público
- Excesiva burocracia en el sector público que puede aumentar las oportunidades de corrupción.
- Nombramientos nepotistas en la función pública
- Leyes que garantizan que los funcionarios públicos deben revelar sus finanzas y posibles conflictos de intereses.
- Protección jurídica para personas que denuncian casos de soborno y corrupción
- Captura del Estado por estrechos intereses creados
- Acceso a información sobre asuntos públicos/actividades gubernamentales.

Según Transparencia Internacional (TI), una organización no gubernamental que lucha contra la corrupción corporativa y política a nivel mundial, Colombia obtuvo un Índice de Percepción de la Corrupción (IPC) de 40 puntos en el año 2023, como se muestra en la Figura 3.3. Esto ubicó al país en el puesto 87 de los países más corruptos del mundo, entre un total de 180 naciones evaluadas (Transparency International, 2021).

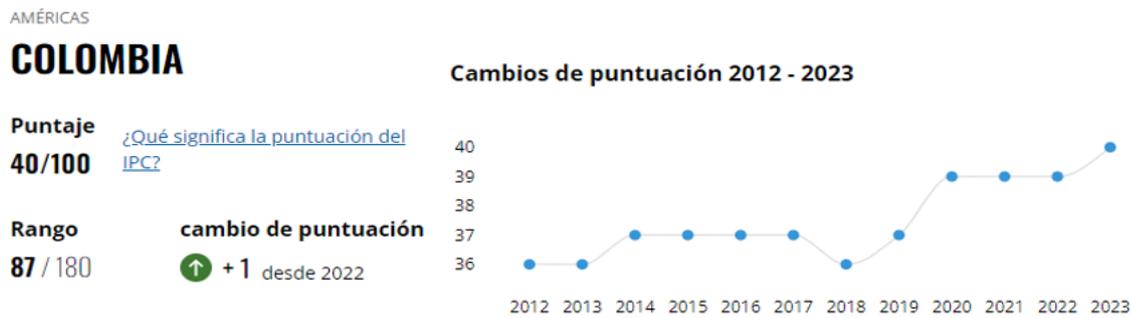


Figura 3.3. Índice de percepción de la corrupción Colombia (2023). Fuente: Transparency International (2023).

El IPC de Colombia indica una percepción de corrupción relativamente alta lo que puede tener graves consecuencias económicas, sociales y políticas. La corrupción es un factor que socava la confianza en las instituciones públicas, obstaculiza el crecimiento económico, aumenta los costos empresariales y socava el estado de derecho.

3.1.3. Factores Socioculturales

Las comunidades en la región del Chocó han experimentado un abandono sistemático por parte del gobierno nacional durante más de 80 años, resultando en una profunda crisis social. En la región, no hay salud, no hay conectividad, no hay interconexión eléctrica y viven de cerca la violencia, el conflicto armado.

Según un artículo reciente del periódico El Espectador, titulado "El Chocó, entre la desigualdad y la resiliencia", se examinan las complejas dinámicas de desigualdad y resiliencia en la región del Chocó (Colectivo Re-imaginemos, 2023). El artículo destaca que la carencia de servicios públicos y de infraestructura de transporte en el Chocó agudiza la falta de oportunidades. Por ejemplo, en Quibdó, el centro urbano principal y motor económico del departamento, la tasa de desempleo alcanza el 26,2 %, contrastando con el promedio nacional del 10,4 % (DANE, 2023). Esta escasez de oportunidades alimenta tanto actividades ilícitas como el narcotráfico, como actividades extractivas, como la minería del oro, que han generado riqueza en otras regiones a costa de la pobreza, la degradación ambiental, y los conflictos sociales en el Chocó. Resulta paradójico que, a pesar de sus 650 kilómetros de costa en el océano Pacífico, el Chocó carezca de un puerto, mientras que el departamento del Atlántico, con solo 85 kilómetros de costa, sí disponga de uno. La lucha infructuosa por la construcción de vías como Nóvita-Cartago o Ánimas-Nuquí, así como el subaprovechamiento del potencial fluvial de ríos como el Atrato, San Juan y Baudó, evidencian que, pese a su posición estratégica, el Chocó no es una prioridad en la política de transporte nacional.

De otro lado, según el Estudio Económico de la Cámara de Comercio de Chocó (CCCH 2023) acorde al Plan Departamental de Desarrollo 2020 – 2023 “Generando Confianza”, el departamento del Chocó alberga una población que ha experimentado cambios significativos en su distribución y composición. Con base en las proyecciones demográficas del DANE derivadas del censo 2018, se estima que para el año 2020 la población chochoana ascendía a 544.764 habitantes, representando el 1.08% del total nacional. De este número, el 44.6% residía en áreas urbanas, mientras que el 55.4% restante habitaba en zonas rurales. En términos de género, se observa una distribución equitativa, con un 49.34% de hombres y un 50.66% de mujeres. Para el año 2022, la población del departamento se estimó en 553.519 habitantes, lo que representa el 1,072% de la población total del país. En esta ocasión, el 56.2% de los habitantes se encontraban dispersos en centros poblados

rurales, mientras que solo el 43.8% residía en la cabecera departamental. Estas cifras contrastan con la composición poblacional a nivel nacional, donde el 76.3% se concentra en áreas urbanas y el 23.7% en zonas rurales (Mosquera, M. P, 2024).

Los indicadores donde la población chocona registra los mayores niveles de privación son trabajo informal, sin acceso a fuente de agua mejorada, inadecuada eliminación de excretas, bajo logro educativo y rezago escolar. Los habitantes del departamento que están en situación de pobreza multidimensional experimentan una proporción de privaciones del 43.7%, es decir, en promedio, los hogares que son pobres experimentan al menos 7 privaciones al tiempo, como se muestra en la Figura 3.4 (Centro Democrático, 2023).

Privación	Chocó
Analfabetismo	24.3
Bajo logro educativo	58.4
Barreras a servicios para cuidado de la primera infancia	10.8
Barreras de acceso a servicios de salud	0.2
Desempleo de larga duración	16.4
Hacinamiento crítico	7.4
Inadecuada eliminación de excretas	68.6
Inasistencia escolar	5.1
Material inadecuado de paredes exteriores	12.7
Material inadecuado de pisos	2.4
Rezago escolar	36.8
Sin acceso a fuente de agua mejorada	75.4
Sin aseguramiento en salud	2.7
Trabajo infantil	1.6
Trabajo informal	93.3

Figura 3.4. Porcentaje de hogares en 2021 que experimentan las privaciones que mide el IPM. Fuente: DANE (2021).

Según la United Nations Office for the Coordination of Humanitarian Affairs (UNOCHA 2023), la situación humanitaria en el departamento del Chocó se ha visto gravemente afectada por la presencia y la rivalidad entre dos Grupos Armados No Estatales (GANE), que compiten por el control de diversos sectores como corredores de movilidad, áreas de producción y procesamiento de drogas ilícitas, y zonas de minería ilegal. Estas tensiones han desencadenado ataques contra la población civil y la imposición de paros armados, exacerbando las emergencias humanitarias en las subregiones de San Juan, Baudó y Pacífico. Además, en las subregiones del Atrato y Darién, persisten prácticas de control social impuestas por un GANE, que afectan los procesos comunitarios. A lo largo de los años, la Defensoría del Pueblo ha emitido 35 Alertas Tempranas para 28 municipios del departamento, destacándose un aumento significativo en los desplazamientos en la subregión del San Juan, donde se disputa el control de rutas y rentas derivadas de la minería ilegal. Específicamente, los municipios de Istmina y Medio San Juan han presentado la mayor recurrencia de desplazamientos masivos (8 de 21 eventos totales) y concentran el 40% de las víctimas (1.623) en el departamento.

Las comunidades étnicas, en particular, enfrentan una serie de riesgos, incluyendo la pérdida de su gobernanza y la afectación de sus costumbres y prácticas culturales debido a la violencia. Esta situación impacta diversos aspectos de sus vidas, como su integridad personal, salud y capacidad para ejercer sus derechos. Además de los conflictos armados, estas comunidades enfrentan desafíos adicionales relacionados con la variabilidad climática, lo que genera situaciones de múltiple afectación, especialmente en municipios como Bojayá, Medio Atrato, Lloró, Bagadó, Juradó y Bajo Baudó. Las deficientes condiciones estructurales en el departamento, que limitan el acceso a bienes y servicios esenciales, contribuyen a que la población enfrente riesgos adicionales, como

emergencias sanitarias debido a la contaminación del agua, lo que afecta la salud física y mental de la población, especialmente de niños, niñas y adolescentes (Figura 3.5). En consecuencia, las necesidades humanitarias de las comunidades étnicas se ven agravadas durante las emergencias, especialmente durante los períodos de confinamiento (OCHA, 2023).



Figura 3.5. Los Niños del Choco. Fuente: Fundación Compartir. (s.f.)

3.1.4. Factores Tecnológicos

La telemetría es un sistema automatizado de comunicación, tanto alámbrico como inalámbrico, facilita la recopilación de datos en ubicaciones remotas. Este sistema se encarga de adquirir información, procesarla y enviarla al lugar donde se monitorea el sistema. Consiste en un conjunto de sensores que miden diversas magnitudes físicas o químicas, convirtiendo luego esta información en señales análogas o digitales para su transmisión y análisis. Uno de los beneficios primordiales de estos sistemas es su capacidad para obtener datos de lugares distantes, eliminando la necesidad de desplazarse físicamente al sitio para recolectar información. Además, ofrecen una monitorización constante y en tiempo real, lo que los convierte en herramientas sumamente útiles.

Según el informe publicado por el Instituto de Planificación y Promoción de Soluciones Energéticas para las Zonas No Interconectadas (IPSE), en Colombia el informe de Medición Remota de Localidades Con Sistemas de Telemetría, realizado a 143 localidades, representa el 80% de la energía generada de las Zonas No Interconectadas (ZNI). El informe de Localidades Sin Sistema de Telemetría, en el cual se realiza el seguimiento por medio de Contact Center y se indaga sobre las horas de prestación del servicio de energía eléctrica en la localidad a través de Informantes Energéticos, registró que, en febrero de 2024, el 83,19% (1296) localidades de las ZNI contaron con la prestación del servicio; 12,76% (199) no se logró recopilar información y el 4,04% informó que no obtuvieron la prestación del servicio. De este último porcentaje, que representa 63 zonas, el 36,51% manifestó que la causa de la no prestación fue por falta de combustible, seguido del daño en el grupo electrógeno con un 34,92% (IPSE, 2024).

En el Departamento del Chocó el uso de tecnologías ha experimentado un crecimiento significativo en los últimos años, aunque aún enfrenta desafíos relacionados con la infraestructura y el acceso en áreas rurales y remotas. Se han realizado esfuerzos para mejorar la conectividad a Internet y el

acceso a teléfonos móviles, lo que ha facilitado una mayor comunicación y acceso a servicios a distancia. Además, se están implementando tecnologías agrícolas innovadoras, como sistemas de riego inteligente y monitoreo satelital, para mejorar la productividad en el sector agrícola. En el ámbito educativo, se utilizan recursos digitales y plataformas en línea para mejorar el acceso a la educación, mientras que en salud se están implementando sistemas electrónicos y telemedicina para mejorar el acceso a servicios de salud. A pesar de estos avances, persisten desafíos en cuanto a acceso equitativo y costos de servicios de telecomunicaciones, lo que subraya la necesidad de seguir trabajando para garantizar que todos los habitantes del Chocó puedan beneficiarse del uso de la tecnología (Alcaldía litoral del San Juan, 2024).

Según el Plan Estratégico de Tecnologías de la Información Litoral 2024, publicado por el Litoral del Bajo San Juan Chocó (2024), es evidente la necesidad de mejoras en diversos aspectos, especialmente en la gestión del área de tecnología para dirigir el curso de los sistemas de información. Incluso en la Alcaldía Municipal, el proceso actual de manejo de peticiones, quejas, reclamos y denuncias se realiza de forma manual, lo que dificulta el seguimiento de estas solicitudes. Además, la carencia de un servidor central con aplicaciones y mecanismos de control para los documentos electrónicos representa un obstáculo significativo, ya que impide el cumplimiento de las políticas de "cero papel" establecidas por el gobierno nacional (Alcaldía litoral del San Juan, 2024).

3.1.5. Factores Ecológicos/Ambientales

Según el artículo "Transformación digital y cambio cultural: el desafío de la revolución 4.0 en la Administración Pública," publicado en Ciencia Latina, el Chocó Biogeográfico colombiano, situado al occidente del país, emerge como una región geoestratégica de notable importancia, caracterizada por su abundante biodiversidad (Figura 3.6) y la marcada presencia de comunidades mayoritariamente afrocolombianas, además de pueblos indígenas. Estas comunidades están establecidas en territorios colectivos que abarcan cerca de cinco millones de hectáreas. Reconocida a nivel mundial como un "hotspot" de biodiversidad, esta eco-región se superpone con un corredor mineralógico rico en metales preciosos y una densa cobertura forestal. Históricamente, estas características han sido el foco de intensas actividades extractivas que han tenido efectos drásticos en la perturbación y el deterioro de los ecosistemas locales. Esta continua presión sobre los recursos naturales contrasta con los indicadores de pobreza y marginalidad de la población local, los cuales se sitúan por debajo del promedio nacional en Colombia (Mosquera. H, 2024).

Este vasto territorio, que abarca cerca de 12 millones de hectáreas, cuenta con una compleja red hídrica formada por varios ríos prominentes. En el Chocó, destacan el Atrato, el San Juan y el Baudó; en Nariño, el Patía, el Mira y el Sanquianga; en el Valle del Cauca, el Dagua y el Calima; y en el Cauca, los ríos Guapi y Timbiquí. Estos ríos forman parte de la macrocuenca del Pacífico, según lo señalado por el IIAP en 2016. A lo largo de sus valles, se asientan comunidades afrocolombianas e indígenas que dependen y disfrutan de estas aguas (Mosquera. H, 2024). Esto se debe a que es una de las regiones con mayor promedio de lluvias en el mundo. La cuenca del río San Juan tiene un área aproximada de 15.000 kilómetros cuadrados y está enmarcada por la cordillera Occidental y las colinas del litoral Pacífico, lo que distingue a este río como el más caudaloso que desemboca en el océano Pacífico (Martínez, A. G, 2010).

De acuerdo a Rudas y Rangel (2020) el Chocó Biogeográfico reviste de un potencial rico en recursos naturales, en diversidad biológica, y posee condiciones bioculturales y bioclimáticas que la hacen una zona eco-estratégica de relevancia para Colombia y el mundo, que contribuye en la regulación de la variabilidad climática nacional y global (Bonilla et al., 2015); por

albergar una gran representación de especies vegetales vasculares “endémicas” bajo amenaza, es reconocida como uno de los 35 hot spot de biodiversidad del planeta (Semana, 2017). De conformidad con los análisis de Rudas y Rangel, la eco-región integra en su totalidad al litoral Pacífico colombiano desde los límites entre Panamá al norte y Ecuador al sur, y desde las estribaciones de la cordillera occidental en su flanco occidental hasta las costas del océano Pacífico (Walschburger et al., 2008). Al 2019 contenía el 8,8% de los bosques de Colombia, de los cuales se deforestaron 14.120 ha por extracción maderera, minería, expansión agrícola, incendios forestales y el establecimiento de cultivos de uso ilícito, entre otras acciones antrópicas (Garcés, 2016; Güisa et al., 2021) (Mosquera. H, 2024).

Según el artículo "Problemas ambientales causados por la minería en el Chocó," publicado en El Campesino, la minería en el departamento del Chocó está generando graves problemas ambientales y de salud. La contaminación de las fuentes hídricas, causada por el uso indiscriminado de sustancias como el mercurio en la extracción de oro y plata en los ríos de la región, podría provocar enfermedades graves entre los habitantes locales. Según datos proporcionados por Cuesta, más de 600 mineros artesanales practican esta actividad de forma ilegal, ya que carecen de los permisos ambientales necesarios para llevar a cabo la extracción de minerales (El campesino, 2017).

La deforestación en la región es principalmente resultado de la expansión de la frontera agropecuaria, impulsada por prácticas no sostenibles de ganadería extensiva y agricultura en áreas no aptas. Además, la tala ilegal de árboles para el comercio de maderas finas a gran escala contribuye significativamente a este problema. Se ha observado un aumento reciente en los cultivos de uso ilícito, lo que también afecta la cobertura forestal. Aunque el desarrollo vial en la zona aún es limitado, facilita el acceso de los agentes de deforestación y promueve la creación de nuevas áreas de intervención (El campesino, 2017).



Figura 3.6. Parque Nacional Natural Utria. Fuente: Aventure Colombia (s.f.).

3.1.6. Factores Legales y normativa

Según el Informe Mundial sobre el Desarrollo de las Pequeñas Hidroeléctricas (WSHPDR 2022 South América), la promoción de las energías renovables tuvo sus primeros fundamentos en la Ley 697/2001 y se ha ampliado recientemente a través de la Ley 1715/2014. Esta última reconoce a las energías renovables no convencionales como una prioridad de 'utilidad pública e interés social', en virtud de su relevancia para la seguridad energética, la competitividad y la sostenibilidad ambiental.

Esto implica un tratamiento preferencial en aspectos legales como urbanismo, medio ambiente, administración y adquisiciones (United Nations Industrial Development Organization, 2023).

Las disposiciones clave de la Ley 1715/2014 incluyen incentivos fiscales para proyectos de energías renovables no convencionales, el fomento de iniciativas de pequeña escala como la autogeneración y la generación distribuida, así como la reducción de la dependencia de la generación diésel en áreas no interconectadas. Sin embargo, gran parte del marco legal y regulatorio derivado de esta ley se ha enfocado en proyectos solares y eólicos, con la introducción de incentivos adicionales para componentes específicos de estas tecnologías (United Nations Industrial Development Organization, 2023).

Además, las Pequeñas Centrales Hidroeléctricas (P.C.H), clasificadas como energías renovables no convencionales, podrían acceder a financiamiento a través de mecanismos diseñados para este tipo de tecnologías. Se observa un creciente interés del sector financiero en las energías renovables, lo que podría dar lugar a la creación de nuevos instrumentos financieros en el futuro cercano. Asimismo, el Gobierno dispone del Fondo de Energías No Convencionales y Eficiencia Energética (FENOGE) para invertir en proyectos de energías renovables, incluidas las (P.C.H) (United Nations Industrial Development Organization, 2023).

En línea con sus compromisos internacionales, Colombia se ha comprometido a aumentar significativamente su capacidad instalada de energías renovables no convencionales, estableciendo un objetivo de 1.500 MW para 2022 mediante la creación de un estándar de cartera de energías renovables y la organización de subastas energéticas. Esto forma parte de los esfuerzos del país para cumplir con sus compromisos en el marco del Acuerdo de París, incluida la reducción del 51 por ciento de las emisiones de gases de efecto invernadero para 2030, según su Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC) (United Nations Industrial Development Organization, 2023).

Además de las consideraciones globales sobre el desarrollo de las pequeñas centrales hidroeléctricas (PCH) mencionadas, también es importante considerar las normativas nacionales que pueden influir en estos proyectos y que se relacionan con la preservación del ecosistema. Algunas de estas regulaciones incluyen:

- Ley 1715 de 2014: Esta ley establece el régimen de licencias ambientales en Colombia y define los procedimientos para la evaluación, seguimiento y control ambiental de proyectos, incluidos aquellos relacionados con la generación de energía hidroeléctrica.
- Decreto 1076 de 2015: Este decreto regula el sector de aguas en Colombia y establece los criterios para la concesión de derechos de uso de aguas para la generación de energía hidroeléctrica, así como los requisitos para la obtención de permisos de vertimiento y ocupación de cauces.
- Ley 99 de 1993: Esta ley establece las disposiciones para proteger el medio ambiente en Colombia y define los mecanismos para conservar los recursos naturales, clave en la evaluación de impacto ambiental de proyectos hidroeléctricos.
- Ley 685 de 2001 (Código de Minas): Esta ley regula la exploración y explotación de recursos naturales en Colombia, incluidos los recursos hídricos para la generación de energía hidroeléctrica, y establece los requisitos para la obtención de concesiones mineras.

- Normativa local: Además de las leyes nacionales, es importante considerar la normativa específica del Municipio de San Juan, Chocó, que puede incluir ordenanzas municipales, planes de ordenamiento territorial y regulaciones adicionales relacionadas con la construcción de infraestructura energética.

Es fundamental realizar un análisis exhaustivo de la normativa aplicable y obtener todos los permisos y autorizaciones necesarios para la ejecución de cualquier proyecto. Todas las acciones deben cumplir con la Constitución Política de Colombia, así como con las leyes y regulaciones ambientales vigentes a nivel nacional y local garantizando el cumplimiento de los requisitos legales.

3.1.7. Síntesis

Después de la investigación de todos los factores externos que inciden en la zona de influencia del proyecto, se han identificado y evaluado conforme a su impacto en el mismo, haciendo uso del análisis PESTEL (Político, Económico, Sociocultural, Tecnológico, Ecológico y Legal). Esta evaluación categoriza los factores en distintas escalas, que abarcan desde Muy Negativo (MN), Negativo (N), Indiferente (I), Positivo (P) y Muy Positivo (MP), con el propósito de analizar el posicionamiento estratégico del proyecto en cuestión como se muestra en la Tabla 3.2.

Tabla 3.2. Síntesis análisis PESTEL. Fuente: Elaboración Propia.

Factor		MN	N	I	P	MP
Político	1		X			
	2		X			
	3		X			
	4	X				
	5				X	
Económico	6	X				
	7			X		
	8			X		

		Factor	MN	N	I	P	MP
Económico	9	El desempleo, especialmente en la capital Quibdó, es significativo y supera la media nacional.	X				
	10	A pesar del bajo desarrollo empresarial, el Chocó sigue siendo un importante productor de oro a nivel nacional, por lo que se debe controlar y regularizar la actividad minera para promover la formalización empresarial.		X			
	11	Colombia presenta una percepción de corrupción relativamente alta, según el Índice de Percepción de la Corrupción lo que representa un obstáculo importante para el desarrollo económico, social y político del país.	X				
Social	12	El abandono gubernamental y crisis social en el Chocó que resulta en falta de servicios públicos, medios de transporte y la presencia de violencia y conflicto armado.	X				
	13	La desigualdad y falta de oportunidades en la región que se refleja en altas tasas de desempleo del 26,2%, muy por encima del promedio nacional del 10,4%.	X				
	14	La población chocoana experimenta múltiples privaciones, con un 43,7% de los hogares en situación de pobreza multidimensional con indicadores preocupantes en áreas como trabajo informal, acceso a agua potable, educación y rezago escolar.	X				
	15	Impacto en comunidades afrodescendientes e indígenas que enfrentan riesgos adicionales, incluida la pérdida de gobernanza y la violencia que afecta sus prácticas culturales y comunitarias.	X				
	16	El desplazamiento forzado de comunidades indígenas, afrodescendientes y campesinas debido al conflicto armado.	X				

		Factor	MN	N	I	P	MP
Tecnológico	17	Falta de sistemas de telemetría en zonas rurales lo que dificulta el monitoreo de la prestación del servicio de energía eléctrica en localidades remotas.		X			
	18	A pesar de los desafíos en infraestructura y acceso en áreas rurales, se ha observado un avance en el desarrollo de tecnologías en el Chocó.				X	
	19	Desafíos en el manejo de sistemas de información y la digitalización de procesos administrativos en la gestión municipal.		X			
Ambiental	20	La compleja red hídrica de la región, destacando los ríos Atrato, San Juan y Baudó, y su significado para las comunidades locales.				X	
	21	El potencial en recursos naturales y biodiversidad del Chocó, así como su contribución a la regulación climática a nivel nacional y global.					X
	22	Los problemas ambientales y de salud causados por la minería en el departamento, incluida la contaminación de fuentes hídricas con mercurio debido a las extracciones de oro ilegales.	X				
	23	La deforestación, principalmente debido a la expansión de la frontera agropecuaria, la tala ilegal y el aumento de los cultivos de uso ilícito, con impactos significativos en la cobertura boscosa.	X				
Legal	24	Enfoque en energías renovables no convencionales, como la solar y la eólica, con incentivos fiscales y promoción de proyectos de pequeña escala.					X
	25	Compromisos del Gobierno Nacional para aumentar la capacidad de energías renovables no convencionales, incluyendo la creación de estándares de cartera y la realización de subastas.					X
	26	Normativas nacionales relacionadas con la preservación del ecosistema, como la Ley de Licencias Ambientales, el Decreto de Regulación del Sector de Aguas, la Ley de Protección Ambiental y el Código de Minas.				X	

3.2 Estrategia a Implementar

El análisis del entorno permite definir una base sólida sobre la cual planificar un proyecto, estas características particulares son fundamentales para obtener una visión integral, identificando sus puntos fuertes y débiles con el fin de implementar la estrategia más adecuada para su ejecución.

Para asegurar el éxito del proyecto se debe plantear una estrategia integral que permita hacerle frente a cualquier factor externo que pueda presentarse dentro del proyecto. La implementación de una (P.C.H) en la zona de Litoral del Bajo San Juan es un proyecto sumamente complejo debido principalmente a las condiciones socioeconómicas de la región, el componente social en este caso tiene un gran impacto en el éxito del proyecto, ya que fue pensado y dirigido para el beneficio de la comunidad.

La estrategia de desarrollo integral y sostenible se fundamenta en tres pilares esenciales que guiarán rigurosamente todas las decisiones y especificaciones del proyecto:

1. **Sostenibilidad Ambiental:** La generación de energía limpia es el objetivo principal de la (P.C.H), por lo que durante su diseño y construcción es de vital importancia preservar el ecosistema y eliminar cualquier posible impacto ambiental. Todas las decisiones que se tomen durante la ejecución del proyecto deben ir alineadas al pilar de la sostenibilidad.
2. **Progreso social y participación comunitaria:** El componente de más impacto el proyecto en definitiva es el social. La estrategia durante el proyecto debe estar alineada al objetivo de generar un impacto positivo en la población local, mediante la creación de empleo y transferencia de conocimiento, garantizando que la comunidad se beneficie directamente del proyecto.
3. **Desarrollo económico y tecnológico:** Para este pilar es fundamental hacer alianzas estratégicas con entidades gubernamentales y locales no solamente para buscar fuentes de financiamiento, si no para resolver desafíos logísticos, de acceso y de seguridad en la zona. Además el objetivo de las entidades públicas está alineado con el proyecto, ya que busca aportar al crecimiento económico y tecnológico de la región.

3.3 Propuesta de Proyecto

El proyecto se centra en el diseño y construcción de una pequeña central hidroeléctrica comunitaria biofílica, alimentada por el río San Juan en el municipio de Litoral del Bajo San Juan, Chocó, Colombia. Esta iniciativa tiene como objetivo garantizar el acceso a energía eléctrica limpia a aproximadamente 6,750 habitantes, con un rango de producción de 100 kW a 1,000 kW de potencia anual, ajustándose a las características específicas del sitio. Este rango de producción está diseñado para satisfacer el consumo per cápita en Colombia, que varía entre 1,000 y 2,500 kWh anuales. La energía generada por la pequeña central puede ser almacenada en baterías o consumida directamente, según la capacidad del sistema. Además, el diseño biofílico integrará principios de sostenibilidad y respeto por el entorno natural, minimizando el impacto ambiental y promoviendo la conservación del ecosistema local. La solución propuesta mejorará la calidad de vida de la comunidad local ya que dará acceso a una fuente energética limpia y sostenible y contribuirá al desarrollo económico y social de la región. La Figura 3.7 muestra un esquema básico de la infraestructura física de la (P.C.H) con sus elementos fundamentales.

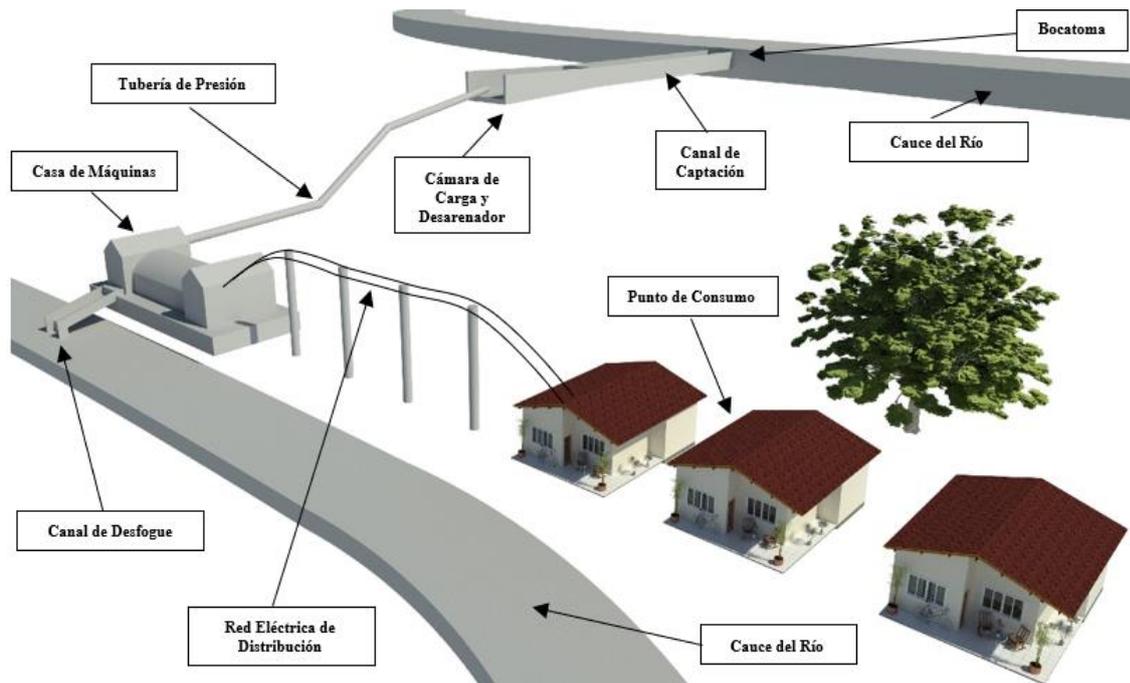


Figura 3.7. Render de la (P.C.H). Fuente: Elaboración propia.

Al ser un proyecto de desarrollo sostenible es fundamental analizar el “triple bottom line” el cual hace referencia al impacto que tiene el proyecto en tres factores específicos (Ambiental, Social y Económico), además se alinea a la estrategia de desarrollo integral y sostenible establecida para el proyecto:

- **Línea Ambiental:** Las (P.C.H) son una excelente alternativa para generar energía limpia, renovable y sostenible ya que aprovechan la caída natural del agua, como cascadas en ríos o quebradas, para el proceso hidráulico de generación lo que genera menores impactos ambientales. A diferencia de los combustibles fósiles, el agua es un recurso abundante y no se agota, debido a su capacidad instalada constante, pueden generar hasta cuatro veces más energía que las tecnologías solar o eólica. Su tamaño reducido implica una mínima alteración del entorno natural y una menor afectación a los ecosistemas acuáticos y terrestres, ya que solo se extrae una parte del caudal del río en un tramo y luego se devuelve. Además, estas pequeñas centrales no emiten gases de efecto invernadero, contribuyendo así a la mitigación del cambio climático.
- **Línea Social:** Las (P.C.H) permiten la generación de electricidad en lugares cercanos al punto de consumo, lo que reduce las pérdidas en la transmisión de energía a largas distancias. Esto facilita la autonomía energética de comunidades aisladas o rurales, disminuyendo la dependencia de fuentes externas y promoviendo el desarrollo local.

El proyecto se desarrollará en territorios habitados por poblaciones rurales y/o étnicas, quienes forman parte de las áreas de influencia. Por eso es importante la conservación de dichos territorios y mantener la buena relación con quienes los habitan. Se planea que el diseño y construcción sea participativo para que el proyecto se adapte más a las necesidades de la comunidad y encaje en su contexto local, además crea un sentido general de pertenencia y otorga a los usuarios la autoridad para reclamar el entorno que los rodea. Adicionalmente durante la ejecución del proyecto se implementará un Plan de Gestión Social y Participación

Comunitaria, proporcionando oportunidades de empleo para el municipio de Litoral del Bajo San Juan y promoviendo el desarrollo local.

Al concluir el proyecto, se llevará a cabo un plan integral de transferencia de conocimientos, focalizado en la generación continua de empleo local. Este plan incluirá capacitaciones destinadas a la comunidad local, enfocadas en la operación y mantenimiento de la pequeña central. Además, se implementarán programas educativos en materia de energía para promover una mayor conciencia sobre el consumo responsable de energía en la comunidad.

El objetivo es contribuir al desarrollo económico rural, reducción de la pobreza e inclusión de la perspectiva de género, estableciendo así un enfoque integral que beneficie a la comunidad y promueva la sostenibilidad a largo plazo.

- **Línea Económica:** Las (P.C.H) representan una opción económicamente viable para la generación de energía, ya que no requieren la construcción de embalses, lo que se traduce en costos más bajos y tiempos de construcción más cortos. En comparación con otras fuentes de energía renovable, tienen bajos costos operativos. Una vez construidas, requieren poco mantenimiento, y su vida útil puede ser larga, lo que resulta en una generación de electricidad continua y estable a un costo más bajo a largo plazo.

Con el propósito de abordar la histórica problemática de corrupción en la región del Pacífico choaco, se propone la implementación de la tecnología "Blockchain" o "cadena de bloques", la cual se caracteriza por ser un sistema de seguimiento compartido donde todos los registros de datos y transacciones se dividen en numerosos bloques de información, lo que impide la alteración de los activos registrados. La cadena de bloques se fundamenta en la confianza generada por la gran cantidad de bloques que la conforman, incrementando así la seguridad de los activos al mismo tiempo que disminuye los riesgos y costos asociados. Además, facilita transacciones seguras y transparentes de información entre la pequeña central y la comunidad, promoviendo un modelo de consumo y comercio de energía más descentralizado. La tecnología "Blockchain" también ofrece la ventaja de proporcionar datos de manera inmediata, beneficiando los procesos que requieren información rápida y precisa.

La Figura 3.8 destaca los puntos clave del proyecto que incorporan elementos de innovación disruptiva enfocados a la "triple bottom line" (Ambiental, Social y Económica):

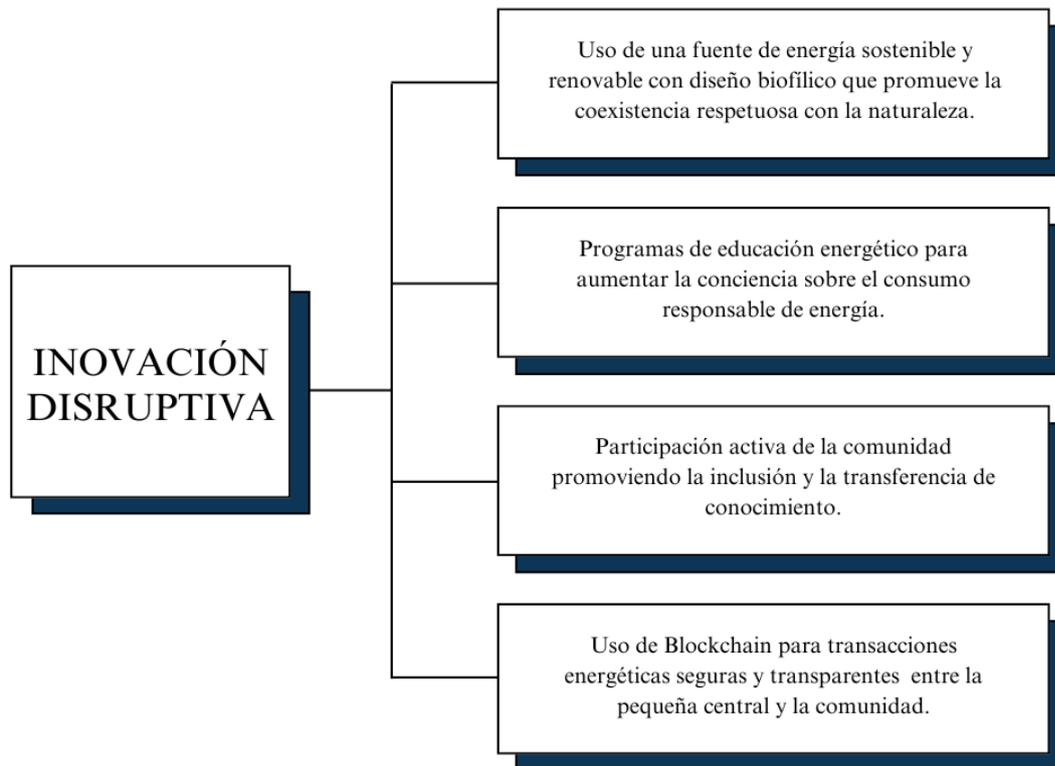


Figura 3.8. Innovación Disruptiva. Fuente: Elaboración propia.

3.3.1.1 Alineación con los ODS

Los objetivos de desarrollo sostenible (ODS) son una llamada a la acción por parte de la Organización de las Naciones Unidas a todos los países para erradicar la pobreza y proteger el planeta, así como garantizar la paz y la prosperidad para el año 2030 (Figura 3.9). Son el plan maestro para conseguir un futuro sostenible para todos. Se interrelacionan entre sí e incorporan los desafíos globales a los que nos enfrentamos día a día (Naciones Unidas, 2018). Dentro de la iniciativa encontramos diecisiete (17) objetivos de desarrollo sostenible para transformar el mundo. Al ser un proyecto de desarrollo sostenible la implementación del proyecto de la (P.C.H) se alinea a los siguientes:

ODS 7: Energía asequible y no contaminante: Las PCH contribuyen a la generación de energía renovable, limpia y sostenible, promoviendo el acceso a energía asequible y fiable.

ODS 8: Trabajo decente y crecimiento económico: Las PCH pueden generar empleo local en la construcción, operación y mantenimiento de las instalaciones, apoyando así el crecimiento económico sostenido y promoviendo el desarrollo local.

ODS 9: Industria, innovación e infraestructura: El desarrollo de PCH implica la construcción de infraestructura y la promoción de la innovación tecnológica en el sector energético.



Figura 3.9. Objetivos de desarrollo sostenible. Fuente: Naciones Unidas. (s.f.).

ODS 10: Reducción de las desigualdades: Las PCH contribuyen a la reducción de desigualdades regionales al proporcionar acceso a una energía más estable y económica en áreas rurales o marginadas con acceso limitado a servicios básicos.

ODS 13: Acción por el clima: Al utilizar la energía hidroeléctrica PCH contribuyen a la mitigación del cambio climático y la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero.

ODS 17: Alianzas para lograr los objetivos: La implementación de PCH requiere alianzas entre diversos actores, incluyendo gobiernos, empresas privadas, instituciones financieras y comunidades locales, para garantizar la sostenibilidad del proyecto.

3.3.1.2 Ubicación:

Como ubicación inicial se proponen las coordenadas **4.2367° N, 77.0867° W** como se muestra en la Figura 3.10, ya que se encuentra cerca del río San Juan y en las proximidades de la cabecera municipal de Litoral del Bajo San Juan, lo que facilitará el acceso para la construcción y mantenimiento de la (P.C.H), así como la distribución de la electricidad a los habitantes locales. La elección de este sitio permitiría aprovechar el flujo constante del río San Juan para una (P.C.H) a filo de agua sin construcción de embalse, lo que minimiza el impacto ambiental y es adecuado para la generación de electricidad para la comunidad.

Como regla general, una (P.C.H) puede transmitir energía de manera eficiente a distancias de hasta 20-30 km usando media tensión. Con diseños adecuados y sistemas de alta tensión, esta distancia puede extenderse a 50 km o más. Más allá de estas distancias, las pérdidas de energía y los costos de infraestructura pueden hacer que la transmisión no sea práctica sin una subestación de transformación de voltaje. Por lo tanto, la ubicación seleccionada cumple con los radios aceptables para la transmisión de energía a los pueblos y caseríos del Bajo San Juan.



Figura 3.10. Ubicación (P.C.H). Fuente: Google Earth.

3.3.1.3 Beneficiarios

Aproximadamente 6,750 habitantes del municipio de Litoral del Bajo San Juan se beneficiarían directamente al tener acceso a una fuente de energía eléctrica limpia, confiable y sostenible. Adicionalmente otros miembros de comunidades aledañas que podrían recibir servicios mejorados debido a la disponibilidad de energía eléctrica.

3.3.1.4 Financiamiento

Se plantea impulsar el proyecto mediante financiación Nacional, patrocinio de empresas privadas y financiación por parte de entidades a nivel global que apoyan proyectos de desarrollo sostenible.

3.3.1.5 Fases del Proyecto

Dada la complejidad del proyecto, se proponen las siguientes fases clave (Figura 3.11) para su diseño e implementación, asegurando una planificación estructurada y efectiva:

1. **Estudio de Factibilidad:** En esta fase se debe desarrollar un estudio detallado del sitio para evaluar la viabilidad técnica, ambiental y económica de la (P.C.H), es crucial definir claramente las especificaciones técnicas, resolver los problemas logísticos y confirmar que la ubicación propuesta es la idónea para la construcción del proyecto para anticipar posibles problemas técnicos y evaluar soluciones viables.
2. **Financiamiento y Recursos:** Teniendo definidas las especificaciones técnicas en el estudio de factibilidad, en esta etapa se debe desarrollar el estudio financiero junto con el presupuesto final del proyecto. Una vez aprobada la viabilidad económica, se procede a buscar las opciones de financiamiento nacional e internacional, así como patrocinios de empresas interesadas en proyectos de desarrollo sostenible.

3. **Diseño del Proyecto:** Esta fase es fundamental para el éxito del proyecto, ya que se debe desarrollar el diseño técnico de la (P.C.H), incluyendo la infraestructura para la generación de energía, sistemas de captación de agua y medidas de mitigación ambiental. Una gestión exitosa en esta etapa evitará tener imprevistos o problemas constructivos en las siguientes fases.
4. **Planificación Comunitaria:** El componente social es un apartado importante del proyecto, ya que busca involucrar a la comunidad atendiendo sus necesidades y expectativas. Para ello en esta fase se debe desarrollar e implementar un plan de gestión social que incluya estrategias para la participación comunitaria y la generación de empleo local.
5. **Construcción:** La fase constructiva es una de las más complejas ya que puede traer consigo imprevistos de ámbito constructivo, adicionalmente es la fase que requiere más coordinación e integración entre las áreas que componen el ecosistema de la (P.C.H) (hidráulica, civil y electromecánica) por lo cual es importante elaborar un cronograma detallado de actividades y una asignación de recursos conforme a los diseños aprobados.
6. **Pruebas y Ajustes:** Una vez finalizada la construcción, en esta fase se deben realizar las pruebas operativas y los ajustes necesarios para garantizar el correcto funcionamiento de la minicentral.
7. **Puesta en Marcha:** En esta fase se planifica la inauguración de la (P.C.H) para comenzar la generación de energía.
8. **Capacitación y Transferencia de Conocimiento:** Esta fase impacta directamente al componente social, ya que el proyecto no va enfocado únicamente a la generación de energía limpia, si no que busca impulsar el crecimiento económico y social de la región. En esta etapa se implementará el plan de transferencia de conocimientos tecnológicos y de gestión para asegurar la sostenibilidad de la central a largo plazo, además se promoverá la creación de empleo para los habitantes de la zona.
9. **Evaluación del Proyecto:** Al finalizar la entrega de la (P.C.H) es importante evaluar el impacto del proyecto en términos de acceso a energía, desarrollo económico y reducción de la huella ambiental. Al ser un proyecto escalable es importante la evaluación y mejora continua en base a las lecciones aprendidas.
10. **Monitoreo Continuo:** La (P.C.H) tiene una vida útil operativa de 50 años por lo que es importante implementar un sistema de monitoreo continuo para evaluar el impacto ambiental y social, así como los problemas de mantenimiento y operación que se pueden presentar con el paso del tiempo.



Figura 3.11. Fases del Proyecto. Fuente: Elaboración propia.

Al tener una ubicación estratégica y un enfoque participativo, se espera que la (P.C.H) no solo mejore la calidad de vida de los habitantes locales, sino que también sienta las bases para un desarrollo sostenible y equitativo en la región. Para ello es fundamental contar con un plan de financiamiento sólido y una estructura de fases bien definida para garantizar el éxito del proyecto a largo plazo.

Capítulo 4 PLAN DE PROYECTO

En este capítulo, se presenta la propuesta detallada para la implementación del proyecto definiendo criterios específicos adaptados a la zona de influencia y garantizando la relevancia y efectividad del proyecto en el contexto local. La planificación seguirá la metodología del Project Management Institute (PMI) y su guía PMBOK, sexta 6° edición, basada en las mejores prácticas de gestión de proyectos (Project Management Institute, 2021).

4.1 Gestión del Alcance

La Gestión del Alcance del Proyecto incluye los procesos requeridos para garantizar que el proyecto incluya todo el trabajo requerido, y únicamente el trabajo requerido, para completar el proyecto con éxito. Gestionar el alcance del proyecto se enfoca primordialmente en definir y controlar que se incluye y que no se incluye en el proyecto. (Project Management Institute, 2021).

4.1.1. Descripción del Alcance

El proyecto se centra en el diseño y construcción de una pequeña central hidroeléctrica comunitaria biofílica, alimentada por el río San Juan en el municipio de Litoral del Bajo San Juan, Chocó, Colombia. Esta iniciativa tiene como objetivo garantizar el acceso a energía eléctrica limpia a aproximadamente 6,750 habitantes, con un rango de producción de 100 kW a 1,000 kW de potencia anual, ajustándose a las características específicas del sitio. Este rango de producción está diseñado para satisfacer el consumo per cápita en Colombia, que varía entre 1,000 y 2,500 kWh anuales. La energía generada por la pequeña central puede ser almacenada en baterías o consumida directamente, según la capacidad del sistema. Además, el diseño biofílico integrará principios de sostenibilidad y respeto por el entorno natural, minimizando el impacto ambiental y promoviendo la conservación del ecosistema local. La solución propuesta mejorará la calidad de vida de la comunidad local ya que dará acceso a una fuente energética limpia y sostenible y contribuirá al desarrollo económico y social de la región.

4.1.2. Restricciones

Los factores limitantes que podrían impactar el proyecto durante su ejecución son

Restricciones Ambientales: Aunque las (P.C.H) son menos invasivas que otras formas de generación de energía, para que el proyecto sea sostenible no debe existir ninguna afectación al medio ambiente, por lo que los desafíos ambientales podrían incluir normativas sobre la intervención en cursos de agua y áreas cercanas.

Restricciones Sociales y Culturales: Teniendo en cuenta que el proyecto se desarrollará en territorios habitados por comunidades rurales y étnicas pueden surgir restricciones si no se gestiona correctamente la participación comunitaria y la presencia de grupos armados.

Restricciones Económicas y Financieras: Aunque los proyectos de (P.C.H) son económicamente viables a largo plazo, también requieren de inversiones significativas. Si durante la ejecución del proyecto por motivos de viabilidad técnica se debe ajustar la localización o el alcance, el presupuesto establecido puede no ser suficiente y se tendrá que evaluar la posibilidad de financiación adicional.

Restricciones de tiempo: Aunque los estudios y diseños determinaran los tiempos necesarios para lograr el alcance del proyecto, se pueden presentar imprevistos que limiten el cumplimiento de los plazos establecidos.

Restricciones de proveedores: Al ser un proyecto que involucra maquinaria y equipos hidráulicos que muchas veces se deben importar un limitante puede ser la disponibilidad de los proveedores.

Limitaciones logísticas: Al ejecutar el proyecto en una zona rural de difícil acceso la logística para el transporte de equipos y personal para la construcción puede ser un limitante que podría afectar al proyecto.

Restricciones tecnológicas: Al ser una zona con restricción en la prestación del servicio eléctrico, es posible que se presenten limitaciones en términos de requerimientos de energía y acceso a internet.

Aspectos Técnicos y de Infraestructura: La topografía y accesibilidad del sitio pueden presentar desafíos técnicos para la construcción y mantenimiento de la central hidroeléctrica.

4.1.3. Hipótesis

El proyecto nace de las siguientes suposiciones iniciales que guiaron la planificación del proyecto:

Impacto ambiental: La (P.C.H) biofílica tendrá un impacto ambiental mínimo en el ecosistema local debido a su diseño y tecnología sostenible.

Impacto social: El proyecto atenderá los requerimientos de prestación del servicio de energía eléctrica a aproximadamente 6,750 habitantes del municipio y proporcionará acceso a creación de empleo local.

Impacto económico: La implementación de la (P.C.H) será económicamente viable a largo plazo, contribuyendo al desarrollo económico de la región.

Ubicación del proyecto: Se parte del supuesto de que la ubicación planteada es la más adecuada por su topografía e hidrología para la construcción y por su ubicación estratégica entre las comunidades y el cauce del río.

Uso de tecnología: La integración de tecnologías inteligentes de “Blockchain” permitirá maximizar la eficiencia energética y reducir los costos operativos de la central.

Participación comunitaria: Se asume que la comunidad participará activamente en el proyecto, proporcionando la cooperación necesaria para la construcción y operación de la (P.C.H).

Permisos y licencias: Se parte del supuesto de que se obtendrán todos los permisos y licencias necesarios para la construcción de la (P.C.H) y se cumplirá con todas las normativas aplicables.

4.1.4. Exclusiones

Las exclusiones del proyecto de acuerdo al alcance establecido son:

Adquisición de terrenos adicionales: Una vez definida la ubicación de la (P.C.H) se gestionará con la entidad pertinente únicamente la adquisición de las áreas identificadas como adecuadas y necesarias para la construcción. La adquisición o gestión de terrenos para la instalación de las líneas de distribución de energía serán responsabilidad de la alcaldía municipal.

Gestión operativa: Una vez finalizada la entrega del proyecto y de la transferencia de conocimiento, la gestión diaria y operativa en la fase de explotación no es parte del proyecto.

Grupos armados: Aunque el equipo de proyecto este a disposición para desarrollar mesas de dialogo, no se considerará la negociación con grupos armados ilegales o actores no estatales violentos en ningún aspecto del proyecto. Sera responsabilidad de las entidades nacionales dar la garantía de seguridad durante la ejecución del proyecto.

4.1.5. Estructura de Desglose del Trabajo

Definido el alcance del proyecto, es importante desarrollar la Estructura de Desglose del Trabajo (EDT), la cual permite descomponer el trabajo del proyecto en unidades más manejables denominadas paquetes de trabajo, como se muestra en la Figura 4.1. Estos paquetes de trabajo se organizan jerárquicamente según su nivel de complejidad, esta subdivisión facilita tanto la ejecución del trabajo como su gestión eficiente. Una vez establecidos los paquetes de trabajo, es necesario desarrollar el diccionario de la EDT, el cual proporciona información detallada y parámetros clave como entregables, hitos, actividades y recursos, necesarios para el cumplimiento del paquete de trabajo.

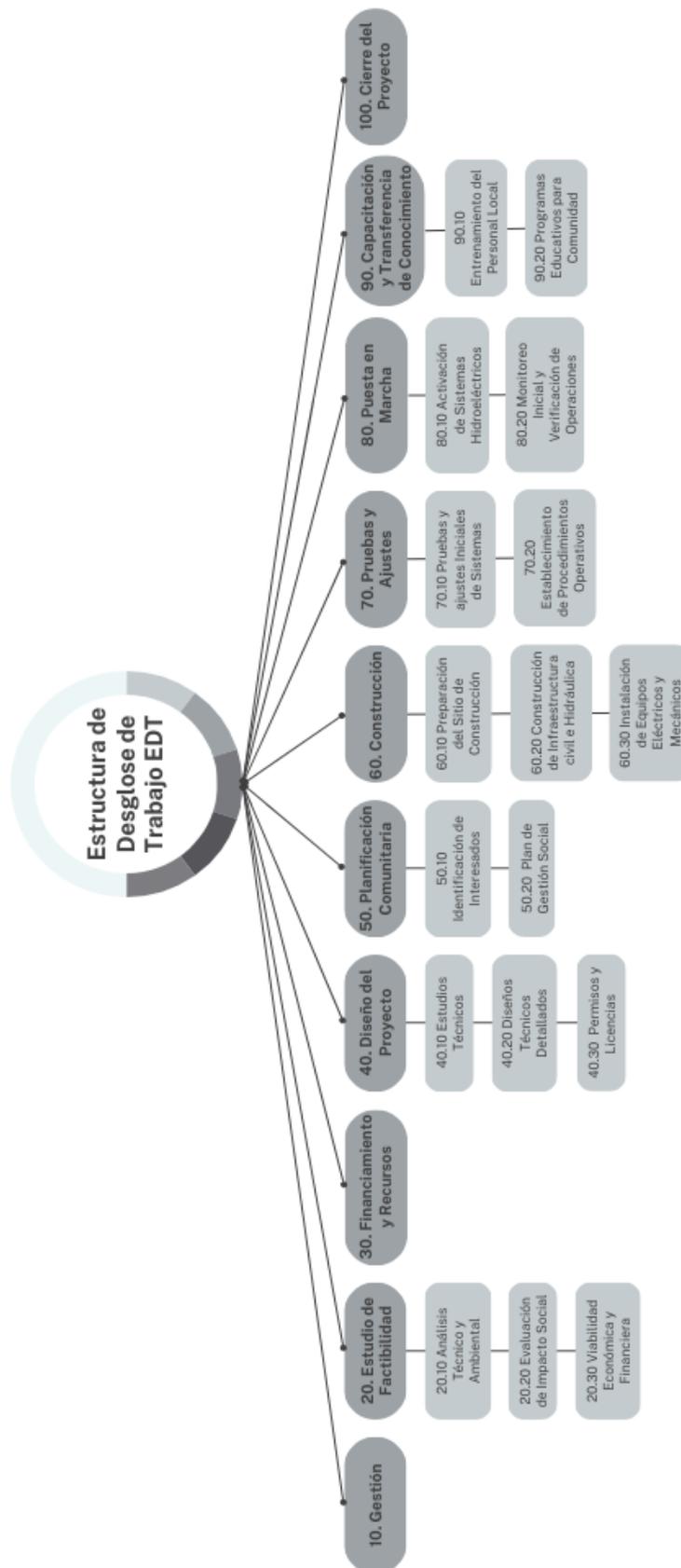


Figura 4.1. Estructura de Desglose del Trabajo. Fuente: Elaboración propia.

4.1.6. Diccionario de la EDT

En la Tabla 4.1 se presenta el diccionario de la EDT para cada uno de los paquetes de trabajo identificados:

Tabla 4.1. Diccionario de la EDT. Fuente: Elaboración Propia

Código	10
Paquete de trabajo	Gestión del proyecto
Descripción	<ul style="list-style-type: none"> - Planificar y gestionar el proyecto desde el inicio hasta su finalización, incluyendo el desarrollo de una estructura interna y la creación del Plan de Proyecto. - Controlar y gestionar el presupuesto del proyecto. - Definir los roles y objetivos del equipo de proyecto, hacer seguimiento de su trabajo, establecer el modelo de relación interna y programar las reuniones del equipo.
Responsable	Director del Proyecto
Entregables	<ul style="list-style-type: none"> • Plan de Proyecto. • Actas de reuniones. • Solicitudes de cambio.
Hitos	<ul style="list-style-type: none"> • Aprobación del Plan de Proyecto.
Actividades	<ul style="list-style-type: none"> • Reunión inicial para conformar el equipo de proyecto. Definir roles. • Definir el modelo de relación. • Entrega del Plan de Proyecto. • Seguimiento del Proyecto.
Recursos	<ul style="list-style-type: none"> • Equipo de gestión del proyecto. • Software de gestión de proyectos. • Herramientas de colaboración en línea.

Código	20
Paquete de trabajo	Estudio de Factibilidad
Descripción	Conjunto de estudios y análisis que determinan la viabilidad de implementar el proyecto de acuerdo a las condiciones técnicas, económicas, sociales y ambientales de la zona de influencia.
Código	20.10
Paquete de trabajo	Análisis Técnico y Ambiental
Descripción	Evaluación de la viabilidad técnica y ambiental de la implementación del proyecto.
Responsable	Equipo de Ingenieros y Especialistas
Entregables	<ul style="list-style-type: none"> • Estudio Técnico y Ambiental.
Hitos	<ul style="list-style-type: none"> • Aprobación del estudio técnico y ambiental

Actividades	<ul style="list-style-type: none"> - Estudio de Factibilidad Técnica: Evaluación de posibles sitios de construcción, análisis de viabilidad técnica para la construcción, de acuerdo a la hidrología y topografía de la ubicación. - Estudio de Impacto Ambiental: Identificación de impactos ambientales potenciales, planes de mitigación y compensación.
Recursos	Herramientas de análisis técnico. Software de análisis ambiental. Personal especializado en ingeniería y medio ambiente.
Código	20.20
Paquete de trabajo	Evaluación de Impacto Social
Descripción	Evaluación del impacto social del proyecto en la comunidad local.
Responsable	Profesional Social
Entregables	<ul style="list-style-type: none"> • Informe de Impacto Social.
Hitos	<ul style="list-style-type: none"> • Aprobación del Informe de Impacto Social
Actividades	<ul style="list-style-type: none"> - Análisis del Impacto Social del Proyecto: Evaluación de impactos sobre las comunidades locales, programas de responsabilidad social, consulta y participación comunitaria. - Elaboración del Plan preliminar de Gestión Social y Participación Comunitaria: Estrategias para la inclusión y participación de la comunidad, capacitación y creación de empleo local y programas educativos y de concienciación
Recursos	Herramientas de encuesta. Personal especializado en ciencias sociales.
Código	20.30
Paquete de trabajo	Viabilidad Económica y Financiera
Descripción	Evaluación de la viabilidad económica y financiera de la implementación del proyecto.
Responsable	Ingeniero de costos y presupuestos
Entregables	<ul style="list-style-type: none"> • Informe de Viabilidad Económica y Financiera.
Hitos	<ul style="list-style-type: none"> • Aprobación del Informe de Viabilidad Económica y Financiera
Actividades	<ul style="list-style-type: none"> - Análisis de Costos y Beneficios: Estimación de costos de capital y operativos, análisis de retorno de la inversión y evaluación de viabilidad económica - Elaboración del Estudio de Financiación: Identificación de fuentes y estrategias de financiación y gestión de recursos.
Recursos	Software de análisis financiero. Personal especializado en finanzas.

Código	30
Paquete de trabajo	Financiamiento y Recursos
Descripción	Identificación y selección de fuentes de financiamiento para llevar a cabo el proyecto.
Responsable	Ingeniero de costos y presupuestos
Entregables	<ul style="list-style-type: none"> • Lista de fuentes de financiamiento y promotores. • Acuerdos de financiamiento aprobados.
Hitos	<ul style="list-style-type: none"> • Presentación de propuestas. • Aprobación de propuestas.
Actividades	<ul style="list-style-type: none"> - Identificación de Fuentes de Financiamiento. - Preparación de Propuestas y Solicitudes de Fondos. - Negociación y Aprobación de Financiamiento.
Recursos	Software de análisis financiero. Personal especializado en finanzas.

Código	40
Paquete de trabajo	Diseño del Proyecto.
Descripción	Desarrollo de los estudios y diseños técnicos necesarios para la construcción del proyecto.
Código	40.10
Paquete de trabajo	Estudios Técnicos.
Descripción	Realización de estudios técnicos necesarios para el diseño del proyecto.
Responsable	Equipo de Ingenieros y Especialistas.
Entregables	<ul style="list-style-type: none"> • Informes de estudios técnicos.
Hitos	<ul style="list-style-type: none"> • Aprobación de los informes de cada componente.
Actividades	<ul style="list-style-type: none"> - Estudio Hidrológico: Análisis de la cuenca hidrográfica, medición de caudales, niveles de agua, precipitación y patrones climáticos. - Estudio Geotécnico: Caracterización del suelo, evaluación de la estabilidad del terreno y diseño de cimentaciones. - Estudio Topográfico: Levantamiento topográfico detallado del área, mapas de contorno y perfil del río. - Estudio Estructural: Diseño preliminar de la infraestructura, análisis de viabilidad técnica de las tecnologías propuestas.
Recursos	Herramientas de análisis técnico. Personal especializado en ingeniería.
Código	40.20
Paquete de trabajo	Diseños Técnicos Detallados.

Descripción	Elaboración de los diseños técnicos y de los planos detallados para la construcción del proyecto.
Responsable	Equipo de Ingenieros y Especialistas.
Entregables	<ul style="list-style-type: none"> • Planos y especificaciones técnicas.
Hitos	<ul style="list-style-type: none"> • Aprobación de los diseños de cada componente.
Actividades	<ul style="list-style-type: none"> - Diseño Hidráulico: Diseño de estructuras de captación de agua, diseño y especificaciones de la presa, la bocatoma, la tubería de presión, la casa de máquinas y el canal de desfogue. - Diseño Civil: Diseño de estructuras de concreto y de soporte, y diseño de obras auxiliares - Diseño Electromecánico: Selección y diseño de turbinas y generadores, sistemas de control y automatización y equipos de protección y distribución. - Diseño Eléctrico: Diseño de sistemas de transmisión y distribución de energía, diseño de subestaciones y líneas de transmisión y sistemas de almacenamiento de energía. - Diseño de Accesos y Logística: Diseño de caminos y puentes necesarios para la construcción, operación y planificación de la logística de transporte de equipos y materiales. - Diseño de Infraestructura Complementaria: Sistemas de suministro de agua y saneamiento e instalaciones de apoyo para el personal operativo. - Diseño de sistemas Informáticos: Diseño de software informáticos e integración de “Blockchain” para los registros de información operacional.
Recursos	Software de diseño asistido por computadora. Personal especializado en diseño técnico.
Código	40.30
Paquete de trabajo	Permisos y Licencias
Descripción	Trámite y obtención de todos los permisos y licencias necesarios para la construcción.
Responsable	Equipo de Ingenieros y Equipo Legal.
Entregables	<ul style="list-style-type: none"> • Permisos y licencias aprobados.
Hitos	<ul style="list-style-type: none"> • Solicitud de permisos y licencias. • Aprobación de permisos y licencias.
Actividades	<ul style="list-style-type: none"> - Preparación de documentación requerida. - Presentación y seguimiento de solicitudes.
Recursos	Documentación regulatoria. Personal especializado en cumplimiento legal.

Código	50
Paquete de trabajo	Planificación Comunitaria
Descripción	Involucramiento de la comunidad para contribuir a la formulación del proyecto con estrategias para la inclusión y participación de la comunidad, capacitación y creación de empleo local y programas educativos y de concienciación.
Código	50.10
Paquete de trabajo	Identificación de Interesados
Descripción	Identificación de los interesados y establecimiento de canales de comunicación.
Responsable	Profesional Social
Entregables	<ul style="list-style-type: none"> Listado de Stakeholders y plan de comunicación.
Hitos	<ul style="list-style-type: none"> Identificación de los Stakeholders Implementación del plan de comunicaciones
Actividades	<ul style="list-style-type: none"> Mapeo de Stakeholders Elaboración de plan de comunicaciones.
Recursos	Herramientas de mapeo y análisis. Personal especializado en ciencias sociales.
Código	50.20
Paquete de trabajo	Plan de Gestión Social
Descripción	Elaboración e Implementación del plan de gestión social para garantizar el involucramiento de la comunidad.
Responsable	Profesional Social
Entregables	<ul style="list-style-type: none"> Plan de gestión Social
Hitos	<ul style="list-style-type: none"> Aprobación del Plan de Gestión Social.
Actividades	<ul style="list-style-type: none"> Consulta y Participación Comunitaria Análisis de impactos sociales. Implementación del plan de gestión social.
Recursos	Herramientas de análisis. Material didáctico para las socializaciones. Personal especializado en ciencias sociales

Código	60
Paquete de trabajo	Construcción
Descripción	Ejecución de las obras y adecuaciones físicas necesarias según los estudios y diseños técnicos para la garantizar que todo salga de acuerdo a lo planificado.
Código	60.10
Paquete de trabajo	Preparación del Sitio de Construcción
Descripción	Preparación del terreno y la zona para la construcción.

Responsable	Director de obra.
Entregables	<ul style="list-style-type: none"> • Sitio de construcción adecuado.
Hitos	<ul style="list-style-type: none"> • Entregar la limpieza y nivelación del terreno.
Actividades	<ul style="list-style-type: none"> - Limpieza del terreno - Preparación y nivelación del sitio
Recursos	<p>Maquinaria de construcción. Materiales de construcción. Personal de obra.</p>
Código	60.20
Paquete de trabajo	Construcción de Infraestructura civil e Hidráulica
Descripción	Construcción de la infraestructura civil e hidráulica de la (P.C.H) (presa, bocatoma, tubería de presión, casa de máquinas y canal de desfogue)
Responsable	Director de obra.
Entregables	<ul style="list-style-type: none"> • Infraestructura civil e Hidráulica terminada.
Hitos	<ul style="list-style-type: none"> • Entrega de la construcción de las infraestructuras principales.
Actividades	<ul style="list-style-type: none"> - Formaleta de cimentación - Cimentación de la estructura - Instalación de formaletas de estructura - Instalación de acero de refuerzo - Instalación de tuberías y canales - Fundición de elementos estructurales - Desmontaje de formaletas - Acabados
Recursos	<p>Maquinaria de construcción. Materiales de construcción. Personal de obra.</p>
Código	60.30
Paquete de trabajo	Instalación de Equipos Eléctricos y Mecánicos
Descripción	Instalación de todos los equipos eléctricos y mecánicos de la (P.C.H) (turbina, transmisión mecánica, generador, regulador electrónico, transformadores y red eléctrica)
Responsable	Director de obra.
Entregables	<ul style="list-style-type: none"> • Equipos instalados y operativos
Hitos	<ul style="list-style-type: none"> • Entrega de equipos instalados
Actividades	<ul style="list-style-type: none"> - Montaje de paneles de control y distribución - Instalación de generadores y transformadores - Montaje e instalación de motores y bombas - Instalación del cableado - Instalación de turbinas, válvulas y compresores.

Recursos	Maquinaria y equipos Materiales Personal de obra
Código	70
Paquete de trabajo	Pruebas y Ajustes
Descripción	Ejecución de pruebas y ajustes de todos los sistemas instalados (eléctricos, hidráulicos y mecánicos)
Código	70.10
Paquete de trabajo	Pruebas y Ajustes Iniciales de Sistemas Hidráulicos, Eléctricos y Mecánicos.
Descripción	Ejecución de pruebas de todos los sistemas instalados.
Responsable	Coordinador de operaciones
Entregables	<ul style="list-style-type: none"> • Sistemas ajustados y corregidos
Hitos	<ul style="list-style-type: none"> • Completar pruebas y ajustes.
Actividades	<ul style="list-style-type: none"> - Pruebas hidráulicas (Presión, vacío y operación) - Pruebas eléctricas (Cableado, energización y controladores) - Pruebas mecánicas (alineación, rotación y funcionamiento) - Pruebas de integración entre sistemas. - Ajustes técnicos y mantenimientos.
Recursos	Softwares Personal técnico especializado.
Código	70.20
Paquete de trabajo	Establecimiento de Procedimientos Operativos
Descripción	Establecer los manuales y procedimientos operativos de los sistemas instalados en la (P.C.H).
Responsable	Coordinador de operaciones
Entregables	<ul style="list-style-type: none"> • Manual operacional de la (P.C.H).
Hitos	<ul style="list-style-type: none"> • Aprobación de los procedimientos operativos.
Actividades	<ul style="list-style-type: none"> - Elaboración de los manuales operacionales de la central - Capacitación del personal en los procedimientos operativos.
Recursos	Softwares Personal técnico especializado.

Código	80
Paquete de trabajo	Puesta en Marcha
Descripción	Entrega del proyecto e inicio de operación.
Código	80.10
Paquete de trabajo	Activación de Sistemas Hidroeléctricos
Descripción	Puesta en funcionamiento de la (P.C.H) mediante la activación de los sistemas hidroeléctricos.

Responsable	Coordinador de operaciones.
Entregables	<ul style="list-style-type: none"> • Entrega de la central en funcionamiento.
Hitos	<ul style="list-style-type: none"> • Encendido de los sistemas
Actividades	<ul style="list-style-type: none"> - Inauguración de la (P.C.H). - Encendido de los sistemas hidroeléctricos y de los equipos.
Recursos	Personal técnico especializado.
Código	80.20
Paquete de trabajo	Monitoreo Inicial y Verificación de Operaciones
Descripción	Monitorización de los sistemas de la (P.C.H) y del rendimiento integral del sistema, para detectar posibles problemas de operación y resolverlos.
Responsable	Coordinador de operaciones.
Entregables	<ul style="list-style-type: none"> • Informe de operación inicial.
Hitos	<ul style="list-style-type: none"> • Completar monitoreo y verificación inicial
Actividades	<ul style="list-style-type: none"> - Verificación de operación - Monitorización del rendimiento sistema. - Ajustes y mantenimientos
Recursos	Personal técnico especializado.

Código	90
Paquete de trabajo	Capacitación y Transferencia de Conocimiento
Descripción	Garantizar que los trabajadores locales entiendan completamente el funcionamiento, mantenimiento y gestión de la PCH, adicionalmente capacitar a la comunidad sobre el uso consciente de energía.
Código	90.10
Paquete de trabajo	Entrenamiento del Personal Local
Descripción	Elaboración del plan de capacitación de operaciones de acuerdo a los manuales de operación establecidos para la formación de los empleados locales.
Responsable	Director de Recurso Humano
Entregables	<ul style="list-style-type: none"> • Plan de capacitación • Personal capacitado
Hitos	<ul style="list-style-type: none"> • Completar el entrenamiento y capacitación del personal.
Actividades	<ul style="list-style-type: none"> - Elaboración del plan de capacitación de operaciones - Desarrollo de sesiones de entrenamiento y práctica. - Evaluación del programa de capacitación.
Recursos	Material de capacitación Personal técnico especializado

Código	90.20
Paquete de trabajo	Programas Educativos para Comunidad
Descripción	Elaboración de programas de concientización y educación energética para la población local.
Responsable	Profesional Social
Entregables	<ul style="list-style-type: none"> Programas educativos
Hitos	<ul style="list-style-type: none"> Completar la ejecución de los programas educativos.
Actividades	<ul style="list-style-type: none"> Elaboración de los programas educativos. Realización de talleres y actividades comunitarias.
Recursos	Material de capacitación Personal especializado en ciencias sociales

Código	100
Paquete de trabajo	Cierre del Proyecto
Descripción	Finalización y evaluación del proyecto, entrega de resultados y análisis de las lecciones aprendidas.
Responsable	Director de Proyecto
Entregables	<ul style="list-style-type: none"> Informe de evaluación Informe de lecciones aprendidas Procedimientos de monitoreo y control
Hitos	<ul style="list-style-type: none"> Reunión final de evaluación del proyecto Aprobación informe de evaluación.
Actividades	<ul style="list-style-type: none"> Revisión de Objetivos y Resultados Evaluación de Impacto Social y Ambiental Análisis de Costos y Beneficios Elaboración de informe de Lecciones Aprendidas Establecimiento de Procedimientos de Monitoreo y control
Recursos	Equipo de Proyecto. Herramientas Informáticas.

4.1.7. Procesos de Control del Alcance

Procesos: El proceso de control del alcance consiste en asegurar que el proyecto mantenga el curso adecuado y que cualquier posible cambio en el alcance sea gestionado de la mejor manera posible, sin impactar negativamente al proyecto. Es responsabilidad del director del proyecto supervisar y controlar la ejecución del proyecto. Además el equipo de proyecto debe participar activamente en los ajustes y actualizaciones que se requieran durante para asegurar el cumplimiento de los objetivos establecidos.

- **Monitoreo del alcance:** El alcance del proyecto se define en la planificación por lo que es necesario monitorear continuamente el avance de las actividades de acuerdo a los tiempos y

costos establecidos. Para garantizar un seguimiento y control exitoso la actualización se debe realizar semanalmente o quincenalmente durante las reuniones de seguimiento del proyecto.

- **Evaluación de solicitudes de cambio:** Si por algún imprevisto es necesario ajustar el alcance del proyecto, se debe evaluar el impacto que tendría a los objetivos iniciales. La evaluación de los cambios debe ser integral y siempre debe buscar la culminación exitosa del proyecto.
- **Aprobación o rechazo de cambios:** Una vez evaluados las solicitudes de cambio y su impacto en el proyecto, es responsabilidad del director informar a los interesados clave para tomar decisiones estratégicas a las que haya lugar en cuanto al futuro del proyecto.
- **Actualización de la línea base de alcance:** De ser aprobada la solicitud de cambio, se debe proceder inmediatamente a la actualización de la línea base del alcance y por ende a los ajustes a los que haya lugar en cuanto a costos y plazos según sea necesario.

Herramientas y Software: Para llevar a cabo los procesos de control del alcance, se debe utilizar herramientas como Microsoft Project para realizar un seguimiento integral del proyecto, adicionalmente se deben presentar informes de seguimiento semanal actualizados que muestran el estado de avance del proyecto respecto a la línea base.

Responsable: En el caso de los procesos de seguimiento y control del alcance, el Director de proyecto es el responsable directo de su elaboración, ajuste y actualización.

Metodologías: La metodología del valor ganado compara el desempeño actual del proyecto con las tres líneas base alcance, costo y tiempo, aunque su análisis se basa en los costos, también permite comparar el trabajo planificado con el trabajo realizado y utiliza métricas y técnicas para identificar desviaciones y asegurar que el proyecto esté en línea con el alcance original. Se aclara que la metodología tiene un factor limitante ya que pierde poder de predicción hacia el final del proyecto, sin embargo puede ser de utilizad en las fases iniciales.

4.2 Gestión del Cronograma

De acuerdo a la estructura de desglose del trabajo EDT y a los paquetes de trabajo a los cuales se les asigno ciertas tareas para su cumplimiento, se logra establecer la secuenciación y las relaciones de precedencia de las actividades que componen la solución propuesta. Las estimaciones de duración de las actividades del proyecto se determinaron gracias a la ejecución proyectos similares en Colombia, teniendo en cuenta las características particulares de la zona y su difícil acceso.

Una gestión del cronograma efectiva se ve reflejada en el cumplimiento de los plazos del proyecto. Para ello se utiliza la aplicación de Microsoft Project que es una herramienta utilizada en la gestión de proyectos para planificar, programar y controlar proyectos de cualquier complejidad. La herramienta permite visualizar el diagrama de Gantt y las relaciones entre las actividades, logrando obtener unas fechas de inicio y finalización del proyecto. El cronograma, sirve como un mapa de navegación durante toda la ejecución del proyecto. Es importante destacar que el cronograma es una herramienta dinámica, ya que a medida que avanza el proyecto puede cambiar en función de la toma de decisiones y factores externos que pueden generar atrasos o adelantos en las actividades.

Dada la naturaleza del proyecto, el alcance del área de influencia y la magnitud del mismo, se proyecta en la Tabla 4.2 los plazos estimados para cada una de las fases:

Tabla 4.2. Tabla de Actividades y Duración. Fuente: Elaboración Propia.

No	Nombre de la Tarea	Duración (Días)
10	Gestión del proyecto	
	Reunión inicial para conformar el equipo de proyecto. Definir roles.	3
	Definir el modelo de relación.	5
	Entrega del Plan de Proyecto.	30
	Seguimiento del Proyecto.	Continua
20	Estudio de Factibilidad	
20.10	Análisis Técnico y Ambiental	
	Estudio de Factibilidad Técnica	90
	Estudio de Impacto Ambiental	90
20.20	Evaluación de Impacto Social	
	Análisis del Impacto Social del Proyecto	30
	Elaboración del Plan preliminar de Gestión Social y Participación Comunitaria	30
20.30	Viabilidad Económica y Financiera	
	Análisis de Costos y Beneficios	30
	Elaboración del Estudio de Financiación	30
30	Financiamiento y Recursos	
	Identificación de Fuentes de Financiamiento.	20
	Preparación de Propuestas y Solicitudes de Fondos.	30
	Negociación y Aprobación de Financiamiento.	30
40	Diseño del Proyecto	
40.10	Estudios Técnicos.	
	Estudio Hidrológico	45
	Estudio Geotécnico	45
	Estudio Topográfico	45
	Estudio Técnico	60
40.20	Diseños Técnicos Detallados.	
	Diseño Hidráulico	60
	Diseño Civil	60
	Diseño Electromecánico	45
	Diseño Eléctrico	45
	Diseño de Accesos y Logística	30
	Diseño de Infraestructura Complementaria	30
40.30	Permisos y Licencias	
	Preparación de documentación requerida.	30
	Presentación y seguimiento de solicitudes.	90
50	Planificación Comunitaria	
50.10	Identificación de Interesados	
	Mapeo de Stakeholders	20

No	Nombre de la Tarea	Duración (Días)
	Elaboración de plan de comunicaciones	20
50.20	Plan de Gestión Social	
	Consulta y Participación Comunitaria	60
	Análisis de impactos sociales.	30
	Implementación del plan de gestión social.	180
60	Construcción	
60.10	Preparación del Sitio de Construcción	
	Limpieza del terreno	10
	Preparación y nivelación del sitio	20
60.20	Construcción de Infraestructura civil e Hidráulica	
	Formaleta de cimentación	15
	Cimentación de la estructura	30
	Instalación de formaletas de estructura	20
	Instalación de acero de refuerzo	30
	Instalación de tuberías y canales	30
	Fundición de elementos estructurales	30
	Desmontaje de formaletas	10
	Acabados	30
60.30	Instalación de Equipos Eléctricos y Mecánicos	
	Montaje de paneles de control y distribución	20
	Instalación de generadores y transformadores	30
	Montaje e instalación de motores y bombas	30
	Instalación del cableado	20
	Instalación de turbinas, válvulas y compresores.	30
70	Pruebas y Ajustes	
70.10	Pruebas y Ajustes Iniciales de Sistemas	
	Pruebas hidráulicas	15
	Pruebas eléctricas	15
	Pruebas mecánicas	15
	Pruebas de integración entre sistemas.	15
	Ajustes técnicos y mantenimientos.	15
70.20	Establecimiento de Procedimientos Operativos	
	Elaboración de los manuales operacionales de la central	30
	Capacitación del personal en los procedimientos operativos.	30
80	Puesta en Marcha	
80.10	Activación de Sistemas Hidroeléctricos	
	Inauguración de la (P.C.H)	1
	Encendido de los sistemas hidroeléctricos y de los equipos.	1
80.20	Monitoreo Inicial y Verificación de Operaciones	
	Verificación de operación	5

No	Nombre de la Tarea	Duración (Días)
	Monitorización del rendimiento sistema.	30
	Ajustes y mantenimientos	5
90	Capacitación y Transferencia de Conocimiento	
90.10	Entrenamiento del Personal Local	
	Elaboración del plan de capacitación de operaciones	30
	Desarrollo de sesiones de entrenamiento y práctica.	30
	Evaluación del programa de capacitación.	10
90.20	Programas Educativos para Comunidad	
	Elaboración de los programas educativos.	30
	Realización de talleres y actividades comunitarias.	30
100	Cierre del Proyecto	
	Revisión de Objetivos y Resultados	10
	Evaluación de Impacto Social y Ambiental	30
	Análisis de Costos y Beneficios	20
	Elaboración de informe de Lecciones Aprendidas	20
	Establecimiento de Procedimientos de Monitoreo y control	20

Es importante tener en cuenta que estos plazos pueden variar según las circunstancias y la evolución del proyecto, además, algunos hitos pueden superponerse para acelerar el proceso. Es fundamental involucrar a todas las partes interesadas desde las etapas iniciales para garantizar un proceso fluido y la colaboración eficaz. La duración total del proyecto se estima en 1133 días correspondientes a aproximadamente tres (3) años y dos (2) meses de ejecución.

En la Figura 4.2 se presenta el cronograma de actividades elaborado en el programa Microsoft Project, el cual para efectos de visualización muestra únicamente los paquetes de trabajo principales.

4.2.1. Procesos de Control del Cronograma

Procesos: Una vez definido el cronograma final de actividades, es responsabilidad del director del proyecto supervisar y controlar su ejecución de acuerdo al avance de cada una de las actividades. Además el equipo de proyecto debe participar activamente en los ajustes y actualizaciones que se requieran durante la ejecución para asegurar el cumplimiento de los plazos y objetivos establecidos.

- **Actualización del Cronograma:** El cronograma del proyecto se actualiza con el progreso real mediante las modificaciones en las fechas de actividades y cualquier cambio en la secuencia o duración de las tareas. Para garantizar un seguimiento y control exitoso la actualización se debe realizar semanalmente o quincenalmente durante las reuniones de seguimiento del proyecto.
- **Seguimiento de Hitos y Tareas Críticas:** Se monitorean los hitos y las tareas críticas para asegurar que se completen según lo programado. Este proceso debe ser continuo, con revisiones enfocadas en hitos clave durante la ejecución de las actividades.

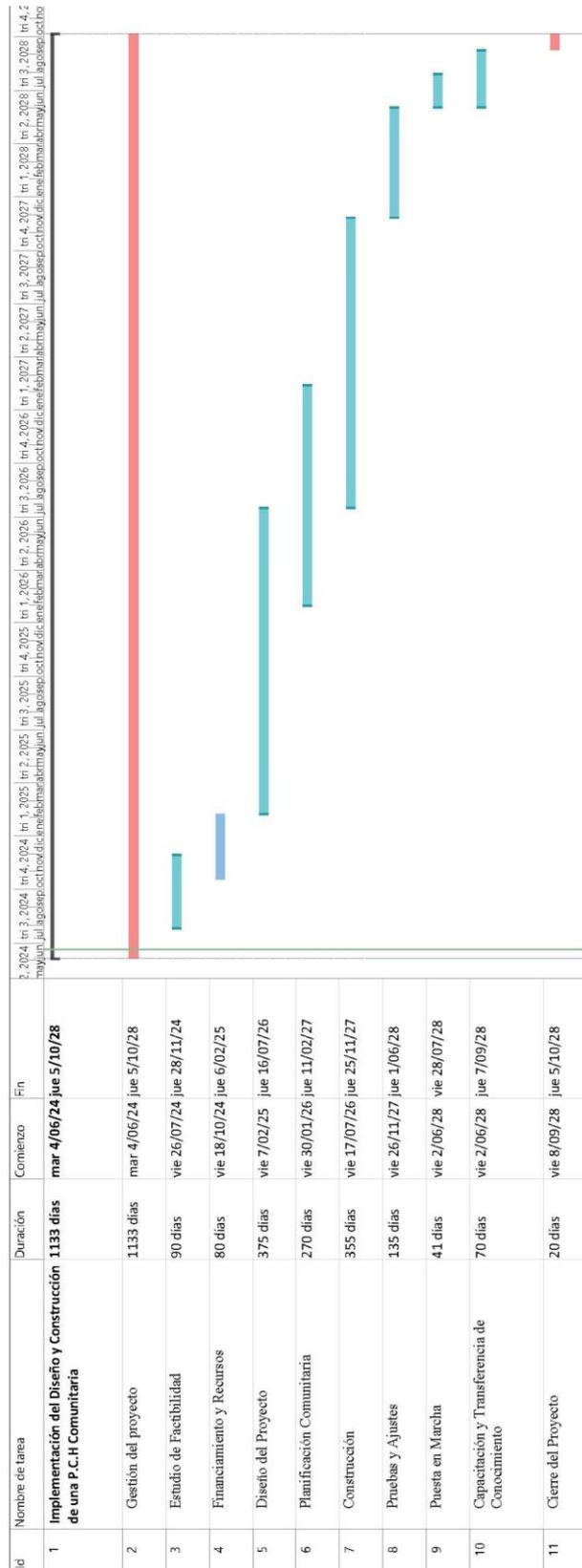


Figura 4.2. Cronograma de Actividades. Fuente: Elaboración propia.

- **Análisis de Variaciones:** Se analizan las variaciones entre el cronograma planificado y el cronograma actualizado para identificar las causas de las desviaciones y resolverlas. Se debe realizar semanalmente o quincenalmente durante las reuniones de seguimiento del proyecto cuando las diferencias sean significativas.
- **Acciones Correctivas y Preventivas:** Se implementan acciones correctivas para mitigar impactos en el cronograma, tan pronto como se identifiquen desviaciones significativas durante el monitoreo continuo.

Herramientas y Software: Para llevar a cabo los procesos de control del cronograma, se debe utilizar herramientas como Microsoft Project adaptadas a las necesidades del proyecto, adicionalmente se deben presentar informes de seguimiento semanal actualizados que muestran el estado del cronograma, incluyendo hitos alcanzados, desviaciones y acciones tomadas.

Responsable: En el caso de los procesos de seguimiento y control del cronograma, el Ingeniero de Costos y Presupuestos es el responsable directo de su elaboración, ajuste y actualización.

Metodologías: La metodología de la duración ganada EDM compara el desempeño actual del proyecto con los plazos planificados, permite realizar un diagnóstico de tiempos (retrasos o adelantos) a nivel macroscópico y microscópico. Se aclara que la metodología tiene un factor limitante ya que pierde poder de predicción hacia el final del proyecto, sin embargo puede ser de utilidad en las fases iniciales.

4.3 Gestión de los Costos

El presupuesto es uno de los factores fundamentales al momento de implementar un proyecto, ya que una estimación acertada facilita el control de costos durante la ejecución. La asignación del presupuesto del proyecto se desarrolla en la etapa de planificación, paralelamente al desarrollo del cronograma, ya que depende en gran medida de la duración de las actividades y la asignación de los recursos.

En el caso de la solución propuesta es importante aclarar, que el desarrollo del proyecto depende en gran medida que los resultados del estudio de factibilidad. Dado que se trata de un proyecto sumamente complicado con múltiples etapas, es fundamental comprender los aspectos técnicos de la PCH según las características específicas y particulares del área de influencia. Por consiguiente en el presente trabajo se estimará un coste global por fases, determinado según la experiencia de proyectos similares implementados en Colombia, como se muestra en la Tabla 4.3. Al ser una propuesta para la implementación de un proyecto, no lleva el nivel de detalle que se requiere al momento de su implementación.

Tabla 4.3. Presupuesto del proyecto. Fuente: Elaboración Propia.

No	Nombre del Paquete de Trabajo	Coste del Paquete de Trabajo (€)	Porcentaje del costo total (%)
10	Gestión del proyecto	€ 85.800,00	4,7%
20	Estudio de Factibilidad	€ 87.400,00	4,8%
20.10	Análisis Técnico y Ambiental	€ 50.200,00	2,7%

No	Nombre del Paquete de Trabajo	Coste del Paquete de Trabajo (€)	Porcentaje del costo total (%)
20.20	Evaluación de Impacto Social	€ 18.600,00	1,0%
20.30	Viabilidad Económica y Financiera	€ 18.600,00	1,0%
30	Financiamiento y Recursos	€ 10.000,00	0,5%
40	Diseño del Proyecto	€ 318.300,00	17,3%
40.10	Estudios Técnicos.	€ 200.600,00	10,9%
40.20	Diseños Técnicos Detallados.	€ 110.700,00	6,0%
40.30	Permisos y Licencias	€ 7.000,00	0,4%
50	Planificación Comunitaria	€ 11.000,00	0,6%
50.10	Identificación de Interesados	€ 1.000,00	0,1%
50.20	Plan de Gestión Social	€ 10.000,00	0,5%
60	Construcción	€ 1.250.000,00	68,0%
60.10	Preparación del Sitio de Construcción	€ 50.000,00	2,7%
60.20	Construcción de Infraestructura civil e Hidráulica	€ 500.000,00	27,2%
60.30	Instalación de Equipos Eléctricos y Mecánicos	€ 700.000,00	38,1%
70	Pruebas y Ajustes	€ 15.000,00	0,8%
70.10	Pruebas y Ajustes Iniciales de Sistemas	€ 10.000,00	0,5%
70.20	Establecimiento de Procedimientos Operativos	€ 5.000,00	0,3%
80	Puesta en Marcha	€ 5.000,00	0,3%
80.10	Activación de Sistemas Hidroeléctricos	€ -	0,0%
80.20	Monitoreo Inicial y Verificación de Operaciones	€ 5.000,00	0,3%
90	Capacitación y Transferencia de Conocimiento	€ 28.600,00	1,6%
90.10	Entrenamiento del Personal Local	€ 18.600,00	1,0%
90.20	Programas Educativos para Comunidad	€ 10.000,00	0,5%
100	Cierre del Proyecto	€ 27.800,00	1,5%
Costo del Proyecto		€ 1.838.900,00	100,0%
Margen de Contingencia (5% del total)		€ 91.945,00	5,0%
Costo Total del Proyecto		€ 1.930.845,00	100%

En la Figura 4.3 se muestra la distribución de costos de cada uno de los paquetes de trabajo. En el grafico se puede evidenciar que el paquete de trabajo que tiene mayor costo en relación al total del proyecto, es la fase de construcción seguido de la fase de diseño, ya que son las fases que involucran mayor inversión en maquinaria y materiales, mano de obra especializada y la elaboración de los diseños según la normativa aplicable.

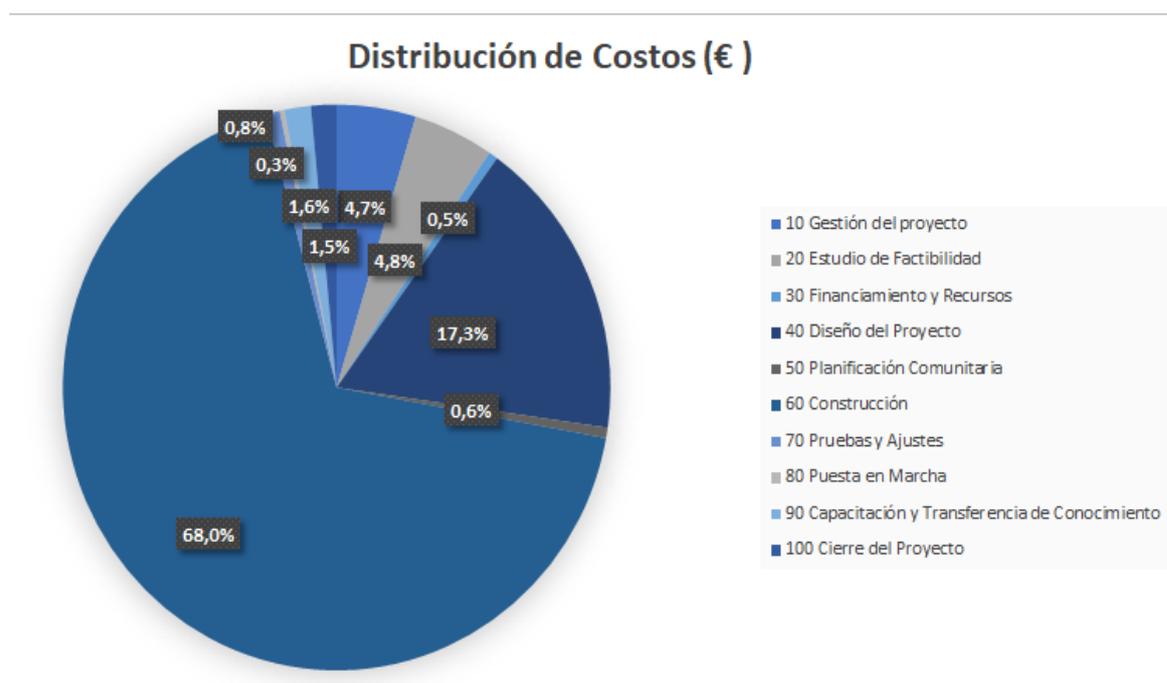


Figura 4.3. Distribución de Costos. Fuente: Elaboración propia.

4.3.1. Línea Base de Costos

El presupuesto inicial del proyecto nos permite obtener la línea base de costos, la cual se utiliza como punto de referencia para medir el desempeño financiero del proyecto y sirve como guía para controlar y gestionar los costos, comparando lo planificado contra lo real ejecutado. Si durante la ejecución del proyecto se identifican variaciones sustanciales, se debe proceder a tomar las medidas correctivas a las que haya lugar.

En la Figura 4.4 se presenta la línea base de costos del proyecto. El gráfico de barras muestra la distribución de costos totales por trimestre y por año de duración del proyecto, referenciado en el eje izquierdo. Por su parte la línea base de costos muestra los costos acumulados del proyecto de acuerdo a su ejecución y se referencia en el eje derecho.

Del gráfico se puede concluir que los picos más altos de inversión, son en las fases de construcción y diseños respectivamente, así mismo el año que involucra los costos bajos es el año 2028 en el cual inicia la etapa de monitoreo y control. En cuanto a la línea base de costos se evidencia un incremento gradual a lo largo del ciclo de vida del proyecto, hasta estabilizarse a inicios del año 2028.

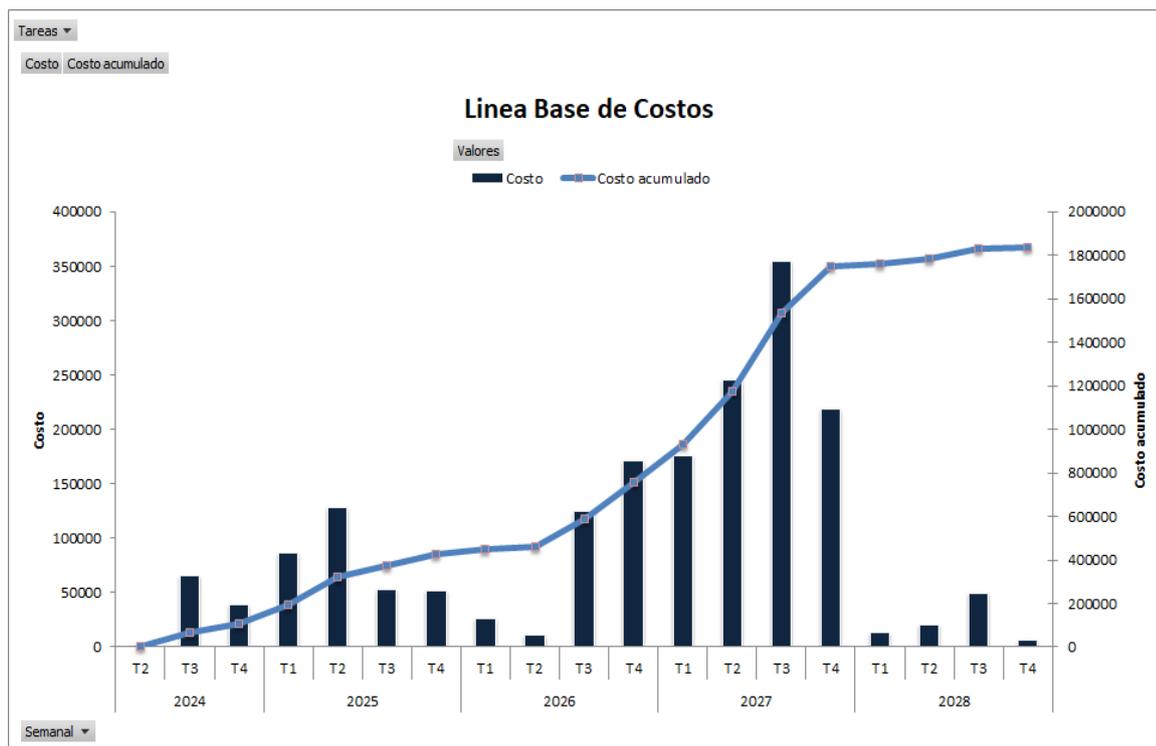


Figura 4.4. Distribución de Costos. Fuente: Elaboración propia.

4.3.2. Financiación

La financiación del proyecto se definirá en la fase de “Financiamiento y Recursos” planteada en el cronograma de actividades. En esta fase se buscará las opciones más factibles y optimas de financiación de acuerdo a los requerimiento del proyecto (Figura 4.5).

Se plantea impulsar el proyecto mediante financiación pública Nacional principalmente en las fases de diseño y construcción que son las que requieren una mayor inversión. Los proyectos de índole publica garantizan no solo los fondos necesarios para ejecutar y mantener el proyecto, si no que promueven el cumplimiento de los objetivos desarrollo propuestos en los planes de gobierno vigentes.

Así mismo se evaluarán posible opciones de apoyo financiero de organizaciones internacionales alineadas a los objetivos de desarrollo sostenible. El aporte económico de este tipo de organizaciones, se priorizará principalmente en el componente de progreso social y participación comunitaria, ya que es uno de los aspectos que tiene un impacto positivo en el proyecto.

También se evaluará el patrocinio de empresas privadas en la fase de explotación, operación y mantenimiento. Si bien las empresas privadas podrían verlo como una oportunidad de negocio, es importante no perder de vista que el objetivo principal del proyecto es beneficiar a la comunidad, por lo que se tendrá que evaluar que es más sostenible y transparente en el tiempo, si una administración pública o privada de la (P.C.H).

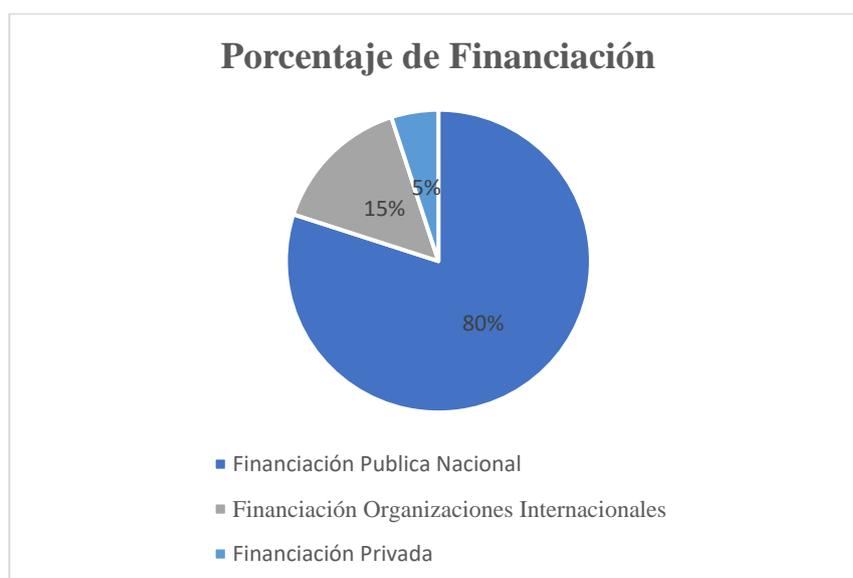


Figura 4.5. Distribución de Costos. Fuente: Elaboración propia.

4.3.3. Procesos de Control de la Línea Base de Costos

Procesos: Definido el presupuesto del proyecto se obtiene la línea base de costos, la cual nos permite tener un punto de referencia con el cual evaluar y comparar la gestión de los costos durante la ejecución del proyecto. Es responsabilidad del director del proyecto supervisar y controlar su ejecución de acuerdo al avance de cada una de las actividades. Además el equipo de proyecto debe participar activamente en los ajustes y actualizaciones que se requieran durante la ejecución para asegurar el cumplimiento de los costos y objetivos establecidos.

- **Línea base de costos:** Se define la línea base de costos inicial de acuerdo al presupuesto aprobado del proyecto, que incluye todos los costos estimados para cada fase y actividad.
- **Monitoreo de los costos:** Se realiza el seguimiento continuo de los costos reales en comparación con la línea base establecida incluidos los estados financieros, informes de gastos e información financiera importante.
- **Análisis de variaciones:** Se identifican y analizan las variaciones entre los costos reales y los costos planificados en la línea base y se evalúan las posibles causas y consecuencias.
- **Acciones Correctivas y Preventivas:** Se implementan acciones correctivas para mitigar impactos en el presupuesto, tan pronto como se identifiquen desviaciones significativas durante el monitoreo continuo.

Herramientas y Software: Para llevar a cabo los procesos de control de los costos, se debe utilizar herramientas como Microsoft Project adaptadas a las necesidades del proyecto, adicionalmente se deben presentar informes de seguimiento semanal actualizados para informar a los interesados internos y externos sobre la situación financiera del proyecto, incluyendo proyecciones de costos futuros y posibles ajustes en el presupuesto.

Responsable: En el caso de los procesos de seguimiento y control de los costos, el Ingeniero de Costos y Presupuestos es el responsable directo de su elaboración, ajuste y actualización.

Metodologías: La metodología del valor ganado compara el desempeño actual del proyecto con las tres líneas base alcance, costo y tiempo, permite comparar el costo planificado con el costo real del trabajo y utiliza métricas y técnicas para identificar desviaciones y asegurar que el proyecto esté en línea con los objetivos financieros del proyecto. Se aclara que la metodología tiene un factor limitante, ya que pierde poder de predicción hacia el final del proyecto, sin embargo puede ser de utilidad en las fases iniciales.

4.4 Gestión de los Riesgos

La identificación y gestión de los riesgos es un componente fundamental en el desarrollo exitoso de cualquier proyecto, especialmente en aquellos que involucran infraestructuras de complejidad como una Pequeña Central Hidroeléctrica (P.C.H). En esta sección, se llevará a cabo un análisis de los posibles riesgos que podrían afectar la planificación, construcción y operación de la (P.C.H). Entender y anticipar estos riesgos permite implementar estrategias efectivas de mitigación y contingencia, asegurando así la viabilidad y el éxito del proyecto a largo plazo. A lo largo de este análisis, examinaremos los riesgos (Tabla 4.4), evaluando su probabilidad de ocurrencia, su impacto potencial y las acciones necesarias para su manejo.

Tabla 4.4. Identificación de Riesgos. Fuente: Elaboración Propia.

No	Riesgo	Causa	Consecuencia	Tipo
R01	Obstaculizar la implementación y operación del proyecto.	La inestabilidad política y social en la región, incluyendo la presencia de grupos armados y actividades ilegales. Resistencia por parte de grupos de étnicos o comunidades locales que no estén de acuerdo con el proyecto o disputas por el uso del agua y la tierra.	Retrasos en el cronograma del proyecto e incluso la cancelación del mismo	Amenaza
R02	Disponibilidad de financiamiento y recursos para el proyecto.	La incertidumbre económica y política a nivel nacional e internacional, que puede afectar la disponibilidad de financiamiento y recursos para el proyecto.	Retrasos en el cronograma del proyecto e incluso la cancelación del mismo	Amenaza
R03	Costos operativos más altos de lo previsto inicialmente.	La depreciación de equipos, reparaciones imprevistas y fluctuaciones en los precios de los materiales y la energía.	No cumplimiento con el presupuesto del proyecto	Amenaza

No	Riesgo	Causa	Consecuencia	Tipo
R04	No cumplimiento de los plazos operativos previstos.	Condiciones geográficas desafiantes en la zona de intervención, restricciones de acceso a áreas rurales remotas y la disponibilidad limitada de mano de obra calificada en la zona. Retrasos en los tramites de permisos y licencias de construcción.	Retrasos en el cronograma del proyecto.	Amenaza
R05	Interés de grandes empresas proveedoras de energía eléctrica del país en la privatización de la (P.C.H).	Motivaciones financieras	Aumento de tarifas y falta de transparencia.	Amenaza
R06	Inundaciones durante la construcción y operación de la (P.C.H).	Aumento repentino del caudal del río San Juan debido a lluvias intensas o deshielo de glaciares cercanos.	Daños a la infraestructura de la central hidroeléctrica, interrupción del suministro eléctrico y riesgo para la seguridad de los trabajadores y residentes locales.	Amenaza
R07	Posibilidad de movimientos de tierra y el riesgo de erosión del suelo durante la fase de construcción.	Terremotos, deforestación o saturación del suelo por precipitaciones prolongadas.	Interrupción de las operaciones de construcción, pérdida de vidas humanas, daños a la propiedad y retrasos en la finalización del proyecto.	Amenaza
R08	Daños en la infraestructura por fenómenos naturales	Tormentas eléctricas, vientos fuertes o cambios bruscos de temperatura.	Pérdida de equipos, interrupción del suministro eléctrico y costos adicionales para reparar o reconstruir la infraestructura dañada.	Amenaza

No	Riesgo	Causa	Consecuencia	Tipo
R09	Escases en la producción de energía	La generación de energía depende del caudal del río San Juan, lo que podría afectar la producción de energía en períodos de sequía	No prestación del servicio	Amenaza
R10	Impacto sónico	La operación de la (P.C.H), principalmente de la turbina y el generador.	Molestias a los residentes cercanos	Amenaza
R11	Impactos ambientales	Alteraciones en el ecosistema fluvial debido a la construcción de la central hidroeléctrica, como la sedimentación del río o la afectación de la fauna y tala de vegetación.	Daños a los ecosistemas acuáticos y terrestres, pérdida de biodiversidad, contaminación del agua y del suelo, y posibles sanciones legales.	Amenaza
R12	Errores de diseño o ingeniería	Deficiencias en la planificación o diseño técnico que puedan comprometer la eficiencia o seguridad de la central hidroeléctrica.	Pérdida de eficiencia en la generación de energía, riesgo para la seguridad de las instalaciones y trabajadores, y posibles reclamaciones legales por daños o lesiones.	Amenaza
R13	Contaminación del agua y del suelo debido al manejo inapropiado de los residuos sólidos durante la fase de construcción	Manejo inadecuado de materiales y desechos.	Deterioro de la calidad del agua y del suelo.	Amenaza
R14	Posible pérdida de propiedades históricas, culturales e indígenas por la construcción de las obras civiles	Ubicación del proyecto en áreas con patrimonio cultural.	Pérdida de patrimonio cultural y posible conflicto con comunidades locales.	Amenaza

No	Riesgo	Causa	Consecuencia	Tipo
R15	Potencial sin explotar de proyectos hidroeléctricos en la región del Chocó, que representan una oportunidad para el desarrollo económico y social.	Abundancia de recursos hídricos en la región. Escaso desarrollo de infraestructura energética. Interés creciente en fuentes de energía renovable.	Desarrollo económico local mediante la creación de empleo y aumento de la inversión. Mejora en la calidad de vida de las comunidades locales gracias al acceso constante a energía eléctrica. Incremento en la independencia energética de la región, reduciendo la dependencia de combustibles fósiles.	Oportunidad
R16	Posibilidad de obtener financiamiento nacional e internacional para proyectos de desarrollo.	Compromisos de los gobiernos con la sostenibilidad y reducción de emisiones de carbono.	Facilita la implementación del proyecto al asegurar los recursos financieros necesarios y mejora la viabilidad económica del proyecto.	Oportunidad
R17	Alineación con las políticas gubernamentales de promoción de energías renovables.	Políticas y subsidios que favorecen el desarrollo de energías limpias.	Mayor facilidad para obtener permisos y licencias. Posible acceso a incentivos fiscales y financieros. Incremento en el apoyo institucional y comunitario.	Oportunidad
R18	Implementación de tecnologías innovadoras para mejorar la transparencia y seguridad en las transacciones energéticas.	Avances en tecnologías digitales y Blockchain; necesidad de mejorar la transparencia y seguridad en el sector energético.	Aumento de la confianza en el sistema energético; mejor gestión de transacciones y contratos; mayor eficiencia operativa.	Oportunidad

No	Riesgo	Causa	Consecuencia	Tipo
R19	El proyecto se alinea con los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la ONU, lo que podría facilitar el apoyo institucional.	Enfoque global en la sostenibilidad y los ODS; respaldo de organismos internacionales.	Mayor probabilidad de recibir apoyo y financiamiento de instituciones y ONGs; fortalecimiento de la imagen y reputación del proyecto.	Oportunidad
R20	Desarrollo de un modelo de plan de proyecto escalable y replicable no solo para el Chocó, sino también para otras regiones del país.	Necesidad de soluciones energéticas sostenibles en varias regiones; éxito potencial del proyecto inicial.	Expansión del impacto positivo a otras regiones; desarrollo de una solución estándar para áreas no interconectadas; mejora general en la provisión de servicios energéticos.	Oportunidad
R21	Desarrollar un plan de transferencia de conocimiento centrado en capacitaciones especializadas en la operación y mantenimiento de la pequeña central a la población local.	Falta de habilidades técnicas en la población local; necesidad de sostenibilidad operativa a largo plazo.	Falta de habilidades técnicas en la población local; necesidad de sostenibilidad operativa a largo plazo.	Oportunidad
R22	La implementación del proyecto puede generar empleo local tanto durante la fase de construcción como en la operación y mantenimiento de las pequeñas centrales.	Requerimientos laborales del proyecto; alto desempleo en la región.	Creación de empleos; reducción del desempleo; mejora en la economía local; aumento de los ingresos de los hogares.	Oportunidad
R23	Implementación de programas educativos en materia de energía.	Necesidad de concienciación sobre el uso responsable de la energía; enfoque en la sostenibilidad.	Reducción del consumo energético; aumento de la eficiencia energética; mayor sostenibilidad del proyecto.	Oportunidad

No	Riesgo	Causa	Consecuencia	Tipo
R24	Recuperación y aprovechamiento de zonas deforestadas para la minería ilegal como terrenos potenciales para la construcción del proyecto.	Presencia de terrenos degradados por la minería ilegal; necesidad de restauración ambiental.	Restauración de ecosistemas; reutilización de terrenos; contribución al desarrollo sostenible; mejora del medio ambiente local.	Oportunidad
R25	Explorar la posibilidad de obtener incentivos fiscales y regulatorios por parte del gobierno para proyectos de energía renovable.	Políticas gubernamentales de apoyo a las energías renovables; beneficios fiscales disponibles.	Reducción de costos; aumento de la rentabilidad; mayor viabilidad financiera; incentivo para la inversión en energías renovables.	Oportunidad
R26	Investigación y desarrollo tecnológico para la construcción de una (P.C.H) biofílica.	Avances en tecnología y diseño biofílico; necesidad de minimizar impactos ambientales.	Mejora de la eficiencia energética; reducción de impactos ambientales; aumento de la competitividad; fomento de la innovación en el sector energético.	Oportunidad

Tabla de probabilidad (P)

A continuación en la Tabla 4.5, se presentan cinco (5) categorías de grados de probabilidad de ocurrencia de los riesgos identificados previamente. La probabilidad de que ocurra el riesgo se sitúa en un rango entre 0 y 1.

Tabla 4.5. Niveles de probabilidad de riesgo. Fuente: Elaboración propia.

Categoría	Valor	Descripción
Muy alto (MA)	0,9	Probabilidad de ocurrencia excepcionalmente alta. Existe certeza de que el riesgo se manifieste (71%-90%)
Alta probabilidad (A)	0,7	Probabilidad de ocurrencia considerable. Existe cierta certeza de que el riesgo se manifieste (51%-70%)
Probabilidad media (M)	0,5	Probabilidad de ocurrencia moderada (31%-50%)
Baja probabilidad (B)	0,3	Probabilidad de ocurrencia relativamente baja (11%-30%)
Muy baja probabilidad (MB)	0,1	Probabilidad de ocurrencia excepcionalmente baja o inexistente (0%-10%)

Tabla de impacto (I)

En la siguiente Tabla 4.6, se presentan cinco (5) niveles de impacto del riesgo, cada uno representado por un valor numérico dentro del rango de 0 a 1.

Tabla 4.6. Niveles impacto de los riesgos. Fuente: Elaboración propia.

Categoría	Valor	Descripción
Muy alto impacto (MA)	0,9	Riesgo que puede tener un impacto extremadamente significativo en los objetivos del proyecto.
Alto impacto (A)	0,7	Riesgo alto, que debe tratar de mitigarse en la medida de lo posible. Se necesita contar con estrategia proactiva para afrontar.
Impacto medio (M)	0,5	El impacto es moderado, pero suficientemente notable para ser considerado.
Bajo impacto (B)	0,3	El impacto es bajo y es tolerable en la mayoría de las situaciones.
Muy bajo impacto (MB)	0,1	El impacto es muy bajo, por lo que su ocurrencia puede ser aceptada sin mayores preocupaciones.

Una matriz de impacto-probabilidad en riesgos es una herramienta utilizada en la gestión de proyectos para evaluar la posible ocurrencia y el impacto de los riesgos identificados. Esta matriz ayuda a visualizar la probabilidad de que ocurra un riesgo en un eje y el impacto que tendría en el proyecto en el otro. Asigna una clasificación a cada riesgo en función de su probabilidad y su impacto, lo que permite priorizarlos y tomar decisiones informadas sobre cómo mitigarlos o gestionarlos (Tabla 4.7).

Tabla 4.7. Matriz de Impacto y Probabilidad. Fuente: Elaboración propia.

Probabilidad	Matriz									
0,9	0,09	0,27	0,45	0,63	0,81	0,81	0,63	0,45	0,27	0,09
0,7	0,07	0,21	0,35	0,49	0,63	0,63	0,49	0,35	0,21	0,07
0,5	0,05	0,15	0,25	0,35	0,45	0,45	0,35	0,25	0,15	0,05
0,3	0,03	0,09	0,15	0,21	0,27	0,27	0,21	0,15	0,09	0,03
0,1	0,01	0,03	0,05	0,07	0,09	0,09	0,07	0,05	0,03	0,01
	0,1	0,3	0,5	0,7	0,9	0,9	0,7	0,5	0,3	0,1
	Impacto (-)					Impacto (+)				

Los riesgos se clasifican según su importancia en riesgos de interés prioritario, relevantes o secundarios, lo que facilita su priorización y gestión como se muestra en la Tabla 4.8.

Tabla 4.8. Leyenda de la matriz P-I. Fuente: Elaboración propia.

Leyenda	
	Riesgo secundario
	Riesgo relevante
	Riesgo de interés prioritario

Una vez valorados los riesgos identificados, podemos clasificarlos según su nivel de prioridad, asignar la estrategia de respuesta que se utilizará y determinar cuál sería la respuesta más apropiada

para abordar al riesgo en mención. Esta clasificación nos permite priorizar los riesgos más críticos y tomar medidas preventivas o correctivas de manera eficiente para mitigar su impacto potencial en el proyecto, como se muestra en la Tabla 4.9.

Tabla 4.9. Estrategia de Respuesta. Fuente: Elaboración propia.

No Riesgo	P	I	P*I	Priorización	Estrategia de respuesta	Respuesta al riesgo
R01	0,9	0,9	0,81	Riesgo de interés prioritario	Evitar	Establecer mesas de diálogo continuo con los grupos armados y el gobierno nacional para resolver disputas y garantizar un consenso sobre el proyecto. Establecer mesas de diálogo continuo con las comunidades locales, grupos étnicos y otras partes interesadas para abordar preocupaciones y garantizar un consenso sobre el proyecto.
R02	0,3	0,8	0,24	Riesgo relevante	Mitigar	Buscar diversas fuentes de financiamiento tanto a nivel nacional como internacional para reducir la dependencia de la incertidumbre económica y política. Esto podría incluir asociaciones público-privadas, fondos de desarrollo internacionales y mecanismos de financiamiento innovadores.
R03	0,5	0,7	0,35	Riesgo relevante	Mitigar	Desarrollar planes de contingencia detallados para hacer frente a posibles aumentos en los costos operativos. Esto podría implicar reservas financieras adicionales, contratos flexibles con proveedores y la implementación de prácticas de gestión de proyectos.
R04	0,5	0,7	0,35	Riesgo relevante	Mitigar	Desarrollar planes de contingencia detallados para hacer frente a posibles retrasos en el cronograma. Esto podría implicar priorizar las actividades críticas o asignar recursos adicionales.
R05	0,3	0,3	0,09	Riesgo secundario	Mitigar	Fortalecer la participación y el control estatal en la gestión de la PCH mediante regulaciones gubernamentales que protejan los intereses locales y comunitarios con el fin de defender la propiedad pública de los recursos energéticos y garantizar un enfoque más equitativo y sostenible en la administración de la energía.
R06	0,2	0,4	0,08	Riesgo secundario	Mitigar	Construir barreras físicas y sistemas de drenaje adecuados alrededor de las áreas críticas de la central hidroeléctrica para mitigar el riesgo de inundaciones y capacitar al personal en medidas de seguridad y procedimientos de emergencia para actuar rápidamente en caso de inundaciones.
R07	0,1	0,4	0,04	Riesgo secundario	Evitar	Con el fin de garantizar la seguridad y reducir al mínimo el impacto ambiental, la infraestructura civil se situará en una ubicación segura sin necesidad de realizar excavaciones profundas en el terreno. Además, se instalarán barreras naturales alrededor de la obra civil para preservar el entorno natural.

No Riesgo	P	I	P*I	Priorización	Estrategia de respuesta	Respuesta al riesgo
R08	0,1	0,4	0,04	Riesgo secundario	Mitigar	Establecer un sistema de monitoreo meteorológico en tiempo real para anticipar cambios bruscos en el clima, como lluvias intensas y recibir alertas tempranas, para planificar adecuadamente el desarrollo de las actividades y adoptar posibles medidas de prevención.
R09	0,1	0,4	0,04	Riesgo secundario	Mitigar	Se podría invertir en sistemas de almacenamiento de energía, como baterías o sistemas de bombeo, para acumular energía durante los períodos de caudal alto y utilizarla en momentos de escasez. Es primordial garantizar siempre un caudal mínimo en los ríos de al menos el 10% del caudal medio (conocido como caudal ecológico) para evitar afectaciones al medio ambiente.
R10	0,2	0,1	0,02	Riesgo secundario	Mitigar	Se puede mitigar este problema mediante la construcción de una casa de máquinas utilizando materiales que sean efectivos para aislar el ruido.
R11	0,2	0,4	0,08	Riesgo secundario	Evitar	El diseño de la instalación de las obras civiles se llevará a cabo en un área que no requiera la tala de árboles, con el objetivo de que la (P.C.H) se integre completamente con el entorno natural. En caso de identificar alguna estructura que demande más espacio, se ubicará en zonas deforestadas y no recuperadas debido a actividades ilegales, para luego iniciar una campaña de reforestación después de la construcción. Implementar un programa de manejo de calidad de agua y manejo integral de residuos sólidos (como piedras y tierra), durante la etapa de construcción.
R12	0,1	0,8	0,08	Riesgo secundario	Evitar	Involucrar ingenieros y técnicos con experiencia específica en proyectos hidroeléctricos y establecer un proceso riguroso de revisión y validación de los diseños técnicos, involucrando a terceros independientes para una auditoría técnica, adicionalmente se debe garantizar que todos los diseños cumplan con las normas y estándares internacionales y nacionales pertinentes.
R13	0,1	0,4	0,04	Riesgo secundario	Evitar	Implementar un programa de manejo de calidad de agua y manejo integral de residuos sólidos (como piedras y tierra), durante la etapa de construcción.
R14	0,1	0,4	0,04	Riesgo secundario	Evitar	La construcción de la obra civil se realizará en una ubicación deshabitada y estratégicamente seleccionada, acompañada de un plan de manejo arqueológico. Esto garantizará la prevención de posibles conflictos relacionados con el patrimonio cultural y la protección de los recursos hídricos locales.
R15	0,9	0,8	0,72	Riesgo de interés prioritario	Aceptar	Realizar un análisis exhaustivo del potencial hidroeléctrico de la región del Chocó para identificar sitios óptimos para la construcción de nuevas (P.C.H).

No Riesgo	P	I	P*I	Priorización	Estrategia de respuesta	Respuesta al riesgo
R16	0,9	0,9	0,81	Riesgo de interés prioritario	Aceptar	Elaborar propuestas de proyectos sólidas y atractivas que cumplan con los criterios de financiamiento de organizaciones nacionales e internacionales.
R17	0,9	0,8	0,72	Riesgo de interés prioritario	Aceptar	Participar activamente en procesos de consulta y elaboración de políticas para influir en la creación de marcos regulatorios favorables al desarrollo de proyectos hidroeléctricos sostenibles.
R18	0,8	0,9	0,72	Riesgo de interés prioritario	Aceptar	Investigar sobre el uso de tecnologías como "Blockchain" para mejorar la transparencia y seguridad en las transacciones energéticas asociadas al proyecto
R19	0,8	0,9	0,72	Riesgo de interés prioritario	Aceptar	Destacar públicamente cómo el proyecto se alinea con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la ONU, resaltando específicamente los ODS relevantes que aborda, como el acceso a energía asequible y no contaminante (ODS 7), la acción por el clima (ODS 13) y la generación de empleo decente y crecimiento económico sostenido (ODS 8).
R20	0,6	0,8	0,48	Riesgo de interés prioritario	Aceptar	Colaborar con instituciones académicas, organizaciones gubernamentales y no gubernamentales y empresas del sector privado para desarrollar un modelo de proyecto escalable y replicable.
R21	0,8	0,9	0,72	Riesgo de interés prioritario	Aceptar	Establecer programas de capacitación y entrenamiento para la población local en operación y mantenimiento de (P.C.H).
R22	0,8	0,9	0,72	Riesgo de interés prioritario	Aceptar	Fomentar la contratación de mano de obra local durante todas las fases del proyecto para generar empleo y contribuir al desarrollo económico de la región.
R23	0,8	0,9	0,72	Riesgo de interés prioritario	Aceptar	Diseñar y ejecutar programas educativos dirigidos a la comunidad local para promover una mayor conciencia sobre el consumo responsable de energía y los beneficios de las energías renovables.
R24	0,7	0,9	0,63	Riesgo de interés prioritario	Aceptar	Identificar áreas deforestadas debido a actividades ilegales y evaluar su idoneidad para la construcción de proyectos hidroeléctricos.
R25	0,8	0,9	0,72	Riesgo de interés prioritario	Aceptar	Negociar con las autoridades gubernamentales para obtener beneficios como exenciones fiscales, tarifas preferenciales o subsidios que puedan reducir los costos operativos y mejorar la viabilidad económica del proyecto a largo plazo.
R26	0,7	0,9	0,63	Riesgo de interés prioritario	Aceptar	Establecer colaboraciones con instituciones de investigación y empresas especializadas en tecnología para desarrollar soluciones innovadoras en la construcción de (P.C.H) biofílicas.

4.4.1. Procesos de Control de los Riesgos

Procesos: el alcance del proyecto y una vez realizado el análisis del entorno se consigue identificar los potenciales riesgos del proyecto, los cuales nos permiten elaborar un plan de respuesta y mitigación para estar preparados en caso de que se lleguen a presentar. Es responsabilidad del director del proyecto supervisar y controlar los riesgos de acuerdo al avance de cada una de las actividades. Además el equipo de proyecto debe participar activamente en los ajustes y actualizaciones que se requieran durante la ejecución para asegurar el cumplimiento de los objetivos establecidos.

- **Identificación, evaluación y respuesta de los Riesgos:** Se identifican y evalúan los riesgos del proyecto y se definen las estrategias de respuesta para mitigar, transferir, aceptar o evitar riesgos. Estableciendo planes de contingencia y gestión.
- **Implementación de las estrategias de respuesta:** En caso de que alguno de los riesgos identificados en la fase de planeación llegue a ocurrir, se debe desplegar inmediatamente la estrategia de respuesta para evitar impactos negativos en el proyecto.
- **Monitoreo y control:** Se revisa y actualiza el registro de riesgos así como la efectividad de las respuestas implementadas. En caso de identificarse nuevos riesgos se debe realizar el respectivo registro con la evaluación y estrategia. El monitoreo debe realizarse semanalmente en los comités de seguimiento.
- **Lecciones aprendidas:** Se identifican las lecciones aprendidas de las respuestas correctivas implementadas, ya que hay riesgos que pueden ocurrir más de una vez durante la ejecución del proyecto, por lo que una correcta identificación de errores es de utilidad para replantear respuestas.

Herramientas y Software: Para llevar a cabo los procesos de control de los riesgos, se debe utilizar herramientas como Microsoft Excel para crear registros de riesgos, matrices de probabilidad e impacto, y para realizar análisis cualitativos y cuantitativos de riesgos, también se puede utilizar el aplicativo RISK para evaluar probabilidades de riesgo. Adicionalmente se deben presentar informes de seguimiento semanal actualizados para informar a los interesados sobre la situación del proyecto.

Responsable: En el caso de los procesos de seguimiento y control de los riesgos, el Director de proyecto es el responsable directo de su elaboración, ajuste y actualización.

Metodologías: La simulación de Monte Carlo es una metodología aplicable para el análisis y gestión de riesgos. Aunque no permite realizar un control como tal de riesgos, si permite evaluar y entender la incertidumbre mediante la generación de múltiples escenarios aleatorios utilizando modelos probabilísticos de las variables de interés que afectan los resultados del proyecto. La metodología podría utilizarse para evaluar los posibles costos finales del proyecto en función de la variabilidad en los precios de los materiales, la mano de obra y las condiciones climáticas, entre otros.

4.5 Gestión de los Interesados

La gestión de las partes interesadas es un componente clave en la gestión de proyectos, ya que conocer las expectativas y requisitos de los interesados permite planificar sistemáticamente la

comunicación y compromiso con ellas con el fin de beneficiar el cumplimiento de los objetivos del proyecto. Para lograr una correcta identificación y categorización de los interesados tanto internos como externos se emplea el modelo de Gardner (Matriz poder-interés) en donde se valora a cada uno de los interesados según su nivel de poder (P) dentro del proyecto y su nivel de interés (I) en el proyecto. El poder se refiere a la capacidad o influencia que una parte interesada tiene sobre el proyecto o sus resultados, mientras que el interés se refiere al grado de atención o preocupación que una parte interesada tiene por el proyecto o sus impactos.

El asignar una valoración a los interesados permite clasificarlos en cuatro categorías para seleccionar la mejor estrategia de gestión: mantener satisfecho, gestionar atentamente, observar y mantener informado. Asimismo también podemos categorizarlos como interesados clave, principales y secundarios.

La identificación de los interesados del presente proyecto parte de una investigación previa de las comunidades, personas, entidades y organizaciones de la zona de influencia que podrían estar interesadas en el proyecto y sus resultados. Es importante destacar que la identificación de los interesados es una herramienta dinámica, ya que a medida que avanza el proyecto puede cambiar en función de la toma de decisiones internas y factores externos que pueden influir en su evolución.

En la Tabla 4.10, se presentan los criterios de clasificación de los interesados según su nivel de importancia dentro del proyecto.

Tabla 4.10. Criterios de Clasificación de Interesados. Fuente: Elaboración propia.

Categorización	Nivel de Importancia
Clave	≥ 70
Principal	40-69
Secundario	< 40

De acuerdo a la aplicación de la herramienta de la matriz poder interés se identifican los siguientes Interesados para el proyecto (Tabla 4.11):

Tabla 4.11. Criterios de Clasificación de Interesados. Fuente: Elaboración propia.

	Stakeholders	Poder	Interés	P*I	Importancia	Zona de estrategia	Necesidades e Intereses
1	Equipo del Proyecto	10	10	100	Clave	Gestionar activamente	Interés en completar el proyecto dentro de los plazos y presupuestos establecidos, asegurando alta calidad técnica y conformidad con las regulaciones.

	Stakeholders	Poder	Interés	P*I	Importancia	Zona de estrategia	Necesidades e Intereses
2	Gobierno Nacional	10	9	90	Clave	Gestionar activamente	Aportar al bienestar y el progreso del país.
3	Ministerio de Minas y Energía	10	9	90	Clave	Gestionar activamente	Interés en la seguridad energética y la diversificación de fuentes de energía y cumplimiento de normativas.
4	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	10	9	90	Clave	Gestionar activamente	Necesidad de garantizar la protección ambiental y la sostenibilidad del proyecto.
5	Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA)	10	8	80	Clave	Gestionar activamente	
6	Departamento Nacional de Planeación	10	9	90	Clave	Gestionar activamente	Interés en la alineación del proyecto con los planes de desarrollo nacionales y regionales.
7	Gobernación del Chocó	8	9	72	Clave	Gestionar activamente	Interés en el desarrollo socioeconómico regional y la generación de empleo.
8	Secretaría de Minas y Energía del Chocó	8	9	72	Clave	Gestionar activamente	Necesidad de supervisar y regular adecuadamente el proyecto para garantizar su beneficio para la región.
9	Secretaría de Medio Ambiente del Chocó	8	9	72	Clave	Gestionar activamente	Necesidad de garantizar la protección ambiental y la sostenibilidad del proyecto.

	Stakeholders	Poder	Interés	P*I	Importancia	Zona de estrategia	Necesidades e Intereses
10	Secretaría de Planeación del Chocó	8	9	72	Clave	Gestionar activamente	Interés en garantizar que el proyecto contribuya al desarrollo equitativo y sostenible de la región.
11	Corporación Autónoma Regional para el Desarrollo Sostenible del Chocó	8	9	72	Clave	Gestionar activamente	Interés en la protección y conservación del medio ambiente en la región y necesidad de evaluar y mitigar los impactos ambientales del proyecto.
12	Alcaldía Municipal de Litoral San Juan	7	10	70	Clave	Gestionar activamente	Interés en el desarrollo local y la mejora de infraestructura y necesidad de garantizar el bienestar y los intereses de la población local.
13	Líderes comunitarios	6	10	60	Principal	Gestionar activamente	Interés en ser consultados y participar en la toma de decisiones sobre el proyecto y necesidad de proteger sus derechos territoriales, culturales y sociales.
14	Asociaciones de vecinos	5	10	50	Principal	Gestionar activamente	
15	Población local	5	10	50	Principal	Gestionar activamente	
16	Grupos étnicos (si corresponde)	5	10	50	Principal	Gestionar activamente	
17	Grupos defensores de los derechos humanos y de los derechos de los pueblos indígenas o afrodescendientes	5	10	50	Principal	Gestionar activamente	

	Stakeholders	Poder	Interés	P*I	Importancia	Zona de estrategia	Necesidades e Intereses
18	Organizaciones ambientales locales y nacionales	6	9	54	Principal	Gestionar activamente	Interés en garantizar que el proyecto se desarrolle de manera sostenible y respetuosa con el medio ambiente y los derechos humanos.
19	Organización de las Naciones Unidas	8	10	80	Clave	Gestionar activamente	Interés en participar en el proyecto y obtener contratos y necesidad de garantizar la calidad y la seguridad en la ejecución del proyecto.
20	Empresas proveedoras de ingeniería y construcción	4	7	28	Secundario	Mantener Satisfecho	Interés en la participación y privatización de la prestación del servicio para obtener beneficios económicos
21	Proveedores de tecnología y equipos para proyectos hidroeléctricos	4	7	28	Secundario	Mantener Satisfecho	Interés en contribuir con conocimiento especializado para mejorar la eficiencia y sostenibilidad del proyecto.
22	Empresas proveedoras de energía	4	7	28	Secundario	Mantener Satisfecho	
23	Centros de investigación en energía renovable y sostenibilidad ambiental	4	7	28	Secundario	Mantener Satisfecho	

	Stakeholders	Poder	Interés	P*I	Importancia	Zona de estrategia	Necesidades e Intereses
24	Agencias de cooperación internacional	4	7	28	Secundario	Mantener Satisfecho	Interés en financiar proyectos que promuevan el desarrollo sostenible y el cumplimiento de los objetivos internacionales y necesidad de asegurar la viabilidad y sostenibilidad del proyecto para justificar la inversión.
25	Organismos de financiamiento multilateral (Banco Mundial, Banco Interamericano de Desarrollo, etc.)	6	7	42	Principal	Gestionar activamente	
26	Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios	4	8	32	Secundario	Mantener Satisfecho	Interés en supervisar y regular el proyecto para garantizar su cumplimiento con las normativas y estándares establecidos.
27	Grupos Armados Ilegales	5	10	50	Principal	Gestionar activamente	Interés en obtener beneficios ilegales y negociar condiciones favorables para su agenda política y militar.
28	Promotores o Inversores privados	6	8	48	Principal	Gestionar activamente	Interés en obtener un retorno financiero favorable de su inversión en el proyecto y necesidad de garantías y estabilidad para maximizar beneficios económicos.

En un proyecto de desarrollo sostenible de esa naturaleza, donde se prioriza tanto el componente social, es evidente que todos los interesados analizados son importantes e influyentes. En la Figura 4.6 se ilustra la distribución de los interesados del proyecto de acuerdo a su poder e interés.

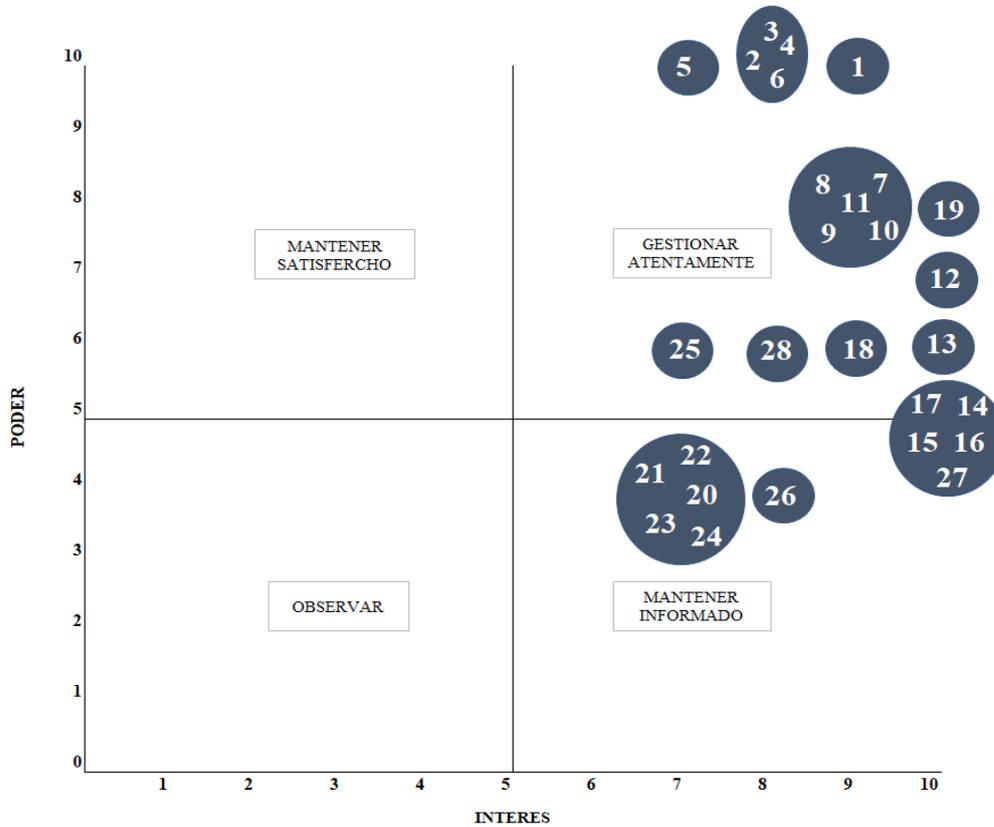


Figura 4.6. Matriz Poder-Interés: Elaboración propia.

4.5.1. Procesos de Control de los Interesados

Procesos: Una vez identificados los interesados se define la estrategia a implementar de acuerdo a sus necesidades y requerimientos. Es responsabilidad del director del proyecto la comunicación y gestión de los interesados dependiendo su nivel de importancia. En cuanto a los interesados clave y principales se debe tener una estrecha comunicación para el intercambio de información, en lo que respecta a los interesados secundarios el director puede optar por delegar la comunicación a otro profesional del equipo de proyectos. El equipo de proyecto también debe participar activamente en los ajustes y actualizaciones que se requieran durante la ejecución para asegurar el mapeo de todos los interesados.

- **Identificación y categorización de los interesados:** Se identifican y categorizan los interesados del proyecto de acuerdo a su nivel de importancia.
- **Implementación del plan de gestión y comunicación de los interesados:** Una vez categorizados de acuerdo a su nivel de importancia en el proyecto, se plantean las estrategias de comunicación efectiva y gestión de acuerdo a sus necesidades e intereses.

- **Monitoreo y control:** Se revisa y actualiza el registro de los interesados de manera continua. El monitoreo debe realizarse semanalmente en los comités de seguimiento.
- **Gestión de expectativas y resolución de conflictos:** De presentarse conflictos con los interesados del proyecto se despliegan las estrategias definidas y se gestionan las expectativas para evitar impactos negativos al proyecto.

Herramientas y Software: Para llevar a cabo los procesos de control de los interesados, se debe utilizar herramientas como Microsoft Excel para crear registros simples, también se puede utilizar software avanzados como Stakeholder Engagement Software (SES) para definir estrategias de involucramiento y matrices poder-interés. Adicionalmente se deben presentar informes de seguimiento semanal actualizados para informar a los interesados internos y externos sobre la situación del proyecto.

Responsable: En el caso de los procesos de seguimiento y control de los interesados, el Profesional social es el responsable directo de su elaboración, ajuste y actualización.

4.6 Gestión de Calidad

La gestión de la calidad el proyecto consiste en identificar los requisitos y/ o estándares de calidad para el proyecto y sus entregables. Este proceso permitirá establecer la guía para verificar la calidad de todas las fases del proyecto, cada una de las actividades tendrá una métrica para evaluar si el entregable es adecuado y cumple con las normativas y especificaciones exigibles. Es posible que según el proyecto avanza puedan surgir ajustes en las actividades y por ende en los requisitos y métricas de calidad.

En una iniciativa de esta magnitud como lo es la implementación de la (P.C.H), es fundamental garantizar los más altos estándares de calidad en todas las fases del proyecto. Los diseños de los componentes que hacen parte de la (P.C.H) cuentan con factores de seguridad los cuales tienen como objetivo principal proteger a los operarios y a las comunidades cercanas de cualquier posible riesgo de fallas estructurales o accidentes. Adicionalmente el garantizar procesos constructivos y materiales de calidad aseguran una mayor vida útil de la (P.C.H) maximizando la producción de energía.

En la Tabla 4.12 se registran las actividades generales de los paquetes de trabajo, sus métricas y requisitos de calidad:

Tabla 4.12. Requisitos y métricas de calidad. Fuente: Elaboración propia.

Paquete de Trabajo	Actividad	Requisito	Métrica	Requisito de calidad
10. Gestión	Gestión del proyecto	Se requiere que el equipo de tenga los conocimientos y capacidades en gestión de proyectos	N.º hitos cumplidos	Cumplimiento de objetivos cumpliendo la triple línea restrictiva.

Paquete de Trabajo	Actividad	Requisito	Métrica	Requisito de calidad
20. Estudio de Factibilidad	Análisis Técnico y Ambiental	Profesionales cualificados en el área técnica y ambiental, así como equipos de levantamiento topográfico y exploración de suelos.	Estudio técnico y ambiental aprobado. Certificaciones de calibración de equipos.	Cumplimiento de las normativas y especificaciones técnicas y ambientales.
	Evaluación de Impacto Social	Profesionales cualificados en el área social.	Evaluación de Impacto social aprobado	Cumplimiento de normativas sociales
	Viabilidad Económica y Financiera	Profesionales cualificados en el área financiera.	Estudio de viabilidad económica y financiera aprobado	Rentabilidad y sostenibilidad del proyecto
30. Financiamiento y Recursos	Obtención de Recursos Financieros	Encontrar una fuente de financiación	Cantidad de fondos asegurados.	Recursos suficientes para desarrollar el proyecto.
40. Diseño del Proyecto	Estudios Técnicos.	Profesionales cualificados en el área técnica, así como equipos de ensayos de laboratorio.	N.º de estudios técnicos aprobados Certificaciones de calibración de equipos.	Cumplimiento de normativas y especificaciones.
	Diseños Técnicos Detallados.	Profesionales cualificados en el área técnica.	N.º de planos y diseños aprobados	Cumplimiento de normativas y especificaciones de diseño (RETIE, NSR-10, RETILAP, RAS 2000.etc) .
	Permisos y Licencias	Las solicitudes se deben entregar en los plazos establecidos y con la documentación requerida.	N.º de permisos y licencias otorgados	Cumplimiento de todos los requisitos.(ANLA, Permiso de aprovechamiento de aguas, Consulta previa...etc.)
50. Planificación Comunitaria	Identificación de Interesados	Mapeo completo de todos los potenciales interesados del proyecto.	Lista de Interesados	Inclusión de todas las partes interesadas
	Plan de Gestión Social	Profesionales cualificados en el área social.	Plan de gestión social aprobado	Cumplimiento de normativas y especificaciones.

Paquete de Trabajo	Actividad	Requisito	Métrica	Requisito de calidad
60. Construcción	Preparación del Sitio de Construcción	Profesionales cualificados en el área técnica, así como materiales, maquinaria y equipos.	Entrega del sitio preparado Certificaciones de operación de la maquinaria y equipos.	Cumplimiento de normativas y especificaciones según diseño.
	Construcción de Infraestructura civil e Hidráulica	Profesionales cualificados en el área técnica, así como materiales, maquinaria y equipos.	Entrega de las obras. Certificaciones de operación de la maquinaria y equipos.	Cumplimiento de normativas y especificaciones según diseño.
	Instalación de Equipos Eléctricos y Mecánicos	Profesionales cualificados en el área técnica, así como materiales, maquinaria y equipos.	N.º de equipos instalados y funcionales. Certificaciones de operación de la maquinaria y equipos.	Cumplimiento de normativas y especificaciones según diseño.
70. Pruebas y Ajustes	Pruebas y Ajustes Iniciales de Sistemas Hidráulicos, Eléctricos y Mecánicos.	Profesionales cualificados en el área técnica.	N.º de sistemas operativos y funcionales	Funcionamiento eficiente y seguro
	Establecimiento de Procedimientos Operativos	Profesionales cualificados en el área técnica.	Procedimientos operacionales aprobados	Funcionamiento eficiente y seguro
80. Puesta en Marcha	Activación de Sistemas Hidroeléctricos	Profesionales cualificados en el área técnica.	(P.C.H) en operación	Funcionamiento eficiente y seguro
	Monitoreo Inicial y Verificación de Operaciones	Profesionales cualificados en el área técnica.	(P.C.H) en operación	Funcionamiento eficiente y seguro

Paquete de Trabajo	Actividad	Requisito	Métrica	Requisito de calidad
90. Capacitación y Transferencia de Conocimiento	Entrenamiento del Personal Local	Entrenamiento y formación del personal local para la operación y mantenimiento de la (P.C.H).	N.º de capacitaciones finalizadas	Personal local competente.
	Programas Educativos para Comunidad	Culturizar a la población local sobre el consumo responsable de energía.	N.º de programas educativos finalizados	Mayor conciencia y participación comunitaria.
100. Cierre	Cierre del Proyecto	Cierre exitoso del proyecto.	Acta de liquidación del contrato	Cumplimiento de objetivos cumpliendo la triple línea restrictiva.

4.6.1. Procesos de Control de calidad

Procesos: Una vez identificados los requisitos de las actividades del proyecto, es responsabilidad del director del proyecto garantizar la calidad de los entregables que conforman el proyecto. El equipo de proyecto también debe participar activamente en los ajustes y actualizaciones que se requieran durante la ejecución para asegurar los estándares de calidad de cada una de las fases.

- **Registros detallados:** Se mantiene registros detallados de todas las actividades de control de calidad, inspecciones, ensayos, materiales, procedimientos, equipos, pruebas y mantenimientos realizados.
- **Auditorias de calidad :** Una vez establecidos los requisitos de calidad de cada entregable se deben realizar auditorías periódicas de calidad para asegurar que los procesos de diseño, construcción, mantenimiento y operación cumplen con los estándares establecidos.
- **Informes de calidad:** Luego de cada auditoria se debe entregar un informe detallado de las incidencias encontradas y evaluar el cumplimiento de los estándares. La periodicidad de los informes debe ser una vez al mes.

Herramientas y Software: Para llevar a cabo los procesos de control de calidad, se debe utilizar herramientas como Microsoft Word y Excel para elaborar los informes del plan de calidad según normativa ISO 9001 junto con todos los procedimientos de verificación.

Responsable: En el caso de los procesos de seguimiento y control de calidad, el Profesional de calidad es el responsable directo de su elaboración, ajuste y actualización.

4.7 Gestión de Recursos

La gestión de los recursos consiste en definir identificar, adquirir y gestionar los recursos necesarios para que el proyecto se ejecute de manera exitosa. Este proceso permitirá establecer la cantidad de recursos que tendrá a disposición el director de proyecto para gestionar cada una de las fases y delegar responsabilidades. Es posible que según el proyecto avanza puedan surgir ajustes en las actividades y por ende en los recursos asignados.

Según la estructura de desarrollo por fases del proyecto de la (P.C.H), será necesaria la eliminación de ciertos recursos según las necesidades y habilidades técnicas que se requieran para la siguiente fase. Los únicos recursos que permanecerán desde el inicio hasta el cierre del proyecto será equipo principal, el cual está conformado por Director de proyecto, Profesional ambiental, Profesional social, Ingeniero de costos y presupuestos, Profesional de calidad y Responsable administrativo, como se muestra en la Figura 4.7.

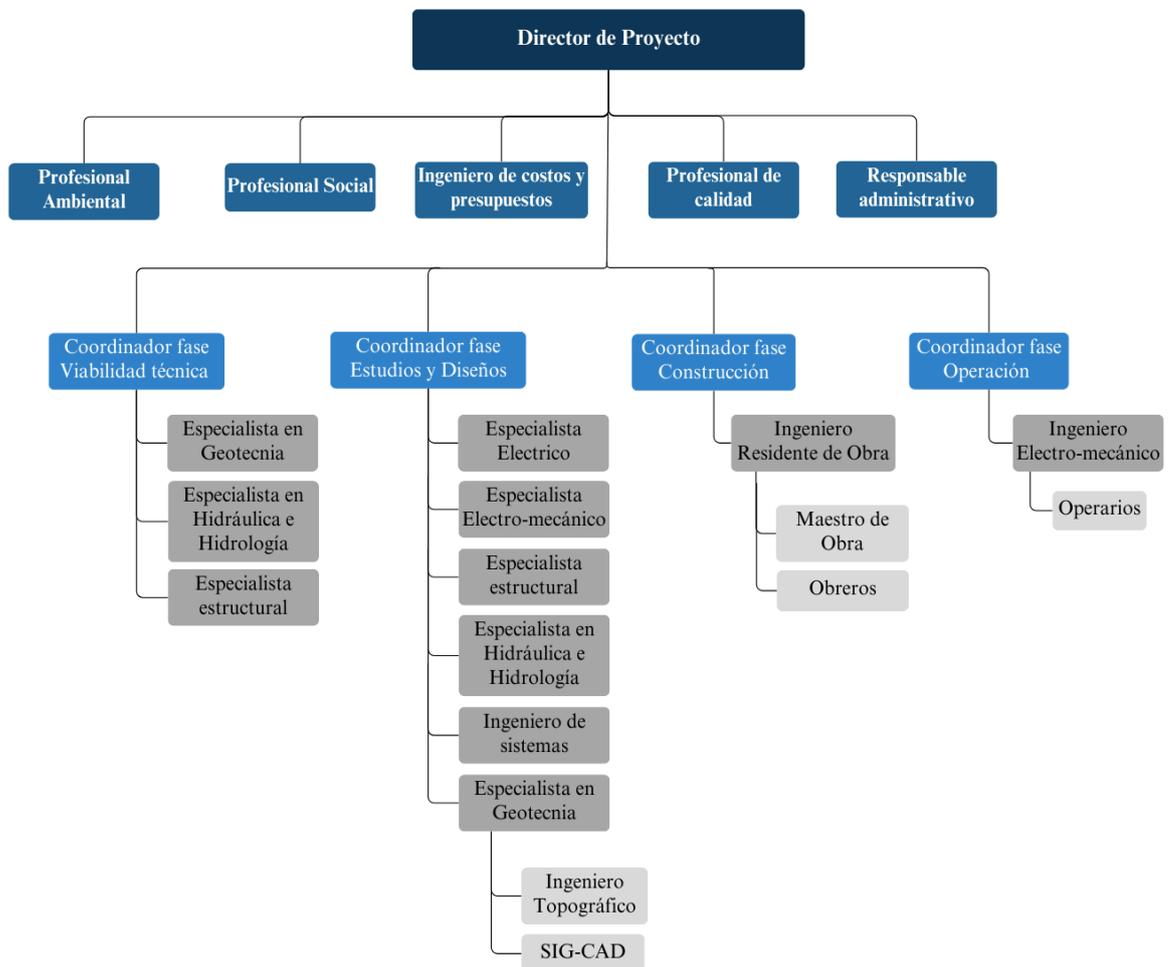


Figura 4.7. Organigrama. Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 4.13 se evidencia la descripción de las funciones del equipo principal del proyecto.

Tabla 4.13. Funciones y responsabilidades. Fuente: Elaboración propia.

Director de Proyecto	Es el encargado de la supervisión y gestión general del proyecto desde el inicio hasta el cierre, de la coordinación del equipo de trabajo y de los recursos del proyecto, de igual forma es el encargado de la comunicación con los Stakeholders en especial los clave y debe resolver problemas y tomar decisiones estratégicas.
Profesional ambiental	Es el encargado de la evaluación y mitigación de impactos ambientales del proyecto, monitoreo y cumplimiento de las normativas ambientales, desarrollo de planes de gestión ambiental, promoción de prácticas sostenibles dentro del proyecto y elaboración de informes y estudios ambientales.
Profesional social	Es el encargado de la evaluación y mitigación de impactos sociales del proyecto, interacción con la comunidad y grupos de interés, desarrollo e implementación del plan de gestión social, monitoreo y gestión de los aspectos sociales del proyecto y elaboración de informes y estudios sobre impacto social.
Ingeniero de costos y presupuestos	Elaboración y control del presupuesto del proyecto. Es el encargado de realizar el análisis de costos y proyecciones financieras, monitoreo del uso de recursos financieros, identificación de desviaciones presupuestarias y preparación de informes y estudios financieros.
Profesional de calidad	Es el encargado del desarrollo e implementación de políticas de calidad, monitoreo del cumplimiento de estándares de calidad, realización de auditorías y revisiones de calidad y elaboración de informes de calidad y recomendaciones de mejora.
Responsable administrativo	Es el encargado de la gestión de la documentación del proyecto, coordinación de actividades administrativas y reuniones, apoyo en la gestión de recursos humanos y financieros, supervisión de contratos y acuerdos administrativos, elaboración de informes administrativos y de progreso del proyecto.

Para la asignación y distribución de responsabilidades se utiliza la herramienta RACI por sus siglas en inglés (Responsible, Accountable, Consulted, Informed), la cual permite a los equipos dar claridad en cuanto a la asignación de roles y responsabilidades en cada una de las actividades del proyecto, lo que permite una gestión adecuada de los recursos y los tiempos. La herramienta RACI asigna según requerimientos cuatro categorías:

Responsable (R): Es el recurso que realiza el trabajo de forma directa.

Aprobador (A): Es el recurso que está a cargo de supervisar la finalización de la tarea.

Consultado (C): Es el recurso o recursos que deben revisar y dar el visto bueno al trabajo antes de entregarlo.

Informado (I): Es el recurso o recursos a las que se les informa el progreso y finalización del trabajo. Probablemente no estén involucrados en ningún otro aspecto de la entrega.

En la Tabla 4.14 se evidencia la asignación de roles y responsabilidades a cada integrante del equipo de proyecto según los paquetes de trabajo y actividades a desarrollar. Para facilitar la comprensión de la tabla, cada integrante tiene asignada la siguiente numeración:

- (1) Director de Proyecto
- (2) Profesional ambiental
- (3) Profesional social
- (4) Ingeniero de costos y presupuestos
- (5) Profesional de calidad
- (6) Responsable administrativo

Tabla 4.14. Matriz RACI. Fuente: Elaboración propia.

No	Nombre de la Tarea	1	2	3	4	5	6
10	Gestión del proyecto						
	Reunión inicial para conformar el equipo de proyecto. Definir roles.	R	I	I	I	I	I
	Definir el modelo de relación.	R	I	I	I	I	I
	Entrega del Plan de Proyecto.	A	C	C	C	C	R
	Seguimiento del Proyecto.	R, A	C	C	C	C	C
20	Estudio de Factibilidad						
20.10	Análisis Técnico y Ambiental						
	Estudio de Factibilidad Técnica	A	I	I	I	I	I
	Estudio de Impacto Ambiental	A	R	I	I	I	I
20.20	Evaluación de Impacto Social						
	Análisis del Impacto Social del Proyecto	A	I	R	I	I	I
	Elaboración del Plan preliminar de Gestión Social y Participación Comunitaria	A	I	R	I	I	I
20.30	Viabilidad Económica y Financiera						
	Análisis de Costos y Beneficios	A	I	I	R	I	I
	Elaboración del Estudio de Financiación	A	I	I	R	I	I
30	Financiamiento y Recursos						
	Identificación de Fuentes de Financiamiento.	A	I	I	R	I	I
	Preparación de Propuestas y Solicitudes de Fondos.	A	I	I	C	I	R
	Negociación y Aprobación de Financiamiento.	R	I	I	I	I	I
40	Diseño del Proyecto						
40.10	Estudios Técnicos.						
	Estudio Hidrológico	A	I	I	I	I	I
	Estudio Geotécnico	A	I	I	I	I	I
	Estudio Topográfico	A	I	I	I	I	I

No	Nombre de la Tarea	1	2	3	4	5	6
	Estudio Técnico	A	I	I	I	I	I
40.20	Diseños Técnicos Detallados.						
	Diseño Hidráulico	A	I	I	I	I	I
	Diseño Civil	A	I	I	I	I	I
	Diseño Electromecánico	A	I	I	I	I	I
	Diseño Eléctrico	A	I	I	I	I	I
	Diseño de Accesos y Logística	A	I	I	I	I	I
	Diseño de Infraestructura Complementaria	A	I	I	I	I	I
40.30	Permisos y Licencias						
	Preparación de documentación requerida.	I	I	I	I	I	R
	Presentación y seguimiento de solicitudes.	A	I	I	I	I	R
50	Planificación Comunitaria						
50.10	Identificación de Interesados						
	Mapeo de Stakeholders	A	I	R	I	I	I
	Elaboración de plan de comunicaciones	I	I	R	I	I	I
50.20	Plan de Gestión Social						
	Consulta y Participación Comunitaria	I	I	R	I	I	I
	Análisis de impactos sociales.	I	I	R	I	I	I
	Implementación del plan de gestión social.	I	I	R	I	I	I
60	Construcción						
60.10	Preparación del Sitio de Construcción						
	Limpieza del terreno	A	I, C	I, C	I, C	I, C	I
	Preparación y nivelación del sitio	A	I, C	I, C	I, C	I, C	I
60.20	Construcción de Infraestructura civil e Hidráulica						
	Formaleta de cimentación	A	I, C	I, C	I, C	I, C	I
	Cimentación de la estructura	A	I, C	I, C	I, C	I, C	I
	Instalación de formaletas de estructura	A	I, C	I, C	I, C	I, C	I
	Instalación de acero de refuerzo	A	I, C	I, C	I, C	I, C	I
	Instalación de tuberías y canales	A	I, C	I, C	I, C	I, C	I
	Fundición de elementos estructurales	A	I, C	I, C	I, C	I, C	I
	Desmontaje de formaletas	A	I, C	I, C	I, C	I, C	I
	Acabados	A	I, C	I, C	I, C	I, C	I
60.30	Instalación de Equipos Eléctricos y Mecánicos						
	Montaje de paneles de control y distribución	A	I	I	I	C	I
	Instalación de generadores y transformadores	A	I	I	I	C	I
	Montaje e instalación de motores y bombas	A	I	I	I	C	I
	Instalación del cableado	A	I	I	I	C	I

No	Nombre de la Tarea	1	2	3	4	5	6
	Instalación de turbinas, válvulas y compresores.	A	I	I	I	C	I
70	Pruebas y Ajustes						
70.10	Pruebas y Ajustes Iniciales de Sistemas						
	Pruebas hidráulicas	A	I	I	I	C	I
	Pruebas eléctricas	A	I	I	I	C	I
	Pruebas mecánicas	A	I	I	I	C	I
	Pruebas de integración entre sistemas.	A	I	I	I	C	I
	Ajustes técnicos y mantenimientos.	A	I	I	I	C	I
70.20	Establecimiento de Procedimientos Operativos						
	Elaboración de los manuales operacionales de la central	I	I	I	I	I	I
	Capacitación del personal en los procedimientos operativos.	I	I	I	I	I	I
80	Puesta en Marcha						
80.10	Activación de Sistemas Hidroeléctricos						
	Inauguración de la (P.C.H).	R	I	I	I	I	I
	Encendido de los sistemas hidroeléctricos y de los equipos.	R	I	I	I	I	I
80.20	Monitoreo Inicial y Verificación de Operaciones						
	Verificación de operación	I	I	I	I	C	I
	Monitorización del rendimiento sistema.	I	I	I	I	C	I
	Ajustes y mantenimientos	I	I	I	I	C	I
90	Capacitación y Transferencia de Conocimiento						
90.10	Entrenamiento del Personal Local						
	Elaboración del plan de capacitación de operaciones	I	I	I	I	I	I
	Desarrollo de sesiones de entrenamiento y práctica.	A	I	I	I	I	I
	Evaluación del programa de capacitación.	A	I	R	I	I	I
90.20	Programas Educativos para Comunidad						
	Elaboración de los programas educativos.	I	I	R	I	I	I
	Realización de talleres y actividades comunitarias.	I	I	R	I	I	I
100	Cierre del Proyecto						
	Revisión de Objetivos y Resultados	R	I	I	I	I	I
	Evaluación de Impacto Social y Ambiental	A	R	R	I	I	I
	Análisis de Costos y Beneficios		I	I	R	I	I
	Elaboración de informe de Lecciones Aprendidas	R	I	I	I	I	I
	Establecimiento de Procedimientos de Monitoreo y control	A	I	I	I	R	I

4.7.1. Procesos de Control de los Recursos

Procesos: Un proyecto no puede ejecutarse sin los recursos humanos que lo gestionan, es por ello que una correcta asignación de recursos para cada una de las actividades del proyecto, puede optimizar el trabajo y los tiempos considerablemente. Es responsabilidad del director definir roles y asignar responsabilidades a cada miembro del equipo de acuerdo a sus conocimientos y habilidades. El equipo de proyecto también debe participar activamente en los ajustes y actualizaciones que se requieran y deben tener claro el conducto regular para el desarrollo de sus responsabilidades.

- **Asignar los recursos :** Definidos los paquetes de trabajo y los roles de los miembros del equipo, el director debe asignar recursos según la matriz RACI a medida que van transcurriendo las fases. Así mismo debe delegar poder y responsabilidad según corresponda.
- **Dirigir al equipo de proyecto:** Para garantizar un trabajo eficiente y eficaz es necesario dirigir al equipo cuando tenga inquietudes, motivar al equipo cuando tenga problemas y gestionar al equipo en la resolución de conflictos. Así mismo es importante realizar evaluaciones de desempeño regulares para identificar falencias y oportunidades de mejora en el equipo.
- **Monitorizar la ejecución de actividades:** Como se mencionó anteriormente la estructura por fases del proyecto genera la eliminación de algunos recursos a medida que avanza la ejecución, por tal motivo es importante validar periódicamente que los recursos reales están alineados con los planificados. Así mismo se debe tener un estricto control de los contratos de trabajo garantizando la disponibilidad de los recursos según las necesidades del proyecto.

Herramientas y Software: Para llevar a cabo los procesos de control de los recursos, se debe utilizar herramientas como Microsoft Word y Excel para elaborar matrices de responsabilidades y uso de los recursos.

Responsable: En el caso de los procesos de seguimiento y control de los recursos, el responsable administrativo es el encargado directo de su elaboración, ajuste y actualización.

4.8 Gestión de Adquisiciones

Como se definió en capítulos anteriores una (P.C.H) está formada por diversas instalaciones y elementos mecánicos que trabajan juntos para generar energía eléctrica a partir de la fuerza del agua y la elevación del terreno. Esto quiere decir que los componentes que hacen parte integral de su estructura requieren diferentes disciplinas técnicas para su correcta construcción, instalación y funcionamiento. Las alianzas estratégicas con proveedores son claves para la coordinación y el cierre exitoso del proyecto. La selección adecuada de proveedores garantiza no solo optimizar los recursos financieros del proyecto, si no que permite obtener la mejor calidad según los requerimientos de cada una de las fases del proyecto.

En la Tabla 4.15 se desglosan las adquisiciones entre compra y subcontratación, necesarias para cada uno de los paquetes de trabajo que conforman el proyecto:

Tabla 4.15. Adquisiciones del proyecto. Fuente: Elaboración propia.

No	Nombre de la Tarea	Adquisición	Tipo de Adquisición	Motivo
10	Gestión del proyecto	SI	Ordenadores y Software de gestión de proyectos.	Se requiere del uso de herramientas tecnológicas para facilitar la planificación y seguimiento del proyecto.
			Póliza de cumplimiento y responsabilidad civil extracontractual.	Se debe cumplir con los requerimientos legales para ejecutar un proyecto, lo que incluye pólizas y seguros.
			Alquiler de vehículo 4x4 para transportar ingenieros a campo.	Necesario para cumplir con los compromisos, reuniones y visitas a campo.
			Dotación y EPPs para todos los trabajadores.	Necesario para cumplir con las normativas de seguridad y salud en el trabajo.
20	Estudio de Factibilidad			
20.10	Análisis Técnico y Ambiental	NO	-	No se requieren adquisiciones específicas, solo recursos humanos.
20.20	Evaluación de Impacto Social	NO	-	No se requieren adquisiciones específicas, solo recursos humanos.
20.30	Viabilidad Económica y Financiera	SI	Software de análisis financiero	Se requiere para facilitar el análisis de costos y beneficios.
30	Financiamiento y Recursos	NO	-	No se requieren adquisiciones específicas, solo recursos humanos.
40	Diseño del Proyecto			
40.10	Estudios Técnicos.	SI	Subcontratación de laboratorios para ensayos de exploración con equipos de perforación y sondeo, drones para mapeo y comisión topográfica y batimétrica.	Se requiere para obtener la información de entrada en los diseños de la (P.C.H).
40.20	Diseños Técnicos Detallados.	SI	Software CAD y softwares de diseño	Necesarios para el diseño de sistemas.
40.30	Permisos y Licencias	NO	-	No se requieren adquisiciones específicas, solo recursos humanos.

No	Nombre de la Tarea	Adquisición	Tipo de Adquisición	Motivo
50	Planificación Comunitaria			
50.10	Identificación de Interesados	NO	-	No se requieren adquisiciones específicas, solo recursos humanos.
50.20	Plan de Gestión Social	NO	-	No se requieren adquisiciones específicas, solo recursos humanos.
60	Construcción			
60.10	Preparación del Sitio de Construcción	SI	Subcontratación de excavadora, niveladora y bulldozer.	Se requiere para adaptar el terreno para la construcción.
60.20	Construcción de Infraestructura civil e Hidráulica	SI	Formaletas de construcción, concreto y acero de refuerzo, tuberías, materiales de acabados (pintura, revestimientos)	Se requieren para la construcción de la (P.C.H).
60.30	Instalación de Equipos Eléctricos y Mecánicos	SI	Paneles de control, generadores, transformadores, motores, bombas, cables, turbinas, válvulas y compresores.	Se requieren para la instalación electromecánica de la (P.C.H).
70	Pruebas y Ajustes			
70.10	Pruebas y Ajustes Iniciales de Sistemas	SI	Equipos de prueba (multímetros, osciloscopios)	Se requieren para la monitorización del funcionamiento de la (P.C.H).
70.20	Establecimiento de Procedimientos Operativos	NO	-	No se requieren adquisiciones específicas, solo recursos humanos.
80	Puesta en Marcha			
80.10	Activación de Sistemas Hidroeléctricos	NO	-	No se requieren adquisiciones específicas, solo recursos humanos.
80.20	Monitoreo Inicial y Verificación de Operaciones	NO	-	No se requieren adquisiciones específicas, solo recursos humanos.
90	Capacitación y Transferencia de Conocimiento			
90.10	Entrenamiento del Personal Local	NO	-	No se requieren adquisiciones específicas, solo recursos humanos.

No	Nombre de la Tarea	Adquisición	Tipo de Adquisición	Motivo
90.20	Programas Educativos para Comunidad	NO	-	No se requieren adquisiciones específicas, solo recursos humanos.
100	Cierre del Proyecto	NO	-	No se requieren adquisiciones específicas, solo recursos humanos.

Para cada una de las adquisiciones necesarias para el proyecto se debe realizar un estudio de mercado, para encontrar el proveedor más idóneo de acuerdo a una serie de criterios de selección que van alineados a la gestión de calidad del proyecto:

Calidad: La calidad de los materiales, equipos o servicios debe ser de primera, los proveedores deberán contar con todas las certificaciones de calidad exigidas legalmente y deberán garantizar una gestión óptima en cuanto a tiempo, resultado y servicio al cliente.

Experiencia: Los proveedores deberán tener la experiencia necesaria según los pliegos de condiciones y deberán tener una buena reputación en el sector, alineada a políticas medioambientales y de sostenibilidad.

Disponibilidad: Los proveedores deberán garantizar la prestación del servicio en la zona de influencia del proyecto. Al ser una zona rural se puede dificultar el acceso, por lo cual en este análisis se identificaron empresas grandes con el capital y recursos suficientes para llegar a la ubicación del proyecto.

Precio: El precio debe ser razonable y adecuado según la calidad y el servicio a prestar.

En la Tabla 4.16 se describen al detalle cada una de las adquisiciones necesarias para el proyecto, los posibles proveedores, el precio objetivo y los criterios de aceptación:

Tabla 4.16. Descripción de las Adquisiciones. Fuente: Elaboración propia.

Adquisición	Descripción	Proveedores	Precio objetivo	Criterios de calidad y aceptación
Ordenadores	Equipos informáticos para el personal del proyecto	Dell, HP, Lenovo	1200 € por unidad	Procesadores Intel i5 o superior, 8GB de RAM, 256GB SSD
Software de gestión de proyectos.	Software para la planificación y seguimiento del proyecto	Microsoft Project, Asana, Trello	1500 € anual	Compatibilidad con sistemas existentes, soporte y actualizaciones
Póliza de cumplimiento y responsabilidad civil extracontractual.	Seguros para cubrir riesgos del proyecto	Seguros Bolívar, Sura, Seguros del Estado	Variable según cobertura	Cobertura completa de daños a terceros y responsabilidad civil

Adquisición	Descripción	Proveedores	Precio objetivo	Criterios de calidad y aceptación
Vehículo 4x4	Alquiler de vehículo para transporte en terrenos difíciles	Solitrans S.A., Localiza Colombia.	1700 € /mes	Tracción en las cuatro ruedas, capacidad de carga, eficiencia de combustible, modelo no superior al 2015.
Dotación y EPPs	Equipos de protección personal para trabajadores (Casco, botas, chaleco reflectante, tapabocas, tapa oídos, gafas)	3M, Honeywell, MSA	200 € por trabajador	Certificación de seguridad, comodidad y durabilidad
Software de análisis financiero	Software para la gestión financiera del proyecto	SAP, SINCO	5000 € anual	Funcionalidades de contabilidad, informes financieros, integración bancaria
Subcontratación de laboratorios para ensayos de exploración con equipos de perforación y sondeo, drones para mapeo y comisión topográfica y batimétrica.	Ensayos de suelo, mapeo topográfico y batimétrico	Geotecnia S.A., BAC Engineering Consultancy Group S.A.S, Echeverry Ingeniería y Ensayos S.A.S	50.000 €	Experiencia comprobada, equipo tecnológico avanzado, cumplimiento de normativas.
Software CAD	Software para diseño asistido por computadora	AutoCAD, SolidWorks	4.000 € anual	Compatibilidad con formatos estándar, soporte técnico, actualizaciones
Softwares de diseño	Programas para diseño estructural y eléctrico	Revit, ETABS, HEC-RAS	3.000 € anual	Precisión, facilidad de uso, compatibilidad con otros softwares
Subcontratación de excavadora, niveladora y bulldozer.	Maquinaria pesada para la construcción	Rental S.A, GECOLSA S.A	15.000 € mensual	Mantenimiento regular, disponibilidad de repuestos, operadores certificados
Formaletas de construcción	Moldes para vaciado de concreto	Construmoldes, Formatec	2.000 €	Resistencia, reutilizabilidad, facilidad de montaje y desmontaje
concreto	Material de construcción	Cemex, Argos, Holcim	100 € por m ³	Resistencia adecuada (MPa), mezcla homogénea, tiempo de fraguado
acero de refuerzo	Barras de acero para refuerzo estructural	Acerías Paz del Río, Gerdau Diaco	800 € por tonelada	Resistencia a la tracción, certificación de calidad, disponibilidad

Adquisición	Descripción	Proveedores	Precio objetivo	Criterios de calidad y aceptación
tuberías	Tuberías para conducción de agua	Tubos y Perfiles S.A., Pavco	50 € por metro	Durabilidad, resistencia a la corrosión, especificaciones según norma
Materiales de acabados y herramientas	Pintura, revestimientos, herramientas varias	Pintuco, Homecenter	5.000 €	Calidad del material, durabilidad, especificaciones técnicas
Paneles de control, generadores, transformadores, motores, bombas, cables, turbinas, válvulas y compresores.	Equipos electromecánicos esenciales para la operación de la PCH	ABB, Siemens, General Electric	200.000 €	Eficiencia energética, certificación de calidad, garantía
Equipos de prueba (multímetros, osciloscopios)	Instrumentos para pruebas eléctricas y electrónicas	Fluke, Tektronix	2.000 €	Precisión, durabilidad, facilidad de uso

4.8.1. Procesos de Control de las Adquisiciones

Procesos: Para poder desarrollar todas las actividades del proyecto es necesario la adquisición de materiales, maquinaria, equipos o servicios con los que no cuenta el proyecto. Por este motivo el seguimiento y control de las adquisiciones es clave para evitar sobrecostos o demoras durante la ejecución del proyecto. Es responsabilidad del director aprobar el plan de gestión de adquisiciones el cual incluye los proveedores y precios, así como delegar la gestión según corresponda. Por su parte el equipo de proyecto también debe participar activamente en la comunicación y coordinación activa con los proveedores para evitar imprevistos.

- **Realizar las adquisiciones:** Una vez definidas las adquisiciones y los potenciales proveedores, se solicitan las cotizaciones y se evalúan según los criterios de selección estipulados. Posteriormente se define la mejor alternativa y se cierra la orden de adquisición junto con los términos y condiciones.
- **Controlar las adquisiciones:** Una vez establecidos los términos y condiciones de la adquisición incluyendo, costo, tiempo, pagos, entrega, entre otros, se debe realizar un seguimiento estricto de cumplimiento y rendimiento de los términos contractuales. De no ser así se procederá según la cláusula de garantía.
- **Cerrar las adquisiciones:** Este proceso implica cerrar y liquidar el contrato, incluyendo pagos totales y recibo a satisfacción

Herramientas y Software: Para llevar a cabo los procesos de control de las adquisiciones, se debe utilizar herramientas como Microsoft Word y Excel para elaborar contratos y matrices de seguimiento.

Responsable: En el caso de los procesos de seguimiento y control de las adquisiciones, el Ingeniero de Costos y Presupuestos es el responsable directo de su elaboración, ajuste y actualización.

4.9 Gestión del Cambio

Una parte fundamental de los procesos de control de las áreas de las áreas de gestión, son los cambios. La gestión eficiente de todas las solicitudes de cambio que se den durante la ejecución del proyecto, es clave para impactar negativamente el proyecto. Todos los cambios que puedan surgir deben seguir un conducto regular para garantizar una adaptabilidad y empalme óptimo del proyecto, sin afectar su alineación con los objetivos iniciales.

Dada la importancia de la gestión de cambios, se plantea el siguiente proceso para garantizar una gestión exitosa, como se muestra en la Figura 4.8:

Solicitud de cambio: Al momento de identificar cualquier cambio necesario dentro del proyecto, se debe diligenciar la ficha de solicitud de cambio, con información clave como el tipo de cambio, área a la que hace parte, motivo de la solicitud, responsable de la solicitud, posible impacto en alcance, costo, tiempo y calidad, entre otros.

Registro del cambio: Una vez recibida la solicitud, se procede a incluirla en el formato de registro de cambios, el cual contiene un historial de todas las solicitudes realizadas hasta la fecha, con el fin de poder organizarlas y rastrearlas.

Evaluación del impacto: En esta etapa se realiza un análisis exhaustivo del impacto que generaría el cambio no solo en el alcance, costo, tiempo y calidad del proyecto, si no que al ser un proyecto de desarrollo sostenible también es fundamental no impactar los objetivos del componente ambiental, social y económico. Evaluando todos los posibles escenarios y alternativas, se determina si el cambio es beneficioso y factible para el proyecto.

Revisión y aprobación : Definido si es cambio es factible o no, se presenta la evaluación realizada a un comité de Control de Cambios o a los interesados clave para su revisión y aprobación.

Planificación del cambio: Si el cambio es aprobado, se procede a realizar la actualización de todos los componentes del plan de proyecto y de los documentos contractuales que sean necesarios.

Implementación del cambio: Se ejecuta el cambio de acuerdo a la planificación desarrollada en la actualización del plan de proyecto, asegurando que todos los miembros del equipo estén informados.

Monitoreo y control: Posteriormente se supervisa que el cambio se ejecute correctamente de acuerdo a lo planificado y se gestiona cualquier problema que pueda surgir durante la implementación.

Comunicación a los interesados: Una vez implementado el cambio exitosamente, se procede a comunicar de manera formal a todos los interesados que no eran clave para la toma de decisiones, con el fin de garantizar la transparencia del proyecto.

Cierre de la solicitud: Finalmente se actualiza el registro de cambios cambiando el estado ha finalizado y se archiva la documentación de interés.

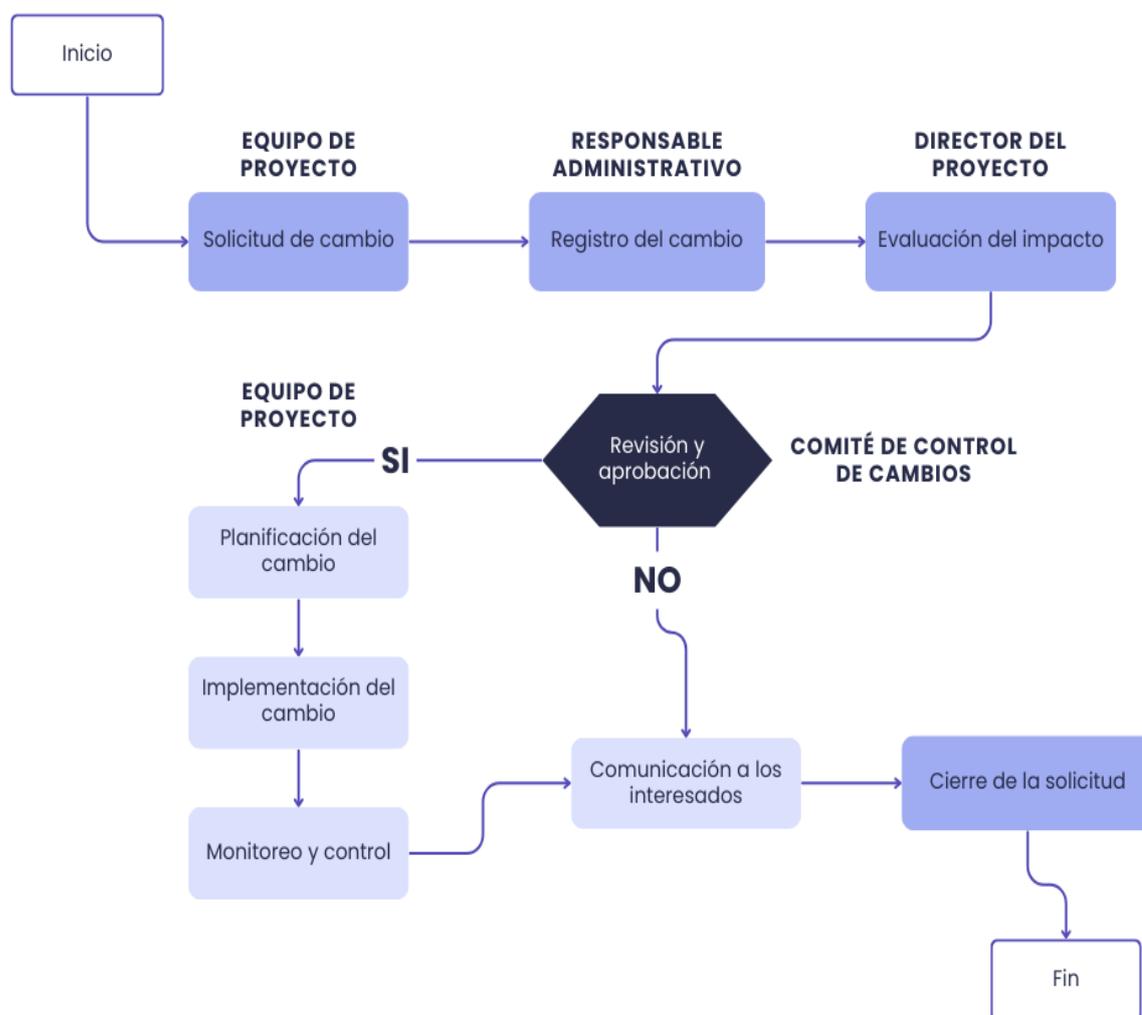


Figura 4.8. Proceso de control de cambios. Fuente: Elaboración propia.

Para gestionar el proceso de control de cambios, se debe utilizar los formatos que se muestran en la Figura 4.9 y la Figura 4.10 respectivamente.

El formato de solicitud de cambio se debe diligenciar en el momento en el que un miembro del equipo identifique la necesidad de realizar algún cambio en cualquiera de las fases del proyecto. Después de completada, debe ser revisada por el director del proyecto y evaluada para su posterior aprobación o rechazo por el comité de control de cambios.

En relación al formato de Registro de cambio, es el historial a cargo del responsable administrativo, donde se identifica la solicitud mediante un número ID, para facilitar su seguimiento y control. El formato permite tener un panorama general de la cantidad de solicitudes realizadas en un periodo de tiempo. Una vez aprobado o no, este formato también debe actualizarse.

CONCLUSIONES

En el desarrollo del plan de proyecto para la implementación del diseño y construcción de una Pequeña Central Hidroeléctrica Comunitaria en el Municipio de Litoral del Bajo San Juan, Chocó, Colombia, se llevó a cabo un exhaustivo análisis del entorno en la zona de implantación del proyecto, orientado a comprender los aspectos geográficos, ambientales, socioeconómicos y culturales que podrían influir en la ejecución y operación de la (P.C.H). Además en la búsqueda de la metodología más idónea para la gestión de proyectos de esta índole, se realizó un análisis de los diferentes estándares reconocidos a nivel global. Finalmente se determinó que el PMBOK (*Project Management Body of Knowledge*) proporcionaba el marco de referencia más adecuado y completo para la aplicación de buenas prácticas en la dirección de proyectos, motivo por el cual se implementó en el desarrollo del presente plan de proyecto.

Uno de los desafíos más notables durante el desarrollo de este Trabajo Fin de Máster fue el integrar los conocimientos teóricos adquiridos durante el Máster y aplicarlos a un proyecto implantado en un contexto real, con diversos matices en relación a la problemática de la zona de influencia y de la población que habita en ella. Es crucial al momento de dirigir un proyecto tener un profundo entendimiento del entorno en donde se va a desarrollar. Un mismo proyecto, con especificaciones idénticas, puede experimentar variaciones significativas según la zona de implementación.

En este contexto, se demuestra la relevancia de la disciplina de la dirección de proyectos. Independientemente del tamaño, la complejidad o los resultados esperados, una gestión eficiente y efectiva es fundamental para el éxito de cualquier proyecto. En el ecosistema de los proyectos es inevitable encontrar imprevistos, no obstante una planificación estratégica y acertada puede mitigar las contingencias y garantizar el cumplimiento de los objetivos establecidos, optimizando recursos y asegurando la entrega de resultados de alta calidad conforme a los parámetros definidos.

Durante la elaboración de esta investigación para el Trabajo Fin de Máster, se evidenció que los proyectos de desarrollo sostenible son esenciales para el futuro de la sociedad. En un mundo actual tan dinámico e interconectado, es inevitable ignorar la creciente preocupación por el cambio climático y sus impactos devastadores. Organizaciones internacionales han establecido acuerdos globales con el objetivo de formar alianzas y transformar el mundo, fijando como meta el año 2030. Aunque algunos consideran este objetivo muy optimista y ambicioso, es imperativo adoptar medidas proactivas y liderar esta transición hacia un desarrollo sostenible.

Es evidente la rentabilidad de invertir en proyectos de esta naturaleza, no solo por su beneficio económico sino por el significativo impacto que generan en las comunidades. Su aporte no se limita únicamente a cumplir con el resultado esperado y obtener beneficios por ello, si no que va más allá, al generar crecimiento económico, progreso social, disminución de índices de pobreza y reducción de emisiones contaminantes, entre otros, lo cual puede generar beneficios a todo un país. Estos proyectos no solo tienen una vida útil prolongada, sino también una fase de explotación sostenible a largo plazo, haciendo que la inversión en ellos sea altamente justificada.

La implementación de una Pequeña Central Hidroeléctrica (P.C.H) comunitaria biofílica alimentada por el río San Juan en el municipio de Litoral del Bajo San Juan, Chocó, Colombia, no solo es una solución viable y sostenible para la generación de energía eléctrica limpia que beneficiaría a cerca de 6750 habitantes, sino que también aportaría un inmenso impacto para el desarrollo de un territorio tan olvidado como lo es el departamento del Choco.

Se confirmó la efectividad y la relevancia del estándar PMBOK Sexta 6° por su estructura organizada y detallada, ya que ofrece una visión global que facilita un mayor control e integración sobre el proyecto. Al tener en cuenta todos los aspectos de gestión, provee una guía de trabajo funcional que permite tener bajo control y observación todas las fases del proyecto.

En la búsqueda por descifrar los principios fundamentales de la dirección de proyectos, la academia a través del Trabajo Fin de Máster, inspiró a idear un proyecto que no solo tiene la capacidad de transformar el entorno tangible sino que también enriqueció el desarrollo intelectual y moral de quien lo elaboró.

BIBLIOGRAFÍA

- ACADESAN, (2024). *Quienes Somos –Acadesan.org*. Retrieved June 4, 2024, from <https://acadesan.org/quienes-somos/>
- ACOLGEN, (2022). *Energía Eléctrica en Colombia: Características, E. M., & Sectores, E. e. I. S. (n.d.). Los precios de la Electricidad en Colomb. Org.Co*. Retrieved May 15, 2024 from https://acolgen.org.co/wp-content/uploads/2022/04/ACOLGEN_EL-MERCADO-DE-LA-ENERGIA-ELECTRICA-EN-COLOMBIA-CARACTERISTICAS-EVOLUCION-E-IMPACTO-SOBRE-OTROS-SECTORES.pdf
- Alcaldía litoral del San Juan, (2024). Retrieved June 4, 2024, from https://ellitoraldeelsanjuanchocho.micolombiadigital.gov.co/sites/ellitoraldeelsanjuanchocho/content/files/000361/18050_10-plan-estrategico-de-tecnologias-de-la-informacion_litoral-2024-1.pdf
- Authors, *The Agile Manifesto*. (2001). *Manifesto for Agile Software Development*. (W. Cunningham, Editor), Retrieved June 14, 2024, <https://agilemanifesto.org/>
- Bancolombia, (2019). *Bancolombia.com*. Retrieved April 23, 2024 from <https://www.bancolombia.com/empresas/capital-inteligente/especiales/especial-energia-2019/panomara-energetico-colombia>
- BUN-CA, (2018). *Bureau of the Americas and the Caribbean. Guía General de Pequeñas Centrales Hidroeléctricas en América Latina y el Caribe*. Retrieved April 23, 2024, from <https://www.bun-ca.org/wp-content/uploads/2018/04/Guía-General-PCHs.pdf>
- Caicedo, E. (2022). *La deforestación (in)visible del Chocó que la comunidad afro intenta frenar*. *El Tiempo*. Retrieved April 23, 2024 from <https://www.eltiempo.com/vida/medio-ambiente/deforestacion-en-el-choco-y-la-lucha-de-las-comunidades-para-frenarla-704481>
- Centro Democrático. (2023). *Foro Regiones 2023 Chocó: Informe de consultoría*. Retrieved June 14, 2024 from https://www.centrodemocratico.com/wp-content/uploads/2023/03/foro_regiones_2023_choco_informe_consultoria.pdf?v2
- Colectivo Re-imaginemos, (2023). *El Chocó: entre la desigualdad y la resiliencia*. *El Espectador*. Retrieved April 3, 2024 from <https://www.elespectador.com/opinion/columnistas/re-imaginemos/el-choco-entre-la-desigualdad-y-la-resiliencia/>
- Colombia. (n.d.). *IEA*. Retrieved May 2, 2024, from <https://www.iea.org/countries/colombia/efficiency-demand>
- Colombia.com, (2024). *Resultados Alcalde - El Litoral Del San Juan (Choco) - Elecciones Regionales Colombia 2023*. Retrieved April 9, 2024, from <https://www.colombia.com/elecciones/2023/resultados/alcaldia.aspx?C=AL&D=17&M=38>
- Comisión Europea. (2021). *Guía PM²-Ágil 3.0.1 (3.0.1 ed.)*. Bruselas: Comisión Europea. Retrieved June 14, 2024
- El campesino*, (2017). *Problemas ambientales por minería en el Chocó*. *Elcampesino.co*. Retrieved April 23, 2024 from <https://elcampesino.co/problemas-ambientales-mineria-choco/>

Estratégica, E. (2023). Las importaciones de energía en Colombia aumentaron un 32.37% respecto al mes anterior - Energía Estratégica. *Energía Estratégica*. Retrieved May 15, 2024 from <https://www.energiaestrategica.com/las-importaciones-de-energia-en-colombia-aumentaron-un-32-37-respecto-al-mes-anterior/>

Gasco, E. (2023). Panorama energético en Colombia: retos del segundo semestre de 2023. *Unigas*. Retrieved May 15, 2024 from <https://www.unigas.com.co/blog/panorama-energetico-en-colombia-retos-del-segundo-semestre-de-2023/>

IEA, (2023). Central & south America. Retrieved May 2, 2024, from <https://www.iea.org/regions/central-south-america/renewables>

Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE). (s.f.). Minicentrales hidroeléctricas: Guía técnica. Retrieved June 4, 2024, from https://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_2.1.7_Minicentrales_hidroelectricas_125f6cd9.pdf

International Project Management Association. (2017). *Individual Competence Baseline (4ed ed.)*. Zurich: International Project Management Association. Retrieved June 14, 2024

IPSE, (2024). Entrega informe de Telemetría y Sin Telemetría del primer bimestre de 2024. *Gov.co*. Retrieved May 2, 2024 from <https://ipse.gov.co/blog/2024/04/10/ipse-entrega-informe-de-telemetria-y-sin-telemetria-del-primer-bimestre-de-2024/>

ISAGEN, (2024). Generamos energía. Retrieved May 15, 2024, from <https://isagen.com.co/es/nuestro-negocio/generamos-energia>

Martínez, A. G. (2010). Hidrografía Departamento del Chocó. *todacolombia.com*. Retrieved April 23, 2024 from <https://www.todacolombia.com/departamentos-de-colombia/choco/hidrografia.html>

Mosquera, M. P. (2024). UNA MIRADA DESDE LA CÁMARA DE COMERCIO DEL CHOCÓ, A LA DINÁMICA ECONÓMICA DEL. *Org.Co*. Retrieved April 3, 2024 from <https://camarachoco.org.co/wp-content/uploads/2024/01/Estudio-Economico-CCCH-2023.pdf>

Mosquera. .J, (2015). *El Chocó y sus luchas políticas de 1830 a 1947. Las2orillas*. Retrieved April 3, 2024, from <https://www.las2orillas.co/el-choco-sus-luchas-politicas-de-1830-1947/>

Mosquera, H, (2024). Vista de Chocó biogeográfico colombiano: entre el extractivismo, las carencias y el desafío hacia la sustentabilidad territorial. *Ciencialatina.org*. Retrieved April 23, 2024, from <https://ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/5030/7631>

Naciones Unidas, (2018). *Objetivos y metas de*. (2018, August 22). *Desarrollo Sostenible*. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/sustainable-development-goals/>

OCHA, (2023). Oficina de Coordinación de Asuntos Humanitarios (OCHA). Colombia: Briefing departamental Chocó, julio-diciembre de 2023. Retrieved April 23, 2024 from <https://www.unocha.org/publications/report/colombia/colombia-briefing-departamental-choco-julio-diciembre-de-2023>

ONIC, (2024) - Pueblos. Retrieved June 4, 2024, from <https://www.onic.org.co/pueblos>

Padinger, G. (2022). *Historia de las FARC en Colombia: del conflicto hasta la desmovilización y la disidencia*. CNN. <https://cnnespanol.cnn.com/2022/06/28/cual-es-historia-farc-colombia-orix/>

Paniagua, R. C. (2024). *Generación eléctrica en Colombia y su transición hacia Fuentes Renovables No. Corficolombiana.com*. Retrieved May 15, 2024 from <https://investigaciones.corficolombiana.com/documents/38211/0/Generaci%C3%B3n%20el%C3%A9ctrica%20en%20Colombia%20y%20su%20transici%C3%B3n%20hacia%20Fuentes%20Renovables%20No%20Convencionales.pdf/5ffcba57-f7b8-f4b6-35c0-ae9302bd1a0a#:~:text=URL%3A%20https%3A%2F%2Finvestigaciones.corficolombiana.com%2Fdocuments%2F38211%2F0%2FGeneraci%25C3%25B3n%2520el%25C3%25A9ctric%2520en%2520Colombia%2520y%2520su%2520transici%25C3%25B3n%2520hacia%2520Fuentes%2520Renovables%2520No%2520Convencionales.pdf%2F5ffcba57,100>

Peiró, R. (2017). *Análisis PEST*. Economipedia. <https://economipedia.com/definiciones/analisis-pest.html>

Project Management Institute. (2017). *A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide) (6th ed.)*. Pennsylvania: Project Management Institute. Retrieved June 14, 2024

Project Management Institute. (2021). *Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos (Guía del PMBOK®) (7ed ed.)*. Pennsylvania: Project Management Institute, Inc. Retrieved June 14, 2024

Redacción Política, (2023). *El Espectador ¿Quién es la nueva gobernadora del Chocó y cuál es su relación con Piedad Córdoba?* Retrieved April 9, 2024 from <https://www.elespectador.com/politica/elecciones-2023/quien-es-la-gobernadora-del-choco-y-cual-es-su-relacion-con-piedad-cordoba-del-pacto-historico/>

REPSOL, (2023) *Centrales hidráulicas: Qué son, cómo funcionan y sus 4 tipos*. (2023, October 30). Retrieved June 4, 2024, from <https://www.repsol.com/es/energia-futuro/futuro-planeta/central-hidraulica/index.cshhtml>

Restrepo, M. C. (2014). *Cemex le apuesta a la energía limpia con sus plantas hidroeléctricas*. *Diario La República*. Retrieved May 15, 2024 from <https://www.larepublica.co/responsabilidad-social/cemex-le-apuesta-a-la-energia-limpia-con-sus-plantas-hidroelectricas-2124996>

Rubiano, J. (2020). *Cuenca del río San Juan, Chocó*. Esri. Retrieved June 4, 2024, from <https://storymaps.arcgis.com/stories/f87fa29f3d1548e9a50263e055bfe044>

SensorGO, M. K. T. (2021). *¿Qué es la Telemetría y Cuáles son sus Aplicaciones?* SensorGO. Retrieved May 15, 2024, from <https://sensorgo.mx/telemetria/>

Transparency International, (2021). *The ABCs of the CPI: How the Corruption Perceptions Index is calculated - News*. (2021, December 20). [Transparency.org; #creator](https://www.transparency.org/en/news/how-cpi-scores-are-calculated). Retrieved May 2, 2024, from <https://www.transparency.org/en/news/how-cpi-scores-are-calculated>

Turismo en Colombia, (2024). *Elturismoencolombia.com*. Retrieved June 4, 2024, from <https://elturismoencolombia.com/a-donde-ir/turismo-en-choco/historia-choco-colombia/>

United Nations Industrial Development Organization, (2022). World small hydropower development report 2022. (n.d.). Unido.org. Retrieved May 2, 2024 from <https://www.unido.org/WSHPDR2022>

United Nations Industrial Development Organization, (2023) .South, A. World small hydropower development report 2022. Unido.org. Retrieved May 2, 2024 from https://www.unido.org/sites/default/files/files/2023-08/SOUTHERN_AMERICA_2022.pdf

United Nations Industrial Development Organization, (2024). Unido.org. Retrieved May 2, 2024 from <https://www.unido.org/sites/default/files/files/2024-03/shp-CASE%20STUDIES-unido-digital2.pdf>

UPME, (2024). Gov.Co. Retrieved May 2, 2024 from <https://www1.upme.gov.co/DemandayEficiencia>

Wikipedia contributors. (n.d.-a). Clan del Golfo. Wikipedia, The Free Encyclopedia. Retrieved April 9, 2024 from https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Clan_del_Golfo&oldid=160107026

Wikipedia, (2023). Autodefensas Unidas de Colombia. Wikipedia, The Free Encyclopedia. Retrieved April 3, 2024 from https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Autodefensas_Unidas_de_Colombia&oldid=160337267

Wikipedia, (2023). Litoral del San Juan. Wikipedia, The Free Encyclopedia. Retrieved April 3, 2024 from https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Litoral_del_San_Juan&oldid=160078540

World Wide Fund for Nature (WWF). (s.f.). Flujo de caudal ecológico: Una herramienta clave para la conservación del agua. Retrieved June 4, 2024, from https://awsassets.panda.org/downloads/fs_caudal_ecologico.pdf

INDICE DE FIGURAS

Figura 1.1. Central Hidroeléctrica a Filo de Agua. Fuente: Repsol. (s.f).....	6
Figura 1.2. Central Hidroeléctrica con Embalse. Fuente: Repsol. (s.f).....	6
Figura 1.3. Central Hidroeléctrica de Bombeo. Fuente: Repsol. (s.f).....	7
Figura 1.4. Diagrama conceptual para la asignación de un objetivo de manejo. Fuente: World Wildlife Fund. (s.f.).....	8
Figura 1.5. Potencial Desarrollado y Remanente de la Pequeña Central Hidroeléctrica de ≤ 10 MW por Región (MW). Fuente: Informe Mundial Sobre El Desarrollo De La Pequeña Central Hidroeléctrica (2022).	12
Figura 1.6. Evolución de la generación de electricidad renovable por fuente (no combustible) en Centro y Sudamérica desde 2000. Fuente: International Energy Agency- IEA (2023).	13
Figura 1.7. Capacidad instalada en Colombia de fuentes renovables. Fuente: Acolgen (2024).	14
Figura 1.8. Clasificación de las Pequeñas Hidroeléctricas en Colombia. Fuente: Informe Mundial Sobre El Desarrollo De La Pequeña Central Hidroeléctrica (2022).	15
Figura 1.9. Primera pequeña central hidroeléctrica en Ghana. Fuente: Informe Mundial Sobre El Desarrollo De La Pequeña Central Hidroeléctrica (2022).	17
Figura 1.10. Estado de prestación del servicio de energía en el mes de febrero 2024 localidad de Papayo. Fuente: Informe localidades Con telemetría ZNI febrero (2024).....	21
Figura 1.11. Estado de prestación del servicio de energía en el mes de febrero 2024 localidad de Santa Genoveva de Docordo. Fuente: Informe localidades Con telemetría ZNI febrero (2024).	22
Figura 1.12. Cuenca del río San Juan. Fuente: Rubiano. J (2020).	23
Figura 2.1. Definición de proyecto. Fuente: Elaboración propia.	25
Figura 2.2. Áreas de conocimiento y grupos de procesos. Fuente: Project Management Institute (2021). .	27
Figura 2.3. Principios y dominios de la dirección de Proyectos. Fuente: Project Management Institute (2021).	28
Figura 2.4. Filosofía PM2. Fuente: European Commission (2020).	30
Figura 3.1. Autodefensas Unidas de Colombia (AUC) . Fuente: Jason P,Howe (2003).....	36
Figura 3.2. Minería de Oro. Fuente: Hablemos de Minería (s.f).	39
Figura 3.3. Índice de percepción de la corrupción Colombia (2023). Fuente: Transparency International (2023).....	40
Figura 3.4. Porcentaje de hogares en 2021 que experimentan las privaciones que mide el IPM. Fuente: DANE (2021).....	41
Figura 3.5. Los Niños del Choco. Fuente: Fundación Compartir. (s.f.).....	42
Figura 3.6. Parque Nacional Natural Utria. Fuente: Adventure Colombia (s.f.).....	44
Figura 3.7. Render de la (P.C.H). Fuente: Elaboración propia.	50
Figura 3.8. Innovación Disruptiva. Fuente: Elaboración propia.	52
Figura 3.9. Objetivos de desarrollo sostenible. Fuente: Naciones Unidas. (s.f.).....	53
Figura 3.10. Ubicación (P.C.H). Fuente: Google Earth.	54
Figura 3.11. Fases del Proyecto. Fuente: Elaboración propia.	56
Figura 4.1. Estructura de Desglose del Trabajo. Fuente: Elaboración propia.	60
Figura 4.2. Cronograma de Actividades. Fuente: Elaboración propia.	74
Figura 4.3. Distribución de Costos. Fuente: Elaboración propia.	77
Figura 4.4. Distribución de Costos. Fuente: Elaboración propia.	78
Figura 4.5. Distribución de Costos. Fuente: Elaboración propia.	79
Figura 4.6. Matriz Poder-Interés: Elaboración propia.	96
Figura 4.7. Organigrama. Fuente: Elaboración propia.....	101
Figura 4.8. Proceso de control de cambios. Fuente: Elaboración propia.	113
Figura 4.9. Formato de solicitud de cambio. Fuente: Elaboración propia.	114
Figura 4.10. Formato de registro de cambios. Fuente: Elaboración propia.	114

INDICE DE TABLAS

Tabla 1.1. Estado de prestación del servicio de energía en el mes de febrero 2024. Fuente: Informe localidades sin telemetría ZNI febrero (2024).	20
Tabla 2.1. Áreas de competencia ICB 4.0. Fuente: International Project Management Association (2017).	29
Tabla 2.2. Metodologías ágiles más comunes. Fuente: Elaboración propia.....	31
Tabla 3.1. Información de la Población Económicamente Activa e Inactiva por Sexo del Departamento del Chocó. Periodo 2020 – 2023. Fuente: Cámara de Comercio del Chocó (2023).	37
Tabla 3.2. Síntesis análisis PESTEL. Fuente: Elaboración Propia.....	46
Tabla 4.1. Diccionario de la EDT. Fuente: Elaboración Propia.....	61
Tabla 4.2. Tabla de Actividades y Duración. Fuente: Elaboración Propia.	71
Tabla 4.3. Presupuesto del proyecto. Fuente: Elaboración Propia.	75
Tabla 4.4. Identificación de Riesgos. Fuente: Elaboración Propia.....	80
Tabla 4.5. Niveles de probabilidad de riesgo. Fuente: Elaboración propia.....	85
Tabla 4.6. Niveles impacto de los riesgos. Fuente: Elaboración propia.....	86
Tabla 4.7. Matriz de Impacto y Probabilidad. Fuente: Elaboración propia.....	86
Tabla 4.8. Leyenda de la matriz P-I. Fuente: Elaboración propia.....	86
Tabla 4.9. Estrategia de Respuesta. Fuente: Elaboración propia.	87
Tabla 4.10. Criterios de Clasificación de Interesados. Fuente: Elaboración propia.....	91
Tabla 4.11. Criterios de Clasificación de Interesados. Fuente: Elaboración propia.....	91
Tabla 4.12. Requisitos y métricas de calidad. Fuente: Elaboración propia.....	97
Tabla 4.13. Funciones y responsabilidades. Fuente: Elaboración propia.....	102
Tabla 4.14. Matriz RACI. Fuente: Elaboración propia.	103
Tabla 4.15. Adquisiciones del proyecto. Fuente: Elaboración propia.....	107
Tabla 4.16. Descripción de las Adquisiciones. Fuente: Elaboración propia.	109

