

“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE LA PEQUEÑA CENTRAL HIDROELÉCTRICA
(PCH) LIBORINA I – EMGEA”

JORGE ALBERTO ROMERO CONTRERAS
OSCAR ADRIÁN MORENO PULGARIN

UNIVERSIDAD PILOTO DE COLOMBIA
FACULTAD DE CIENCIAS SOCIALES Y EMPRESARIALES
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE PROYECTOS
BOGOTA D.C. SEMESTRE I DE 2018

“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE LA PEQUEÑA CENTRAL HIDROELÉCTRICA
(PCH) LIBORINA I – EMGEA”

JORGE ALBERTO ROMERO CONTRERAS
OSCAR ADRIÁN MORENO PULGARIN

Trabajo de grado para obtener el título de
Especialista en Gerencia de Proyectos

Aesor: DIANA PATRICIA GARCIA OCAMPO PMP

UNIVERSIDAD PILOTO DE COLOMBIA
FACULTAD DE CIENCIAS SOCIALES Y EMPRESARIALES
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE PROYECTOS
BOGOTA D.C. DICIEMBRE DE 2017

Dedicatoria

A mi familia, por su amor, comprensión y paciencia.

Oscar Adrian Moreno Pulgarin.

A mi familia, por su apoyo, y acompañamiento.

Jorge Alberto Romero Contreras.

Agradecimientos

A Integral S.A., por su apoyo en el desarrollo de la Especialización y a su continua motivación para alcanzar los logros que nos propusimos.

Especial agradecimiento al Ingeniero Rogelio Sosa, por su valioso apoyo y sincera disposición a colaborarnos para alcanzar nuestras metas.

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	14
OBJETIVOS DEL TRABAJO DE GRADO	16
1. ANTECEDENTES	17
1.1. DESCRIPCIÓN ORGANIZACIÓN FUENTE DEL PROBLEMA O NECESIDAD	18
1.1.1. <i>descripción general – marco histórico de la organización.</i>	18
1.1.2. <i>direccionamiento estratégico de la organización.</i>	19
2. MARCO METODOLÓGICO PARA REALIZAR TRABAJO DE GRADO	24
2.1. TIPOS Y MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN	24
2.2. HERRAMIENTAS PARA LA RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN.....	25
2.3. FUENTES DE INFORMACIÓN	25
2.4. SUPUESTOS Y RESTRICCIONES PARA EL DESARROLLO DEL TRABAJO DE GRADO	26
2.4.1. <i>supuestos.</i>	26
2.4.2. <i>restricciones.</i>	26
3. ESTUDIOS Y EVALUACIONES	27
3.1. ESTUDIO TÉCNICO	27
3.1.1. <i>diseño conceptual de la solución.</i>	27
3.1.2. <i>análisis y descripción del proceso.</i>	27
3.1.3. <i>definición del tamaño y Localización en del proyecto.</i>	30
3.1.4. <i>requerimiento para el desarrollo del proyecto (equipos, infraestructuras, personal e insumos).</i>	32
3.1.5. <i>mapa de procesos de la organización con el proyecto implementado.</i>	36
3.2. ESTUDIO DE MERCADO	37
3.2.1. <i>población.</i>	37
3.2.2. <i>dimensionamiento de la demanda.</i>	38
3.2.3. <i>dimensionamiento de la oferta.</i>	42
3.2.4. <i>precios.</i>	43
3.2.5. <i>punto de equilibrio oferta-demanda.</i>	44
3.2.6. <i>técnicas de predicción (cualitativa y cuantitativa).</i>	46
3.3. ESTUDIO ECONÓMICO-FINANCIERO	47
3.3.1. <i>estimación de costos de inversión del proyecto.</i>	47
3.3.2. <i>definición de costos de operación y mantenimiento del proyecto.</i>	49
3.3.3. <i>flujo de caja del proyecto caso.</i>	50

3.3.4. <i>determinación del costo de capital, fuentes de financiación y uso de fondos.</i>	51
3.3.5. <i>evaluación financiera del proyecto (indicadores de rentabilidad o de beneficio- costo o de análisis de valor o de opciones reales).</i>	53
3.4. ESTUDIO SOCIAL Y AMBIENTAL	54
3.4.1. <i>descripción y categorización de impactos ambientales – análisis pestle.</i>	54
3.4.2. <i>definición de flujo de entradas y salidas.</i>	56
3.4.3. <i>estrategias de mitigación de impacto ambiental.</i>	57
<i>Conclusiones del estudio social y ambiental.</i>	57
4. EVALUACIÓN Y FORMULACIÓN (METODOLOGÍA DEL MARCO LÓGICO)	58
4.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	58
4.1.1. <i>análisis de involucrados.</i>	58
4.1.2. <i>árbol de problemas.</i>	59
4.1.3. <i>árbol de Objetivos.</i>	60
4.2. ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN.....	60
4.2.1. <i>identificación de acciones y alternativas.</i>	60
4.2.2. <i>descripción de alternativa seleccionada.</i>	67
4.2.3. <i>justificación del proyecto.</i>	68
5. INICIO DE PROYECTO	69
5.1. CASO DE NEGOCIO.....	69
5.2. GESTIÓN DE LA INTEGRACIÓN.....	70
5.2.1. <i>acta de constitución (Project Charter).</i>	70
5.2.2. <i>actas de cierre de proyecto o fase.</i>	70
6. PLANES DE GESTIÓN	70
6.1. PLAN DE GESTIÓN DEL ALCANCE.....	70
6.1.1. <i>línea base del Alcance tercer nivel de desagregación.</i>	74
6.1.2. <i>matriz de trazabilidad de requisitos.</i>	75
6.1.3. <i>diccionario de la EDT.</i>	77
6.2. PLAN DE GESTIÓN DEL CRONOGRAMA	79
6.2.1. <i>listado de actividades con estimación de duraciones esperadas.</i>	79
6.2.2. <i>línea base tiempo.</i>	80
6.2.3. <i>diagrama de Red (producto de la programación en Ms Project).</i>	82
6.2.4. <i>cronograma – Diagrama de Gantt, donde se identifique la ruta crítica.</i>	83
6.2.5. <i>nivelación de recursos y uso de recursos.</i>	84
6.3. PLAN DE GESTIÓN DEL COSTO	90
6.3.1. <i>línea base de costos.</i>	90

6.3.2. presupuesto por actividades	91
6.3.3. Estructura de desagregación de recursos ReBS y Estructura de Desagregación de Costos CBS.....	91
6.3.4. indicadores de medición de desempeño.....	92
6.3.5. aplicación técnica del valor ganado con curvas S avance.....	93
6.4. PLAN DE GESTIÓN DE CALIDAD.....	97
6.4.1. especificaciones técnicas de requerimientos.....	98
6.4.2. herramientas de control de la calidad (Diagrama de flujo, Diagrama Ishikawa, hojas de chequeo).....	100
6.4.3. formatos Inspecciones.	100
6.4.4. formato Auditorías.	102
6.4.5. listas de verificación de los entregables (producto / servicio).....	104
6.5. PLAN DE GESTIÓN DE RECURSOS HUMANOS.	105
6.5.1. definición de Roles, Responsabilidades y Competencias del equipo.....	105
6.5.2. matriz de asignación de Responsabilidades (RACI) a nivel de paquete de trabajo. ...	107
6.5.3. histograma y horario de recursos.....	107
6.5.4. plan de capacitación y desarrollo del equipo.	107
6.5.5. esquema de contratación y liberación del personal.	107
6.5.6. definición de indicadores de medición de desempeño del equipo y esquema de incentivos y recompensas.	108
6.6. PLAN DE GESTIÓN DE COMUNICACIONES.	109
6.6.1. sistema de información de comunicaciones.	109
6.6.2. matriz de comunicaciones.....	111
6.7. PLAN DE GESTIÓN DEL RIESGO.	112
6.7.1. identificación de riesgos y determinación de umbral.	113
6.7.2. risk breakdown structure -RiBS-.	113
6.7.3. análisis de riesgos del proyecto (cualitativo y cuantitativo) debe evidenciarse la aplicación y cálculo del valor Económico esperado.....	114
6.7.4. matriz de riesgos.	114
6.7.5. plan de respuesta a riesgo.	114
6.8. PLAN DE GESTIÓN DE ADQUISICIONES.	114
6.8.1. definición y criterios de valoración de proveedores.	115
6.8.2. selección y tipificación de contratos.....	115
6.8.3. criterios de contratación, ejecución y control de compras y contratos.	117
6.8.4. cronograma de compras con la asignación de responsable.....	117
6.9. PLAN DE GESTIÓN DE INTERESADOS	117
6.9.1. identificación y categorización de interesados.....	117

6.9.2. <i>matriz de interesados (Poder –Influencia, Poder – impacto)</i>	118
6.9.3. <i>matriz dependencia influencia</i>	118
6.9.4. <i>matriz de temas y respuestas</i>	119
6.9.5. <i>formato para la resolución de conflictos y gestión de expectativas</i>	120
7. BIBLIOGRAFÍA	121
APENDICES	123

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Requerimientos profesionales para la ejecución y revisión del proyecto.	34
Tabla 2. Requerimientos profesionales para la evaluación de las amenazas.	35
Tabla 3. Especialidades (mínimas) requeridas para el diseño, construcción e inspección técnica de la obra.	36
Tabla 4. Capacidad instalada por Agente (MW).	42
Tabla 5. Indicadores de bolsa.	44
Tabla 6. Capacidad efectiva neta vs Demanda Máxima Potencia (KW).	45
Tabla 7. Estimación de Costos de inversión.	47
Tabla 8. Definición de Costos de operación y mantenimiento.	49
Tabla 9. Flujo de caja.	50
Tabla 10. Cálculo de costos.	51
Tabla 11. Cálculo de ingresos.	52
Tabla 12. Evaluación Financiera del proyecto.	53
Tabla 13. Involucrados.	58
Tabla 14. Matriz de trazabilidad de requisitos.	75
Tabla 14. Diccionario de la EDT.	77
Tabla 15. Listado de actividades.	79
Tabla 17. Recursos.	84
Tabla 18. Nivelación de Recursos.	87
Tabla 19. Especificaciones técnicas de requerimientos.	98
Tabla 20. Herramientas de control de la calidad.	100
Tabla 21. Formatos de inspecciones.	100
Tabla 22. Listas de verificación de los entregables.	104
Tabla 23. Roles y responsabilidades.	105
Tabla 24. Matriz de asignación de Responsabilidades.	109
Tabla 25. Matriz de comunicaciones.	111
Tabla 26. Niveles de poder de interesados.	118
Tabla 27. Matriz de interesados.	120

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación. Fuente: Google Maps	17
Figura 2. Estructura organizacional. Fuente: Genmas.	22
Figura 3. Mapa estratégico. Fuente: Construcción del autor.	23
Figura 4. Cadena de valor. Fuente: Construcción del autor.	24
Figura 5. Mapa departamento de Antioquia. Fuente: Gobernación de Antioquia	30
Figura 6. Corregimientos. Fuente: Gobernación de Antioquia	31
Figura 7. Veredas. Fuente: Gobernación de Antioquia	32
Figura 8. Estructura del mercado de la electricidad. Fuente: (Gestión energética, 2017).	36
Figura 9. Estructura del mercado de la electricidad. Fuente: (Derivex - Mercado de derivados de commodities energéticos, 2010).	37
Figura 10. Capacidad efectiva neta vs Demanda Máxima Potencia (KW). Fuente: (UPME, Proyección de demanda energía eléctrica en Colombia, 2017)	46
Figura 11. Árbol de problemas Fuente: Construcción del autor.	59
Figura 12. Árbol de objetivos Fuente: Construcción del autor.	60
Figura 13. Línea base del alcance. Fuente: (Tools, 2017). Construcción del autor.	74
Figura 14. Línea base del tiempo. Fuente: Construcción del autor	81
Figura 15. Diagrama de red. Fuente: Construcción del autor	82
Figura 16. Ruta crítica. Fuente: Construcción del autor	83
Figura 17. Nivelación de recursos. Fuente: Construcción del autor	86
Figura 18. Uso de recursos. Fuente: Construcción del autor	89
Figura 19. Línea base de costos. Fuente: Construcción del autor	90
Figura 20. Estructura de desagregación de recursos ReBS. Fuente: Construcción del autor	91
Figura 21. Cost Breakdown Structure -CBS. Fuente: Construcción del autor	92
Figura 22. Estado del proyecto al 30-11-2017. Fuente: Construcción del autor	95
Figura 23. Informe del valor acumulado. Fuente: Construcción del autor	96
Figura 24. RiBS. Fuente: Construcción del autor.	114
Figura 25. Matriz dependencia influencia. Fuente: Construcción del autor	119

TABLA DE APENDICES

Apendice A. Cálculo del PRN, PRD y el B/C.	122
Apendice B. Análisis PESTLE.....	127
Apendice C. Análisis de valoración de riesgos.....	132
Apendice D. Entradas y salidas de las diferentes etapas	134
Apendice E. Estrategias de mitigación de impacto ambiental.....	136
Apendice F. Acta de Constitución (Project Charter).....	138
Apendice G. Presupuesto por actividades	146
Apendice H. Matriz de asignación de Responsabilidades.....	149
Apendice I. Análisis de riesgos del proyecto	151
Apendice J. Matriz de riesgos	154
Apendice K. Plan de respuesta a riesgo	169
Apendice L. Lista de adquisiciones del proyecto.....	174
Apendice M. Criterios de evaluación de proveedores	177
Apendice N. Criterios de selección de proveedores.....	179
Apendice O. Matriz de efectuar las adquisiocnes	180
Apendice P. Cronograma de adquisiciones	186
Apendice Q. Estrategías y gestión de expectativas de los interesados	187

Resumen

En el año 2009, se definió la realización de los estudios de prefactibilidad (fase I) de la PCH Liborina I, basados en el comportamiento positivo del sector minero-energético en el país, el cual presentó un panorama atractivo para el mercado de la energía eléctrica, con un crecimiento positivo de la demanda, lo cual estimuló se realizaran los diseños para licitación y definitivos (fase II y fase III) y el inicio de la construcción de la PCH Liborina I. Este estudio relaciona la metodología que se utilizó para la realización de los estudios, diseños y construcción de la PCH Liborina I, basados en los lineamientos de la Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos (Guía del PMBOK – Quinta Edición).

PALABRAS CLAVES: Central hidroeléctrica, Captación, Impacto Ambiental, Presa, Caudal, Casa de máquinas.

Abstract

In the year 2009 was defined the studies of pre-feasibility (phase I) of PCH Liborina I, based on the positive behavior of the mining and energy sector in the country, which presented an attractive Outlook for electric power market, with a positive growth in demand, which stimulated will be designs for tender and definitive (phase II and phase III) and the beginning of the construction of the PCH Liborina I. This study related to the methodology used to carry out studies, designs and construction of the PCH Liborina I, based on the guidelines of the Guide to the basics for the management of projects (the PMBOK - Fifth Edition Guide).

KEY WORDS: Hydroelectric, recruitment, environmental impact, dam, flow, Roundhouse.

Introducción

El presente trabajo se refiere a la elaboración de los estudios, diseños y construcción de una pequeña central hidroeléctrica en el Municipio de Liborina del Departamento de Antioquia.

El año 2010 mostró una clara recuperación de la actividad económica, tras la crisis financiera de 2008 y 2009. Se consolidó la confianza en la economía colombiana, algo muy valioso en un contexto internacional incierto. Los mercados aprendieron a diferenciar a las economías con fundamentos económicos sólidos, como Colombia, donde cada vez se incrementa la inversión extranjera en diferentes sectores. Por su parte, los hogares y las empresas se han reactivado, con un crecimiento de la economía del 4,3 % en el 2010.

El sector minero-energético representó la oportunidad que se tenía de aprovechar de manera responsable la riqueza en recursos naturales para generar crecimiento sostenible y mayor equidad social, regional e inter-generacional.

El sector minero-energético colombiano reviste un papel importante en términos de sus aportes al PIB, a las exportaciones y a las cuentas fiscales a la economía colombiana. Hoy en día se puede afirmar, que durante la última crisis financiera mundial ha sido uno de los sectores que más ha contribuido a evitar una severa contracción del nivel de la actividad interna.

Al terminar el año de 2010, Colombia tuvo una capacidad inscrita de 14.383,5 megavatios (MW), de los cuales 8.500,5 MW correspondían a proyectos hidráulicos, 2.884,6 eran de carbón mineral, 2.520,5 MW de gas natural, 305 MW correspondían a fuel oil, 127,9 MW hidráulicos y 20 MW de procedencia eólica. Este sistema permitía, atender de manera satisfactoria tanto la demanda de energía interna como las exportaciones.

La visión general que se proyectó era excelente, teniendo en cuenta el mercado de la energía eléctrica, especialmente en la hidroeléctrica, pues el panorama después de que en 2009 la demanda promedio creciera 1,8 por ciento, era atractivo no sólo por las expectativas de demanda, que se esperaba aumentarían 2,9% en un escenario medio sino por la estabilidad en reglas de juego, factores que estimulan los planes trazados en cuanto a generación e inversiones en acciones de energía.

Los fenómenos naturales recurrentes como el Fenómeno del Pacífico, que influyen en la disminución considerable de los aportes hídricos a las cadenas hídricas de nuestro país, y la incertidumbre en la disponibilidad de gas natural impulsan la búsqueda de la diversificación de la matriz energética a partir de otras fuentes de energía y tecnologías, dando oportunidades de tener plantas a mediano y corto plazo con el sistema de PCH.

Las ventajas de una PCH siempre están vigentes, por lo que generalmente se diseñan para el caudal mínimo, es posible administración local, uso de tecnologías locales, capacidades locales y muy poco impacto ambiental.

Objetivos del trabajo de grado

Objetivo General

Realizar el planeamiento, seguimiento y control del proyecto “Diseño y construcción de una pequeña central hidroeléctrica (PCH) Liborina I” basados en la orientación del PMI, establecidos en la Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos (Guía del PMBOK. Quinta Edición).

Objetivos Específicos

- Realizar el aprovechamiento de la cabeza de energía hidráulica del agua de la Quebrada Juan García, ubicada en el Municipio de Liborina al occidente del Departamento de Antioquia, con la generación de 4.900 kW, mediante la construcción de una presa a filo de agua.
- Definir el sitio específico para el aprovechamiento de la cabeza hidráulica de la Quebrada Juan García.
- Realizar unos estudios técnicos eficientes que permitan minimizar los costos del proyecto.
- Realizar los diseños técnicos para la construcción de la PCH.
- Ejecutar la construcción de la PCH.
- Determinar los beneficios al interior de la organización con la construcción de la PCH.
- Establecer las ventajas competitivas generadas con la construcción de la PCH.

1. Antecedentes

La construcción del proyecto Liborina I generará beneficios para el país por el ingreso de nuevos Megavatios (MW) de energía al Sistema Interconectado Nacional, y para los municipios de influencia del proyecto, por los nuevos tributos, la creación de nuevos empleos, la compra de bienes y servicios a la comunidad y al comercio, tanto durante la construcción del proyecto, como durante la operación de la central.

Liborina es un municipio localizado en la subregión de Occidente del departamento de Antioquia, su cabecera dista 115 Kilómetros de la ciudad de Medellín, tiene una extensión de 217 km², se encuentra a una altura de 820 msnm, tiene una temperatura promedio de 24° y una población de 9.370 habitantes, como se aprecia en la figura 1.

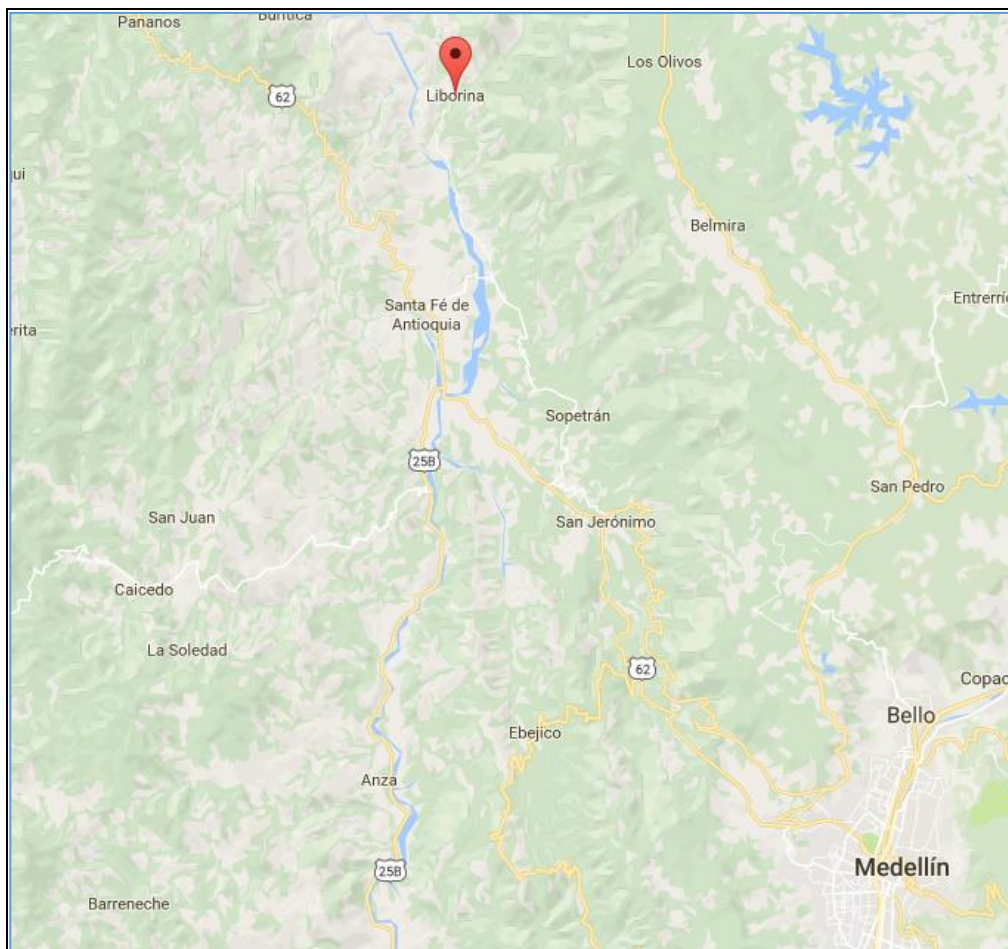


Figura 1. Ubicación. Fuente: Google Maps

1.1. Descripción organización fuente del problema o necesidad

La Empresa de Generación y Promoción de Energía de Antioquia (Emgea) fue creada para identificar, estudiar, promocionar, diseñar y construir proyectos de generación de energía hidráulica en los municipios del departamento de Antioquia.

1.1.1. descripción general – marco histórico de la organización.

La Empresa de Generación y Promoción de Energía de Antioquia (Emgea) fue fundada el 8 de octubre de 2008, mediante Ordenanza de la Asamblea, impulsada por el ex gobernador Luis Alfredo Ramos, el promotor y gerente de la sociedad es el Doctor Iván Correa Calderón. Inicialmente, se han logrado identificar 25 proyectos de generación de energía en 32 municipios del departamento de Antioquia, que le permitirían un potencial de 330,5 MW.

Se trata de plantas de generación de energía con capacidad menor a 20 megavatios, que se conectarán directamente al sistema interconectado nacional o al llamado Sistema de Transmisión Nacional, buscando la generación de energía e ingresos propios para los municipios, pues se busca que donde haya un proyecto de Emgea, el Municipio sea socio de la hidroeléctrica.

Emgea nació con un capital autorizado de 6.000 millones de pesos y suscrito y pagado, para financiar las primeras inversiones, de 3.000 millones de pesos.

Los socios en proporción a su participación accionaria son: Departamento de Antioquia, 37,5 %; Idea, 37,5 % y la Cámara Colombiana de la Infraestructura (CCI) el 25 %.

Para desarrollar los cuatro primeros proyectos, se requirió un capital de 43.000 millones de pesos (que aportaron los socios de esos proyectos) para financiar el 30% de las obras, y el 70% restante con recursos de crédito.

Los cuatro proyectos son: Espíritu Santo, en el Municipio de Briceño (dos centrales de 20 MW cada una, con inversión de 76 millones de dólares); Quebrada Juan García, en Liborina (dos centrales de cuatro MW cada una, que valen 14 millones de dólares); La Cristalina, en Barbosa (2,5 MW, con inversión de 5 millones de dólares); y tres micro centrales en Sonsón: La Paloma, de 6 MW, Sirgua, de 9,9 MW, y Río Negrito (con inversión superior a los 30 millones de dólares). (Arias, 2009).

1.1.2. direccionamiento estratégico de la organización.

Con la construcción de los proyectos anteriores se busca crear beneficios tanto sociales como económicos a las comunidades de las zonas de influencia y a los dueños del proyecto.

La hidroelectricidad es un método altamente eficiente en la generación de electricidad, además de no contaminar. Es aconsejable para los países que tienen climas y topografías apropiadas, como Colombia, donde hay un gran desarrollo de estas infraestructuras.

Las pequeñas Centrales Hidroeléctricas presentan las siguientes ventajas: descentralización de la producción de energía, impulsa el desarrollo de poblaciones alejadas de los grandes centros productivos, uso de tecnología local y nacional y Mínimo impacto social y ambiental.

1.1.2.1. objetivos estratégicos de la organización.

Objetivo General

Conformar empresas de servicio público mixto que se encarguen de la construcción, montaje, operación y mantenimiento de centrales en el Departamento de Antioquia, creando un patrimonio duradero para los accionistas.

Objetivos Específicos

- a) Buscar la diversificación de la matriz energética a partir de otras fuentes de energía y tecnologías, dando oportunidades de tener plantas a mediano y corto plazo con el sistema de PCH.
- b) Optimizar la ejecución de los Proyectos hidroeléctricos, mediante la minimización del impacto ambiental negativo que generen y maximizar los impactos positivos que se puedan ocasionar.

1.1.2.2. políticas institucionales.

El plan de crecimiento de Emgea presenta políticas en cuanto a:

- a) Bienestar social para las comunidades de las áreas de influencia.
- b) Fortalecimiento empresarial.
- c) Desarrollo social y equidad
- d) Progreso económico.
- e) Sostenibilidad en generación de energía limpia.
- f) Contribución a la superación de la pobreza.
- g) Generación de empleo.

1.1.2.3. misión, visión y valores.

Misión

Emgea es una empresa de servicios públicos domiciliarios mixta, creada para asesorar, promover, desarrollar, operar y comercializar proyectos de generación de energía eléctrica, con responsabilidad social y ambiental, crecimiento económico y participación de los municipios, inversionistas privados y demás grupos de interés.

Visión

Para el 2020 seremos la empresa líder en Colombia en la promoción y desarrollo de pequeñas centrales hidroeléctricas y un actor importante en la asesoría, operación y comercialización de energía eléctrica.

Valores Organizacionales

- a) Respeto: Comprender, valorar y aceptar la diversidad de ideas en la búsqueda de un objetivo común.
- b) Compromiso: Cumplir con efectividad y lealtad con las responsabilidades otorgadas, poniendo al servicio de la organización las mejores competencias y habilidades, y de parte de la organización el suministro de los recursos para el cumplimiento de estas.
- c) Conflicto de intereses: Evitamos conflicto de intereses.
- d) Orientación a resultados: Cumplir con excelencia y oportunidad los objetivos definidos en nuestra misión.
- e) Trabajo en equipo: Trabajar integrada y coherentemente aprovechando las competencias y habilidades de los colaboradores, buscando la articulación y el enfoque integral de los procesos.
- f) Responsabilidad ambiental: Actuar con responsabilidad y respeto frente al medio ambiente, en lo físico, biótico y social.
- g) Innovación: Buscar y adaptar permanentemente las nuevas tecnologías en los procesos, proyectos, obras y actividades del negocio.
- h) Rigor: Cumplir el orden jurídico, técnico y económico en todas las decisiones de la empresa.
- i) Responsabilidad Social Empresarial: Trabajar y fomentar el mejoramiento social y económico en nuestros grupos de interés.

1.1.2.4. estructura organizacional.

Estructura Organizacional Corporativa
Aprobado Acta 71 del 24 Junio de 2014

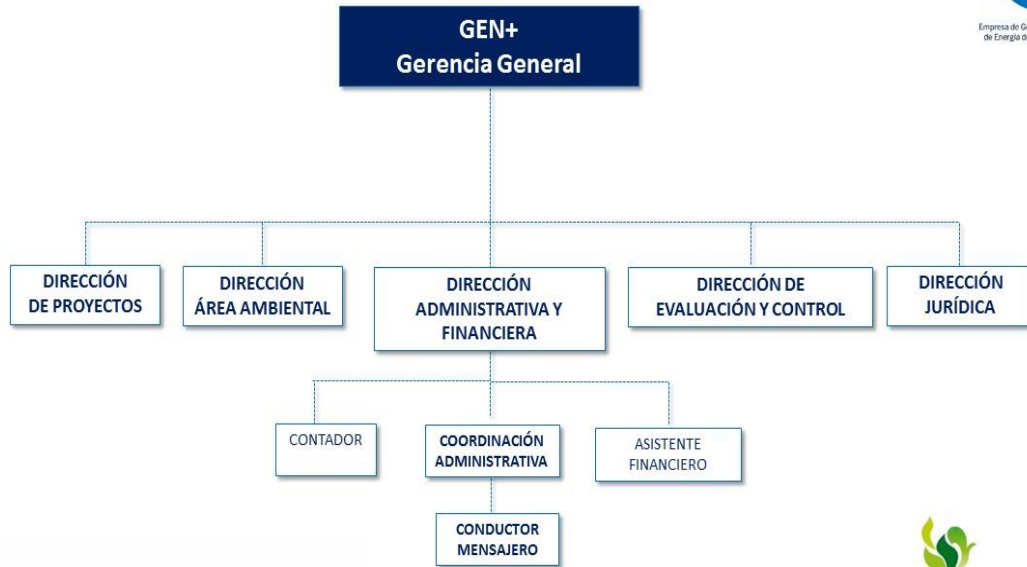


Figura 2. Estructura organizacional. Fuente: Genmas.

1.1.2.5. Mapa estratégico.

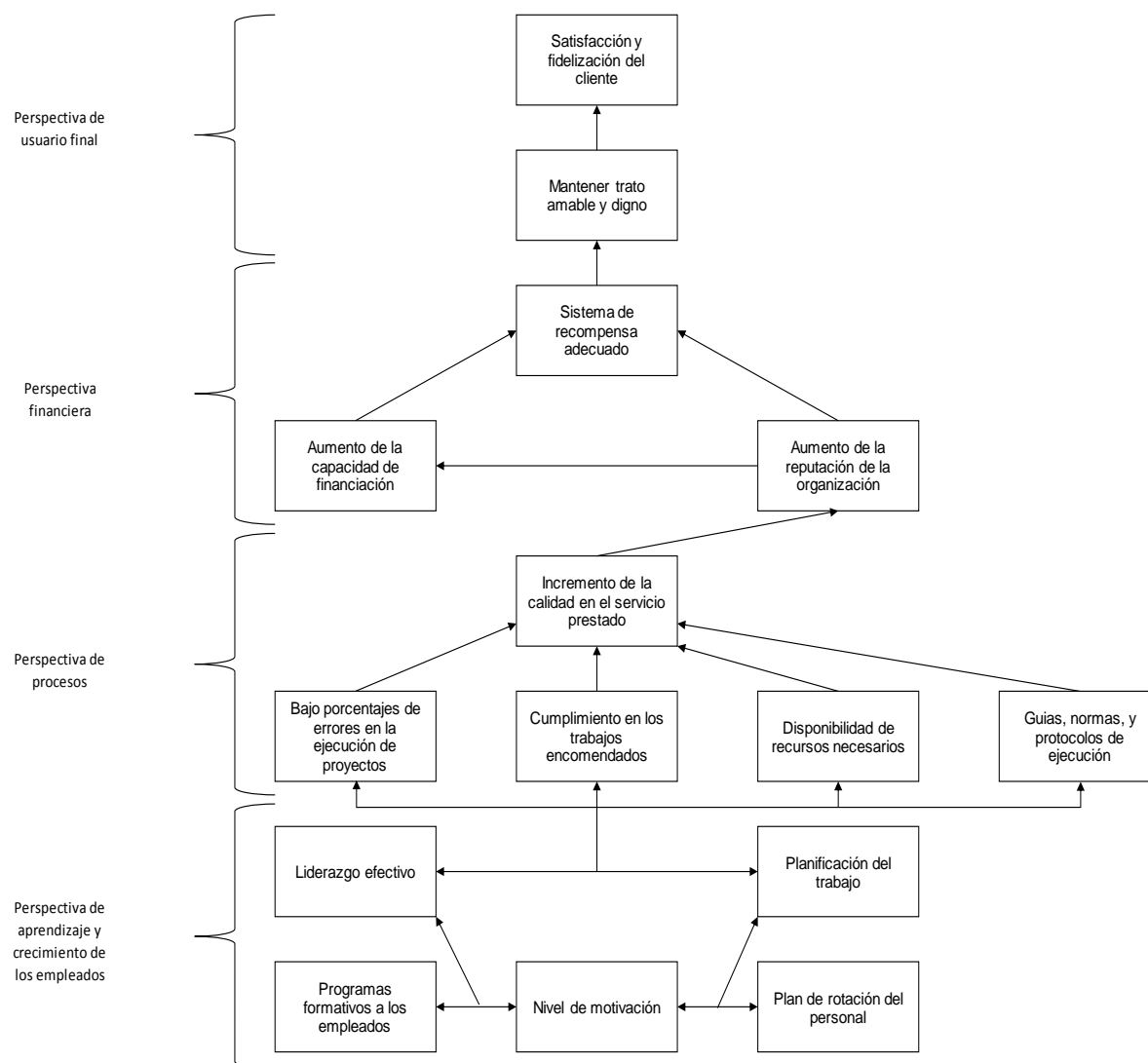


Figura 3. Mapa estratégico. Fuente: Construcción del autor.

1.1.2.6. cadena de valor de la organización

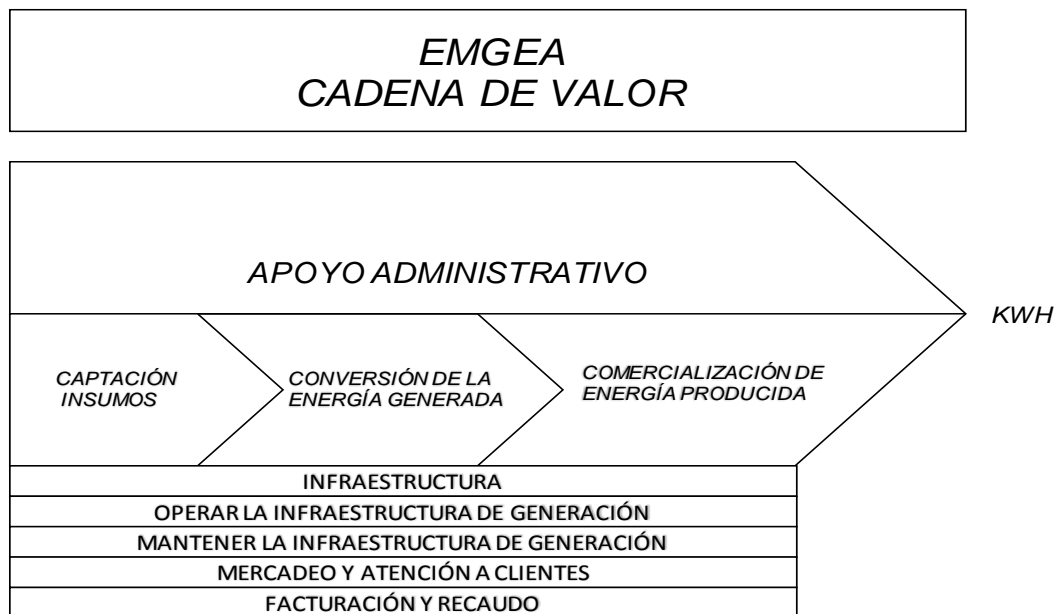


Figura 4. Cadena de valor. Fuente: Construcción del autor.

2. Marco metodológico para realizar trabajo de grado

Se realizará la consulta en varias fuentes de información para desarrollar el marco teórico del presente documento, en donde se referencie la información más relevante, que permita entender la temática del proyecto y ayudan en la definición de las variables, hipótesis y metodología que se usará para el desarrollo del mismo.

2.1. Tipos y métodos de investigación

Método científico: Se realizarán investigaciones exploratorias, toma de muestras y análisis de laboratorio, que sirvan para dimensionar y diseñar las diferentes estructuras que daran forma a la PCH Liborina I, al igual que las actividades a implementar para mitigar los impactos que puedan ocurrir hacia el medio ambiente.

Método empírico: Se realizarán investigaciones basadas en la experiencia de los participantes.

Método sistémico: Se modelará la PCH, determinando sus componentes y la relación entre ellos para realizar la formulación del proyecto.

2.2. Herramientas para la recolección de información

Técnica documental: Basados en la recopilación de información se enunciarán las teorías que sustenten el estudio del diseño y la construcción de la PCH Liborina I.

Técnica de campo: Basados en las visitas al sitio de las obras se observará en contacto directo el sitio del estudio del diseño y la construcción de la PCH Liborina I.

Lecciones aprendidas: Se utilizará la experiencia aprendida en los proyectos similares elaborados por la empresa. (Ena, 2008)

2.3. Fuentes de información

Este proyecto propone realizar los estudios y diseños fase III para realizar la construcción de una PCH en el municipio de Liborina, de manera que sea posible conocer sus costos y beneficios, así como identificar la mejor opción para solucionar el problema de negocio, para lo cual es necesario conocer de la zona, la geología, la hidrología, las vías de acceso, la población, el posible sitio de la construcción de la obra y el caudal mínimo necesario para generación.

Como fuentes de información para el desarrollo del proyecto se tienen contemplados las siguientes:

- El Ministerio del Ambiente; Vivienda y Desarrollo territorial.
- La Corporación Autónoma del Centro de Antioquia (Corantioquia).

- El Servicio Geológico Colombiano (SGC).
- El Plan de Ordenamiento Territorial del Municipio de Liborina.
- La normatividad vigente para el desarrollo de proyectos hidroeléctricos.
- Licencias de explotación mineras activas.
- Concesiones de aguas sobre la Quebrada Juan García.

2.4. Supuestos y restricciones para el desarrollo del trabajo de grado

2.4.1. supuestos.

Los siguientes son los supuestos planteados para que el proyecto continúe en la fase de planeación:

- a) Se tendrán todos los permisos de ley para la ejecución de las obras.
- b) El agua utilizada para la generación será devuelta en las mismas condiciones al cauce natural de la Quebrada.
- c) Se supone que no se presentaran problemas en la compra de los predios necesarios para acceder a las obras y para su construcción.
- d) Se supone que las condiciones climáticas de la zona se presentaran dentro de los promedios históricos.
- e) En el momento del inicio de la construcción se tendrán los recursos económicos necesarios.
- f) Se supone que el personal necesario para la construcción de la PCH se conseguirá en la zona de influencia del proyecto.
- g) Se supone que el valor en la bolsa de energía, del kWh generado VS el costo del proyecto, viabiliza el proyecto.

2.4.2. restricciones.

A continuación, se describen las restricciones relacionadas con las características que se deben cumplir en el estudio del diseño y construcción de la PCH Liborina I:

- a) Se debe respetar el plazo máximo tanto para la entrega del diseño, como para la construcción de la PCH.
- b) Se debe respetar la cantidad de recursos económicos, físicos y humanos asignados en la de programación del proyecto.
- c) Para la construcción se debe asignar un supervisor (Interventor) que vele por el cumplimiento de los pliegos de condiciones de las obras, al igual que de las medidas de protección ambiental.

3. Estudios y evaluaciones

3.1. Estudio técnico

3.1.1. diseño conceptual de la solución.

El proyecto plantea el diseño y la construcción de una pequeña central hidroeléctrica (PCH) en la quebrada Juan García en el Municipio de Liborina.

La central hidroeléctrica (PCH) Liborina I será del tipo filo de agua y comprenderá las obras de captación, obras de conducción, casa de máquinas y obras de descarga, vías y obras de infraestructura.

El esquema general del Proyecto se optimizará en la etapa de diseño, aprovechando lo mejor posible las condiciones topográficas, hidrológicas, geológicas y de acceso a la zona, buscando además minimizar el impacto ambiental que se pueda ocasionar.

3.1.2. análisis y descripción del proceso.

A continuación, se presenta la descripción de las obras principales del proyecto a diseñar, y las obras de infraestructura asociadas que integrarían el aprovechamiento hidroeléctrico Liborina I.

3.1.2.1. obras de derivación.

Las obras de derivación comprenderán: la estructura de presa y vertedero de evacuación de crecientes; el tanque desgravador, el cual permitirá la limpieza y evacuación de las partículas de mayor tamaño que entran por las rejas de captación, obra que además ha sido concebida como un canal para el manejo de la quebrada durante la fase de construcción de las obras; el canal de aducción que llevará las aguas captadas hacia el sistema de desarenación, y el tanque desarenador que permitirá la decantación y purga, de las partículas de menor tamaño como arenas y gravas finas que pasan por la captación para evitar que lleguen a los equipos de casa de máquinas y puedan ocasionar daños en los mismos. Al final del desarenador estará localizado el tanque de carga donde se iniciará el sistema de conducción concebido en tubería hasta la casa de máquinas.

3.1.2.2. obras de conducción.

La Conducción comprenderá una tubería de presión con diámetros de 1,1 m y 1,0 m, la cual irá enterrada a lo largo de la vía Liborina – San Diego, por el costado izquierdo, entre el sitio de salida del tanque de carga y el sitio de casa de máquinas, previendo una cobertura de lleno sobre la clave de la tubería de mínimo 1,2 m para su protección de las cargas y efectos del tráfico vehicular. En este tramo se presenta un cruce de la quebrada La Pascuala, el cual se hará mediante un puente metálico adyacente aguas arriba al puente existente de la vía. Se presentarán además los cruces de las quebradas La Porquera y Danzante, los cuales se harán bajo el lecho de las mismas excavados en el cauce aluvial y debidamente atracados en concreto.

3.1.2.3. obras de casa de máquinas.

La casa de máquinas será superficial de dimensiones: 12 m de ancho por 25.55 m de longitud y 14,25 m de altura y tiene provisiones para dos unidades generadoras y una sala de montaje. La Casa de Máquinas estará ubicada en la cota 828,6 msnm a nivel de piso de acceso y sala de montaje y la cota 827,2 msnm como eje de turbinas.

Se tendrán áreas para ubicación de equipos eléctricos, cuarto de control, cuarto de baterías, oficina y almacén entre otras.

El acceso a la casa de máquinas y subestación de la central se hará por la vía existente, que parte del municipio de Liborina hacia el corregimiento de San Diego hasta un sitio cercano a la planta de tratamiento de aguas de Liborina, desde donde se tendrá un corto ramal vial, que lleva a casa de máquinas y es requerido para la construcción y operación de la central.

3.1.2.4. unidades de generación.

La generación de energía, se hará mediante dos unidades turbina - generador de eje horizontal, siendo las turbinas del tipo Pelton. Cada unidad de generación tendrá una capacidad de 2.45 MW. Con el fin de desarrollar la capacidad indicada de las dos turbinas, se utilizará un caudal de diseño de 2.0 m³/s de agua.

3.1.2.5. obras de descarga.

Las obras de descarga comprenderán dos conductos que recibirán los caudales de las turbinas. La descarga de la casa de máquinas llevará los caudales por un conducto colector y estructura de salida nuevamente a la quebrada Juan García.

Los conductos de descarga trabajarán a flujo libre con velocidades cercanas a 2.50 m/s y con un borde libre aproximado al 30% de la altura. La entrega del flujo en la salida del conducto a la quebrada será protegida contra la socavación, mediante enrocados disponibles en el área.

3.1.2.6. obras de infraestructura (vías de acceso).

A la zona del proyecto se tiene acceso desde la carretera que de la población de Liborina va hacia el corregimiento de San Diego, proyecto que se desarrollará a lo largo de esta vía desde el sector aledaño a la planta de tratamiento de agua potable del municipio, hasta el sitio de captación en el puente de cruce de la quebrada Juan García por la cota 1130 msnm. En un punto a unos 2 km de Liborina, se proyectó una vía corta de unos 200 m de longitud, la cual dará acceso al sitio de casa de máquinas. Esta es la única vía adicional requerida por el proyecto.

3.1.3. definición del tamaño y Localización en del proyecto.

El proyecto se localiza en el municipio de Liborina al Occidente del Departamento de Antioquia, a una distancia de la ciudad de Medellín de 75 kilómetros y a una altura entre los 1150 y 650 metros sobre el nivel del mar. Como se aprecia en la figura 5.



Figura 5. Mapa departamento de Antioquia. Fuente: Gobernación de Antioquia

El proyecto para la central hidroeléctrica se contempla a lo largo de la malla vial que del municipio de Liborina conduce hasta el Corregimiento de San Diego y la Merced, de la cual se proyecta una vía de corta longitud hasta la casa de máquinas.

La cuenca de la quebrada Juan García presenta una franja de unos 500 m de ancho, con una pendiente entre el 10% y el 25%, en la cual se localizan los corregimientos de San Diego y La Merced. Como se aprecia en las figuras 6 y 7.



Figura 6. Corregimientos. Fuente: Gobernación de Antioquia

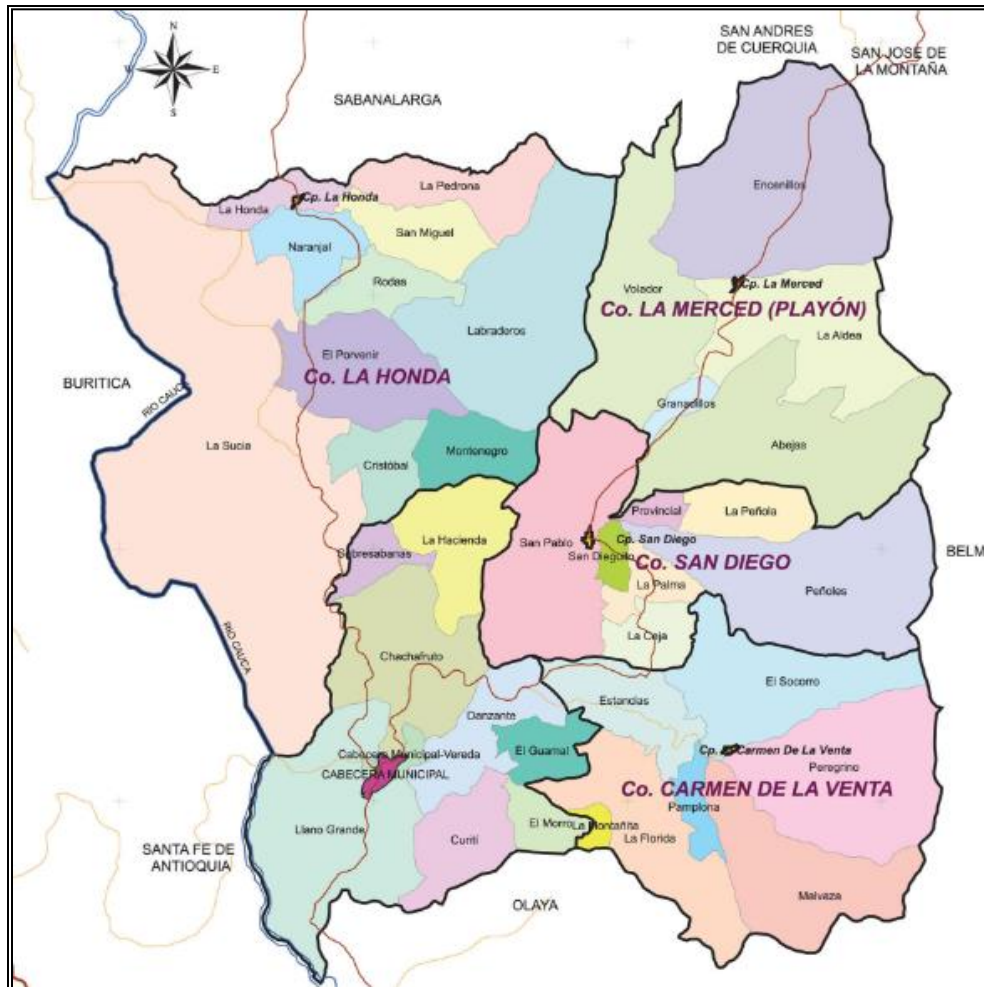


Figura 7. Veredas. Fuente: Gobernación de Antioquia

La central hidroeléctrica es del tipo filo de agua y se consideró un aprovechamiento hidráulico para un caudal cercano al promedio de la quebrada ($2,0 \text{ m}^3/\text{s}$), y una caída bruta de 302,8 m, lo que permite instalar una capacidad de 4,9 MW en la central. En la casa de máquinas se tendrá el edificio de control desde el cual se operarán y supervisarán todos los equipos de la central.

3.1.4. requerimiento para el desarrollo del proyecto (equipos, infraestructuras, personal e insumos).

Un aspecto clave para el desarrollo del proyecto es definir claramente los requerimientos para el diseño y la construcción. (Saavedra, 2004)

3.1.4.1. requerimientos profesionales.

La calificación y selección de los profesionales y de empresas, se realizará de acuerdo a su nivel, número de proyectos realizados, metros cuadrados efectivamente construidos y participación en proyectos similares.

Los antecedentes utilizados en la selección deben ser verificados mediante certificación válida y aceptada en el país.

Una correcta selección de los equipos de trabajo, del sitio y un adecuado programa que asegure la calidad del proyecto en todas sus etapas, es la única manera en que la institución puede garantizar que se alcancen los objetivos definidos.

Como parte del proceso deben aparecer al menos tres grupos: la institución solicitante, el grupo ejecutor y el grupo revisor.

La institución solicitante es la encargada de definir claramente las necesidades, coordinar las etapas y componentes del proyecto, seleccionar los grupos que ejecutan los trabajos y aportar los recursos físicos, técnicos y económicos.

El grupo ejecutor es el encargado de materializar los requerimientos de la institución y el grupo revisor se encargará de asegurar la calidad del trabajo en cada etapa del proyecto.

La institución deberá definir una estructura de dirección y una contraparte para coordinar, revisar y resolver conflictos en todas las etapas de la ejecución del proyecto. El director y los especialistas encargados de la administración del proyecto por parte de la institución solicitante deberán buscar en los grupos ejecutor y revisor la experiencia certificada, como la sugerida en la tabla 1. Estas exigencias deberán adecuarse a la realidad del país, privilegiando la calidad del proyecto desarrollado y la conformación

de grupos profesionales nacionales. Para esto, se deberá permitir la conformación de grupos de trabajo con distintos grados de especialización, trabajando en forma conjunta.

Deberá privilegiarse la conformación de un grupo estable de especialistas para la revisión del proyecto y para la asesoría de la institución solicitante. En las etapas de ejecución se puede contar con distintos grupos de trabajo especializados para la selección del sitio, diseño y construcción del proyecto.

Los especialistas de la institución supervisarán las actividades desarrolladas por cada grupo de trabajo en cada etapa del proyecto y deberán velar para que los grupos de ejecución cuenten con profesionales idóneos, como se muestra en la tabla 1.

Tabla 1. Requerimientos profesionales para la ejecución y revisión del proyecto.

Cargo	Experiencia mínima certificada	Experiencia de diseño (últimos 10 años)	
		Volumen removido	
		Construcciones Generales	Construcciones Especificas
Grupo Revisor	10 Años	>15.000 m ³	Al menos 2 PCH con volumen removido > 1.000 m ³
Grupo ejecutor			
Especialistas amenazas	10 Años		
Etapla diseño	10 Años	10.000 m ³	Al menos 1 PCH con volumen removido > 1.000 m ³
Etapla construcción	10 Años	10.000 m ³	Al menos 1 PCH con volumen removido > 1.000 m ³

Fuente: Construcción del autor

3.1.4.2. especialistas requeridos para la fase de preinversión, estudios de amenazas y selección del sitio.

Para los estudios de amenazas y la selección del sitio se requerirá contar con especialistas en áreas específicas tales como urbanismo, topografía, geología, mecánica de suelos, meteorología, hidrología, ingeniería hidráulica, sismología e

ingeniería estructural, entre otros. Las especialidades requeridas deberán determinarse de acuerdo con las amenazas que se estimen presentes en las áreas de ubicación del proyecto, como se muestra en la tabla 2.

Tabla 2. Requerimientos profesionales para la evaluación de las amenazas.

Requerimientos profesionales	Peligros de la Naturaleza				
	Aluviones	Deslizamientos	Huracanes	Inundaciones	Sismos
Urbanista	x	x	x	x	x
Topógrafos	x	x	x	x	x
Geólogos	x	x			x
Geotécnicos	x	x		x	x
Meteorólogos	x		x	x	
Hidrólogos	x	x	x	x	
Ingenieros Hidráulicos	x	x	x	x	
Sismólogos		x			x
Ingenieros Sísmicos		x			x
Ingenieros Estructurales	x	x	x	x	x

Fuente: Construcción del autor.

Estos especialistas deberán dedicarse al estudio de las amenazas naturales sobre las distintas alternativas de ubicación del proyecto y a la selección de un sitio seguro, conforme los criterios definidos por la entidad contratante. Para la conformación de los equipos de trabajo de esta etapa se requerirán profesionales. La experiencia en estudios de amenazas es indispensable.

3.1.4.3. especialistas requeridos para el anteproyecto, diseño, construcción e inspección del proyecto.

Para el diseño y construcción del proyecto, los grupos de ejecución y revisión deberán contar con las especialidades que se indican en la tabla 3.

Tabla 3. Especialidades (mínimas) requeridas para el diseño, construcción e inspección técnica de la obra.

Ingeniería	Instalaciones eléctricas	Seguridad y salud en el trabajo
Geología	Instalaciones sanitarias	Control Administrativo
Geotecnia	Métodos constructivos	Control contractual
Diseño estructural	Control Ambiental	Control Social
Equipos electromecánicos	Control presupuestal	

Fuente: Construcción del autor.

Los profesionales indicados en la tabla 3 deberán presentar título profesional, técnico o equivalente en su área, reconocido por organismos competentes, y certificar experiencia como la indicada en la Tabla 1.

3.1.5. mapa de procesos de la organización con el proyecto implementado.



Figura 8. Estructura del mercado de la electricidad. Fuente: (Gestión energética, 2017).

El proyecto implementado en el mapa de procesos de la organización se ubicará en el sector de generación de energía del área de gestión propia de los procesos misionales. como se aprecia en la figura 8.

3.2. Estudio de mercado

La realización de este estudio es necesaria para verificar la viabilidad técnica, ambiental, económica y financiera del proyecto.

El proyecto Hidroeléctrico sobre la Quebrada Juan García se creó con el objetivo de aprovechar el potencial hidroeléctrico de la zona en beneficio de los miembros del proyecto y la región, permitiendo que los municipios de la zona de influencia, Liborina, Olaya y Sabanalarga, sean socios del proyecto y accedan a las utilidades de la generación de energía de la central.

3.2.1. población.

El mercado de energía en Colombia lo constituyen los generadores, los distribuidores, los comercializadores, los clientes regulados y no regulados y los agentes reguladores de operación y administración. como se aprecia en la figura 9.

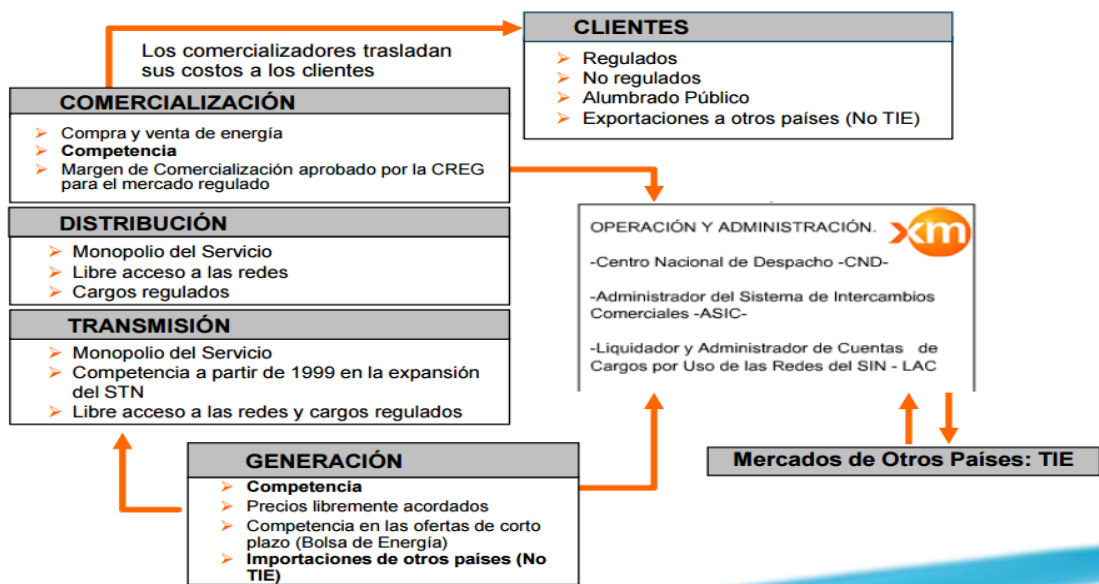


Figura 9. Estructura del mercado de la electricidad. Fuente: (Derivex - Mercado de derivados de commodities energéticos, 2010).

3.2.2. dimensionamiento de la demanda.

3.2.2.1. mercado regulado.

El Mercado Regulado, que es directamente contratado y servido por compañías de distribución, abarca usuarios industriales, comerciales y residenciales con demandas de energía inferiores a 55 MWh. En este mercado, la estructura de tarifas es establecida por la agencia reguladora CREG. En este tipo de mercado se encuentran concentrados casi la totalidad de usuarios del país. La fórmula de cobro es aprobada por el regulador, y cualquier usuario es atendido sin importar su consumo.

3.2.2.2. mercado no regulado.

En el Mercado No Regulado participan voluntariamente la industria y todos aquellos usuarios que tengan un alto consumo de energía. Actualmente un usuario no regulado es un consumidor con demandas de energía iguales o superiores a 55 MWh/mes. A diferencia del regulado, el precio de comercialización y generación se pacta libremente mediante un proceso de negociación entre el consumidor y el comercializador. (Acolgen, 2017).

3.2.2.3. contratación de la energía.

Los comercializadores compran la energía a las empresas generadoras a través de contratos bilaterales a dos o tres años (lo cual les permite negociar con anticipación el precio y conocer de antemano sus costos), o por medio de compra en la bolsa de energía, lo cual es a veces necesario, pero los expone a las variaciones del mercado. La mayoría de comercializadores del país optan por el primer esquema, el de los contratos de largo plazo, o de una fórmula mixta que combina ambos métodos. La compra de energía en contratos de largo plazo representa aproximadamente el 85% de la demanda del país. (Acolgen, 2017)

Los contratos de largo plazo comprometen a las generadoras a suministrar una cantidad determinada de energía a un precio pactado, lo cual disminuye la volatilidad en los precios de la energía eléctrica entregada al usuario final. Esta energía contratada, es respaldada por los generadores. Ellos deben garantizar la energía ofrecida, y deben hacerlo ya sea a través de su propia generación, y si su producción no es suficiente, deberán suscribir contratos con otros agentes, o comprarla en la bolsa.

La cantidad de oferta de energía que las generadoras llevan a la bolsa corresponde a la expectativa de aportes hídricos en el futuro y a la disponibilidad de gas natural y otros combustibles. Por esta razón vender contratos de energía por encima de su capacidad de generación, representa un riesgo para el generador.

Los comercializadores pueden acudir a la bolsa y adquirir la energía eléctrica a precios de mercado, que reflejan el diferencial entre la oferta y la demanda de energía en el momento de la transacción. Acudir a la bolsa de energía implica un riesgo para los comercializadores, pues los precios presentan altas volatilidades, las cuales transfieren a los usuarios en las tarifas.

Comprar en la bolsa es una opción y no una obligación, y por tanto, en ningún momento esto se puede interpretar como una estrategia de restricción inducida para especular con los precios.

El sistema eléctrico colombiano se caracteriza por la alta volatilidad del precio de la bolsa, debido en gran parte a la baja regulación de los embalses, y quien compre energía en bolsa, sin tener coberturas de precios, está asumiendo el mismo riesgo que asumiría un generador, cuando vende por encima de su capacidad de generación.

3.2.2.4. un modelo confiable que incentiva la inversión. (Acolgen, 2017)

Durante los últimos 20 años, luego del apagón ocurrido a principios de los años 90, el sector de generación de energía ha sufrido una transformación orientada a brindar garantías en la prestación del servicio. Colombia dio un gran paso al abandonar un esquema de propiedad estatal y creó un mercado de energía eléctrica basado en un modelo que combina la división de actividades, el libre mercado, la participación abierta y la regulación y supervisión por parte del Estado.

Antes del año 94, el sector energético en Colombia, era regido por un sistema planificado centralmente, en el cual no existían incentivos claros para la expansión. La diferencia entre la demanda y la oferta se había venido estrechando de manera considerable y las inversiones necesarias para cerrar la brecha se quedaron rezagadas.

Por esta razón el Gobierno ideó un incentivo para la expansión, denominado Cargo por Confiabilidad, a través del cual motivó a los inversionistas a participar en la construcción de nuevas plantas de generación. El cargo por confiabilidad implica que los inversionistas reciben un ingreso fijo por cada kilovatio hora de energía en firme comprometido, por un lado, y por otra parte se asegura que el precio de la energía de Bolsa quede limitado por un precio techo (es un precio en tiempo de escasez).

El cargo por confiabilidad es pagado a los nuevos proyectos hasta por 20 años. Con esta obligación, los generadores se comprometen a entregar la energía firme cuando el sistema se encuentre en condiciones de hidrología crítica a un precio tope fijado por la CREG. Los inversionistas seleccionan la tecnología y asumen los riesgos relacionados con la construcción, la financiación y los de mercado asociado a precios y cantidades.

Este nuevo esquema del modelo eléctrico trae enormes ventajas pues se garantiza al país la generación de energía por parte de las empresas, a su vez que se les

garantiza a estas empresas unos flujos ciertos de ingresos por un período determinado. De esta manera, el modelo de generación de energía eléctrica se hace cada vez más confiable.

El modelo ha funcionado hasta la fecha con precios competitivos para la demanda nacional, y ha permitido que se inicien las inversiones para continuar atendiendo la demanda en forma segura, confiable y competitiva en la próxima década.

Durante la última década, este modelo ha incentivado de manera creciente la participación del sector privado, el cual se ha comprometido con el suministro a largo plazo de energía eléctrica para el país. Gracias a ello, el sector de generación eléctrica ha emprendido un nuevo plan de expansión que garantiza el suministro a largo plazo de electricidad a toda la población colombiana. El plan actual, que se está ejecutando desde 2012 y va hasta 2018, contempla inversiones del orden de USD\$10.000 millones, lo cual garantizará la generación de 3.800 megavatios.

El nuevo modelo energético colombiano ha sido exitoso y confiable, pues estimuló la competitividad y planteó un sistema de incentivos y multas, con el único fin de asegurar el desarrollo del servicio eléctrico en todo el país. Hoy en día el modelo es considerado como ejemplo en América Latina, y ha demostrado su eficiencia y eficacia, y se encuentra preparado para posibles crisis por condiciones de escasez. Gracias a las decisiones que se tomaron en los pasados 20 años, el país no se apagó ni en el fenómeno del Niño de los años 97-98. Gracias al Mercado eléctrico competitivo, hoy tenemos las plantas que producen la energía necesaria para superar los Fenómenos del Niño.

3.2.3. dimensionamiento de la oferta.

Tabla 4. Capacidad instalada por Agente (MW).

Agente	Capacidad Instalada [MW]	Capacidad Instalada [%]
EMGESA S.A. E.S.P.	3479.0	20.96%
EMPRESAS PUBLICAS DE MEDELLIN S.A. E.S.P.	3478.8	20.96%
ISAGEN S.A. E.S.P.	2988.9	18.01%
EMPRESA DE ENERGIA DEL PACIFICO S.A. E.S.P.	1049.9	6.33%
AES CHIVOR & CIA. S.C.A. E.S.P.	1000.0	6.03%
TERMOBARRANQUILLA S.A. E.S.P.	918.0	5.53%
ZONA FRANCA CELSIA S.A E.S.P.	610.0	3.68%
GENERADORA Y COMERCIALIZADORA DE ENERGIA DEL CARIBE S.A. E.S.P.	450.0	2.71%
EMPRESA URRRA S.A. E.S.P.	338.0	2.04%
TERMOTASAJERO S.A. E.S.P.	328.0	1.98%
GESTION ENERGETICA S.A. E.S.P.	327.0	1.97%
TERMOCANDELARIA S.C.A. - E.S.P.	314.0	1.89%
OTROS AGENTES	1315.5	7.93%
TOTALES	16597.0	100%

Fuente: (UPME, Proyección de demanda energía eléctrica en Colombia, 2017)

La tabla 4 muestra que las centrales hidroeléctricas tienen una participación de 69,93% del total, y en segundo lugar se ubican las centrales térmicas (gas y carbón), las cuales alcanzan de manera agregada el 20,78%.

La cantidad de oferta de energía generada con plantas hidroeléctricas depende de los niveles pluviales, de la capacidad de regulación de los embalses y de la capacidad de generación de cada planta. Dado que el agua es el principal y fundamental elemento en este tipo de generación, las generadoras deben ser responsables en no comprometer su capacidad de generación más allá de lo razonable, para no crear situaciones de escasez de este recurso. La oferta de energía no sólo corresponde al nivel que tienen los embalses en un momento dado, también a la regulación que tenga el embalse y a la expectativa de aportes hídricos en el futuro. Las empresas tienen complejos modelos que les permiten administrar los niveles de agua de los embalses y que son los que determinan el volumen de energía que pueden ofrecer o comprometer.

Por su parte, la oferta de las generadoras térmicas depende de la disponibilidad (abastecimiento y transporte) del suministro de los combustibles con los cuales éstas

operan. El precio del kilovatio hora generado por medio de una planta térmica depende del precio del combustible utilizado (carbón, gas, combustibles líquidos), el cual a su vez está afectado entre otros aspectos por la tasa de cambio y el precio del petróleo.

3.2.4. precios.

Los precios de generación de energía eléctrica son el resultado de una combinación de factores que operan bajo un esquema de mercado competitivo.

La generación, transmisión, distribución y comercialización son actividades desarrolladas por separado por empresas especializadas en cada uno de los pasos. Por lo tanto, así como cada una de ellas participa en una labor específica para llevar el suministro al usuario final, a su vez cada paso tiene asociado un costo que se ve reflejado en la tarifa final. El componente de generación es cercano al 38% del precio final de la energía eléctrica y ha crecido en los últimos diez años en precios constantes. Como se muestra en la tabla 5.

Como en todo mercado, cuando hay escasez del producto, los precios suben. Bajo un fenómeno de El Niño, es normal que los precios de la energía hidráulica tiendan al alza, ante la escasez del recurso hídrico de generación. A su vez, la entrada en operación de las generadoras térmicas, para cubrir la restante demanda, tiene un costo de producción mayor, lo cual también se refleja en las tarifas. (UPME, Proyección de demanda energía eléctrica en Colombia, 2013).

Tabla 5. Indicadores de bolsa.

Año	Mes	Precio Bolsa Nacional (\$/KWh)	Precio Promedio Contrato (\$/KWh)
2017	01-Enero	108,18	165,75
	02-Febrero	160,08	168,58
	03-Marzo	127,07	167,66
	Total 2017	128,94	167,22
2016	01-Enero	554,43	154,93
	02-Febrero	646,14	156,13
	03-Marzo	830,40	156,50
	04-Abril	332,48	151,78
	05-Mayo	140,59	149,90
	06-Junio	168,52	152,56
	07-Julio	129,16	155,45
	08-Agosto	198,01	159,53
	09-Septiembre	150,59	158,47
	10-October	184,91	160,19
	11-Noviembre	161,19	161,30
	12-Diciembre	105,74	158,18
Total 2016	308,89	156,25	
2015	01-Enero	187,60	134,98
	02-Febrero	166,23	134,84
	03-Marzo	205,50	76,80
	04-Abril	161,30	81,14
	05-Mayo	259,21	137,73
	06-Junio	186,42	138,15
	07-Julio	206,16	140,63
	08-Agosto	183,71	143,45
	09-Septiembre	459,11	148,04
	10-October	1.107,13	154,45
	11-Noviembre	767,26	154,39
	12-Diciembre	630,48	156,43
Total 2015	378,22	133,44	
Total	331,59	146,99	

Fuente: (UPME, Proyección de demanda energía eléctrica en Colombia, 2017)

3.2.5. punto de equilibrio oferta-demanda.

Los precios de la generación de energía son el resultado del diferencial entre la oferta y la demanda, del manejo adecuado del recurso hídrico, de la disponibilidad y el precio del gas natural y de otros combustibles, y de la tasa de cambio. (UPME, Proyección de demanda energía eléctrica en Colombia, 2013). Como se muestra en la tabla 6 y en la figura 10.

Tabla 6. Capacidad efectiva neta vs Demanda Máxima Potencia (KW).

Mes	Demanda Máxima de Potencia KW	Capacidad Efectiva Neta KW
ene-15	9.285.000	16.147.848
feb-15	9.493.000	16.147.848
mar-15	9.594.000	16.152.748
abr-15	9.438.000	16.160.748
may-15	9.791.000	16.160.748
jun-15	9.623.000	16.238.848
jul-15	9.557.000	16.212.848
ago-15	9.760.000	16.238.848
sep-15	10.085.000	16.234.748
oct-15	10.038.000	16.394.848
nov-15	9.922.000	16.441.848
dic-15	10.095.000	16.484.018
ene-16	9.826.000	16.497.618
feb-16	9.868.000	16.497.618
mar-16	9.722.000	16.556.018
abr-16	9.426.000	16.533.918
may-16	9.780.000	16.575.968
jun-16	9.578.000	16.575.768
jul-16	9.677.000	16.559.468
ago-16	9.707.000	16.559.468
sep-16	9.783.000	16.520.638
oct-16	9.693.000	16.520.638

Fuente: (UPME, Proyección de demanda energía eléctrica en Colombia, 2013).

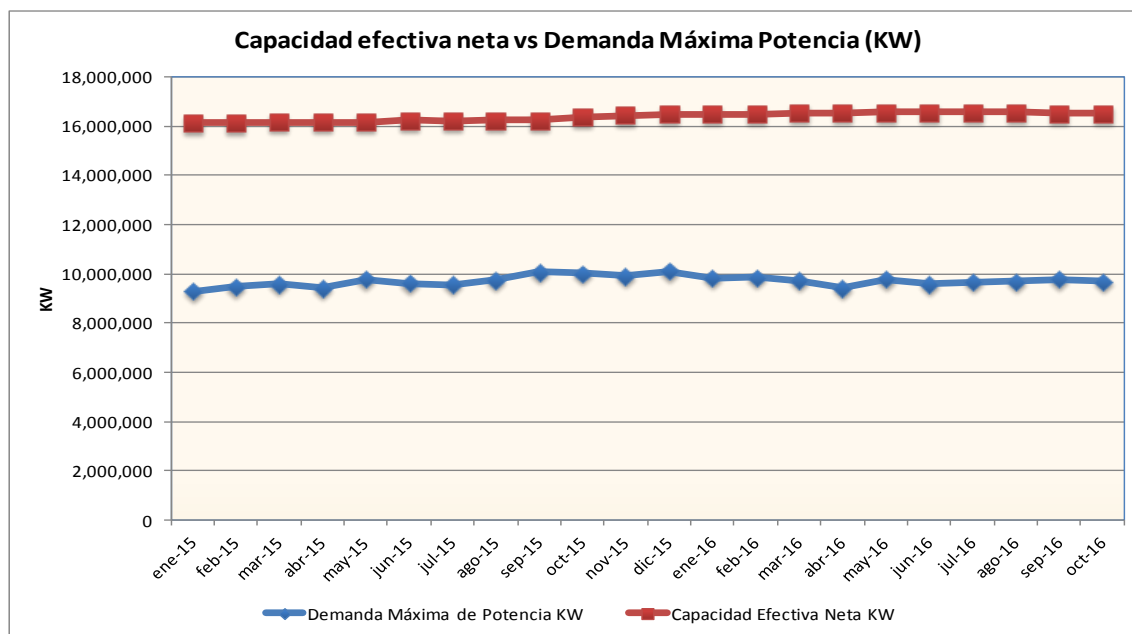


Figura 10. Capacidad efectiva neta vs Demanda Máxima Potencia (KW). Fuente: (UPME, Proyección de demanda energía eléctrica en Colombia, 2017)

3.2.6. técnicas de predicción (cualitativa y cuantitativa).

La demanda y la oferta se pueden pronosticar mediante una técnica estadística univariante, que posteriormente se modifica de acuerdo a la opinión de los expertos de la compañía. Este trabajo tiene dos objetivos: en primer lugar, se pretende analizar la precisión de los expertos cuando predicen y en segundo lugar, se investigan modelos cuantitativos que puedan reducir o sustituir el ajuste realizado por los expertos. Los resultados muestran que bajo ciertas condiciones los expertos consiguen mejorar las predicciones automáticas del sistema. No obstante, la utilización de modelos cuantitativos estimados en base a históricos consigue mejorar tanto los resultados de los ajustes de los expertos como las predicciones del sistema.

técnicas cualitativas:

Son aquellas distintas a la encuesta y al experimento. Es decir, entrevistas abiertas, grupos de discusión o técnicas de observación y observación participante.

Algunas de estas técnicas son la lluvia de ideas, la sinectica, las decisiones por consenso, la técnica DELPHI, la percera, la interacción didáctica, la negociación colectiva, la metodología ZOPP.

Para el análisis de la proyección de la demanda y de la oferta del estudio de mercado se utilizó la técnica DELPHI, método usado para predecir el futuro utilizando expertos en el área.

técnicas cuantitativas:

Habitualmente las investigaciones cuantitativas se realizan mediante encuestas, que consisten en una recolección sistemática de información en una muestra de personas y mediante un cuestionario pre-elaborado. Se aplican cuando se pretende obtener resultados proyectables a un determinado objetivo.

Algunas de estas técnicas son las entrevistas personales, las encuestas telefónicas, las encuestas autoadministradas por correo, las encuestas autoadministradas por internet y el mystery shopping.

Algunos de los métodos utilizados para el calculo de la demanda y de la oferta fueron el promedio simple, el promedio ponderado y la regresión lineal.

3.3. Estudio económico-financiero

3.3.1. estimación de costos de inversión del proyecto.

Tabla 7. Estimación de Costos de inversión.

NOMBRE DE TAREA	COSTO TOTAL
DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE LA PEQUEÑA CENTRAL HIDROELÉCTRICA (PCH) LIBORINA I	\$ 10.776.220.100
Dirección del proyecto	\$ 25.476.930
Planificación	\$ 25.476.930
Alcance	\$ 1.384.596

NOMBRE DE TAREA	COSTO TOTAL
EDT	\$ 346.149
Enunciado del alcance	\$ 346.149
Diccionario EDT	\$ 692.298
Tiempo	\$ 8.792.334
Actividades	\$ 484.614
Recursos	\$ 3.115.395
Cronograma	\$ 5.192.325
Costo	\$ 15.300.000
Estimar costos	\$ 7.200.000
Definir Presupuesto	\$ 4.500.000
Controlar costos	\$ 3.600.000
Estudios y Diseños	\$ 240.230.745
Estudios	\$ 152.999.955
Topográficos	\$ 31.015.215
Geotécnicos	\$ 58.984.740
Hidrológicos	\$ 18.000.000
Ambientales	\$ 45.000.000
Diseños	\$ 87.230.790
Estructurales	\$ 27.000.000
Hidrosanitarios	\$ 12.461.580
Eléctricos	\$ 10.384.740
Mecánicos	\$ 24.922.890
Viales	\$ 12.461.580
Fin de estudios y diseños	\$ 0
Procuración	\$ 32.884.470
Pliego de licitación	\$ 5.192.235
Presupuesto oficial	\$ 3.461.490
Especificaciones Técnicas	\$ 8.307.720
Programa oficial	\$ 5.192.235
Apertura licitación	\$ 0
Entrega de ofertas	\$ 8.307.720
Adjudicación y firma de contrato	\$ 2.423.070
Orden de inicio	\$ 0
Construcción	\$ 10.477.627.955
Obras de derivación	\$ 2.422.472.350
Presa y vertedero	\$ 1.290.553.680
Tanque desgravador	\$ 469.315.260
Canal de aducción	\$ 307.315.260
Tanque desarenador	\$ 160.972.890
Tanque de carga	\$ 194.315.260

NOMBRE DE TAREA	COSTO TOTAL
Obras de conducción	\$ 4.029.644.160
Tubería de presión	\$ 3.853.728.900
Cruce en Pte Metálico	\$ 74.630.520
Cruces subterráneos Quebradas	\$ 101.284.740
Obras de casa de máquinas	\$ 3.012.296.455
Casa de máquinas	\$ 2.191.185.613
Unidades generadoras	\$ 1.125.505.200
Sala de montaje	\$ 609.152.600
Equipos eléctricos	\$ 117.929.433
Cuarto de control	\$ 94.476.300
Cuarto de baterías	\$ 99.261.040
Oficina y almacén	\$ 144.861.040
Unidades de generación	\$ 821.110.842
Turbinas	\$ 385.123.587
Generador	\$ 435.987.255
Obras de descarga	\$ 440.953.680
Conductos de salida	\$ 163.200.000
Colector de Descarga	\$ 102.000.000
Estructura de salida	\$ 175.753.680
Obras de infraestructura	\$ 491.261.040
Vía de acceso a casa de máquinas	\$ 491.261.040
Entrega y puesta en marcha	\$ 81.000.270
Recibo de obras	\$ 31.153.950
Entrega de informes finales	\$ 18.692.370
Liquidación de contratos	\$ 31.153.950
Fin del proyecto	\$ 0

Fuente: Construcción del autor.

3.3.2. definición de costos de operación y mantenimiento del proyecto.

Tabla 8. Definición de Costos de operación y mantenimiento.

N	SALDO	INTERES	CAPITAL	CUOTA	SALDO FINAL
0	5,238,917,197				
1	5,238,917,197	543,275,713			5,782,192,911
2	5,782,192,911	599,613,405			6,381,806,316
3	6,381,806,316	661,793,315	550,597,644	1,212,390,959	5,831,208,672
4	5,831,208,672	604,696,339	607,694,620	1,212,390,959	5,223,514,052
5	5,223,514,052	541,678,407	670,712,552	1,212,390,959	4,552,801,501

N	SALDO	INTERES	CAPITAL	CUOTA	SALDO FINAL
6	4,552,801,501	472,125,516	740,265,443	1,212,390,959	3,812,536,057
7	3,812,536,057	395,359,989	817,030,970	1,212,390,959	2,995,505,088
8	2,995,505,088	310,633,878	901,757,081	1,212,390,959	2,093,748,007
9	2,093,748,007	217,121,668	995,269,291	1,212,390,959	1,098,478,716
10	1,098,478,716	113,912,243	1,098,478,716	1,212,390,959	0

Fuente: Construcción del autor.

3.3.3. flujo de caja del proyecto caso.

Tabla 9. Flujo de caja.

CONTROL DE INVERSIÓN DEL PROYECTO LIBORINA I		
MES	INVERSIÓN MENSUAL	INVERSIÓN ACUMULADA
1	11.276.930	11.276.930
2	55.526.164	66.803.094
3	108.886.140	175.689.234
4	56.979.946	232.669.180
5	30.838.495	263.507.675
6	15.930.721	279.438.396
7	8.307.576	287.745.972
8	9.769.253	297.515.225
9	490.380.036	787.895.261
10	614.473.680	1.402.368.941
11	537.675.052	1.940.043.993
12	473.704.416	2.413.748.409
13	334.959.808	2.748.708.217
14	541.002.697	3.289.710.914
15	612.209.543	3.901.920.457
16	619.317.122	4.521.237.579
17	533.214.460	5.054.452.039
18	453.329.298	5.507.781.337
19	453.329.298	5.961.110.635
20	442.205.040	6.403.315.675
21	389.444.480	6.792.760.155
22	444.014.252	7.236.774.407
23	503.824.863	7.740.599.269

CONTROL DE INVERSIÓN DEL PROYECTO LIBORINA I		
MES	INVERSIÓN MENSUAL	INVERSIÓN ACUMULADA
24	553.528.769	8.294.128.038
25	554.975.200	8.849.103.238
26	623.900.820	9.473.004.058
27	314.593.116	9.787.597.174
28	195.073.063	9.982.670.237
29	194.404.103	10.177.074.340
30	112.821.221	10.289.895.561
31	136.742.680	10.426.638.242
32	135.278.716	10.561.916.958
33	118.945.179	10.680.862.137
34	93.973.343	10.774.835.480
35	1.384.620	10.776.220.100

Fuente: Construcción del autor.

3.3.4. determinación del costo de capital, fuentes de financiación y uso de fondos.

El proyecto (PCH Liborina I) requiere una inversión de 10,766,220,100 para ejecutar la construcción total de la obra, de ese total, se aportará el 50% con recursos propios y el otro 50% con un préstamo bancario a una tasa de 10,37% EA a 10 años, iniciando su amortización después del tercer año, cuando finaliza la construcción del mismo, cuyo tiempo estimado es de 3 años, como se muestra en la tabla 10.

Tabla 10. Cálculo de costos.

CALCULO DE LOS COSTOS					
TOTAL COSTO DEL PROYECTO 10.776.220.100			TOTAL COSTO A FINANCIAR 5.388.110.050		
VP a los 3 años =	7.244.185.874	A=	1.506.168.953	$A = VP \left[\frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \right]$	
i=	10,37%	n=	7		
N	SALDO	INTERES	CAPITAL	CUOTA	SALDO FINAL
0	5.388.110.050				
1	5.388.110.050	558.747.012			5.946.857.062

N	SALDO	INTERES	CAPITAL	CUOTA	SALDO FINAL
2	5.946.857.062	616.689.077			6.563.546.140
3	6.563.546.140	680.639.735			7.244.185.874
4	7.244.185.874	751.222.075	754.946.878	1.506.168.953	6.489.238.997
5	6.489.238.997	672.934.084	833.234.869	1.506.168.953	5.656.004.128
6	5.656.004.128	586.527.628	919.641.325	1.506.168.953	4.736.362.803
7	4.736.362.803	491.160.823	1.015.008.130	1.506.168.953	3.721.354.673
8	3.721.354.673	385.904.480	1.120.264.473	1.506.168.953	2.601.090.200
9	2.601.090.200	269.733.054	1.236.435.899	1.506.168.953	1.364.654.302
10	1.364.654.302	141.514.651	1.364.654.302	1.506.168.953	0

Fuente: Construcción del autor.

El proyecto de la PCH LIBORINA I tiene una Capacidad Instalada de 4.900 kW, lo que indica que producirá 4.900 kilovatios-hora (kWh) de energía por hora de funcionamiento, cuando esté operando a plena capacidad. El precio promedio del kWh contratado en bolsa es de \$167,22/kWh. Como se muestra en la tabla 11.

Tabla 11. Cálculo de ingresos.

CÁLCULO DE LOS INGRESOS	
Ingresos mensuales a plena capacidad serían:	
4.900 kWh x 167,22 \$/kWh x 24 h/día x 30 días/mes = \$589'952.160/mes	
589,952,160	Ingresos Brutos mensuales
(353,971,296)	Costos y Gastos mensuales
235,980,864	Ingresos netos mensuales
CONVERTIENDO LA TASA DE EA A EM	
EFFECTIVO ANUAL	11.19%
PERÍODO 1 (m1) =	1
PERÍODO 2 (m2) =	12
TASA EM: $(i2) = (1+i1)^{(m1/m2)} - 1$	0.89%
COSTO =	12,763,612,631
BENEFICIO =	$\sum \text{FLUJOS} / (1+i)^n$
i =	0.89%
los ingresos por operación de la central se empezaran a generar a partir del tercer año durante 10 años	

Fuente: Construcción del autor.

3.3.5. evaluación financiera del proyecto (indicadores de rentabilidad o de beneficio-costo o de análisis de valor o de opciones reales).

Tabla 12. Evaluación Financiera del proyecto.

Tasa de descuento de un CDT bancario a 1 año = 12% EA		
CÁLCULO DEL WACC		
Capital propio	7,244,185,874	12.00% EA
Préstamo (DTF+4.3%)	7,244,185,874	10.37% EA
inversión	14,488,371,748	
D/(D+E)	0.500	
E/(D+E)	0.500	
WACC = $K_e \cdot E/(D+E) + K_d \cdot D/(D+E)$		11.19% EA
TASA EM: $(i_2) = (1+i_1)^{(m_1/m_2)} - 1$		0.89% EM

Fuente: Construcción del autor.

calculo del PRN, PRD y el B/C.

En el Apendice A. Se presenta el cálculo del PRN, PRD y el B/C.

calculo de la TIR.

$$f(x)=npv: 2,892,106,498 \quad TIR: 1.27$$

Conclusiones del análisis financiero.

- La generación distribuida que se puede obtener con la implementación de PCHs, incide favorablemente en la expansión del sistema de transmisión nacional e incrementa considerablemente la confiabilidad del servicio en regiones constantemente afectadas por los atentados terroristas al sistema de transmisión.

- b) Las PCHs constituyen alternativas financieramente atractivas que permiten la participación de inversionistas privados o entidades públicas locales en la expansión del sector.
- c) Requieren de tiempos de construcción mucho menores, incluso comparables con alternativas de generación térmica, facilitando la incursión de agentes privados en el servicio de generación eléctrica.
- d) Una tasa interna de retorno (TIR) para el proyecto de 1.27, se considera como una muy buena tasa que respalda la inversión en proyectos de este tipo.

3.4. Estudio social y ambiental

3.4.1. descripción y categorización de impactos ambientales – análisis pestle.

En el Apendice B se presenta el Análisis PESTLE.

3.4.1.1. conclusión análisis pestle.

En general, tanto para la planeación, implementación, control y cierre del proyecto, existen diversos factores que afectan negativa o positivamente su realización; algunos que considerados bastante importantes son la seguridad, el impacto comunitario, las afectaciones a la flora y a las aguas, los procesos erosivos y las afectaciones atmosféricas; los cuales estimamos se pueden mitigar o potenciar, según el caso, implementando los procedimientos adecuados que garanticen la seguridad del personal, la información adecuada del proyecto a toda la comunidad y a los entes territoriales integrándolos de forma activa al proyecto, la garantía del cumplimiento de todas las normas ambientales y de seguridad y salud en el trabajo, la realización de acciones preventivas y correctivas a los equipos involucrados en la construcción, la protección de la flora y el agua y la minimización de los procesos erosivos que se llegaren a presentar.

3.4.1.2. análisis de valoración de riesgos.

En el Apéndice C se presenta el análisis de valoración de riesgos.

3.4.1.3. conclusión matriz de valoración de riesgos – RAM.

El proyecto de diseño y construcción de la central Liborina no presenta riesgos ambientales muy altos ni altos, es decir el proyecto no requiere buscar alternativas de la alta dirección para la ejecución de los trabajos tanto en la parte de la construcción y de la operación.

En cuanto al riesgo más alto encontrado relacionado con incendio en casa máquinas (20 - riesgo medio), consideramos que se deben implementar acciones de tratamiento que permitan controlar mejor el riesgo contando con personal y recursos propios del proyecto.

De los riesgos identificados el impacto mayor es sobre la parte económica y de tiempo, atribuible también al evento de incendio en casa de máquinas.

Teniendo en cuenta la consecuencia en el medio ambiente, el riesgo por derrame de sustancias peligrosas en fuentes de agua es el que presenta mayor incidencia, por lo tanto, es recomendable contar con procedimientos estructurados que respondan adecuadamente a este tipo de evento.

La inundación por crecientes de la Quebrada Juan García, tiene una valoración global Media dada por las consecuencias a nivel de daños a instalaciones, ambientales y económicas, por lo cual es necesario coordinar de manera oportuna con la comunidad las actividades a desarrollar para controlar este riesgo.

Es conveniente contar con personal especializado en identificación de riesgos conforme al alcance de las actividades del proyecto para la adecuada valoración del

riesgo y contar así con los procedimientos y actividades específicas de control del riesgo.

Es importante contar con los recursos económicos y personal capacitado para la atención oportuna de cada uno de los riesgos identificados con el fin de minimizar las posibles pérdidas que se llegasen a presentar.

3.4.2. definición de flujo de entradas y salidas.

3.4.2.1. etapas del proyecto.

Estudios y diseños, construcción y cierre.

Estudios y diseños: Esta fase contempla los siguientes estudios: topográficos, hidráulicos, hidrológicos, geotécnicos, geológicos, económicos, ambientales y sociales, y los siguientes diseños definitivos: estructurales, Hidrosanitarios, eléctricos, mecánicos, viales.

Construcción: Esta fase es la final del proyecto y consiste en realizar la obra basados en los diseños finales de las siguientes obras: Obras de derivación (presa, vertedero, sistema de desvío, tanque desgravador, conducto y canal de aducción, tanque desarenador), sistema de conducción (tanque de carga, tubería de conducción), Sistema de generación (casa de máquinas, unidades de generación, equipos eléctricos), Sistema de descarga (conducto colector, estructura de salida), obras de infraestructura (vía de acceso a casa de máquinas).

Durante esta fase se realizan también todas las actividades necesarias para una adecuada dirección del proyecto: Gerencia (planeación, ejecución, control) y supervisión (control, seguimiento, cierre).

En general se estima para la ejecución del proyecto una duración de 3 años y un costo de \$10.776.220.100.

entradas y salidas de las de las diferentes etapas:

En el Apéndice D. Se presentan las entradas y salidas de las diferentes etapas.

3.4.2.2. *productos (insumos, equipos o materias primas) que se consideran estratégicos para la implementación del proyecto.*

- a) Combustible
- b) Energía eléctrica
- c) Cemento
- d) Acero

3.4.3. *estrategias de mitigación de impacto ambiental.*

En el Apéndice E. Se presentan las estrategias de mitigación de impacto ambiental.

Conclusiones del estudio social y ambiental.

- a) Las PCHs son solución energética para zonas no interconectadas del país, e incluso para atender total o parcialmente la demanda de muchos municipios menores dentro de la zona interconectada.
- b) Las PCHs representan una fuente de energía renovable, limpia y sostenible. Esta
- c) característica incluso puede significar ingresos para el proyecto a través de la negociación de los Certificados de Reducción de Emisiones de CO₂ contemplados en el Protocolo de Kyoto o acceder a fondos de financiación a través de los Mecanismo de Desarrollo Limpio.

- d) La alternativa de generación resulta bastante competitiva en la atención de la demanda en los sectores industrial y minero e incluso para el suministro de electricidad a poblaciones y municipios.

4. Evaluación y formulación (metodología del marco lógico)

4.1. Planteamiento del problema

Se pretende realizar el aprovechamiento de la cabeza de energía hidráulica del agua de la Quebrada Juan García, ubicada en el Municipio de Liborina al occidente del Departamento de Antioquia, que representará Ingresos económicos por venta de energía, contribuyendo al mejoramiento de la calidad de vida de las personas de la zona de influencia y a la disminución de gases efecto invernadero por ser energía limpia. Adicionalmente producir desconcentración de la industria al permitir el ingreso de nuevos actores, fomentando la competitividad y el desarrollo de pymes de energía.

4.1.1. análisis de involucrados.

Tabla 13. Involucrados.

DIRECTOS	INDIRECTOS
Alcaldía Municipio de Liborina	Accionistas
Gobernación de Antioquia	Promotores
Inversionistas	Generadores
Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia (Corantioquia)	Universidades
Comunidad	
Contratistas	
Proveedores	
Ingenieros del proyecto	

Fuente: Construcción del autor.

4.1.2. árbol de problemas.

En la figura 11 se presenta el árbol de problemas, con las causas y efectos de las dificultades que afectan los proyecto de generación de energía.

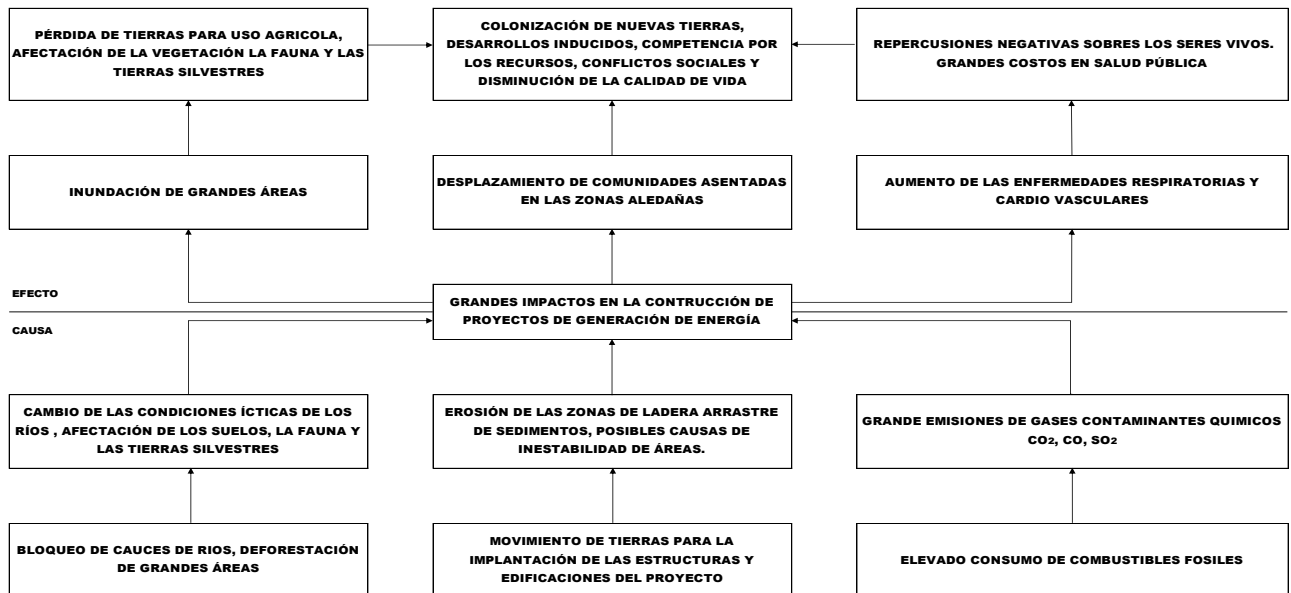


Figura 11. Árbol de problemas Fuente: Construcción del autor.

4.1.3. árbol de Objetivos.

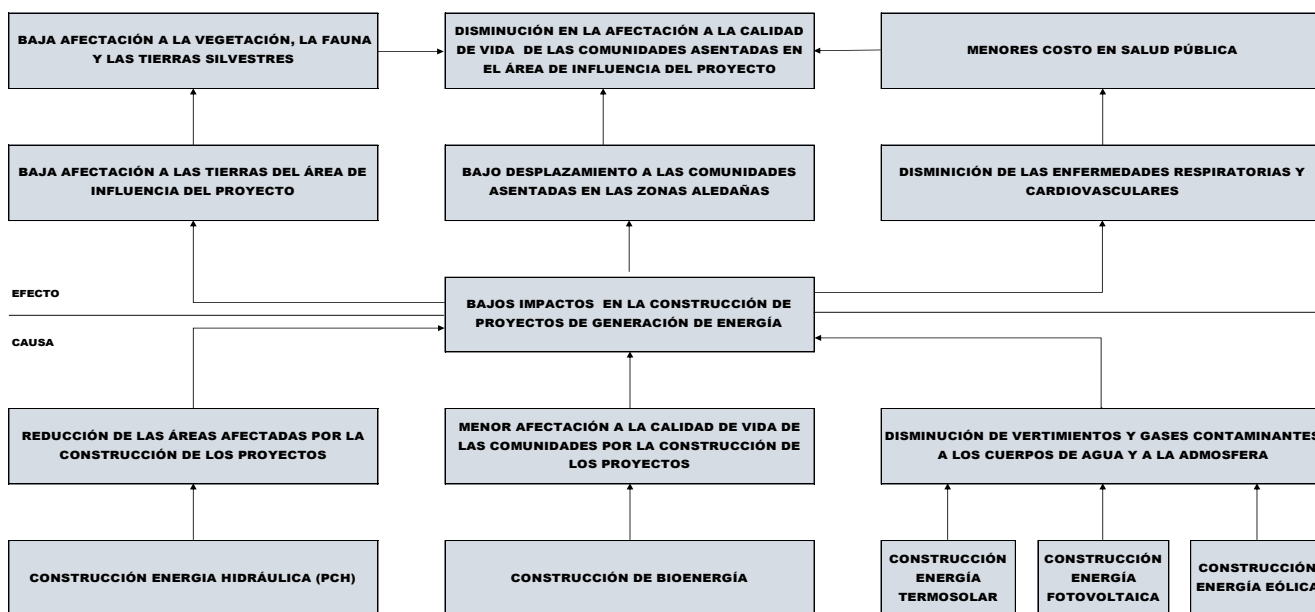


Figura 12. Árbol de objetivos Fuente: Construcción del autor.

4.2. Alternativas de solución

La generación de energía por medio de fuentes tradicionales, causan impactos negativos al medio ambiente por la afectación de grandes extensiones de áreas, afectación de los asentamientos y la contaminación por el uso de combustibles fosiles. A medida que se incrementa la demanda del consumo de energía en el mundo, mayor será la afectación al medio ambiente y el agotamiento de los recursos naturales.

A continuación se presenta un análisis de alternativas, teniendo en cuenta las ventajas y desventajas de cada una y los impactos si se implementan:

4.2.1. identificación de acciones y alternativas.

Energía Termosolar: a través de un captador solar es posible convertir la radiación en energía térmica. Este tipo de energía es silenciosa y no genera ningún tipo de emisión.

Ventajas:

- a) Ventajas económicas, pues para unas mismas necesidades el sistema convencional precisará consumir menos combustible, lo que representará para el usuario un menor gasto anual. Además, la energía solar es independiente del combustible convencional y su abastecimiento, dado que es compatible con cualquier sistema convencional e independiente de la variación del precio de compra del combustible.
- b) Ventajas medioambientales, puesto que la generación de energía con sistemas convencionales posee unos costes ambientales muy importantes (emisiones de CO₂, cambio climático, vertidos, residuos nucleares, lluvia ácida, etc.) en relación con los sistemas solares. Como término medio, un m² de captador solar térmico es capaz de evitar cada año la emisión a la atmósfera de una tonelada de CO₂.
- c) Fácil mantenimiento. La vida útil de las instalaciones solares térmicas es superiores a 25 años y el mantenimiento que requiere, si bien es necesario hacer, es de mucha menor cantidad que en el caso de los sistemas convencionales.

Desventajas:

- a) Cuando se desea proporcionar energía para una población entera o para grandes extensiones de terreno a gran escala, se hace necesario disponer de mucho espacio libre para este fin. En estos casos puede resultar un poco problemática la instalación y es una de las principales críticas a este modelo de energía.

Energía solar fotovoltaica: Energía gratis y renovable. Por medio de un sistema de celdas fotovoltaicas y gracias al sol, una fuente inagotable de energía, este tipo de energía renovable convierte la energía lumínica en electricidad. No produce ningún tipo de combustión.

Ventajas:

- a) Es inagotable: Podemos considerar al sol como una fuente de energía inagotable, sus rayos alcanzaran la tierra mientras el planeta exista, de esta manera es lógico considerarla como una fuente inagotable de energía.
- b) Es Limpia: No emite ningún tipo de contaminante al medio ambiente.
- c) Ideal para zonas remotas: Es la tecnología adecuada para abastecer de energía eléctrica a zonas donde el tendido eléctrico no llega o es inaccesible, por ejemplo zonas rurales apartadas, islas o ciudades pequeñas.
- d) Está en todos lados: En cualquier parte del mundo donde el sol brille podemos tener acceso a esta tecnología, es una ventaja muy importante ya que nos da independencia de la zona de implementación importante, si lo comparamos por ejemplo con las represas hidroeléctricas que solo se pueden instalar sobre ríos altamente caudalosos, representa una gran ventaja.

Desventajas:

- a) Gran inversión inicial: Los costos de la inversión inicial son altos, si bien con el tiempo se van amortizando, se necesita una gran cantidad de dinero para afrontar la primera etapa de inversión, quizás para un hogar pequeño con poca demanda el costo sea más reducido pero de igual manera representa un valor elevado.
- b) Gran territorio destinado a colocación de paneles : Al igual que la energía eólica, si queremos implementar un sistema para gran consumo, al nivel de una ciudad pequeña por ejemplo, necesitamos de una gran área de tierra

destinada para la colocación de los paneles solares, esto puede representar un problema si no se cuenta con ese espacio.

- c) Inestabilidad de radiación solar: Dependiendo la zona, la época del año y el clima la cantidad de radiación del solo puede variar, haciendo de esta manera inestable la cantidad de energía solar que podemos almacenar, esto puede representar un problema si no contamos con la suficiente capacidad de almacenamiento (baterías) como para cubrir la temporada de baja radiación solar.

Energía eólica: A través de movimiento producido por el viento y por medio de aerogeneradores o molinos de viento, es posible generar electricidad. Es una energía limpia, segura y gratuita.

Ventajas:

- a) Medioambiente: el aire es un recurso inagotable y la energía que produce es limpia y no contamina. Evita la emisión de miles de toneladas de dióxido de carbono a la atmósfera, por lo que es un elemento de suma importancia para ponerle freno al cambio climático.
- b) Economía: La producción de esta energía implica la generación de mas puestos de trabajo que la convencional e incrementa la creación de trabajadores indirectos. Además por algo conocido como la transferencia de rentas se incrementa el PIB.
- c) Otras ventajas: No es necesario importarla pues se trata de una energía de carácter local. Se ahorra en la adquisición de combustible.

Desventajas:

- a) Producción: Debido a la baja densidad del viento, producir cantidades elevadas de electricidad a través de los molinos eólicos requiere espacios de mucha extensión. Además es muy difícil hacer coincidir los periodos de

- máxima demanda con los de alta generación, que suelen ser nocturnos, cuando los vientos son mas fuertes.
- b) Otras desventajas: Los efectos estéticos que provoca la construcción de una planta eólica en el campo, los sonidos que emiten los generadores, las interferencias electromagnéticas producidas por las antenas. Las aves de la zona también corren riesgo de mortalidad por los impactos con las palas de los generadores, aunque se pinten en colores muy llamativos. La necesidad de grandes extensiones para su construcción, debido al gran tamaño de los molinos.

Biomasa o bioenergía: Gracias al aprovechamiento de cualquier material de tipo orgánico formada en algún proceso biológico se puede producir energía. Esta energía alternativa produce poco CO₂ y puede ser una solución para eliminar desechos orgánicos.

Ventajas:

- a) Es una fuente de energía renovable: En todo el planeta existe la posibilidad de acceder a fuentes de biomasa tales como restos de cosecha, estiércol y basura orgánica. En el transcurso de un año en el que se transforman todas esas fuentes en biocombustibles, se están generando cantidades equivalentes en cosechas, granjas y ciudades. El ritmo de transformación se asemeja al ritmo de crecimiento de cosechas y recolección, y puede ser tan corta como unos meses en algunos casos.
- b) Neutral respecto a las emisiones de carbono: Esta tal vez sea la mayor y más importante ventaja de la energía procedente de la biomasa. La biomasa entra de lleno en el ciclo del carbono. El carbono de la atmósfera es captado por las plantas durante la fotosíntesis y pasa a formar parte de sus estructuras. Cuando la planta muere o es quemada, ese carbono retorna a la atmósfera. Puesto que es un ciclo, los siguientes cultivos absorben el carbono una y otra vez, por lo que se mantiene un equilibrio entre la cantidad de carbono que el

- combustible de la biomasa libera a la atmósfera y la cantidad que las plantas extraen de ella. Por este motivo, los combustibles procedentes de la biomasa no contribuyen al calentamiento global, y tienen la consideración de combustibles limpios.
- c) **Mínimo precio:** El aprovechamiento de la energía contenida en la biomasa resulta muy económico comparado con el petróleo o el carbón. Suele costar alrededor de un tercio de los combustibles fósiles para obtener el mismo resultado. Esto significa que si tu calefacción dependiera de biomasa, podrías ahorrar todos los años un tercio del coste de calentarla con gasoil, lo que supone un gran ahorro.
 - d) **La biomasa es abundante:** La biomasa está disponible en grandes cantidades por todo el mundo. Por lo tanto, en general no son necesarias grandes infraestructuras de transporte para llevarlas a su punto de destino.

Desventajas:

- a) **Puede ser cara:** En ciertas zonas y en ciertas condiciones, la extracción de biomasa puede ser cara. Esto además suele ocurrir en proyectos de aprovechamiento que impliquen recolección, procesado y almacenamiento de algunos tipos de biomasa.
- b) **Requiere espacio:** Se necesitan grandes áreas para los diferentes procesos destinados a la obtención de energía de la biomasa. También las zonas de almacenamiento pueden ser particularmente extensas.
- c) **Aspectos medioambientales:** En ocasiones se destinan a la obtención de biomasa amplias zonas forestales o selvícolas, destruyendo hábitats de gran valor ecológico y provocando la desaparición o el movimiento de especies animales al destruir sus refugios y fuentes de alimento.

Energía Hidráulica: Es aquella que usa como fuente, la energía potencial del agua de ríos y lagos. Se transforma mediante las plantas de generación hidráulica y genera electricidad.

Ventajas:

- a) **Energía renovable:** La energía hidroeléctrica es renovable. Esto significa que no podemos agotarla. No obstante, existen cada vez menos lugares apropiados para la construcción de centrales hidroeléctricas y aún menos, donde esos proyectos sean realmente rentables.
- b) **Energía limpia:** La generación de electricidad con centrales hidroeléctricas no es contaminante en sí misma. La única contaminación se da en el proceso mismo de la construcción de las grandes centrales.
- c) **De producción estable:** Es una fuente de energía muy estable. Hay muy poca fluctuación en términos de producción de las plantas eléctricas, a menos que se produzcan cambios en las necesidades. Se suele usar para garantizar el mínimo de energía demandada. Si hay agua en las presas, se puede generar electricidad.
- d) **Flexible:** Mediante el ajuste del flujo de agua se puede producir más o menos electricidad según demanda. Cuando la demanda es baja, el agua se mantiene en las presas o embalses a espera de que el consumo sea mayor. Es una fuente de energía que se adapta a nuestras necesidades.
- e) **Segura:** Comparada con la energía nuclear o la obtenida con combustibles fósiles, la energía hidroeléctrica es mucho más segura. El único combustible que se usa es el agua.

Desventajas:

- a) **Consecuencias medioambientales:** La construcción de centrales hidráulicas afecta a la naturaleza, a los flujos naturales del agua, y a la construcción de carreteras y líneas eléctricas. Las centrales hidroeléctricas afectan a los peces. Sus hábitats están conformados por múltiples factores como nivel de las aguas, velocidad de las mismas, disponibilidad de refugios y acceso al alimento. El drenaje de los ríos aguas abajo de una presa podría ser

completamente devastador para las poblaciones piscícolas. Por ello, siempre hay que garantizar un caudal mínimo o caudal ecológico que permita a los peces continuar con sus ciclos biológicos, aunque dependiendo de las especies la construcción de una presa es algo incompatible con su ciclo vital.

- b) Su puesta en marcha es cara y no es sencilla: La construcción de una central hidroeléctrica es caro. Aunque por otro lado, una vez en marcha se necesitan pocos trabajadores y los costes de mantenimiento son normalmente bajos. Los proyectos deben ser estudiados minuciosamente para minimizar impactos medioambientales.
- c) Sequías: La generación de electricidad y los precios de la energía están directamente afectados por la cantidad de agua embalsada. Las sequías por supuesto podrían afectarlo. En los últimos años, el clima se está viendo alterado con periodos de sequías más largas de lo normal y han sido numerosos los embalses que han visto sus niveles bajo mínimo.
- d) Reservas finitas: Los lugares apropiados para el establecimiento de una central hidroeléctrica rentable están prácticamente agotados, por lo que no son habituales últimamente la puesta en marcha de nuevos complejos.

4.2.2. descripción de alternativa seleccionada.

Energía Hidráulica: La hidroelectricidad es un método altamente eficiente en la generación de electricidad y no contamina. Es aconsejable para los países que tienen climas y topografías apropiadas, como Colombia, donde hay un gran desarrollo de estas infraestructuras.

Para generar este tipo de energía se deben construir presas creando embalses, que pueden incluir la desviación del curso de ríos, inundación de tierras arables y el desplazamiento de personas. Por otro lado, los hábitats silvestres son afectados y los peces pueden morir atrapados en las turbinas.

Las PCH tienen un mínimo impacto ambiental, ya que pueden operar como centrales de pasada funcionando en base al flujo normal del agua. No es necesario inundar grandes cantidades de terreno ni regular el caudal, lo que evita pulsaciones artificiales en el cauce y, además, el agua es devuelta en las mismas condiciones a su cauce natural. En tanto, desplaza la generación de energía proveniente de fuentes emisoras de CO₂, lo que contribuye a limpiar la matriz energética.

4.2.3. justificación del proyecto.

Este trabajo estudiará cuál ha sido el resultado del diseño y construcción de la PCH Liborina I, identificando y analizando los criterios de éxito, que son claves para su construcción, buscando recomendar el sitio, las obras y el tiempo adecuado para iniciar la construcción, buscando entregar el proyecto dentro del cronograma estimado.

Las PCH presentan las siguientes ventajas:

- a) Descentralización de la producción de energía.
- b) Impulsa el desarrollo de poblaciones alejadas de los grandes centros productivos.
- c) Uso de tecnología local y nacional.
- d) Mínimo impacto social y ambiental.

El proyecto de la PCH Liborina I tendrá una Capacidad Instalada de 4.900 kW, lo que indica que producirá 4.900 kilovatios-hora (kWh) de energía por hora de funcionamiento, cuando esté operando a plena capacidad, es decir, con un caudal de agua de por lo menos 2.0 m³ /seg, Caudal de Diseño.

A la zona del proyecto se tiene acceso desde la carretera que de la población de Liborina va hacia el corregimiento de San Diego, proyecto que se desarrolla a lo largo de esta vía desde el sector aledaño a la planta de tratamiento de agua potable del municipio, hasta el sitio de captación en el puente de cruce de la quebrada Juan García por la cota 1130 msnm.

5. INICIO DE PROYECTO

5.1. Caso de negocio

El presente proyecto pretende ayudar a disminuir el déficit de energía que se presenta en el país con la generación de energía, además de aportar en el desarrollo de los municipios del área de influencia del proyecto como participantes y socios en la construcción, puesta en marcha y explotación de la PCH Liborina I en el Municipio de Liborina.

Debido a la problemática que tiene el país, de ser autosuficiente en la demanda de energía, surge la necesidad de evaluar las diferentes alternativas para aportar a la solución de este problema.

- a) Bajo crecimiento.
- b) Desempleo.
- c) Desplazamiento.
- d) Baja inversión.

El proyecto permitirá mejorar la situación actual de suministro de energía en el occidente antioqueño, teniendo en cuenta que la población está siendo afectada negativamente, producto de los cortes en el suministro de energía. Darle solución a esta situación es muy importante, porque traerá beneficios sociales y económicos.

Se trata de plantas de generación de energía con capacidad menor a 20 megavatios, que se conectarán directamente al sistema interconectado nacional o, al llamado Sistema de Transmisión Nacional, buscando la generación de energía e ingresos propios para los municipios, pues se busca que donde haya un proyecto de Emgea, el Municipio sea socio de la hidroeléctrica.

5.2. Gestión de la integración

5.2.1. acta de constitución (Project Charter).

En el Apéndice F. Se presentan el acta de constitución del proyecto.

5.2.2. actas de cierre de proyecto o fase.

Fecha de preparación:	Realizada por:
Fecha de revisión:	Revisada por:
Fecha de aprobación:	Aprobada por:

	Objetivos del Proyecto	Criterios de cierre	Se cumplió
Alcance			
Calidad			
tiempo			
Costo			

Firmas de aprobación	
Gerente del proyecto	Patrocinador

6. Planes de gestión

6.1. Plan de gestión del alcance.

NOMBRE DEL PROYECTO:	Diseño y construcción de la pequeña central Hidroeléctrica (PCH) Liborina I – EMGEA
DIRECTOR DEL PROYECTO:	Iván Correa Calderón
FECHA DE ELABORACIÓN:	13-06-2016
ELABORADO POR:	Rodrigo Bastidas

Propósito del enunciado del alcance del proyecto

Este proyecto proporcionará el diseño y la construcción de la pequeña central hidroeléctrica (PCH) Liborina I, para una capacidad instalada de generación de 4.900 kW, mediante la construcción de una presa a filo

de agua, que comprenderá obras de captación, conducción, casa de máquinas superficial, obras de descarga y obras de infraestructura.

Descripción del alcance del proyecto

Dentro de los alcances del proyecto se tiene planificado realizar:

Gerencia del proyecto
Estudio costo – beneficio
Análisis de alternativas
Análisis de requisitos
Estudios y diseños detallados
Vida útil de la PCH de 50 años
Obtener los permisos y licencias ambientales para el proyecto
Adquirir los predios para la construcción del proyecto
Adquisición de equipos para la generación de energía
Personal capacitado para el diseño y la construcción de la PCH
Construcción de las obras civiles y montaje de los equipos electromecánicos para el proyecto

Lista de entregables del proyecto

Acta de constitución del proyecto
Registro de interesados
Plan para la dirección del proyecto
Plan de gestión del alcance
Plan de gestión de requisitos
Plan de gestión del tiempo
Matriz de asignación de responsabilidades
Requerimiento de recursos del proyecto
Cronograma del proyecto
Documento de hitos
Plan de gestión del costo
Presupuesto del proyecto
Plan de gestión de calidad
Plan de gestión del personal
Plan de gestión de comunicaciones
Plan de gestión de riesgos
Plan de gestión de adquisiciones
Estudios Topográficos
Estudios Geotécnicos
Estudios Hidrológicos
Estudios Ambientales

Diseños y planos aprobados Estructurales
Diseños y planos aprobados Hidrosanitarios
Diseños y planos aprobados Eléctricos
Diseños y planos aprobados Mecánicos
Diseños y planos aprobados Sistemas auxiliares
Diseños y planos aprobados Sistema de control y protección
Diseños y planos aprobados Viales
Obras civiles
Informes finales

Criterios de aceptación

Viabilidad Económica.
Viabilidad Técnica.
Viabilidad Contractual.
Viabilidad programática.

Exclusiones del proyecto

No se tienen exclusiones del proyecto.

Restricciones del proyecto

Se debe respetar el plazo máximo tanto para la entrega del diseño, como para la construcción de la PCH.
Se debe respetar la cantidad de recursos económicos, físicos y humanos asignados en la programación del proyecto.
Para la construcción se debe asignar un supervisor (Interventor) que vele por el cumplimiento de los pliegos de condiciones de las obras, al igual que de las medidas de protección ambiental.

Supuestos del proyecto

<ul style="list-style-type: none"> • Se tendrán todos los permisos de ley para la ejecución de las obras. • El agua utilizada para la generación será devuelta en las mismas condiciones al cauce natural de la Quebrada
<ul style="list-style-type: none"> • Se supone que no se presentarán problemas en la compra de los predios necesarios para acceder a las obras y para su construcción.
<ul style="list-style-type: none"> • Se supone que las condiciones climáticas de la zona se presentarán dentro de los promedios históricos.
<ul style="list-style-type: none"> • En el momento del inicio de la construcción se tendrán los recursos económicos necesarios.
<ul style="list-style-type: none"> • Se supone que más del 90% del personal necesario para la construcción de la PCH se

conseguirá en la zona de influencia del proyecto.

- Se supone que el valor en la bolsa de energía, del kWh generado VS el costo del proyecto, viabiliza el proyecto.
-

Aprobación

Firma del Director del Proyecto

Firma del Iniciador/Patrocinador

Iván Correa Calderón

Luis Pérez Gutiérrez

Nombre del Director del Proyecto

Nombre del Iniciador/Patrocinador

Fecha

Fecha

6.1.1. línea base del Alcance tercer nivel de desagregación.

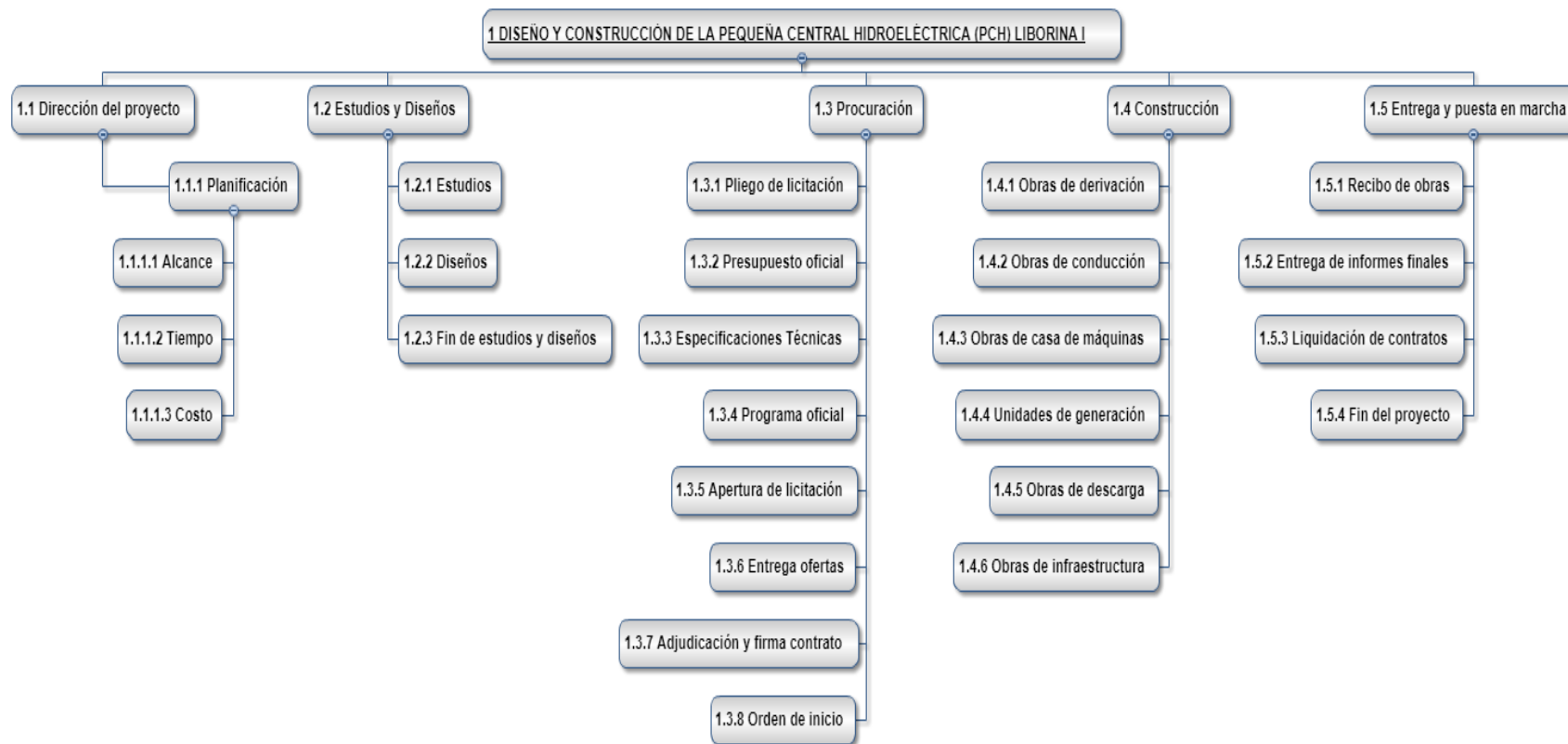


Figura 13. Línea base del alcance. Fuente: (Tools, 2017). Construcción del autor.

6.1.2. matriz de trazabilidad de requisitos.

Tabla 14. Matriz de trazabilidad de requisitos.

ATRIBUTOS DE REQUISITO											TRAZABILIDAD HACIA:								
Cód.	Descripción	Sustento de su inclusión	Propietario	Fuente	Prioridad	Vers.	Estado actual	Fecha de cumplimiento	Nivel de estabilidad	Grado de complejidad	Criterio de aceptación	Necesidades, oportunidades, metas y objetivos del negocio	Objetivos del proyecto	Alcance del proyecto /entregable del wbs	Diseño del producto	Desarrollo del producto	Estrategia de prueba	Escenario de prueba	Requerimiento de alto nivel
R001	Tener una fuente de abastecimiento de agua potable.	Población	Interesados	Patrocinador	Muy alta	1	AP	13/06/2016	A	A	Aprobación del plan de proyecto	Desarrollar estudios y diseños para construir la PCH	Cumplir con el alcance del proyecto	Estudios topográficos, estudios geotécnicos y geológico, estudios hidrológicos, estudios de impacto ambiental y estudio costo-beneficio.	Desarrollar los correspondientes estudios y diseños fase III	Equipo del proyecto	No aplica	No aplica	Cumplir con el plan de proyecto
R002	Permisos de ley para la construcción de la obra	Normativa	Proyecto	Patrocinador	Alta	1	AP	13/06/2016	A	M	Aprobación del plan de proyecto	Implementar Estudio de Impacto Ambiental	Cumplir con el alcance del	Producto final	Diseñar la PCH para la generación de 4.900 KW	Equipo del proyecto	Análisis de especialistas en centrales	PCH construida	Cumplir con el plan de proyecto

ATRIBUTOS DE REQUISITO											TRAZABILIDAD HACIA:								
Cód.	Descripción	Sustento de su inclusión	Propietario	Fuente	Prioridad	Vers.	Estado actual	Fecha de cumplimiento	Nivel de estabilidad	Grado de complejidad	Criterio de aceptación	Necesidades, oportunidades, metas y objetivos del negocio	Objetivos del proyecto	Alcance del proyecto /entregable del wbs	Diseño del producto	Desarrollo del producto	Estrategia de prueba	Escenario de prueba	Requerimiento de alto nivel
R003	Capacidad instalada de 4.900 kW	Población	Proyecto	Patrocinador	Muy alta	1	AP	13/06/2016	A	A	Aprobación de Estudios y diseños	Implementar los Diseños	Cumplir con el alcance del proyecto	Producto final	Entrega de la PCH funcionando	Equipo del proyecto	Pruebas de calidad y eficiencia al finalizar la construcción de la PCH	PCH construida	Cumplir con el alcance del proyecto
R004	Vida útil de la PCH Liborina I por 50 años	Calidad	Proyecto	Patrocinador	Muy alta	1	AP	13/06/2016	A	A	Mejorar las condiciones del suministro de energía	Cumplir con el alcance del proyecto	Producto final	Entrega del informe final de construcción	Equipo del proyecto	No aplica	PCH construida	Cumplir con el alcance del proyecto	

Fuente: Construcción del autor.

6.1.3. diccionario de la EDT.

Tabla 15. Diccionario de la EDT.

Cuenta Control	Ultima Actualización	Responsable	Descripción	Criterio de aceptación	Entregables	Supuestos	Duración
1.1.1.1	28/03/2017	Patrocinador	Alcance	viabilidad contractual	Plan de gestión del alcance		1 día
1.1.1.2	28/03/2017	Equipo del proyecto	Tiempo	Viabilidad programática	Plan de gestión del tiempo		1 día
1.1.1.3	28/03/2017	Equipo del proyecto	Costos	Viabilidad económica	Plan de gestión del costo	Bolsa de energía	8 días
1.2.1	28/03/2017	Equipo del proyecto	Estudios	Viabilidad técnica	Estudios Topográficos, Geotécnicos, Hidrológicos, Ambientales		50 días
1.2.2	28/03/2017	Equipo del proyecto	Diseños	Viabilidad técnica	Diseños y planos aprobados Estructurales, Hidrosanitarios, Eléctricos, Mecánicos, Viales		30 días
1.2.3	28/03/2017	Equipo del proyecto	Fin de estudios y diseños	Viabilidad técnica			0 días
1,3.1	28/03/2017	Patrocinador	Pliego de licitación	viabilidad contractual		Predios	15 días
1,3.2	28/03/2017	Patrocinador	Presupuesto oficial	Viabilidad económica		Predios	10 días
1,3.3	28/03/2017	Patrocinador	Especificaciones Técnicas	viabilidad contractual		Predios	20 días
1,3.4	28/03/2017	Patrocinador	Programa oficial	Viabilidad programática		Predios	15 días
1,3.5	28/03/2017	Patrocinador	Apertura licitación	viabilidad contractual		Predios	0 días
1,3.6	28/03/2017	Patrocinador	Entrega de ofertas	viabilidad contractual		Predios	20 días
1,3.7	28/03/2017	Patrocinador	Adjudicación y firma de contrato	viabilidad contractual		Predios	5 días
1,3.8	28/03/2017	Patrocinador	Orden de inicio	viabilidad contractual			0 días
1.4.1	28/03/2017	Equipo del proyecto	Obras de derivación	Viabilidad técnica	Obras civiles	Permisos	195 días
1.4.2	28/03/2017	Equipo del proyecto	Obras de conducción	Viabilidad técnica	Obras civiles	Permisos	300 días
1.4.3	28/03/2017	Equipo del proyecto	Obras de casa de máquinas	Viabilidad técnica	Obras civiles	Permisos	470 días

Cuenta Control	Ultima Actualización	Responsable	Descripción	Criterio de aceptación	Entregables	Supuestos	Duración
1.4.4	28/03/2017	Equipo del proyecto	Unidades de generación	Viabilidad técnica	Obras mecánicas	Permisos	270 días
1.4.5	28/03/2017	Equipo del proyecto	Obras de descarga	Viabilidad técnica	Obras civiles	Permisos	290 días
1.4.6	28/03/2017	Equipo del proyecto	Obras de infraestructura	Viabilidad técnica	Obras civiles	Permisos	120 días
1,5.1	28/03/2017	Equipo del proyecto	Recibo de obras	Viabilidad técnica	Obras civiles	Permisos	30 días
1,5.2	28/03/2017	Gerente del proyecto	Entrega de informes finales	viabilidad contractual	Informes finales	Permisos	30 días
1,5.3	28/03/2017	Gerente del proyecto	Liquidación de contratos	viabilidad contractual	Informes finales	Permisos	30 días
1,5.4	28/03/2017	Patrocinador	Fin del proyecto	viabilidad contractual	Informes finales	Permisos	0 días

Fuente: Construcción del autor.

6.2. Plan de gestión del cronograma

6.2.1. listado de actividades con estimación de duraciones esperadas.

Tabla 16. Listado de actividades.

ID	Descripción	Duración
5	Elaborar la EDT	1 día
6	Construir el enunciado del alcance	1 día
7	Elaborar el diccionario de la EDT	2 días
9	Elaborar el listado de actividades	1 día
10	Asignar los recursos	3 días
11	Elaborar el cronograma	5 días
13	Estimar costos	8 días
14	Definir presupuesto	5 días
15	Controlar costos	4 días
17	Realizar estudios	50 días
22	Elaborar diseños	30 días
28	Finalizar estudios y diseños	0 días
30	Crear pliego de licitación	15 días
31	Elaborar presupuesto oficial	10 días
32	Crear especificaciones Técnicas	20 días
33	Elaborar programa oficial	15 días
34	Dar apertura a la licitación	0 días
35	Entregar de ofertas	20 días
36	Adjudicación y firma de contrato	5 días
37	Dar orden de inicio	0 días
39	Construir obras de derivación	195 días
45	Construir obras de conducción	300 días
50	Construir obras de casa de máquinas	470 días
57	Montar unidades de generación	270 días
60	Construir obras de descarga	290 días
64	Construir obras de infraestructura	120 días
67	Elaborar recibo de obras	30 días
68	Entregar informes finales	30 días
69	Realizar liquidación de contratos	30 días
70	Fin del proyecto	0 días

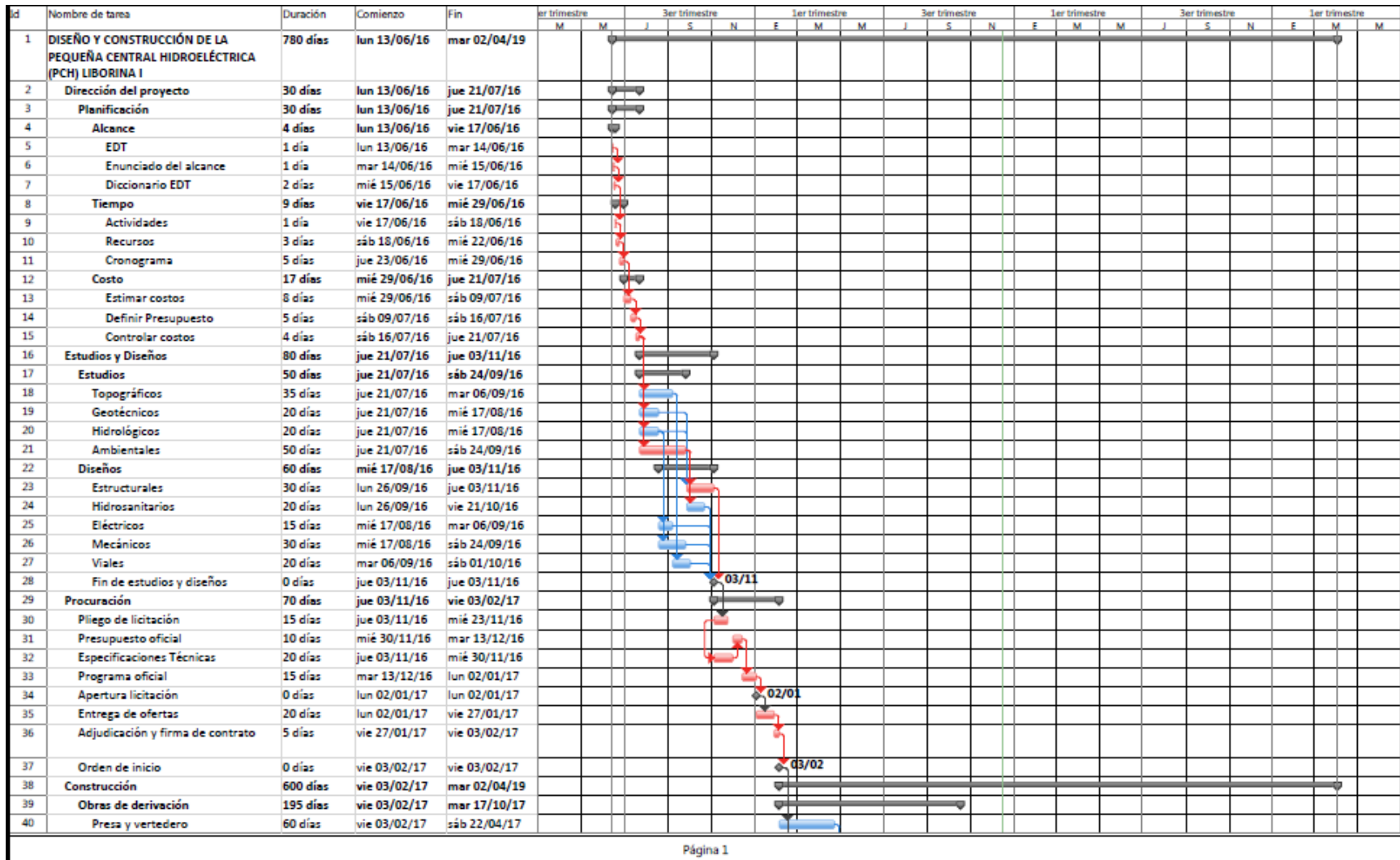
Fuente:

Construcción

del

autor.

6.2.2. línea base tiempo.



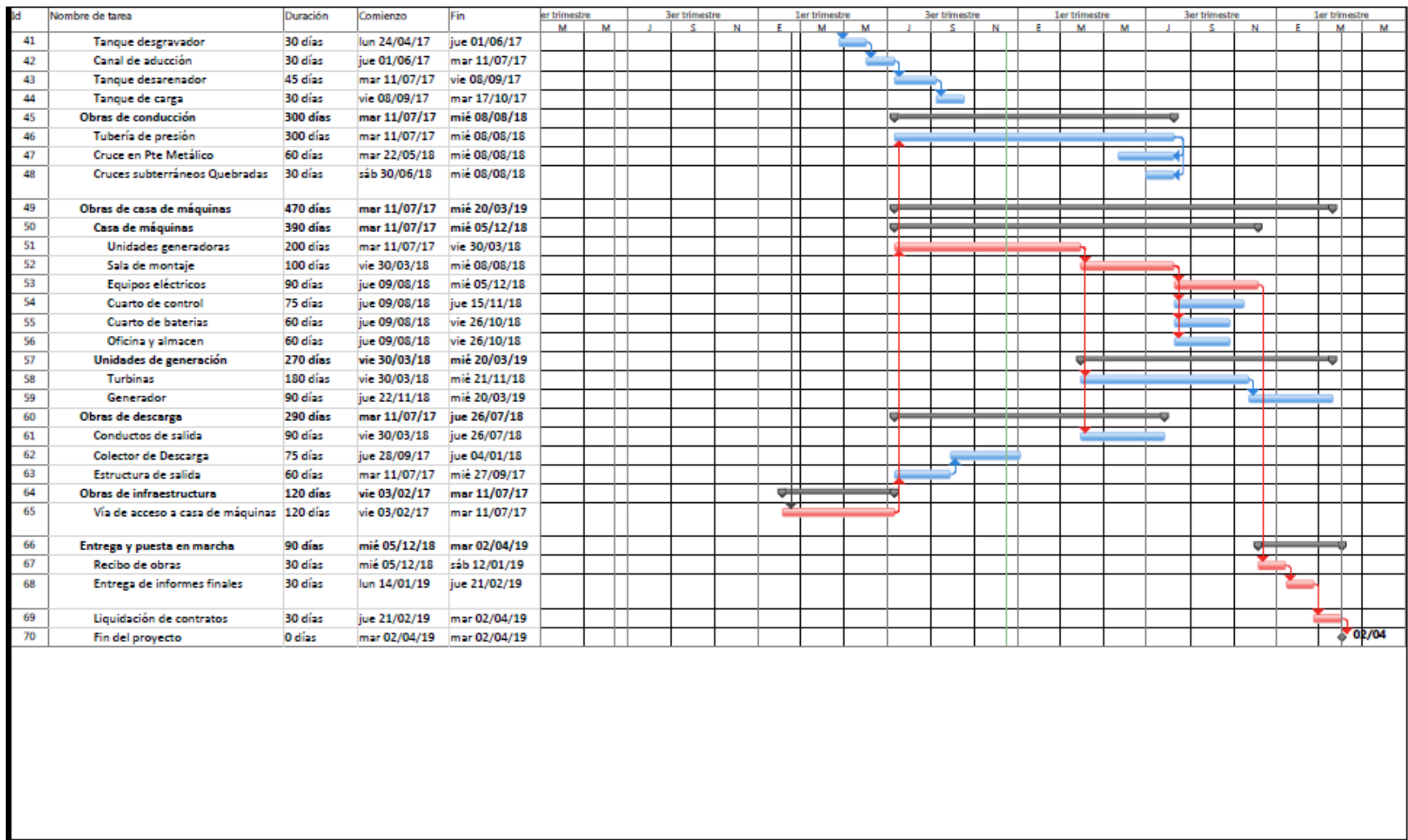


Figura 14. Línea base del tiempo. Fuente: Construcción del autor

6.2.3. diagrama de Red (producto de la programación en Ms Project).

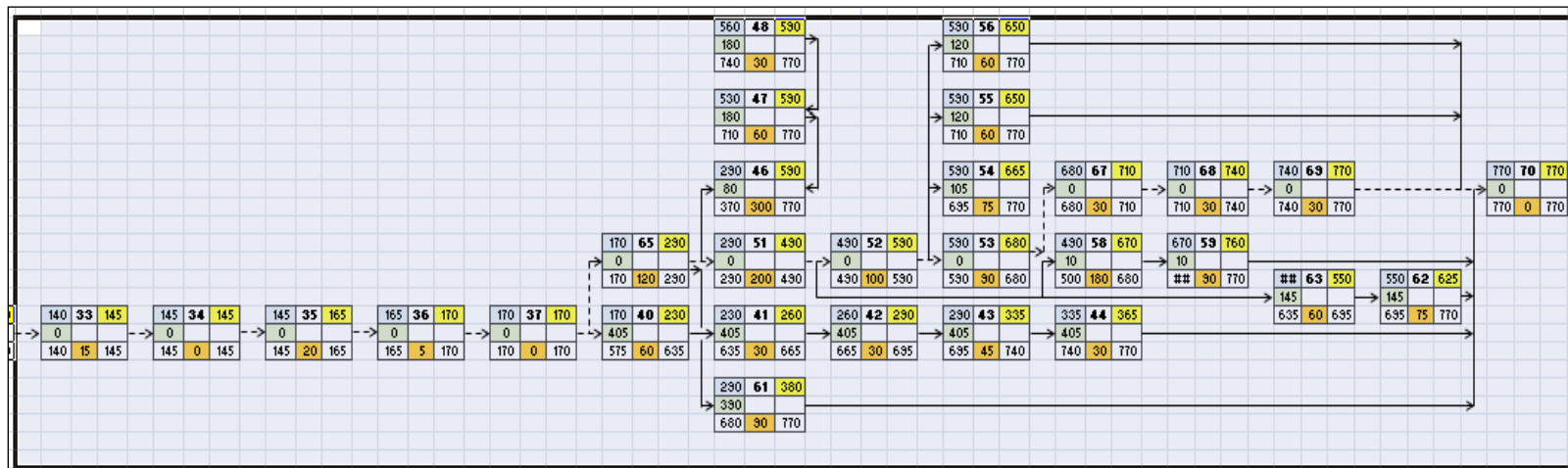
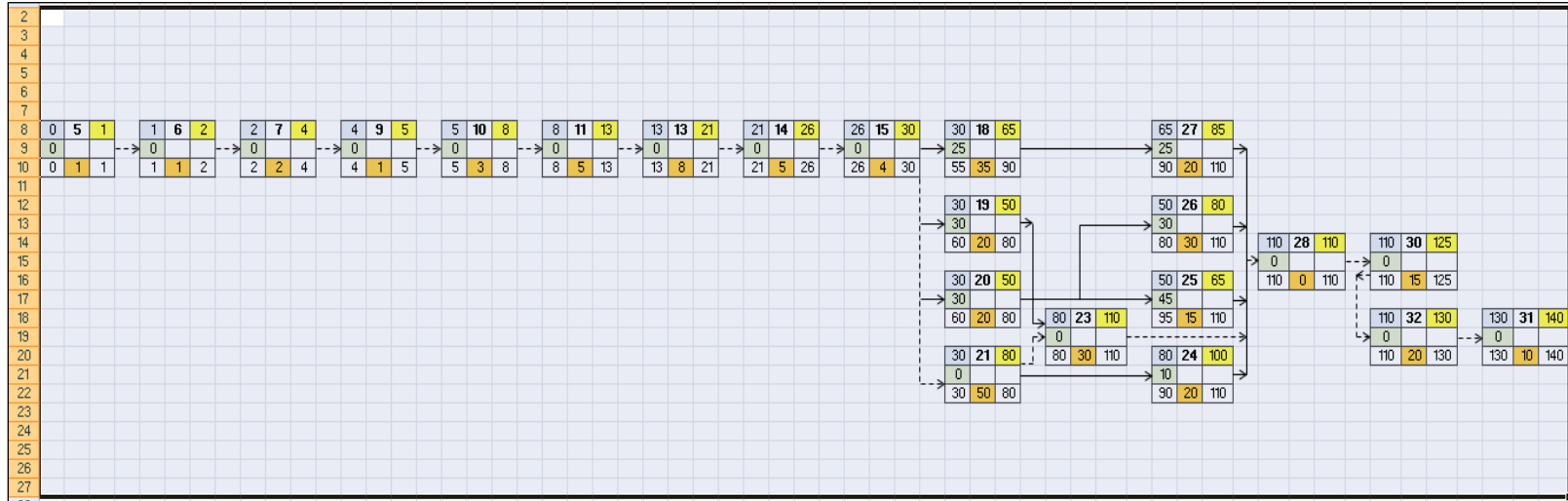


Figura 15. Diagrama de red. Fuente: Construcción del autor

6.2.4. cronograma – Diagrama de Gantt, donde se identifique la ruta crítica.

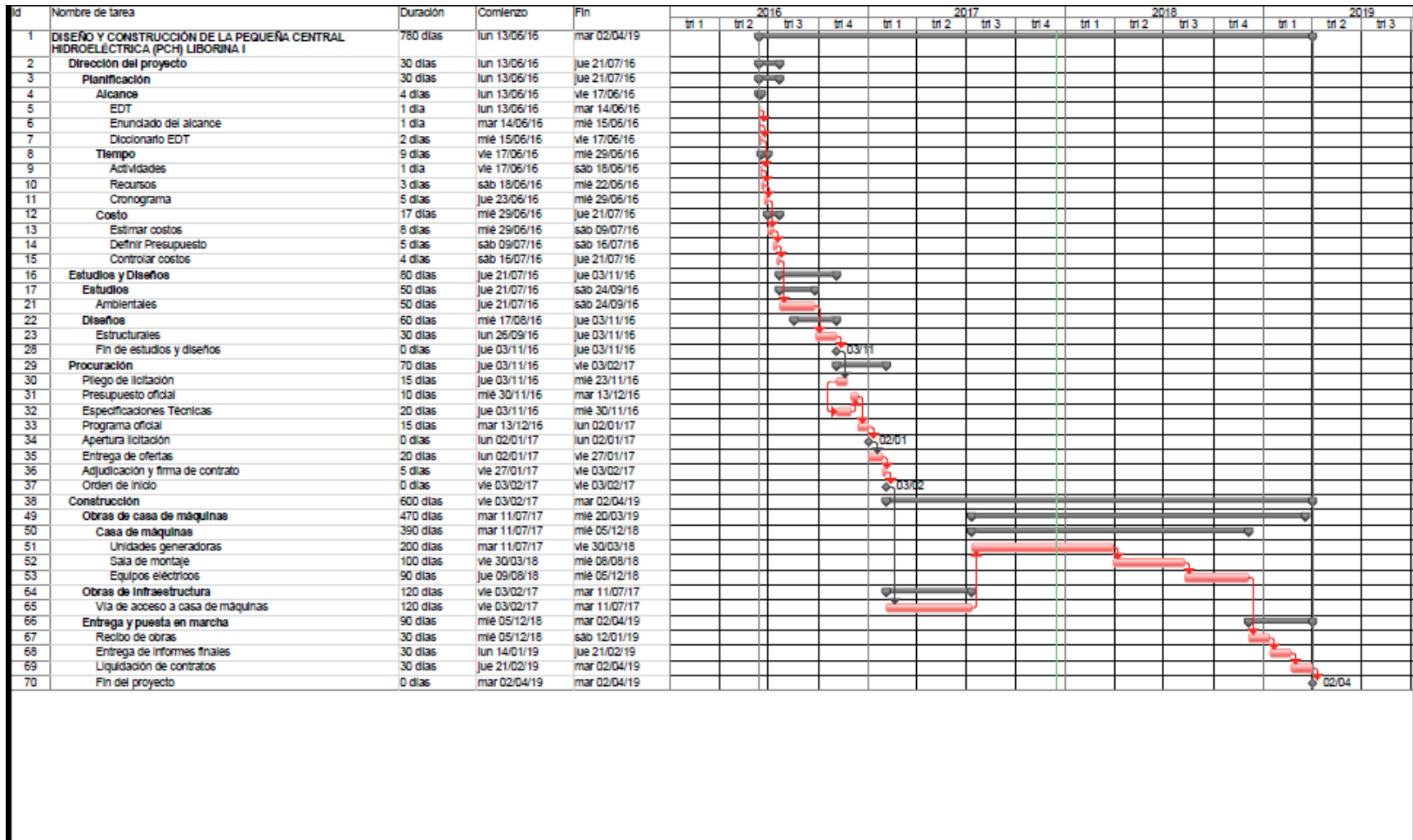


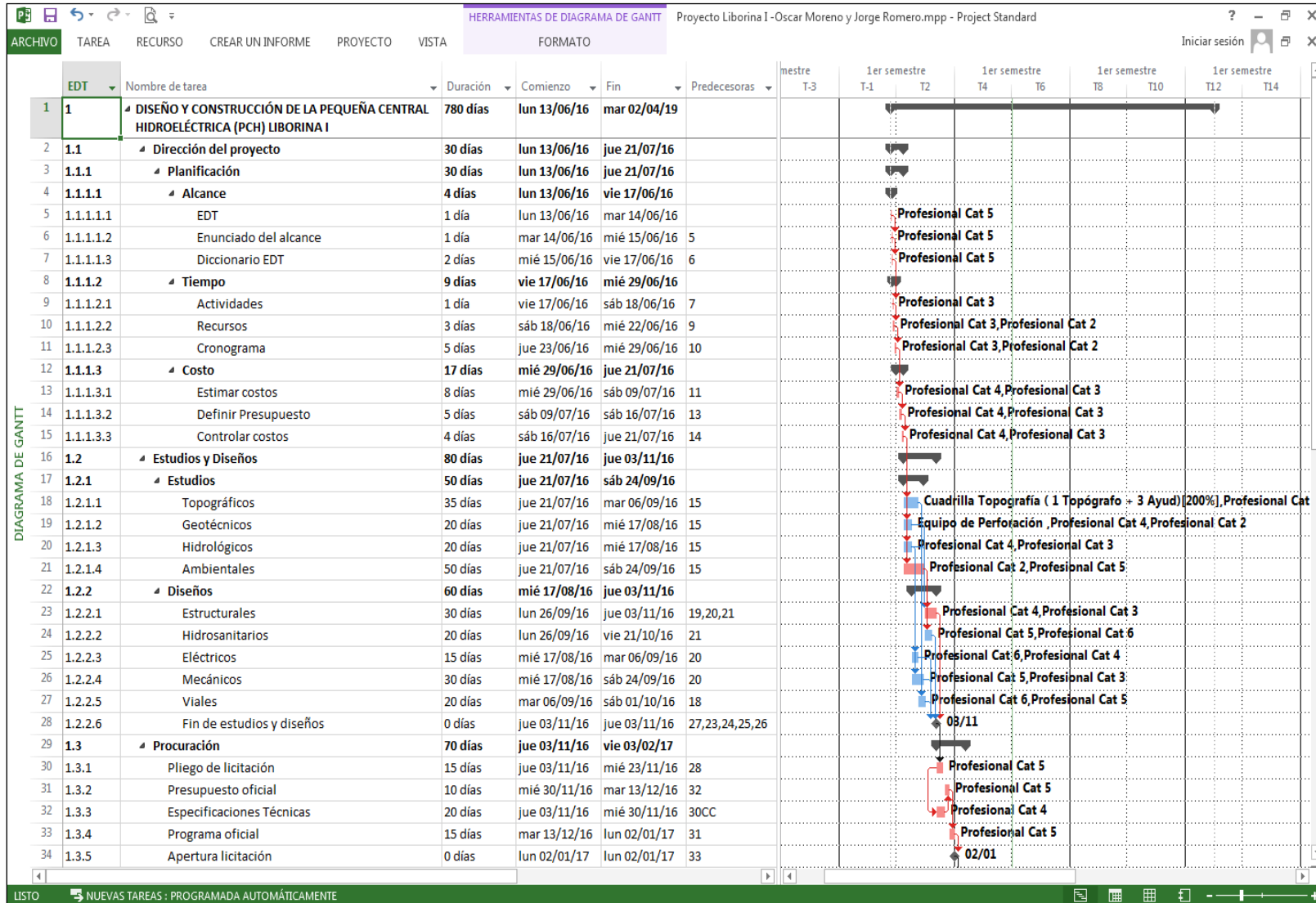
Figura 16. Ruta crítica. Fuente: Construcción del autor

6.2.5. nivelación de recursos y uso de recursos.

Tabla 17. Recursos.

Nombre del recurso	Tipo	Capacidad máxima	Tasa estándar
Profesional Cat 0	Trabajo	100%	\$ 76,923.00/hora
Profesional Cat 1	Trabajo	100%	\$ 69,230.00/hora
Profesional Cat 2	Trabajo	200%	\$ 61,539.00/hora
Profesional Cat 3	Trabajo	100%	\$ 53,846.00/hora
Profesional Cat 4	Trabajo	200%	\$ 46,154.00/hora
Profesional Cat 5	Trabajo	300%	\$ 38,461.00/hora
Profesional Cat 6	Trabajo	200%	\$ 30,770.00/hora
Profesional Cat 7	Trabajo	100%	\$ 23,077.00/hora
Profesional Cat 8	Trabajo	100%	\$ 15,384.00/hora
Cuadrilla Topografía (1 Topógrafo + 3 Ayu)	Trabajo	200%	\$ 30,000.00/hora
Cuadrilla Estructuras (3 Ofic + 6 Ayu)	Trabajo	800%	\$ 71,538.00/hora
Cuadrilla Excavación (1 Ofic + 6 Ayu)	Trabajo	900%	\$ 48,462.00/hora
Cuadrilla Pavimento (6 Ayu + 2 Ofic)	Trabajo	100%	\$ 60,000.00/hora
Cuadrilla arquitectónica (6 Ayu + 4 Ofic)	Trabajo	300%	\$ 83,076.00/hora
Cuadrilla Muro Concreto (2 Ofic + 4 Ayu)	Trabajo	100%	\$ 47,692.00/hora
Excavadora Cat 320 o Similar	Trabajo	100%	\$ 156,000.00/hora
Volqueta Doble Troque	Trabajo	100%	\$ 104,000.00/hora
Equipo de Perforación	Trabajo	100%	\$ 220,000.00/hora
Concreto premezclado de 210 Mpa	Material		\$ 800,000.00
Concreto premezclado de 280 Mpa	Material		\$ 1,000,000.00
Concreto premezclado de 350 Mpa	Material		\$ 1,200,000.00
Tubería presión 1.1 m de diámetro	Material		\$ 810,000.00
Subcontrato equipos (generadores)	Costo		
Subcontrato equipos eléctricos	Costo		
Subcontrato equipos (turbinas)	Costo		
Pavimento asfáltico	Material		\$ 1,270,000.00

Fuente: Construcción del autor.



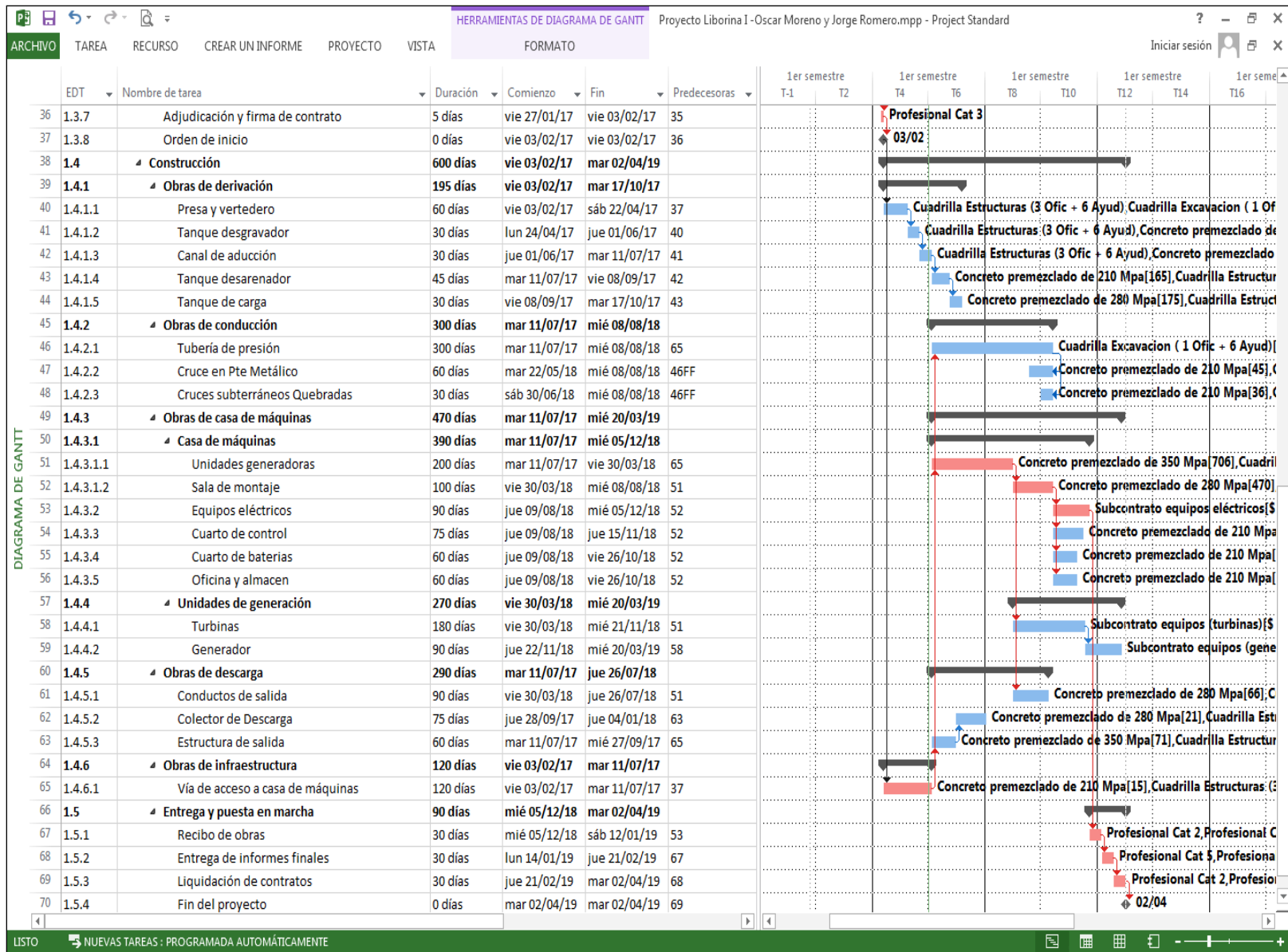


Figura 17. Nivelación de recursos. Fuente: Construcción del autor

Tabla 18. Nivelación de Recursos.

Nombre de tarea	Nombre del recurso	Trabajo	Unidades
Enunciado del alcance	Profesional Cat 5	9h	100%
Actividades	Profesional Cat 3	9h	100%
Recursos	Profesional Cat 3	27h	100%
Recursos	Profesional Cat 2	27h	100%
Cronograma	Profesional Cat 3	45h	100%
Cronograma	Profesional Cat 2	45h	100%
Estimar costos	Profesional Cat 4	72h	100%
Estimar costos	Profesional Cat 3	72h	100%
Definir Presupuesto	Profesional Cat 4	45h	100%
Definir Presupuesto	Profesional Cat 3	45h	100%
Controlar costos	Profesional Cat 4	36h	100%
Controlar costos	Profesional Cat 3	36h	100%
Topográficos	Cuadrilla Topografía (1 Topógrafo + 3 Ayud)	630h	200%
Topográficos	Profesional Cat 5	315h	100%
Geotécnicos	Equipo de Perforación	180h	100%
Geotécnicos	Profesional Cat 4	180h	100%
Geotécnicos	Profesional Cat 2	180h	100%
Hidrológicos	Profesional Cat 4	180h	100%
Hidrológicos	Profesional Cat 3	180h	100%
Ambientales	Profesional Cat 2	450h	100%
Ambientales	Profesional Cat 5	450h	100%
Estructurales	Profesional Cat 4	270h	100%
Estructurales	Profesional Cat 3	270h	100%
Hidrosanitarios	Profesional Cat 5	180h	100%
Hidrosanitarios	Profesional Cat 6	180h	100%
Eléctricos	Profesional Cat 6	135h	100%
Eléctricos	Profesional Cat 4	135h	100%
Mecánicos	Profesional Cat 5	270h	100%
Mecánicos	Profesional Cat 3	270h	100%
Viales	Profesional Cat 6	180h	100%
Viales	Profesional Cat 5	180h	100%
Pliego de licitación	Profesional Cat 5	135h	100%
Presupuesto oficial	Profesional Cat 5	90h	100%
Especificaciones Técnicas	Profesional Cat 4	180h	100%
Programa oficial	Profesional Cat 5	135h	100%
Entrega de ofertas	Profesional Cat 4	180h	100%
Adjudicación y firma de contrato	Profesional Cat 3	45h	100%
Presa y vertedero	Cuadrilla Estructuras (3 Ofic + 6 Ayud)	540h	100%
Presa y vertedero	Cuadrilla Excavación (1 Ofic + 6 Ayud)	540h	100%
Presa y vertedero	Cuadrilla Muro Concreto (2 Ofic + 4 Ayud)	540h	100%
Presa y vertedero	Concreto premezclado de 280 Mpa	1,200	1,200
Tanque desgravador	Cuadrilla Estructuras (3 Ofic + 6 Ayud)	270h	100%
Tanque desgravador	Concreto premezclado de 280 Mpa	450	450
Canal de aducción	Cuadrilla Estructuras (3 Ofic + 6 Ayud)	270h	100%
Canal de aducción	Concreto premezclado de 350 Mpa	240	240
Tanque desarenador	Concreto premezclado de 210 Mpa	165	165
Tanque desarenador	Cuadrilla Estructuras (3 Ofic + 6 Ayud)	405h	100%
Tanque de carga	Concreto premezclado de 280 Mpa	175	175

Nombre de tarea	Nombre del recurso	Trabajo	Unidades
Tanque de carga	Cuadrilla Estructuras (3 Ofic + 6 Ayud)	270h	100%
Tubería de presión	Cuadrilla Excavación (1 Ofic + 6 Ayud)	1,350h	700%
Tubería de presión	Tubería presión 1.1 m de diámetro	4,200	4,200
Tubería de presión	Cuadrilla Estructuras (3 Ofic + 6 Ayud)	5,400h	200%
Cruce en Puente Metálico	Concreto premezclado de 210 Mpa	45	45
Cruce en Puente Metálico	Cuadrilla Estructuras (3 Ofic + 6 Ayud)	540h	100%
Cruces subterráneos Quebradas	Concreto premezclado de 210 Mpa	36	36
Cruces subterráneos Quebradas	Cuadrilla Excavación (1 Ofic + 6 Ayud)	270h	100%
Cruces subterráneos Quebradas	Equipo de Perforación	270h	100%
Unidades generadoras	Concreto premezclado de 350 Mpa	706	706
Unidades generadoras	Cuadrilla arquitectónica (6 Ayu + 4 Ofic)	1,800h	100%
Unidades generadoras	Cuadrilla Estructuras (3 Ofic + 6 Ayud)	1,800h	100%
Sala de montaje	Concreto premezclado de 280 Mpa	470	470
Sala de montaje	Cuadrilla arquitectónica (6 Ayu + 4 Ofic)	900h	100%
Sala de montaje	Cuadrilla Estructuras (3 Ofic + 6 Ayud)	900h	100%
Equipos eléctricos	Subcontrato equipos eléctricos		
Cuarto de control	Concreto premezclado de 210 Mpa	48	48
Cuarto de control	Cuadrilla arquitectónica (6 Ayu + 4 Ofic)	675h	100%
Cuarto de baterías	Concreto premezclado de 210 Mpa	68	68
Cuarto de baterías	Cuadrilla arquitectónica (6 Ayu + 4 Ofic)	540h	100%
Oficina y almacén	Concreto premezclado de 210 Mpa	125	125
Oficina y almacén	Cuadrilla arquitectónica (6 Ayu + 4 Ofic)	540h	100%
Turbinas	Subcontrato equipos (turbinas)		
Generador	Subcontrato equipos (generadores)		
Conductos de salida	Concreto premezclado de 280 Mpa	66	66
Conductos de salida	Cuadrilla Estructuras (3 Ofic + 6 Ayud)	810h	100%
Conductos de salida	Cuadrilla Excavación (1 Ofic + 6 Ayud)	810h	100%
Colector de Descarga	Concreto premezclado de 280 Mpa	21	21
Colector de Descarga	Cuadrilla Estructuras (3 Ofic + 6 Ayud)	675h	100%
Colector de Descarga	Cuadrilla Excavación (1 Ofic + 6 Ayud)	675h	100%
Estructura de salida	Concreto premezclado de 350 Mpa	71	71
Estructura de salida	Cuadrilla Estructuras (3 Ofic + 6 Ayud)	540h	100%
Estructura de salida	Cuadrilla Excavación (1 Ofic + 6 Ayud)	540h	100%
Estructura de salida	Cuadrilla Muro Concreto (2 Ofic + 4 Ayud)	540h	100%
Vía de acceso a casa de máquinas	Concreto premezclado de 210 Mpa	15	15
Vía de acceso a casa de máquinas	Cuadrilla Estructuras (3 Ofic + 6 Ayud)	1,080h	100%
Vía de acceso a casa de máquinas	Cuadrilla Pavimento (6 Ayu + 2 Ofic)	1,080h	100%
Vía de acceso a casa de máquinas	Cuadrilla Topografía (1 Topógrafo + 3 Ayud)	1,080h	100%
Vía de acceso a casa de máquinas	Pavimento asfáltico	240	240
Recibo de obras	Profesional Cat 2	270h	100%
Recibo de obras	Profesional Cat 3	270h	100%
Entrega de informes finales	Profesional Cat 5	270h	100%
Entrega de informes finales	Profesional Cat 6	270h	100%
Liquidación de contratos	Profesional Cat 2	270h	100%
Liquidación de contratos	Profesional Cat 3	270h	100%

Fuente: Construcción del autor.

Id	Nombre del recurso	Trabajo	Detalles	2017				2018				2019				
				tri 2	tri 3	tri 4	tri 1	tri 2	tri 3	tri 4	tri 1	tri 2	tri 3	tri 4		
	Tipo: Trabajo	33,345 horas	Trabajo	211h	4,3...	1,2...	2,5...	2,8...	6,1...	3,8...	2,5...	4,0...	3,2...	1,0...	1,2...	24h
	Sin asignar	0 horas	Trabajo													
1	Profesional Cat 0	0 horas	Trabajo													
2	Profesional Cat 1	0 horas	Trabajo													
3	Profesional Cat 2	1,242 horas	Trabajo	72h	630h									182h	34...	12h
4	Profesional Cat 3	1,539 horas	Trabajo	92h	632h	230h	45h							182h	34...	12h
5	Profesional Cat 4	1,278 horas	Trabajo	11h	677h	410h	18...									
6	Profesional Cat 5	2,061 horas	Trabajo	36h	1,2...	502h	3h								27...	
7	Profesional Cat 6	765 horas	Trabajo		350h	145h									27...	
8	Profesional Cat 7	0 horas	Trabajo													
9	Profesional Cat 8	0 horas	Trabajo													
10	Cuadrilla Topografía (1 Topógrafo + 3 Ayud)	1,710 horas	Trabajo		630h		38...	624h	68h							
11	Cuadrilla Estructuras (3 Ofic + 6 Ayud)	13,500 horas	Trabajo				77...	1,2...	2,9...	2,6...	1,9...	2,7...	1,2...			
12	Cuadrilla Excavacion (1 Ofic + 6 Ayud)	4,185 horas	Trabajo				38...	152h	1,9...	624h	39h	630h	438h			
13	Cuadrilla Pavimento (6 Ayu + 2 Ofic)	1,080 horas	Trabajo				38...	624h	68h							
14	Cuadrilla arquitectónica (6 Ayu + 4 Ofic)	4,455 horas	Trabajo						564h	624h	62...	624h	1,3...	675h		
15	Cuadrilla Muro Concreto (2 Ofic + 4 Ayud)	1,080 horas	Trabajo				38...	152h	540h							
16	Excavadora Cat 320 o Similar	0 horas	Trabajo													
17	Volqueta DobleTroque	0 horas	Trabajo													
18	Equipo de Perforación	450 horas	Trabajo		180h							6h	264h			
	Tipo: Material		Trabajo													
19	Concreto premezclado de 210 Mpa	502	Trabajo				5.39	8.67	16...			23.8	21...	86...		
20	Concreto premezclado de 280 Mpa	2,382	Trabajo				86...	78...	10...	91...	8.08	37...	15...			
21	Concreto premezclado de 350 Mpa	1,017	Trabajo					17...	35...	24...	24...					
22	Tubería presión 1.1 m de diámetro	4,200	Trabajo						87...	97...	97...	97...	41...			
26	Pavimento asfáltico	240	Trabajo				86...	13...	15...							
	Tipo: Costo		Trabajo													
23	Subcontrato equipos (generadores)		Trabajo													
24	Subcontrato equipos eléctricos		Trabajo													
25	Subcontrato equipos (turbinas)		Trabajo													

Figura 18. Uso de recursos. Fuente: Construcción del autor

6.3. Plan de gestión del costo

6.3.1. línea base de costos.

PRESUPUESTO DE COSTOS - DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE LA PEQUEÑA CENTRAL HIDROELÉCTRICA (PCH) LIBORINA I																	
11.865.106.573																	
RESERVA DE GESTIÓN																	
565.005.075																	
LINEA BASE DE COSTOS																	
11.300.101.498																	
DIRECCIÓN DEL PROYECTO					ESTUDIOS Y DISEÑOS												
25.476.930					240.230.745												
Alcance			Tiempo			Costo			Estudios		Diseños						
1.384.596			8.792.334			15.300.000			152.999.955		87.230.790						
EDT	Enunciado del alcance	Diccionario EDT	Actividades	Recursos	Cronograma	Estimar costos	Definir presupuesto	Controlar costos	Topográficos	Geotécnicos	Hidroológicos	Ambientales	Estructurales	Hidrosanitarios	Eléctricos	Mecánicos	Viales
346.149	346.149	692.298	484.614	3.115.395	5.192.325	7.200.000	4.500.000	3.600.000	31.015.215	58.984.740	18.000.000	45.000.000	27.000.000	12.461.580	10.384.740	24.922.890	12.461.580
PROCURACIÓN						CONSTRUCCIÓN				RESERVA CONTINGENCIAS							
32.884.470						10.477.627.955				523.881.398							
Plego de licitación	presupuesto oficial	Especificaciones Técnicas	Programa oficial	Entrega de ofertas	Adjudicación y firma de contrato	Obras de derivación					Obras de conducción						
5.192.235	3.461.490	8.307.720	5.192.235	8.307.720	2.423.070	2.422.472.350					4.029.644.160						
						Presa y vertedero	Tanque desgravador	Canal de aducción	Tanque desarenador	Tanque de carga	Tubería de presión	Cruce en Pte Metálico	Cruces subterráneos Quebradas				
						1.290.553.680	469.315.260	307.315.260	160.972.890	194.315.260	3.853.728.900	74.630.520	101.284.740				
Obras de casa de máquinas					Obras de descarga			Obras de infraestructura		Entrega y puesta en marcha							
3.012.296.455					440.953.680			491.261.040		81.000.270							
Casa de máquinas			Unidades de generación		Conductos de salida	Colector de Descarga	Estructura de salida	Vía de acceso a casa de máquinas		Recibo de obras	Entrega de informes finales	Liquidación de contratos	Fin del proyecto				
163.200.000			175.753.680		163.200.000	102.000.000	175.753.680	491.261.040		31.153.950	18.692.370	31.153.950	0				
Casa de máquinas						Unidades de generación											
2.191.185.613						821.110.842											
Unidades generadoras	Sala de montaje	Equipos eléctricos	Cuarto de control	Cuarto de baterías	Oficina y almacén	Turbinas	Generador										
1.125.505.200	609.152.600	117.929.433	94.476.300	99.261.040	144.861.040	385.123.587	435.967.255										

Figura 19. Línea base de costos. Fuente: Construcción del autor

6.3.2. presupuesto por actividades.

En el Apendice G se puede observar el presupuesto por actividades del proyecto.

6.3.3. Estructura de desagregación de recursos ReBS y Estructura de Desagregación de Costos CBS.

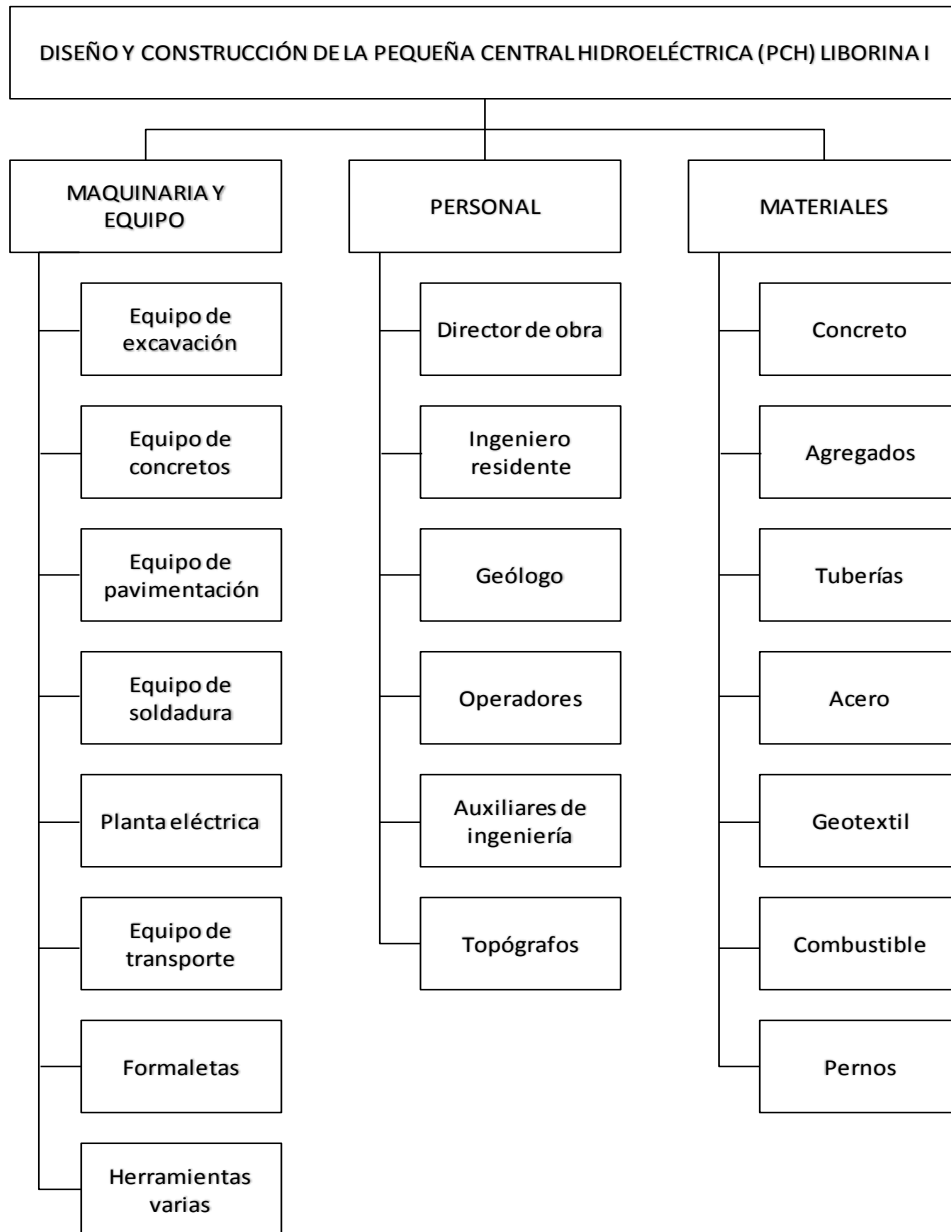


Figura 20. Estructura de desagregación de recursos ReBS. Fuente: Construcción del autor

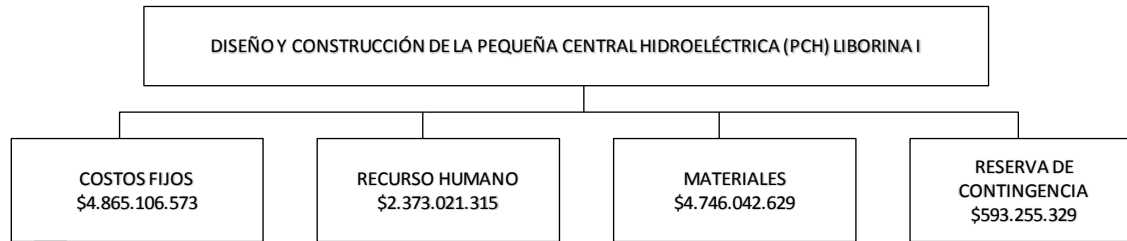


Figura 21. Cost Breakdown Structure -CBS. Fuente: Construcción del autor

6.3.4. indicadores de medición de desempeño.

Los siguientes cuatro mediciones se utilizarán para medir el desempeño de costos del proyecto:

Variación del cronograma (SV): Es una medición de la actuación horario para un proyecto. Se calcula tomando el valor ganado (EV) y restando el valor planificado (PV). Donde EV es el valor real obtenido en el proyecto y el PV es el valor de nuestro plan del proyecto dice que deberíamos haber ganado en este punto.

Si SV es cero, entonces el proyecto es perfectamente en la fecha prevista. Si SV es mayor que cero, el proyecto está ganando más valor de lo previsto por lo que está por delante de lo previsto. Si SV es menor que cero, el proyecto está ganando menos valor de lo previsto por lo que hay detrás de lo programado.

Variación de los gastos (CV): es una medida de la ejecución del presupuesto para un proyecto. Se calcula restando los gastos reales (AC) y el de Valor Ganado (EV). Donde AC son los costos reales incurridos hasta la fecha.

Si CV es cero, entonces el proyecto es perfectamente dentro del presupuesto. Si CV es mayor que cero, el proyecto está ganando más valor de lo previsto por lo que hay debajo de presupuesto. Si CV es menor que cero, el proyecto está ganando menos valor de lo previsto por lo tanto es más de presupuesto.

Índice de Rendimiento del Cronograma (SPI): mide los progresos realizados contra lo que se había planeado. SPI se calcula como EV / PV .

Si EV es igual a PV el valor del SPI es 1. Si EV es menor que el PV entonces el valor es menor que 1, lo que significa que el proyecto está retrasado. Si EV es mayor que el valor actual del valor del SPI es mayor que uno, lo que significa que el proyecto es antes de lo previsto. Un proyecto bien realizar debe tener su SPI lo más cercano a 1 como sea posible, o tal vez incluso un poco menos de 1.

Índice de Rendimiento Costo (CPI): mide el valor de la obra finalizada en comparación con el coste real de los trabajos realizados. CPI se calcula como EV / AC . Si el CPI es igual a 1, el proyecto es perfectamente dentro del presupuesto. Si es mayor que 1, el proyecto está en el presupuesto, si es inferior a 1 el proyecto está por encima del presupuesto.

El Gerente del proyecto tendrá en cuenta los valores que toman los índices de Rendimiento del cronograma (SPI) y el índice de rendimiento del costo (CPI), que se muestran en la siguiente tabla, para analizar y determinar la medida de desempeño del proyecto, y asignar el color amarillo en caso de ser una variación de importancia media y rojo si la variación es de importancia alta.

MEDIDA DE RENDIMIENTO	AMARILLO	ROJO
Índice de Rendimiento del Cronograma (SPI)	Entre 0,9 y 0,8 o Entre 1,1 y 1,2	menos de 0,8 o superior a 1,2
Índice de Rendimiento Costo (CPI)	Entre 0,9 y 0,8 o Entre 1,1 y 1,2	menos de 0,8 o superior a 1,2

6.3.5. aplicación técnica del valor ganado con curvas S avance.

Para efectuar el seguimiento y control del alcance, cronograma y costo al proyecto se empleará el método de valor ganado, realizando el seguimiento con los indicadores de rendimiento del cronograma y rendimiento de costo del proyecto.

6.3.5.1. estado del proyecto (31 de Enero de 2018)

Nombre de tarea	PV	EV	AC	SV	CV	SPI	CPI	BAC	EAC	ETC	VAC	TCPI
DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE LA PEQUEÑA CENTRAL HIDROELÉCTRICA (PCH) LIBORINA I	\$ 6.371.912.299,00	\$ 6.371.912.299,00	\$ 5.802.771.450,00	\$ 0,00	\$ 569.140.849,00	1,1	1,1	\$ 10.776.220.100,00	\$ 9.813.688.506,13	\$ 6.838.894.423,89	\$ 962.531.593,87	0,89
Dirección del proyecto	\$ 25.476.930,00	\$ 25.476.930,00	\$ 17.600.000,00	\$ 0,00	\$ 7.876.930,00	1,45	1,45	\$ 25.476.930,00	\$ 17.600.000,00	\$ 0,00	\$ 7.876.930,00	0
Planificación	\$ 25.476.930,00	\$ 25.476.930,00	\$ 17.600.000,00	\$ 0,00	\$ 7.876.930,00	1,45	1,45	\$ 25.476.930,00	\$ 17.600.000,00	\$ 0,00	\$ 7.876.930,00	0
Alcance	\$ 1.384.596,00	\$ 1.384.596,00	\$ 1.100.000,00	\$ 0,00	\$ 284.596,00	1,26	1,26	\$ 1.384.596,00	\$ 1.100.000,00	\$ 0,00	\$ 284.596,00	0
EDT	\$ 346.149,00	\$ 346.149,00	\$ 300.000,00	\$ 0,00	\$ 46.149,00	1,15	1,15	\$ 346.149,00	\$ 300.000,00	\$ 0,00	\$ 46.149,00	0
Enunciado del alcance	\$ 346.149,00	\$ 346.149,00	\$ 300.000,00	\$ 0,00	\$ 46.149,00	1,15	1,15	\$ 346.149,00	\$ 300.000,00	\$ 0,00	\$ 46.149,00	0
Diccionario EDT	\$ 692.298,00	\$ 692.298,00	\$ 500.000,00	\$ 0,00	\$ 192.298,00	1,38	1,38	\$ 692.298,00	\$ 500.000,00	\$ 0,00	\$ 192.298,00	0
Tiempo	\$ 8.792.334,00	\$ 8.792.334,00	\$ 6.350.000,00	\$ 0,00	\$ 2.442.334,00	1,38	1,38	\$ 8.792.334,00	\$ 6.350.000,00	\$ 0,00	\$ 2.442.334,00	0
Actividades	\$ 484.614,00	\$ 484.614,00	\$ 350.000,00	\$ 0,00	\$ 134.614,00	1,38	1,38	\$ 484.614,00	\$ 350.000,00	\$ 0,00	\$ 134.614,00	0
Recursos	\$ 3.115.395,00	\$ 3.115.395,00	\$ 2.500.000,00	\$ 0,00	\$ 615.395,00	1,25	1,25	\$ 3.115.395,00	\$ 2.500.000,00	\$ 0,00	\$ 615.395,00	0
Cronograma	\$ 5.192.325,00	\$ 5.192.325,00	\$ 3.500.000,00	\$ 0,00	\$ 1.692.325,00	1,48	1,48	\$ 5.192.325,00	\$ 3.500.000,00	\$ 0,00	\$ 1.692.325,00	0
Costo	\$ 15.300.000,00	\$ 15.300.000,00	\$ 10.150.000,00	\$ 0,00	\$ 5.150.000,00	1,51	1,51	\$ 15.300.000,00	\$ 10.150.000,00	\$ 0,00	\$ 5.150.000,00	0
Estimar costos	\$ 7.200.000,00	\$ 7.200.000,00	\$ 4.200.000,00	\$ 0,00	\$ 3.000.000,00	1,71	1,71	\$ 7.200.000,00	\$ 4.200.000,00	\$ 0,00	\$ 3.000.000,00	0
Definir Presupuesto	\$ 4.500.000,00	\$ 4.500.000,00	\$ 2.850.000,00	\$ 0,00	\$ 1.650.000,00	1,58	1,58	\$ 4.500.000,00	\$ 2.850.000,00	\$ 0,00	\$ 1.650.000,00	0
Controlar costos	\$ 3.600.000,00	\$ 3.600.000,00	\$ 3.100.000,00	\$ 0,00	\$ 500.000,00	1,16	1,16	\$ 3.600.000,00	\$ 3.100.000,00	\$ 0,00	\$ 500.000,00	0
Estudios y Diseños	\$ 240.230.745,00	\$ 240.230.745,00	\$ 205.887.300,00	\$ 0,00	\$ 34.343.445,00	1,17	1,17	\$ 240.230.745,00	\$ 205.887.300,00	\$ 0,00	\$ 34.343.445,00	0
Estudios	\$ 152.999.955,00	\$ 152.999.955,00	\$ 128.396.100,00	\$ 0,00	\$ 24.603.855,00	1,19	1,19	\$ 152.999.955,00	\$ 128.396.100,00	\$ 0,00	\$ 24.603.855,00	0
Topográficos	\$ 31.015.215,00	\$ 31.015.215,00	\$ 2.345.600,00	\$ 0,00	\$ 28.669.615,00	13,22	13,22	\$ 31.015.215,00	\$ 2.345.600,00	\$ 0,00	\$ 28.669.615,00	0
Geotécnicos	\$ 58.984.740,00	\$ 58.984.740,00	\$ 62.050.000,00	\$ 0,00	-\$ 3.065.260,00	0,95	0,95	\$ 58.984.740,00	\$ 62.050.000,00	\$ 0,00	-\$ 3.065.260,00	-0
Hidrologicos	\$ 18.000.000,00	\$ 18.000.000,00	\$ 12.000.000,00	\$ 0,00	\$ 6.000.000,00	1,5	1,5	\$ 18.000.000,00	\$ 12.000.000,00	\$ 0,00	\$ 6.000.000,00	0
Ambientales	\$ 45.000.000,00	\$ 45.000.000,00	\$ 52.000.500,00	\$ 0,00	-\$ 7.000.500,00	0,87	0,87	\$ 45.000.000,00	\$ 52.000.500,00	\$ 0,00	-\$ 7.000.500,00	-0
Diseños	\$ 87.230.790,00	\$ 87.230.790,00	\$ 77.491.200,00	\$ 0,00	\$ 9.739.590,00	1,13	1,13	\$ 87.230.790,00	\$ 77.491.200,00	\$ 0,00	\$ 9.739.590,00	0
Estructurales	\$ 27.000.000,00	\$ 27.000.000,00	\$ 32.000.000,00	\$ 0,00	-\$ 5.000.000,00	0,84	0,84	\$ 27.000.000,00	\$ 32.000.000,00	\$ 0,00	-\$ 5.000.000,00	-0
Hidrosanitarios	\$ 12.461.580,00	\$ 12.461.580,00	\$ 6.550.000,00	\$ 0,00	\$ 5.911.580,00	1,9	1,9	\$ 12.461.580,00	\$ 6.550.000,00	\$ 0,00	\$ 5.911.580,00	0
Eléctricos	\$ 10.384.740,00	\$ 10.384.740,00	\$ 9.001.200,00	\$ 0,00	\$ 1.383.540,00	1,15	1,15	\$ 10.384.740,00	\$ 9.001.200,00	\$ 0,00	\$ 1.383.540,00	0
Mecánicos	\$ 24.922.890,00	\$ 24.922.890,00	\$ 23.400.000,00	\$ 0,00	\$ 1.522.890,00	1,07	1,07	\$ 24.922.890,00	\$ 23.400.000,00	\$ 0,00	\$ 1.522.890,00	0
Viales	\$ 12.461.580,00	\$ 12.461.580,00	\$ 6.540.000,00	\$ 0,00	\$ 5.921.580,00	1,91	1,91	\$ 12.461.580,00	\$ 6.540.000,00	\$ 0,00	\$ 5.921.580,00	0
Fin de estudios y diseños	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	0	0	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	0
Procuración	\$ 32.884.470,00	\$ 32.884.470,00	\$ 23.940.100,00	\$ 0,00	\$ 8.944.370,00	1,37	1,37	\$ 32.884.470,00	\$ 23.940.100,00	\$ 0,00	\$ 8.944.370,00	0
Pliego de licitación	\$ 5.192.235,00	\$ 5.192.235,00	\$ 2.500.000,00	\$ 0,00	\$ 2.692.235,00	2,08	2,08	\$ 5.192.235,00	\$ 2.500.000,00	\$ 0,00	\$ 2.692.235,00	0
Presupuesto oficial	\$ 3.461.490,00	\$ 3.461.490,00	\$ 3.200.100,00	\$ 0,00	\$ 261.390,00	1,08	1,08	\$ 3.461.490,00	\$ 3.200.100,00	\$ 0,00	\$ 261.390,00	0
Especificaciones Técnicas	\$ 8.307.720,00	\$ 8.307.720,00	\$ 6.540.000,00	\$ 0,00	\$ 1.767.720,00	1,27	1,27	\$ 8.307.720,00	\$ 6.540.000,00	\$ 0,00	\$ 1.767.720,00	0
Programa oficial	\$ 5.192.235,00	\$ 5.192.235,00	\$ 3.640.000,00	\$ 0,00	\$ 1.552.235,00	1,43	1,43	\$ 5.192.235,00	\$ 3.640.000,00	\$ 0,00	\$ 1.552.235,00	0
Apertura licitación	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	0	0	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	0
Entrega de ofertas	\$ 8.307.720,00	\$ 8.307.720,00	\$ 3.560.000,00	\$ 0,00	\$ 4.747.720,00	2,33	2,33	\$ 8.307.720,00	\$ 3.560.000,00	\$ 0,00	\$ 4.747.720,00	0
Adjudicación y firma de contrato	\$ 2.423.070,00	\$ 2.423.070,00	\$ 4.500.000,00	\$ 0,00	-\$ 2.076.930,00	0,54	0,54	\$ 2.423.070,00	\$ 4.500.000,00	\$ 0,00	-\$ 2.076.930,00	-0
Orden de inicio	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	0	0	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	0
Construcción	\$ 6.073.320.154,00	\$ 6.073.320.154,00	\$ 5.555.344.050,00	\$ 0,00	\$ 517.976.104,00	1,09	1,09	\$ 10.477.627.955,00	\$ 9.584.055.118,12	\$ 6.841.681.027,70	\$ 893.572.836,88	0,89
Obras de derivación	\$ 2.422.472.350,00	\$ 2.422.472.350,00	\$ 2.203.390.500,00	\$ 0,00	\$ 219.081.850,00	1,1	1,1	\$ 2.422.472.350,00	\$ 2.203.390.500,00	\$ 531.083.326,48	\$ 219.081.850,00	0
Presa y vertedero	\$ 1.290.553.680,00	\$ 1.290.553.680,00	\$ 1.054.600.000,00	\$ 0,00	\$ 235.953.680,00	1,22	1,22	\$ 1.290.553.680,00	\$ 1.054.600.000,00	\$ 0,00	\$ 235.953.680,00	0
Tanque desgravador	\$ 469.315.260,00	\$ 469.315.260,00	\$ 470.500.000,00	\$ 0,00	-\$ 1.184.740,00	1	1	\$ 469.315.260,00	\$ 470.500.000,00	\$ 0,00	-\$ 1.184.740,00	-0
Canal de aducción	\$ 307.315.260,00	\$ 307.315.260,00	\$ 312.000.500,00	\$ 0,00	-\$ 4.685.240,00	0,98	0,98	\$ 307.315.260,00	\$ 312.000.500,00	\$ 0,00	-\$ 4.685.240,00	-0
Tanque desarenador	\$ 160.972.890,00	\$ 160.972.890,00	\$ 165.145.000,00	\$ 0,00	-\$ 4.172.110,00	0,97	0,97	\$ 160.972.890,00	\$ 165.145.000,00	\$ 0,00	-\$ 4.172.110,00	-0
Tanque de carga	\$ 194.315.260,00	\$ 194.315.260,00	\$ 201.145.000,00	\$ 0,00	-\$ 6.829.740,00	0,97	0,97	\$ 194.315.260,00	\$ 201.145.000,00	\$ 0,00	-\$ 6.829.740,00	-0
Obras de conducción	\$ 2.003.939.028,00	\$ 2.003.939.028,00	\$ 1.910.450.000,00	\$ 0,00	\$ 93.489.028,00	1,05	1,05	\$ 4.029.644.160,00	\$ 3.841.660.978,81	\$ 4.019.283.615,00	\$ 187.983.181,19	0,96
Tubería de presión	\$ 2.003.939.028,00	\$ 2.003.939.028,00	\$ 1.910.450.000,00	\$ 0,00	\$ 93.489.028,00	1,05	1,05	\$ 3.853.728.900,00	\$ 3.673.951.732,24	\$ 1.763.501.732,24	\$ 179.777.167,76	0,95
Cruce en Pte Metálico	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	0	0	\$ 74.630.520,00	\$ 74.630.520,00	\$ 74.630.520,00	\$ 0,00	1

Cruces subterráneos Quebradas	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	0	\$ 101.284.740,00	\$ 101.284.740,00	\$ 101.284.740,00	\$ 0,00	1
Obras de casa de máquinas	\$ 877.894.056,00	\$ 877.894.056,00	\$ 680.125.400,00	\$ 0,00	\$ 197.768.656,00	1,29	\$ 3.012.296.455,00	\$ 2.333.701.066,65	\$ 3.011.145.866,00	\$ 678.595.388,35	0,92
Casa de máquinas	\$ 877.894.056,00	\$ 877.894.056,00	\$ 680.125.400,00	\$ 0,00	\$ 197.768.656,00	1,29	\$ 2.191.185.613,00	\$ 1.697.565.674,10	\$ 2.190.035.024,00	\$ 493.619.938,90	0,87
Unidades generadoras	\$ 877.894.056,00	\$ 877.894.056,00	\$ 680.125.400,00	\$ 0,00	\$ 197.768.656,00	1,29	\$ 1.125.505.200,00	\$ 871.956.032,64	\$ 191.830.632,64	\$ 253.549.167,36	0,56
Sala de montaje	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	0	\$ 609.152.600,00	\$ 548.237.340,00	\$ 548.237.340,00	\$ 60.915.260,00	1
Equipos eléctricos	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	0	\$ 117.929.433,00	\$ 117.929.433,00	\$ 117.929.433,00	\$ 0,00	1
Cuarto de control	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	0	\$ 94.476.300,00	\$ 94.476.300,00	\$ 94.476.300,00	\$ 0,00	1
Cuarto de baterías	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	0	\$ 99.261.040,00	\$ 99.261.040,00	\$ 99.261.040,00	\$ 0,00	1
Oficina y almacén	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	0	\$ 144.861.040,00	\$ 144.861.040,00	\$ 144.861.040,00	\$ 0,00	1
Unidades de generación	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	0	\$ 821.110.842,00	\$ 821.110.842,00	\$ 821.110.842,00	\$ 0,00	1
Turbinas	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	0	\$ 385.123.587,00	\$ 385.123.587,00	\$ 385.123.587,00	\$ 0,00	1
Generador	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	0	\$ 435.987.255,00	\$ 435.987.255,00	\$ 435.987.255,00	\$ 0,00	1
Obras de descarga	\$ 277.753.680,00	\$ 277.753.680,00	\$ 259.254.150,00	\$ 0,00	\$ 18.499.530,00	1,07	\$ 440.953.680,00	\$ 411.585.320,95	\$ 442.137.768,00	\$ 29.368.359,05	0,9
Conductos de salida	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	0	\$ 163.200.000,00	\$ 146.880.000,00	\$ 146.880.000,00	\$ 16.320.000,00	1
Colector de Descarga	\$ 102.000.000,00	\$ 102.000.000,00	\$ 78.000.150,00	\$ 0,00	\$ 23.999.850,00	1,31	\$ 102.000.000,00	\$ 78.000.150,00	\$ 0,00	\$ 23.999.850,00	0
Estructura de salida	\$ 175.753.680,00	\$ 175.753.680,00	\$ 181.254.000,00	\$ 0,00	-\$ 5.500.320,00	0,97	\$ 175.753.680,00	\$ 181.254.000,00	\$ 0,00	-\$ 5.500.320,00	-0
Obras de infraestructura	\$ 491.261.040,00	\$ 491.261.040,00	\$ 502.124.000,00	\$ 0,00	-\$ 10.862.960,00	0,98	\$ 491.261.040,00	\$ 502.124.000,00	\$ 24.780.486,19	-\$ 10.862.960,00	-0
Vía de acceso a casa de máquinas	\$ 491.261.040,00	\$ 491.261.040,00	\$ 502.124.000,00	\$ 0,00	-\$ 10.862.960,00	0,98	\$ 491.261.040,00	\$ 502.124.000,00	\$ 0,00	-\$ 10.862.960,00	-0
Entrega y puesta en marcha	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	0	\$ 81.000.270,00	\$ 81.000.270,00	\$ 81.000.270,00	\$ 0,00	1
Recibo de obras	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	0	\$ 31.153.950,00	\$ 31.153.950,00	\$ 31.153.950,00	\$ 0,00	1
Entrega de informes finales	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	0	\$ 18.692.370,00	\$ 18.692.370,00	\$ 18.692.370,00	\$ 0,00	1
Liquidación de contratos	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	0	\$ 31.153.950,00	\$ 31.153.950,00	\$ 31.153.950,00	\$ 0,00	1
Fin del proyecto	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	0	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	0

Figura 22. Estado del proyecto al 31-01-2018. Fuente: Construcción del autor

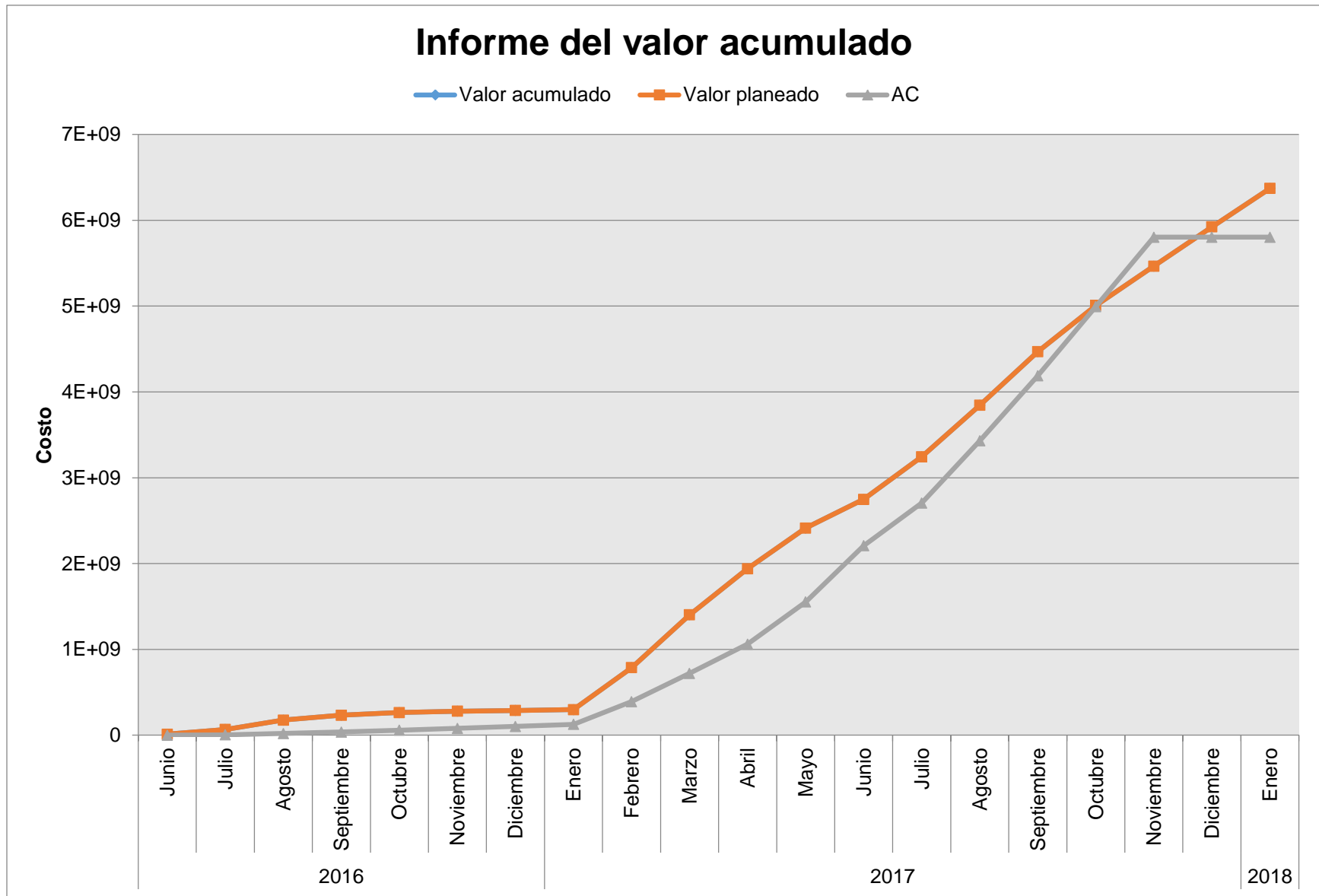


Figura 23. Informe del valor acumulado. Fuente: Construcción del autor

6.4. Plan de gestión de calidad.

El presente Plan de Calidad describe el conjunto de acciones que se deben afrontar para la mejora de la calidad del desarrollo del Diseño y construcción de la pequeña central hidroeléctrica (PCH) Liborina I, teniendo como objetivos principales el aumento de la satisfacción del cliente y el cumplimiento de los requisitos.

Los planes de calidad se conciben con el fin de proporcionar a las organizaciones una herramienta eficaz que permita aumentar la satisfacción del cliente mediante la mejora continua de la gestión de los procesos internos. Para lograr este objetivo se definen una serie de requisitos a cumplir por parte de la Gerencia del proyecto, esto traerá consigo una mejora de la calidad en los procesos, con la finalidad de ofrecer productos y servicios de alto valor añadido para el cliente.

El objetivo del Plan de Gestión de la Calidad para el Proyecto es establecer los procesos, políticas y lineamientos para garantizar y asegurar la calidad en cuanto al cumplimiento de los requisitos y alcance para el diseño y construcción del proyecto; así como también el control y calidad del producto (generación) el cual es el resultado de la operación de la Pequeña Central Hidroeléctrica (PCH) Liborina I, bajo las normas ISO 9000, ISO 18000 y aplicando el modelo gerencial de los fundamentos dados por el Project Management Institute (PMI) publicados en el PMBOK (Project Management Body of Knowledge).

El alcance del Plan de Gestión de la Calidad establece las políticas, documentos, procedimientos, protocolos, registros, métricas y requerimientos necesarios para realizar la gestión de calidad en las fases de diseño, construcción y operación de la central.

6.4.1. especificaciones técnicas de requerimientos.

Tabla 19. Especificaciones técnicas de requerimientos.

Objetivo de calidad	Proceso	Objetivo del proceso	Nombre Indicador	Formula	Meta	Responsable	Frecuencia	Toma de datos
Lograr y mantener la satisfacción del cliente			Eficacia de ejecución	(Programa de Trabajo Ejecutado / Programa de trabajo)*100	≥90%	Director de ingeniería	Mensual	Según cronograma de ejecución
Garantizamos la satisfacción total del cliente.	Servicios de Ingeniería	Desarrollar soluciones en ingeniería civil, geotecnia, ingeniería eléctrica y mecánica para el diseño de la PCH	Satisfacción del cliente	Promedio de los resultados de la encuesta de satisfacción	>85%	Director comercial	Trimestral	Tabulación encuestas de satisfacción
Asegurar el mejoramiento continuo de la organización.			No Conforme	No. de no conformes en el mes	2	Coordinador de calidad	Mensual	Control y seguimiento de acciones, correctivas, preventivas y de mejora
Lograr y mantener la satisfacción del cliente			Construcción	Realizar la construcción de la PCH Liborina I	Eficacia de ejecución	(Programa de Trabajo Ejecutado / Programa de trabajo)*100	≥90%	Director del Proyecto
Garantizamos la satisfacción total del cliente.	Construcción	Realizar la construcción de la PCH Liborina I	Satisfacción del cliente	Promedio de los resultados de la encuesta de satisfacción	90%	Jefe de área administrativa	Trimestral	Tabulación encuestas de satisfacción

Objetivo de calidad	Proceso	Objetivo del proceso	Nombre Indicador	Formula	Meta	Responsable	Frecuencia	Toma de datos
Asegurar el mejoramiento continuo de la organización.	Construcción	Realizar la construcción de la PCH Liborina I	No Conforme	No. de no conformes en el mes	1	Jefe de área de calidad	Mensual	Control y seguimiento de acciones, correctivas, preventivas y de mejora
Ejecutar el Plan de auditorías internas de calidad	Construcción	Realizar la construcción de la PCH Liborina I	Auditorías internas de calidad	No. de auditorías ejecutadas/Total de auditorías programadas	90%	Jefe de área de calidad	Semestral	Según cronograma de ejecución
El costo de los recursos empleados en la atención de los productos o servicios no conformes, no deben superar en más del 10% del valor de los imprevistos establecidos por obra o pedido	Construcción	Realizar la construcción de la PCH Liborina I	Indicador de productos o servicios no conformes (No conformidades)	(Σ costos de las N.C.)/Valor de los imprevistos	<10%	Jefes de Frente	Mensual	Según cronograma de ejecución
Mantener las actividades de la obras (Ingeniería) o pedidos (Materiales) al día o adelantadas	Construcción	Realizar la construcción de la PCH Liborina I	Indicador de avance del servicio o pedido	% avance ejecutado/ % avance proyectado	1	Jefes de Frente	Mensual	Según cronograma de ejecución
Garantizar la calidad de los concretos utilizados en obra	Construcción	Realizar la construcción de la PCH Liborina I	Indicador de calidad del concreto	No. de cilindros aceptados/ No. de cilindros ensayados	100%	Jefes de Frente	Mensual	Según cronograma de ejecución

Fuente: Construcción del autor.

6.4.2. herramientas de control de la calidad (Diagrama de flujo, Diagrama Ishikawa, hojas de chequeo).

Se utilizaron como herramientas para la planificación de la gestión de la calidad el Diagrama de pareto, diagramas de control y muestreo estadístico.

Tabla 20. Herramientas de control de la calidad.

ID	ÍTEM	MÉTRICA	MÉTODO DE MEDICIÓN
1	Rendimiento del costo	CPI >= 0.95	CPI= (Cost Perfomance Index) Acumulado. Frecuencia de medición: semanal. Medición: lunes en la mañana. Se validara teniendo en cuenta el costo presupuestado vs el costo ejecutado (Diagrama de pareto)
2	Rendimiento del cronograma	SPI >= 0.95	SPI= (Schedule Perfomance Index) Acumulado. Frecuencia de medición: semanal. Medición: lunes en la mañana. Se validara teniendo en cuenta el cronograma presupuestado vs el cronograma ejecutado (Diagrama de pareto)
3	Calidad técnica de las obras	CTO >= 0.99	CTO = Calidad de la obra ejecutada. Frecuencia y medición: culminación de cada caso de uso. Se validará teniendo en cuenta los reportes de las pruebas técnicas de laboratorio realizadas por el personal técnico y operativo. (Muestreo estadístico y Diagramas de control)

Fuente: Construcción del autor.

6.4.3. formatos Inspecciones.

Tabla 21. Formatos de inspecciones.

Código	Formato	Sistema Gestión		
		C	SYSO	MA
FB 00 01	Solicitud de respaldo de información en CD o DVD	X		
FB 00 02	Control de documentos de origen externo	X	X	X
FB 00 04	Plan específico de la auditoria	X	X	X
FB 00 08	Plan de acción	X	X	X
FB 00 09	Bitácora de acciones correctivas, preventivas y de mejora	X	X	X
FB 01 06	Acta de reunión	X	X	X
FB 01 07	Informe Anual Proyecto	X	X	X

Código	Formato	Sistema Gestión		
		C	YSO	MA
FB 01 08	Evaluación del servicio	X	X	X
FB 01 11	Control de dispositivos de seguimiento y medición	X	X	X
FB 01 12	Rótulo de Calibración	X		
FB 01 13	Información de campo para calibración de equipos de topografía	X		
FB 01 14	Procesamiento de información para calibración de equipos de	X		
FB 01 20	Ficha para registro de proveedores	X	X	X
FB 01 21	Lista de chequeo syso /ambiental proveedores y/o Contratistas	X	X	X
FB 01 22	Evaluación inicial de proveedores	X	X	X
FB 01 24	Evaluación de desempeño de proveedores	X	X	X
FB 01 26	Relación de correspondencia enviada	X		
FB 01 27	Relación de correspondencia recibida	X		
FB 01 28	Registro de documentos recibidos sin carta remisoría	X		
FB 01 29	Préstamo de carpetas del archivo	X		
FB 01 30	Distribución y préstamo de documentos individuales	X		
FB 01 31	Relación de planos	X		
FB 01 32	Revisión de Productos de la Supervisión	X		
FB 03 01	Validación de Estudios y Diseños	X		
FB 03 02	Revisión de información de entrada	X		
FB 03 03	Revisión verificación y aprobación de estudios y diseños	X		
FB 04 01	Plan de control de la ejecución del proyecto	X		
FB 04 02	Revisión de información de entrada para trabajos de supervisión	X		
FB 04 03	Informe diario de explanación	X		
FB 04 04	Informe diario de topografía	X		
FB 04 05	Informe diario de concretos	X		
FB 04 06	Registro de control de tensado	X		
FB 04 07	Informe diario de pavimentos	X		
FB 04 08	Informe diario de la supervisión ambiental	X		
FB 10 01	Solicitud de personal	X		
FB 10 03	Hoja de vida	X		
FB 30 03	Control diario de dibujos y revisión y estado de revisión de dibujos	X		
FB 50 02	Listado maestro de requisitos legales y de otra índole		X	X
FB 50 04	Control personal emergencias		X	
FB 50 05	Análisis e investigación de accidentes e incidentes		X	X
FB 50 07	Inspección de seguridad en oficina		X	
FB 50 08	Inspecciones de seguridad campo		X	
FB 50 22	Inspección Ambiental		X	X
FB 50 09	Entrega de elementos de protección personal		X	
FB 50 10	Inspección elementos de protección personal		X	
FB 50 12	Hoja de vida del equipo para trabajos en altura		X	
FB 50 13	Permiso y lista de verificación para trabajo en alturas		X	
FB 50 14	Inspección de equipos de trabajo en alturas		X	
FB 50 15	Inspección de herramientas manuales		X	
FB 50 16	Análisis de riesgo por oficio (aro)		X	

Código	Formato	Sistema Gestión		
		C	YSO	MA
FB 50 22	Inspección Ambiental		X	X
FB 183 1	Monitoreo residuos sólidos: Se modifica de acuerdo a necesidades			X
FB 183 4	Monitoreo de residuos peligrosos			X
FB 183 6	Lista de chequeo condiciones de almacenamiento de sustancias			X
FB 183 7	Listado de Sustancias químicas			X
	Identificación de residuos peligrosos			X
	Hoja de Seguridad			X
	Monitoreo de consumos (Agua y Energía)	X		
	Registro de asistencia a reunión	X	X	X
	Registro de asistencia a capacitación y entrenamiento	X	X	X

Fuente: Construcción del autor.

6.4.4. formato Auditorías.

Para el caso específico del Proyecto “Diseño y construcción de la pequeña central hidroeléctrica (PCH) Liborina I”, se establece realizar Auditoría con el propósito de verificar la conformidad con los requisitos especificados, siguiendo e implementando el Procedimiento Auditorías Internas y sus registros, FOMC-06 Programa de Auditorías Internas, donde se establece la periodicidad semestral y se deja la programación en los meses para definir con La Dirección del Proyecto el día en que se llevaran a cabo, FOMC-07 Plan de Auditorías y FOMC-09 Reporte de Auditorias, en los cuales se establece la forma de presentación de sus resultados.

Durante la ejecución del proyecto se deberá realizar la planificación general de las auditorias, teniendo como directriz que durante los ciclos de auditoría se deben auditar todas las áreas de trabajo.

Antes de cada ciclo de auditorías, se deberá hacer la programación general, como resultado de este trabajo, se debe llegar a la definición de lo siguiente:

- a) Objetivos.
- b) Alcance.

- c) Áreas que vayan a ser auditadas.
- d) Auditores internos o externo contratado.
- e) Fechas y duración.
- f) Listado de acciones a las que se les debe verificar la eficacia, si es del caso.
- g) Programación general de las auditorias.
- h) Comunicar la programación de las auditorías a los auditores, a los auditados, la dirección y la gerencia del proyecto.

El alcance y los objetivos de las auditorias, se determinan con base en las informaciones obtenidas de anteriores auditorias, de las oportunidades de mejoramiento y de los indicadores de gestión. También se tiene en cuenta que se presenten las siguientes situaciones:

- a) Solicitud expresa del responsable de un área, con objetivos específicos que justifiquen su ejecución.
- b) Solicitud expresa del cliente.
- c) Durante la ejecución de la auditoria se tendrá en cuenta:
- d) La aplicación sistemática y estricta del sistema de gestión de la calidad.
- e) La existencia de registros adecuados de todas las actividades del proyecto.
- f) El análisis de los resultados obtenidos en las pruebas y ensayos, y su interpretación.
- g) Seguimiento en la implementación de los planes de acción.
- h) Verificar y dar seguimiento a la conformidad del producto con los requisitos especificados.
- i) Inspeccionar el seguimiento y control de los proveedores.

El plan de auditorías se llevará a cabo de acuerdo a lo programado en el cronograma de trabajo presentado en la propuesta técnica y se realizará de acuerdo al alcance del proyecto y el cumplimiento a la NTC-ISO 9001:2008, NTC ISO 14001:2004, NTC OHSAS 18001:2007.

Se deberá verificar, de manera permanente, que se realice en forma rigurosa los controles establecidos en su plan de aseguramiento de la calidad.

6.4.4.1. mejora continua.

La mejora continua del sistema se realizará a partir de las no conformidades que se presenten, auditorías internas y externas o solicitudes que presenten cualquiera de los empleados haciendo uso del procedimiento para acciones de mejoramiento.

6.4.4.2. acciones correctivas y/o preventivas.

Cuando se requiera acción correctiva o preventiva debido a una no conformidad de producto o del proceso y/o en el sistema de calidad, o cuando el cliente lo solicite, se aplicará lo descrito por el procedimiento para acciones preventivas y correctivas.

El director del proyecto y/o el Ingeniero residente analizarán, investigarán y determinarán la causa real junto con el personal que consideren necesario para luego definir la acción correctiva o preventiva requerida para evitar la ocurrencia de la no conformidad.

Una vez se implemente la acción correctiva o preventiva por parte de la persona responsable, se verificará la efectividad de la acción tomada y se dejarán consignados los resultados en el registro para acciones preventivas y correctivas.

6.4.5. listas de verificación de los entregables (producto / servicio).

Tabla 22. Listas de verificación de los entregables.

Código	Formato	Áreas de Aplicación
	Informe diario de excavaciones subterráneas	Geología, Inyecciones e Instrumentación y Obras Subterráneas.
	Control de Procedimientos	Contractual
	Control de programas	
	Actas de instalación e instrumentación geotécnica	Geología, Inyecciones e Instrumentación

Código	Formato	Áreas de Aplicación
	Informe diario de inyección de la lechada a presión	
	Informe diario de perforaciones para inyecciones	
	Informe diario inspector de laboratorio	Laboratorio y Control de Calidad
	Informe diario de Supervisión Ambiental	
	Acta de visita conjunta a frentes de obra	Ambiental
	Informe diario de Seguridad Industrial y Salud Ocupacional	
	Verificación de condiciones de seguridad en trabajos de perforación e inyección en galerías inclinadas.	Seguridad y Salud Ocupacional.
	Informe diario de Supervisión Mecánica	
	Informe diario de montajes eléctricos y electrónicos	
	Informe diario de montajes mecánicos	
	Informe de geometría final de las obras	Electromecánica
	Informe protocolo de pruebas	
	Informe diario de montajes equipos eléctricos, electrónicos y control.	

Fuente: Construcción del autor.

6.5. Plan de gestión de recursos humanos.

En el plan de gestión de los Recursos Humanos del Proyecto Diseño y construcción de la PCH Liborina I se incluyen los roles de los miembros del proyecto, su autoridad, responsabilidad y competencia, la lista de entregas para cumplir con los requerimientos del plan, las medidas del desempeño, que se incluye y que se excluye del plan, que restricciones y supuestos se deben tener en cuenta que limitan y le dan forma a este, y por último que factores se han definido como críticos para lograr el éxito del plan de la gestión de los recursos humanos.

6.5.1. definición de Roles, Responsabilidades y Competencias del equipo.

Para poder cumplir con los objetivos especificados, se establecen los siguientes roles y responsabilidades dentro del equipo del proyecto:

Tabla 23. Roles y responsabilidades.

Roles	Responsabilidades
Patrocinador del Proyecto	<ul style="list-style-type: none"> • Aprobar todos los cambios en la asignación de fondos del presupuesto. • Aprobar cualquier cambio en el alcance del proyecto. • Presidir la JCC.
Gestor del Proyecto	<ul style="list-style-type: none"> • Aprobar todos los cambios para programar la línea de base. • Participar en JCC.
Gerente de Proyectos	<ul style="list-style-type: none"> • Confirmar que el cliente quede satisfecho porque el alcance del trabajo se ha realizado con la calidad establecida dentro del presupuesto y el tiempo estimado. • Liderar el proyecto con el fin de que el objetivo del mismo sea alcanzado. • Recibir y registrar todas las solicitudes de cambio de interesados en el proyecto. • Realizar preliminar del riesgo, costo, cronograma, el análisis de alcance de los cambios antes de la JCC. • Pedir aclaraciones a los solicitantes de cambio sobre cualquier tema o preocupación. • Hacer revisiones de documentación para todos los cambios aprobados. • Participar en JCC.
Equipo del Proyecto	<ul style="list-style-type: none"> • Ejecutar los procesos, procedimientos y actividades del proyecto. • Apoyar al gerente en la planificación del proyecto. • Ejecutar acciones correctivas cuando sea necesario y continuar con el orden del proyecto. • Comunicar posibles riesgos que puedan afectar los objetivos del proyecto, así como problemas que se presenten en cualquier etapa del mismo.

Fuente: Construcción del autor.

6.5.2. matriz de asignación de Responsabilidades (RACI) a nivel de paquete de trabajo.

En el Apéndice H se presenta la matriz de responsabilidades.

6.5.3. histograma y horario de recursos.

El horario que manejará el proyecto será de 2 turnos de 11 horas al día, los días laborales serán de lunes a sábado en una jornada comprendida de 7:00 A.M a 6 P.M. y de 7:00 P.M. a 6 A.M., con manejo de días de compensatorios para los descansos del personal.

6.5.4. plan de capacitación y desarrollo del equipo.

Se realizará una primera capacitación de manera formal, en la que se dé a conocer los objetivos, alcance y el porqué del proyecto. Las capacitaciones que proceden a la ya mencionada consisten en cursos destinados a los técnicos operativos en los que adquieran conocimientos específicos en la construcción de pozos profundos, también se realizará de manera formal.

6.5.5. esquema de contratación y liberación del personal.

Proceso de convocatoria: El proyecto necesita contar con un equipo interdisciplinario, que vaya desde profesionales de diseño, hasta técnicos operativos, maestros y obreros. Debido a que en la población de Liborina, donde se desarrollará el proyecto, no cuenta con personas calificadas en especialidades específicas, las convocatorias realizadas en la misma serán para los cargos de apoyo tales como técnicos, maestros y obreros.

Las convocatorias se realizarán de manera coordinada con la alcaldía y las juntas de acción comunal.

Antes de establecer los salarios para cada uno de los cargos, se debe realizar un análisis comparativo de los salarios que ofrece el mercado laboral en el área de influencia, esto para ser competitivos y alcanzar los objetivos expuestos anteriormente.

Proceso de selección: La selección se realizará mediante entrevistas y pruebas psicotécnicas, donde se evaluarán aspectos específicos dependiendo del cargo.

Proceso de contratación: El proyecto manejará los siguientes tipos de contratos:

- a) Contrato a término indefinido
- b) Contrato a término fijo
- c) Labor contratada
- d) Prestación de servicios

6.5.6. definición de indicadores de medición de desempeño del equipo y esquema de incentivos y recompensas.

Semestralmente y durante la ejecución del proyecto se realizará una evaluación de desempeño a cada uno de los integrantes del equipo del mismo.

Para dar seguimiento al desempeño del equipo del proyecto, una vez se realice la evaluación de este, se retroalimentará a todo el equipo de trabajo con el resultado de dicha evaluación, y se fijaran compromisos de acciones de mejora que serán controlados en la siguiente evaluación de desempeño.

No se manejará ningún esquema de incentivos o recompensas.

6.6. Plan de gestión de comunicaciones.

El Director del proyecto es responsable de gestionar el plan de comunicaciones, todos los cambios propuestos, deberán ser revisados y aprobados por el Gerente del proyecto.

Una vez aprobado el cambio, el Director actualizará la documentación del plan e informará de los cambios a todo el equipo del proyecto, así como a las partes interesadas; de manera que se pueda garantizar que el equipo y los interesados del proyecto están siendo informados sobre cualquier cambio que se presente en el proyecto.

6.6.1. sistema de información de comunicaciones.

Las actividades de comunicación del proyecto están sujetas al plan de gestión del cronograma, y al presupuesto establecido para las comunicaciones. El Director del proyecto es responsable del desarrollo de las actividades de comunicación.

Las actividades de comunicación, reuniones de seguimiento, entrevistas, etc., se realizarán de acuerdo a las frecuencias establecidas en el cronograma del proyecto y en la Matriz de Comunicaciones, cualquier cambio puede ocasionar retrasos en el proyecto, y afectar el plan de gestión de calidad, por lo que deberá ser revisado y aprobado por el Gerente del proyecto.

Tabla 24. Matriz de asignación de Responsabilidades.

Interesado	Rol	Información
Patrocinador del proyecto	Gobernación de Antioquia	Debe ser informado permanentemente del avance del proyecto, y de posibles cambios durante su ciclo de vida. Es responsable de la financiación del proyecto
Gestor del proyecto	Emgea	Debe ser informado permanentemente del avance del proyecto, y de posibles cambios durante su ciclo de vida. Aprueba los cambios en la línea de base

Interesado	Rol	Información
		del proyecto
Gerente del Proyecto	Emgea	Es quien revisa y aprueba cualquier cambio que se presente y toma la decisión sin que se vea afectado el desarrollo y cronograma del proyecto
Director del Proyecto	Emgea	Supervisa el proyecto a nivel de alcances, costos y tiempos. Es responsable de los gastos generales del programa y de controlar la calidad del proyecto, debe ser informado específicamente sobre cualquier cambio propuesto por algún interesado o equipo del proyecto
Interesados claves	Municipio de Liborina	Es quien recibirá el mayor beneficio con la implementación del proyecto. Ellos deben recibir una comunicación clara y oportuna sobre el proyecto, el Director debe gestionar la comunicación por medio de avisos radiales, reuniones comunales, de manera que se pueda capturar todas las inquietudes de la población.
Interesados claves	Corantioquia	Es quién vigila que se cumplan y respeten todas las normas socio ambientales por parte del proyecto
Equipo del Proyecto	Conformado por los expertos, profesionales, técnicos y operarios, que hacen parte del proyecto para garantizar el cumplimiento de las actividades.	Son responsables de completar el trabajo para alcanzar los objetivos del proyecto. El equipo del proyecto requiere un nivel detallado de las comunicaciones, que se consigue a través de interacciones cotidianas con el Director del Proyecto.

Fuente: Construcción del autor.

Las tecnologías a utilizar para transferir información entre los interesados serán las comunicaciones escritas formales y de manera informal y por agilidad, el correo electrónico. En caso de notificaciones, solicitudes y demás, estas deberán ser enviadas por escrito y firmadas. Adicionalmente, deberán seguir el conducto regular, para escalarlo según sea el caso al Director o Gerente, para su validación y aprobación.

6.6.2. matriz de comunicaciones.

A continuación en la siguiente tabla, se presentan los requisitos de comunicación para este proyecto.

Tabla 25. Matriz de comunicaciones.

Método	Información	Medio	Frecuencia	Audiencia	Propietario	Entregable
Reuniones de Comité de seguimiento Equipo de Proyecto	Estado de avance del proyecto	Cara a Cara	Quincenal	Equipo del Proyecto	Gerente de Proyecto	Orden del día Acta de la reunión Cronograma del proyecto
Reuniones Técnicas de diseño	Comenta y desarrollar soluciones técnicas de diseño de la central	Cara a Cara	Según sea necesario	Proyecto Personal Técnico	Director del Proyecto	Orden del día Acta de la reunión Planos de diseño
Informes de Avance del Proyecto	Informar sobre el estado del proyecto, incluyendo las actividades, avances, costos y problemas.	Escrito	Mensual	Gestor del proyecto Gerente del proyecto Director del Proyecto Equipo del Proyecto	Director Del Proyecto	Estado del Proyecto de Informe Cronograma del proyecto
Comunicaciones escritas	Solicitudes o entregas de información técnica o contractual	Escrito	Según sea necesario	Equipo del proyecto	Director del Proyecto	Comunicación y anexos

Fuente: Construcción del autor.

6.6.2.1. flujo de comunicación.

Como primer paso en el flujo de comunicaciones, el equipo del proyecto o los interesados externos deben identificar cuáles son las solicitudes, dudas, observaciones, permisos o cambios que necesitan y por escrito remitirlos al Director del proyecto, el será quien analice y evalúe las solicitudes y determine, según sea el caso, las medidas a tomar al respecto, debe informar al Gerente sobre cualquier cambio que se presente en el proyecto, para su visto bueno, así mismo el Gerente informará al patrocinador sobre los cambios aprobados para su aceptación final.

6.6.2.2. directrices para las reuniones.

Las reuniones se programarán cada quince días durante la vida del proyecto, para realizar un seguimiento de los avances del proyecto, después de la primera reunión se deben revisar los puntos pendientes de la reunión anterior.

En cada reunión se deberá llevar un acta, donde se relacionan los puntos tratados en la reunión, compromisos, deberes y responsables y la lista de asistencia.

La reunión será presidida por el Gerente del proyecto, quien tratara el orden de la reunión y se revisaran el estado de avance; se asignará a una persona de la reunión para que tome nota sobre lo que se trate en la reunión, al final se leerá, ajustará y será firmada y aprobada por todos los asistentes.

6.7. Plan de gestión del riesgo.

El plan de gestión de riesgos, al ser una parte integral de la dirección del proyecto, es un elemento clave en el proceso de toma de decisiones. Al inicio de nuestro proyecto, este se enfrenta al reto de invertir en recursos necesarios para su ejecución y el mejor modo de evitar que el proyecto fracase, es la utilización de herramientas que permitan gestionar los riesgos.

6.7.1. identificación de riesgos y determinación de umbral.

La identificación de riesgos del proyecto será implementada en la reunión inicial programada de evaluación de riesgos, donde se identificarán los riesgos negativos y positivos que pueden impactar los objetivos del proyecto; reunión en la que participarán los miembros clave del equipo, el Gerente del proyecto, El Gestor del proyecto y las partes interesadas; y en la cual serán analizados los riesgos que se adicionarán al plan del proyecto y al registro de riesgos.

La información base de consulta para la elaboración del registro de riesgos del proyecto será: el plan para la dirección del proyecto, el acta de constitución del proyecto, el registro de interesados y las lecciones aprendidas en otros proyectos de la empresa. La herramienta a utilizar en la identificación de los riesgos del proyecto serán las reuniones de planificación donde se definirán los planes de alto nivel y donde se implementarán las plantillas para las categorías de riesgo y las definiciones de términos.

6.7.2. risk breakdown structure -RiBS-.

Las categorías proporcionan el medio para agrupar las causas potenciales de riesgo, en la siguiente tabla presentamos las categorías estimadas para nuestro proyecto:



Figura 24. RiBS. Fuente: Construcción del autor.

6.7.3. análisis de riesgos del proyecto (cualitativo y cuantitativo) debe evidenciarse la aplicación y cálculo del valor Económico esperado.

En el Apendice I se presenta el análisis de riesgos del proyecto.

6.7.4. matriz de riesgos.

En el Apendice J se presenta la matriz de riesgos del proyecto.

6.7.5. plan de respuesta a riesgo.

En el Apendice K se presenta el plan de respuesta al riesgo.

6.8. Plan de gestión de adquisiciones.

En el presente plan de gestión de adquisiciones para el proyecto “Diseño y construcción de la pequeña central Hidroeléctrica (P.C.H.) Liborina I”, se establecen los trabajos necesarios para documentar las decisiones de adquisiciones del proyecto, se especifica el enfoque e identifican a los proveedores potenciales. Se identifican y

definen los bienes y servicios a ser adquiridos, los tipos de contratos que serán utilizados, la forma como se determinarán sus costos, los criterios de aceptación utilizados para su aprobación y los documentos estándar para su gestión, de manera que permita tomar decisiones para determinar al mejor proveedor. Será una guía para la gestión de las adquisiciones durante la vida del proyecto y se actualizará de acuerdo a las solicitudes de cambio aprobadas.

Adicionalmente, se presentan las restricciones del proyecto asociadas a las adquisiciones, en cuanto a cronograma, costo, alcance, recursos disponibles y tecnología del proyecto, así como el apetito y umbral de riesgo definidos con el patrocinador y gerente del proyecto.

Finalmente, se presentan los criterios de decisión, la manera como se gestionará a los proveedores y las métricas de desempeño utilizadas para la compra de actividades, con el fin de informar al equipo del proyecto y a los proveedores la forma como será medido su desempeño y estado de avance.

6.8.1. definición y criterios de valoración de proveedores.

Para incrementar la probabilidad de alcanzar los objetivos del proyecto se identificaron los siguientes bienes y servicios. En el Apéndice L se muestra la lista de bienes y servicios, su justificación para desarrollar el proyecto, y la fecha en la que deben estar disponibles para desarrollar las actividades planificadas. En el Apéndice M se presentan los criterios de evaluación de proveedores.

6.8.2. selección y tipificación de contratos.

Para la adquisición de los bienes y servicios, especificados en el Apéndice L, se llevarán a cabo contratos de precio fijo cerrado (FFP) para los siguientes bienes, por ser el menos riesgoso para el comprador. En el Apéndice N se presentan los criterios de selección de los proveedores.

Los equipos que se alquilarán son los siguientes:

- a) Retroexcavadora CAT 330
- b) Retroexcavadora CAT 320
- c) Bulldozer D6T
- d) Flexi Rock
- e) Cargador 938H
- f) Compactador vibratorio CAT 533
- g) Carro tanque
- h) Motoniveladora 120 H
- i) Carro irrigador
- j) Compresor
- k) Finisher|
- l) Compactador de llantas

Los equipos que se comprarán son los siguientes:

- a) Compactador manual de impacto (canguro)
- b) Retro cargador sobre llantas cat 416
- c) Bomba de concreto
- d) Vibrador de concreto
- e) Bomba de lanzado
- f) Bomba de aditivo
- g) Equipo de soldadura y corte
- h) Planta eléctrica de 135 KVA y de 10 KVA
- i) Volquetas
- j) Herramientas varias
- k) Computadores personales

El tipo de contrato que se utilizará para realizar los estudios es Tiempo y Materiales (T&M), ya que los estudios son realizados por profesionales

especializados, esto teniendo en cuenta que este tipo de contrato es el mejor para el suministro de recursos humanos para un proyecto. Los contratos se adjudicarán de acuerdo a la línea base del tiempo del proyecto.

6.8.3. criterios de contratación, ejecución y control de compras y contratos.

En el Apendice O se presenta la matriz de efectuar las adquisiciones, donde se pueden observar los criterios de contratación, ejecución y control de compras y contratos.

6.8.4. cronograma de compras con la asignación de responsable.

En el Apendice P se presenta el cronograma de adquisiciones, donde se pueden observar los diferentes periodos de preparación, contratación, ejecución y cierre de los contratos.

6.9. Plan de gestión de interesados

6.9.1. identificación y categorización de interesados.

El actor principal de este proyecto es la población del municipio de Liborina en el Departamento de Antioquia, quienes se beneficiarán del proyecto, porque tendrán una fuente de abastecimiento de energía limpia y segura.

Otro de los actores principales es el Departamento de Antioquia, quienes dentro de su gestión, tiene la obligación de la elaboración de proyectos para la administración y aprovechamiento de aguas superficiales y subterráneas y quienes deben propender por un manejo adecuado del recurso hídrico y energético, que satisfaga la demanda del recurso en las principales regiones del municipio y del Departamento.

De igual manera, el Ministerio del Medio Ambiente por intermedio de Corantioquia son actores principales, debido a que son ellos quienes emiten la Licencia Ambiental y los permisos de aprovechamiento necesarios para la ejecución del Proyecto.

También Emgea, empresa gestora del proyecto, es un actor principal y quien tiene la responsabilidad de gestionar y administrar la prestación del servicio de energía de la central.

6.9.2. matriz de interesados (Poder –Influencia, Poder – impacto).

Se utilizará para establecer grupos de interés y sus niveles de poder y de interés para su uso en la carta poder / interés como parte del análisis de los interesados.

Tabla 26. Niveles de poder de interesados.

Principales	Organización	Nombre	Poder (1-5)	Interés (1-5)
A	Población de Liborina	Población de Liborina	2	5
B	Departamento de Antioquia	Luis Pérez Gutiérrez, Gobernador	5	4
C	EMGEA S.A.	Iván Correa Calderón, Gerente	5	5
D	Corantioquia	Alejandro González Valencia, Director	5	3
E	Alcalde	Oscar A. Henao Pulgarín Alcalde	3	4
F	Ingenieros del proyecto	Rodrigo Bastidas Jorge A. Calle Liliana Jiménez	3	5

Fuente: Construcción del autor.

6.9.3. matriz dependencia influencia.

A continuación, se muestra el diagrama de poder / interés para las partes interesadas del proyecto PCH Liborina I. Cada letra representa una de las partes interesadas de conformidad con indicado anteriormente.

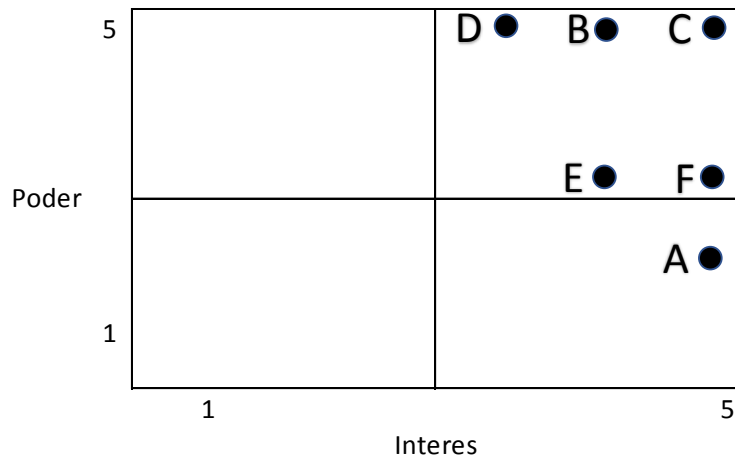


Figura 25. Matriz dependencia influencia. Fuente: Construcción del autor

Los interesados A, E, y F, deben mantenerse informados a través de una comunicación frecuente sobre el estado del proyecto y el progreso. Las partes interesadas D, B y C, son actores clave y deben participar en todos los niveles de la planificación del proyecto y la gestión del cambio. Además, las partes interesadas B y C deben ser miembros participativos en todas las reuniones de estado del proyecto y reuniones especiales, según sea necesario.

6.9.4. matriz de temas y respuestas.

A continuación, se muestra la matriz de temas y respuestas, se utilizará para capturar preocupaciones de los interesados, el nivel de participación, y la estrategia de gestión está basado en el análisis de los interesados y el poder de la matriz / interés anterior. La matriz de temas y respuestas será revisada y actualizada en toda la duración del proyecto, a fin de captar las nuevas preocupaciones o esfuerzos de estrategia de gestión de los interesados del proyecto.

Tabla 27. Matriz de interesados.

Interesados	Preocupaciones	Cuadrante	Estrategia
A	Tener una fuente de Energía limpia y confiable	Mantener informado	Comunicar los beneficios y avances del proyecto según sea necesario.
B	Apoyo en el diseño y planificación de PCHs	Actor clave	Comunicar las necesidades de recursos a tiempo para asegurar la fuente de financiación del proyecto. Comunicar estado de avance del proyecto con actualizaciones frecuentes. Proporcionar informes de inversión ejecutada
C	Retrasos en la ejecución del proyecto o sobrecostos por encima de los estimados	Actor clave	Controlar mensualmente el cronograma del proyecto y aplicar aceleraciones si es necesario. Controlar la ejecución del presupuesto ejecutado vs programado
D	El impacto del proyecto sobre el medio ambiente, ordenación y uso del suelo	Actor clave	Comunicar las especificaciones del proyecto según sea necesario.
E	Las afectaciones del proyecto a la parte social y al medio ambiente	Mantener informado	Informar frecuentemente la utilización de las personas de la región en las actividades del proyecto. Proporcionar informes de afectaciones medio ambientales.
F	Retrasos en la ejecución del proyecto o sobrecostos por encima de los estimados	Actor clave	Proporcionar informes de situación, Comunicación continua sobre planeación y seguimiento, las preocupaciones que plantee permitirán la identificación de otros problemas.

Fuente: Construcción del autor.

6.9.5. formato para la resolución de conflictos y gestión de expectativas.

En el Apendice Q se presenta las estrategias que se planificaron para gestionar las expectativas de los interesados del proyecto.

7. Bibliografía

Acolgen. (2017). *Como funciona el mercado: Asociación Colombiana de Generadores de Energía Eléctrica*. Obtenido de Acolgen: <http://www.acolgen.org.co/index.php/sectores-de-generacion/como-funciona-el-mercado#contratación-de-la-energía>

Arias, F. J. (09 de Diciembre de 2009). Emgea cumplió un año con 25 proyectos de energía. *EL Colombiano*, pág. 1.

Carbó, J. S. (23 de Octubre de 2013). *Alineamiento de la Estrategia con la Dirección de Proyectos: slideshare.net*. Obtenido de slideshare.net: <https://es.slideshare.net/jsuarez20/alineamiento-de-la-estrategia-con-la-dirección-de-proyectos>

Derivex - Mercado de derivados de commodities energéticos. (Agosto de 2010). *Caracterización del mercado eléctrico colombiano: Derivex*. Obtenido de Derivex: <http://www.derivex.com.co/Capacitaciones/Paginas/MemoriasdeCapacitacionesySeminarios.aspx>

Emgea - Sedic S.A.- Ingenieros Consultores. (2010). *Estudios de factibilidad y diseño central hidroeléctrica Liborina I - Documento No. I-T400-DPCL-3500-001*. Medellín.

Ena, R. C. (1 de Julio de 2008). *Metódos y técnicas de investigación: Gestipolis*. Obtenido de Gestipolis: <https://www.gestipolis.com/metodos-y-tecnicas-de-investigacion/>

fotovoltaica, A. (8 de marzo de 2017). *Energías alternativas: soluciones eficientes y ante todo inteligentes*. Obtenido de La guía solar: <http://www.laguiasolar.com/energias-alternativas/>

Gestión energetica. (2017). *Gensa - Gestión energetica S.A. E.S.P.* Obtenido de <http://www.gensa.com.co/quienes.php?uid=1>

Global bis, I. a. (19 de Junio de 2012). *Presentación procesos de cambios*. Obtenido de Slide Share: <https://es.slideshare.net/global-bis/presentación-proceso-de-cambios>

GoogleMaps. (20 de Marzo de 2017). *Municipio de Liborina*. Obtenido de <http://www.liborina-antioquia.gov.co>

importations, G. (8 de Julio de 2014). *Ejemplo-proyecto-completo-pmbok*. Obtenido de es.slideshare.net/gsimportations: <https://es.slideshare.net/gsimportations/ejemploproyecompletopmbok>

Lledó, P. (2013). *Administración de Proyectos: El ABC para un Director de Proyectos exitoso* 3ra ed. En P. Lledó, *El ABC para un Director de Proyectos exitoso*. Victoria, BC, Canadá: 3ra ed.

Ordoñez Parrini, R. A. (Octubre de 2011). *Metodología de identificación de impactos ambientales en pequeñas centrales*. Obtenido de http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/104172/cf-ordonez_rp.pdf?sequence=3

Project Management, I, . (2013). *A Guide to the Project Management Body Ok Knowledge (PMBOK GUIDE)*. Newton Square, Pa: Project Management Institute.

Saavedra, R. B. (2004). *Guía para la reducción de la vulnerabilidad en el diseño de nuevos establecimientos de salud*. Obtenido de Disaster info Desastres.

Tools, W. (2017). *Software Web gratuito para WBS (EAP), organigramas y Jerarquías: WBS Tools.com*. Obtenido de WBS Tools: <http://www.wbstool.com/index.php>

UPME. (Marzo de 2013). *Proyección de demanda energía eléctrica en Colombia*. Obtenido de Sistema de información eléctrico colombiano: <http://www.siel.gov.co/siel/documentos/documentacion/Demanda>

UPME. (Marzo de 2017). *Proyección de demanda energía eléctrica en Colombia*. Obtenido de Sistema de información eléctrico colombiano: <http://www.siel.gov.co/siel/documentos/documentacion/Demanda>

Wikilibros. (2017). *Refinación_de_petróleo: wikibooks.org*. Obtenido de wikibooks.org: https://es.wikibooks.org/wiki/Impactos_ambientales/Refinación_de_petróleo

Wikipedia.org. (2017). *Impacto ambiental de la industria del cemento: Wikipedia*. Obtenido de Wikipedia: https://es.wikipedia.org/wiki/Impacto_ambiental_de_la_industria_del_cemento

Apendices

Apendice A. Cálculo del PRN, PRD y el B/C.

n (MES)	BENEFICIO NETOS (BN)	BENEFICIO ACTUALIZADOS (VABN)	BN ACUMULADO	VABN ACUMULADO	F	VA
0					\$ (14.488.371.748)	(14.488.371.748,4)
1	235.980.864	233.905.053	235.980.864	233.905.053	\$ 235.980.864,00	233.905.052,8
2	235.980.864	231.847.502	471.961.728	465.752.554	\$ 235.980.864,00	231.847.501,5
3	235.980.864	229.808.050	707.942.592	695.560.604	\$ 235.980.864,00	229.808.049,6
4	235.980.864	227.786.538	943.923.456	923.347.142	\$ 235.980.864,00	227.786.537,7
5	235.980.864	225.782.808	1.179.904.320	1.149.129.950	\$ 235.980.864,00	225.782.808,1
6	235.980.864	223.796.704	1.415.885.184	1.372.926.654	\$ 235.980.864,00	223.796.704,3
7	235.980.864	221.828.071	1.651.866.048	1.594.754.725	\$ 235.980.864,00	221.828.071,4
8	235.980.864	219.876.756	1.887.846.912	1.814.631.481	\$ 235.980.864,00	219.876.755,5
9	235.980.864	217.942.604	2.123.827.776	2.032.574.085	\$ 235.980.864,00	217.942.604,5
10	235.980.864	216.025.467	2.359.808.640	2.248.599.553	\$ 235.980.864,00	216.025.467,3
11	235.980.864	214.125.194	2.595.789.504	2.462.724.747	\$ 235.980.864,00	214.125.194,2
12	235.980.864	212.241.637	2.831.770.368	2.674.966.384	\$ 235.980.864,00	212.241.636,9
13	235.980.864	210.374.648	3.067.751.232	2.885.341.032	\$ 235.980.864,00	210.374.648,4
14	235.980.864	208.524.083	3.303.732.096	3.093.865.115	\$ 235.980.864,00	208.524.082,9
15	235.980.864	206.689.796	3.539.712.960	3.300.554.911	\$ 235.980.864,00	206.689.795,9
16	235.980.864	204.871.644	3.775.693.824	3.505.426.555	\$ 235.980.864,00	204.871.644,3
17	235.980.864	203.069.486	4.011.674.688	3.708.496.041	\$ 235.980.864,00	203.069.486,0
18	235.980.864	201.283.181	4.247.655.552	3.909.779.222	\$ 235.980.864,00	201.283.180,6
19	235.980.864	199.512.588	4.483.636.416	4.109.291.810	\$ 235.980.864,00	199.512.588,3
20	235.980.864	197.757.571	4.719.617.280	4.307.049.381	\$ 235.980.864,00	197.757.571,2
21	235.980.864	196.017.992	4.955.598.144	4.503.067.373	\$ 235.980.864,00	196.017.992,1
22	235.980.864	194.293.715	5.191.579.008	4.697.361.089	\$ 235.980.864,00	194.293.715,2
23	235.980.864	192.584.606	5.427.559.872	4.889.945.695	\$ 235.980.864,00	192.584.606,0
24	235.980.864	190.890.531	5.663.540.736	5.080.836.226	\$ 235.980.864,00	190.890.531,0
25	235.980.864	189.211.358	5.899.521.600	5.270.047.584	\$ 235.980.864,00	189.211.358,0
26	235.980.864	187.546.956	6.135.502.464	5.457.594.539	\$ 235.980.864,00	187.546.955,9

n (MES)	BENEFICIO NETOS (BN)	BENEFICIO ACTUALIZADOS (VABN)	BN ACUMULADO	VABN ACUMULADO	F	VA
27	235.980.864	185.897.195	6.371.483.328	5.643.491.734	\$ 235.980.864,00	185.897.194,7
28	235.980.864	184.261.946	6.607.464.192	5.827.753.680	\$ 235.980.864,00	184.261.945,6
29	235.980.864	182.641.081	6.843.445.056	6.010.394.761	\$ 235.980.864,00	182.641.081,1
30	235.980.864	181.034.475	7.079.425.920	6.191.429.235	\$ 235.980.864,00	181.034.474,6
31	235.980.864	179.442.001	7.315.406.784	6.370.871.236	\$ 235.980.864,00	179.442.000,6
32	235.980.864	177.863.535	7.551.387.648	6.548.734.771	\$ 235.980.864,00	177.863.534,8
33	235.980.864	176.298.954	7.787.368.512	6.725.033.725	\$ 235.980.864,00	176.298.954,1
34	235.980.864	174.748.136	8.023.349.376	6.899.781.861	\$ 235.980.864,00	174.748.136,2
35	235.980.864	173.210.960	8.259.330.240	7.072.992.821	\$ 235.980.864,00	173.210.960,1
36	235.980.864	171.687.306	8.495.311.104	7.244.680.127	\$ 235.980.864,00	171.687.305,9
37	235.980.864	170.177.054	8.731.291.968	7.414.857.181	\$ 235.980.864,00	170.177.054,5
38	235.980.864	168.680.088	8.967.272.832	7.583.537.269	\$ 235.980.864,00	168.680.088,0
39	235.980.864	167.196.290	9.203.253.696	7.750.733.559	\$ 235.980.864,00	167.196.289,7
40	235.980.864	165.725.544	9.439.234.560	7.916.459.103	\$ 235.980.864,00	165.725.543,6
41	235.980.864	164.267.735	9.675.215.424	8.080.726.838	\$ 235.980.864,00	164.267.735,0
42	235.980.864	162.822.750	9.911.196.288	8.243.549.588	\$ 235.980.864,00	162.822.750,0
43	235.980.864	161.390.476	10.147.177.152	8.404.940.064	\$ 235.980.864,00	161.390.475,9
44	235.980.864	159.970.801	10.383.158.016	8.564.910.864	\$ 235.980.864,00	159.970.800,8
45	235.980.864	158.563.614	10.619.138.880	8.723.474.478	\$ 235.980.864,00	158.563.613,9
46	235.980.864	157.168.805	10.855.119.744	8.880.643.283	\$ 235.980.864,00	157.168.805,3
47	235.980.864	155.786.266	11.091.100.608	9.036.429.550	\$ 235.980.864,00	155.786.266,2
48	235.980.864	154.415.889	11.327.081.472	9.190.845.438	\$ 235.980.864,00	154.415.888,7
49	235.980.864	153.057.566	11.563.062.336	9.343.903.004	\$ 235.980.864,00	153.057.565,7
50	235.980.864	151.711.191	11.799.043.200	9.495.614.195	\$ 235.980.864,00	151.711.191,3
51	235.980.864	150.376.660	12.035.024.064	9.645.990.856	\$ 235.980.864,00	150.376.660,2
52	235.980.864	149.053.868	12.271.004.928	9.795.044.724	\$ 235.980.864,00	149.053.868,4
53	235.980.864	147.742.713	12.506.985.792	9.942.787.437	\$ 235.980.864,00	147.742.712,6
54	235.980.864	146.443.090	12.742.966.656	10.089.230.527	\$ 235.980.864,00	146.443.090,3
55	235.980.864	145.154.900	12.978.947.520	10.234.385.427	\$ 235.980.864,00	145.154.900,3
56	235.980.864	143.878.042	13.214.928.384	10.378.263.469	\$ 235.980.864,00	143.878.041,8
57	235.980.864	142.612.415	13.450.909.248	10.520.875.884	\$ 235.980.864,00	142.612.415,2
58	235.980.864	141.357.922	13.686.890.112	10.662.233.806	\$ 235.980.864,00	141.357.921,8

n (MES)	BENEFICIO NETOS (BN)	BENEFICIO ACTUALIZADOS (VABN)	BN ACUMULADO	VABN ACUMULADO	F	VA
59	235.980.864	140.114.464	13.922.870.976	10.802.348.269	\$ 235.980.864,00	140.114.463,5
60	235.980.864	138.881.943	14.158.851.840	10.941.230.213	\$ 235.980.864,00	138.881.943,3
61	235.980.864	137.660.265	14.394.832.704	11.078.890.478	\$ 235.980.864,00	137.660.265,1
62	235.980.864	136.449.333	14.630.813.568	11.215.339.811	\$ 235.980.864,00	136.449.333,3
63	235.980.864	135.249.054	14.866.794.432	11.350.588.865	\$ 235.980.864,00	135.249.053,6
64	235.980.864	134.059.332	15.102.775.296	11.484.648.197	\$ 235.980.864,00	134.059.332,1
65	235.980.864	132.880.076	15.338.756.160	11.617.528.273	\$ 235.980.864,00	132.880.076,1
66	235.980.864	131.711.193	15.574.737.024	11.749.239.466	\$ 235.980.864,00	131.711.193,4
67	235.980.864	130.552.593	15.810.717.888	11.879.792.059	\$ 235.980.864,00	130.552.592,8
68	235.980.864	129.404.184	16.046.698.752	12.009.196.243	\$ 235.980.864,00	129.404.183,8
69	235.980.864	128.265.877	16.282.679.616	12.137.462.120	\$ 235.980.864,00	128.265.876,9
70	235.980.864	127.137.583	16.518.660.480	12.264.599.703	\$ 235.980.864,00	127.137.583,1
71	235.980.864	126.019.214	16.754.641.344	12.390.618.917	\$ 235.980.864,00	126.019.214,4
72	235.980.864	124.910.683	16.990.622.208	12.515.529.601	\$ 235.980.864,00	124.910.683,4
73	235.980.864	123.811.904	17.226.603.072	12.639.341.504	\$ 235.980.864,00	123.811.903,7
74	235.980.864	122.722.789	17.462.583.936	12.762.064.294	\$ 235.980.864,00	122.722.789,3
75	235.980.864	121.643.255	17.698.564.800	12.883.707.549	\$ 235.980.864,00	121.643.255,5
76	235.980.864	120.573.218	17.934.545.664	13.004.280.767	\$ 235.980.864,00	120.573.217,7
77	235.980.864	119.512.593	18.170.526.528	13.123.793.359	\$ 235.980.864,00	119.512.592,6
78	235.980.864	118.461.297	18.406.507.392	13.242.254.657	\$ 235.980.864,00	118.461.297,3
79	235.980.864	117.419.250	18.642.488.256	13.359.673.906	\$ 235.980.864,00	117.419.249,7
80	235.980.864	116.386.369	18.878.469.120	13.476.060.275	\$ 235.980.864,00	116.386.368,5
81	235.980.864	115.362.573	19.114.449.984	13.591.422.848	\$ 235.980.864,00	115.362.573,1
82	235.980.864	114.347.784	19.350.430.848	13.705.770.631	\$ 235.980.864,00	114.347.783,5
83	235.980.864	113.341.921	19.586.411.712	13.819.112.552	\$ 235.980.864,00	113.341.920,6
84	235.980.864	112.344.906	19.822.392.576	13.931.457.458	\$ 235.980.864,00	112.344.905,7
85	235.980.864	111.356.661	20.058.373.440	14.042.814.119	\$ 235.980.864,00	111.356.661,1
86	235.980.864	110.377.110	20.294.354.304	14.153.191.228	\$ 235.980.864,00	110.377.109,6
87	235.980.864	109.406.175	20.530.335.168	14.262.597.403	\$ 235.980.864,00	109.406.174,8
88	235.980.864	108.443.781	20.766.316.032	14.371.041.184	\$ 235.980.864,00	108.443.780,8
89	235.980.864	107.489.853	21.002.296.896	14.478.531.037	\$ 235.980.864,00	107.489.852,6
90	235.980.864	106.544.316	21.238.277.760	14.585.075.352	\$ 235.980.864,00	106.544.315,6

n (MES)	BENEFICIO NETOS (BN)	BENEFICIO ACTUALIZADOS (VABN)	BN ACUMULADO	VABN ACUMULADO	F	VA
91	235.980.864	105.607.096	21.474.258.624	14.690.682.448	\$ 235.980.864,00	105.607.096,0
92	235.980.864	104.678.121	21.710.239.488	14.795.360.569	\$ 235.980.864,00	104.678.120,7
93	235.980.864	103.757.317	21.946.220.352	14.899.117.886	\$ 235.980.864,00	103.757.317,2
94	235.980.864	102.844.613	22.182.201.216	15.001.962.500	\$ 235.980.864,00	102.844.613,5
95	235.980.864	101.939.938	22.418.182.080	15.103.902.438	\$ 235.980.864,00	101.939.938,4
96	235.980.864	101.043.221	22.654.162.944	15.204.945.659	\$ 235.980.864,00	101.043.221,4
97	235.980.864	100.154.392	22.890.143.808	15.305.100.052	\$ 235.980.864,00	100.154.392,3
98	235.980.864	99.273.382	23.126.124.672	15.404.373.434	\$ 235.980.864,00	99.273.381,9
99	235.980.864	98.400.121	23.362.105.536	15.502.773.555	\$ 235.980.864,00	98.400.121,2
100	235.980.864	97.534.542	23.598.086.400	15.600.308.097	\$ 235.980.864,00	97.534.542,3
101	235.980.864	96.676.577	23.834.067.264	15.696.984.674	\$ 235.980.864,00	96.676.577,4
102	235.980.864	95.826.160	24.070.048.128	15.792.810.834	\$ 235.980.864,00	95.826.159,6
103	235.980.864	94.983.223	24.306.028.992	15.887.794.057	\$ 235.980.864,00	94.983.222,6
104	235.980.864	94.147.700	24.542.009.856	15.981.941.757	\$ 235.980.864,00	94.147.700,4
105	235.980.864	93.319.528	24.777.990.720	16.075.261.285	\$ 235.980.864,00	93.319.528,0
106	235.980.864	92.498.641	25.013.971.584	16.167.759.926	\$ 235.980.864,00	92.498.640,5
107	235.980.864	91.684.974	25.249.952.448	16.259.444.900	\$ 235.980.864,00	91.684.974,1
108	235.980.864	90.878.465	25.485.933.312	16.350.323.365	\$ 235.980.864,00	90.878.465,1
109	235.980.864	90.079.051	25.721.914.176	16.440.402.415	\$ 235.980.864,00	90.079.050,5
110	235.980.864	89.286.668	25.957.895.040	16.529.689.083	\$ 235.980.864,00	89.286.668,0
111	235.980.864	88.501.256	26.193.875.904	16.618.190.339	\$ 235.980.864,00	88.501.255,8
112	235.980.864	87.722.752	26.429.856.768	16.705.913.092	\$ 235.980.864,00	87.722.752,4
113	235.980.864	86.951.097	26.665.837.632	16.792.864.189	\$ 235.980.864,00	86.951.097,2
114	235.980.864	86.186.230	26.901.818.496	16.879.050.418	\$ 235.980.864,00	86.186.229,8
115	235.980.864	85.428.091	27.137.799.360	16.964.478.509	\$ 235.980.864,00	85.428.090,6
116	235.980.864	84.676.620	27.373.780.224	17.049.155.130	\$ 235.980.864,00	84.676.620,4
117	235.980.864	83.931.761	27.609.761.088	17.133.086.890	\$ 235.980.864,00	83.931.760,5
118	235.980.864	83.193.453	27.845.741.952	17.216.280.343	\$ 235.980.864,00	83.193.452,8
119	235.980.864	82.461.640	28.081.722.816	17.298.741.983	\$ 235.980.864,00	82.461.639,7
120	235.980.864	81.736.264	28.317.703.680	17.380.478.247	\$ 235.980.864,00	81.736.263,9
SUMA	28.317.703.680	17.380.478.247				

n (MES)	BENEFICIO NETOS (BN)	BENEFICIO ACTUALIZADOS (VABN)	BN ACUMULADO	VABN ACUMULADO	F	VA
	B/C =	1,20				
	PRN =	61				
	PRD =	89				

Fuente: Construcción del autor.

Apendice B. Análisis PESTLE.

Componente	Factor	Descripción del factor en el entorno del proyecto	¿Describe cómo incide en el proyecto?	¿Cómo potenciaría los efectos positivos y disminuiría los negativos?
Políticos	Grupos armados	La zona se encuentra en el corredor donde hasta hace poco transitaban las Farc y linda con municipios con influencia de grupos mal llamados paramilitares.	Es un factor importante a tener en cuenta durante la construcción del proyecto.	Implementar los procedimientos requeridos que garanticen la seguridad del personal.
Políticos	Contratación de trabajadores	Existe normatividad para la construcción de proyectos, que obliga a darle prioridad de contratación a la mano de obra no calificada y calificada de la región, solo después de certificar la oficina competente la no disponibilidad del personal solicitado en la zona se podrá conseguir foráneo.	Puede afectar los rendimientos establecidos para las diferentes actividades de construcción	En la etapa previa a la obra y específicamente durante la Información del proyecto con alcaldes, líderes comunales, organizaciones existentes en el área y la comunidad en general, se manifestará la decisión de utilizar mano de obra local para las plazas y cargos disponibles durante el desarrollo de la obra, política de contratación, requisitos de ingreso y forma de pago.
Económicos	Financiación	El 50% de la obra se financiará con un préstamo bancario.	Es un aspecto importante para encontrar la tasa interna de retorno (TIR) del proyecto y para la finalización en el tiempo requerido el proyecto.	Adelantar desde un principio todas las gestiones necesarias para que, al momento de necesitar el dinero del crédito, este se encuentre disponible para finalizar las obras.
Económicos	Precios de	Los precios de la generación	El precio de la generación de energía en el	El terminar la obra en el tiempo previsto o antes,

Componente	Factor	Descripción del factor en el entorno del proyecto	¿Describa cómo incide en el proyecto?	¿Cómo potenciaría los efectos positivos y disminuiría los negativos?
	generación de energía eléctrica	de energía son el resultado del diferencial entre la oferta y la demanda, del manejo adecuado del recurso hídrico, de la disponibilidad y el precio del gas natural y de otros combustibles, y de la tasa de cambio.	momento de empezar a operar definirá en gran medida el periodo de recuperación de los dineros invertidos en su construcción, al igual que el momento en que los inversionistas empezaran a recibir beneficios.	garantizará que se recupere la inversión más rápidamente.
Social	Identidad	Generación de conflictos sociales, políticos y económicos por la construcción del proyecto.	Se presenta un ambiente desfavorable para el desarrollo del Proyecto, donde los moradores del área de influencia directa del proyecto generan conflicto respecto al manejo y cuidado del medio ambiente por desconocimiento de la comunidad sobre el proyecto, sus características y alcances.	Antes de iniciar las obras la entidad y el contratista buscando disminuir los impactos sociales, económicos, y políticos que trae el proyecto, realiza una serie de visitas a cada una de las entidades territoriales y comunidad, con el fin integrar a cada uno de estos grupos de forma activa con el proyecto y de solicitar los permisos que se requiera para dar inicio al proyecto.
Social	Impacto comunitario	Afectación de la integridad física de los trabajadores y del público directa e indirectamente afectado por la obra.	Se presenta un aumento de la accidentalidad y un aumento de lesiones temporales y permanentes.	Advertir con antelación suficiente la presencia de un peligro, facilitando su identificación por medio de indicaciones precisas. Determinar el tipo de señalización de acuerdo con el lugar, acatando las normas legales existentes para los trabajos que se van a realizar y el impacto comunitario que aquellos pueden producir en la Ciudadanía.

Componente	Factor	Descripción del factor en el entorno del proyecto	¿Describa cómo incide en el proyecto?	¿Cómo potenciaría los efectos positivos y disminuiría los negativos?
				Crear conciencia de la necesidad de prevención y protección de las personas y brindarles los medios más prácticos y modernos para lograrlos.
Tecnológico	Redes de conexión	El proyecto por estar ubicado en una zona rural apartada presenta dificultades de acceso a Internet	Se afecta la capacidad de respuesta en la ocurrencia de eventos inesperados, al no disponer de las facilidades de comunicación adecuadas.	Se debe buscar con las empresas de comunicaciones la viabilidad de colocación de antenas repetidoras.
Legal	Trámites ambientales	Cumplimiento de la normatividad ambiental para la licencia ambiental del proyecto.	Se puede afectar con el no cumplimiento de la normatividad ambiental por contaminación del agua, Contaminación de acuíferos, Contaminación del aire, Aumento en decibeles de ruido, Perdida del suelo, Contaminación del suelo, Alteración uso actual del suelo, Afectación áreas sensibles ambientales, Afectación de la cobertura vegetal, Alteraciones actividades económicas y Afectación a la salud trabajadores.	Se debe presentar en un programa que incluya las acciones correctivas, preventivas y de mantenimiento para los vehículos, equipos, maquinaria y herramientas que se van a utilizar en el proyecto.
Ambiental	Hidrología	Caudal Promedio Anual: 2,30 m ³ /s, Creciente de 100 años: 329,70 m ³ /s.	Durante la etapa de construcción se pueden presentar lluvias torrenciales que afecten el normal desarrollo de las obras.	El manejo del agua superficial y la evacuación del agua subterránea se harán manteniendo los sistemas de drenaje y bombeo que se requieran para estabilizar los taludes.

Componente	Factor	Descripción del factor en el entorno del proyecto	¿Describa cómo incide en el proyecto?	¿Cómo potenciaría los efectos positivos y disminuiría los negativos?
Ambiental	Flora	Existe una profunda arborización, siguiendo el cañón de la quebrada Juan García. Adicionalmente se encuentran pastos para ganadería extensiva, pastos manejados, pastos enmalezados, cultivos permanentes y algunas zonas en rastrojo y pequeñas áreas de cultivo semestrales.	Es importante conservar y proteger la arborización del cañón de la Quebraba, pues fuera de su aporte hídrico, ayuda a proteger la zona durante las lluvias torrenciales.	Se deben realizar labores de conservación de la misma y que con el correr del tiempo poder configurar un corredor biótico (sendero ecológico), de gran valor paisajístico y ambiental.
Ambiental	Cultivos	Inadecuadas prácticas agropecuarias.	Se generan degradación de los suelos, contaminación de las corrientes naturales por el uso indiscriminado y sin control de agroquímicos, deforestación por la ampliación de la frontera agrícola, contaminación de las quebradas en general por la descarga de aguas residuales domésticas y residuos sólidos provenientes especialmente del cultivo del café.	Se debe propender con las entidades municipales, departamentales y nacionales por la capacitación a los propietarios de los cultivos aledaños a la cuenca en el manejo adecuado de las actividades agropecuarias.
Ambiental	Geología	Procesos erosivos.	Sobre la margen derecha de la quebrada aflora roca metamórfica tipo esquisto. Sobre la margen izquierda de la quebrada la formación geológica superficial corresponde a depósitos aluviales de	Donde los procesos erosivos puedan llevar a generar inestabilidades que pongan en peligro las obras del proyecto, se deben implementar actividades que protejan la cuenca.

Componente	Factor	Descripción del factor en el entorno del proyecto	¿Describa cómo incide en el proyecto?	¿Cómo potenciaría los efectos positivos y disminuiría los negativos?
			la quebrada Juan García compuestos por Bloques de roca y arenas.	
Ambiental	Atmosféricos	Incremento en los niveles de polvo y gases contaminantes.	La calidad atmosférica y paisajística del área de influencia del Proyecto, puede considerarse buena en sus condiciones actuales, pero la introducción de las obras superficiales y subterráneas, alterarán esa calidad en forma temporal o definitiva, debido a la operación de equipos, movimientos de tierra, talas y construcción de las obras civiles, que incrementarán los niveles actuales de material particulado, gases y polvo en la Atmósfera local.	Par mitigar estos efectos se debe realizar el riego con agua en todas las superficies de actuación durante la construcción, de modo que estas áreas mantengan el grado de humedad necesaria para evitar, en lo posible la producción de polvo y personal de la obra Así mismo, el Contratista deberá suministrar al personal de obra el correspondiente equipo de protección personal.

Categoría:	Fase:	Nivel de incidencia:
	I: Iniciación	Mn: Muy negativo
Político	P: Planificación	N: Negativo
Económico	Im: Implementación	I: Indiferente
Social	C: Control	P: Positivo
Tecnológico	Cr: Cierre	Mp: Muy positivo
Ambiental		

Fuente: (Emgea - Sedic S.A.- Ingenieros Consultores, 2010)

Apendice C. Análisis de valoración de riesgos.

PROYECTO	GERENCIA DEL PROYECTO		VALORACIÓN DE IMPACTO Y PROBABILIDAD									ESTIMADO DE COSTOS (\$COP)	DURACIÓN (DÍAS)
Diseño y construcción de la pequeña central Hidroeléctrica (PCH) Liborina I												\$ 10.477.834.395,00	540
CATEGORÍA	RIESGO	PERSONAS	DAÑOS A INSTALACIONES	AMBIENTAL	ECONÓMICOS (COSTOS)	TIEMPO	IMAGEN Y CLIENTES	OTROS	VALORACIÓN IMPACTO / PROBABILIDAD	VALORACIÓN GLOBAL	PLAN DE RESPUESTA	ACCIÓN DE TRATAMIENTO	
AMBIENTE	Explosión de equipos o combustibles almacenados	2B	3B	2B	3B	1B	2B	0	16	L	Mitigar	Semanalmente se debe realizar un seguimiento al programa para manejo de combustibles.	
AMBIENTE	Derrame de sustancias peligrosas en fuentes de agua	0	2C	3C	2C	2C	0	0	18	M	Mitigar	Quando se presenten derrames accidentales de combustible sobre el suelo, éste debe removerse inmediatamente. Si el volumen derramado es superior a 5 galones, debe retirarse el suelo y llevarlo al sitio de disposición final, donde se depositará en un lugar especial para darle adecuado tratamiento antes de reutilizarlo o para depositarlo allí definitivamente. La zona afectada debe ser restaurada de forma inmediata.	
AMBIENTE	Volcamiento de vehículos con equipos	2A	2A	1A	2A	1A	0	0	8	L	Mitigar	Se deberá comunicar previamente a los hospitales municipales adyacentes al emplazamiento de las labores de construcción y/o mantenimiento, para que estén preparados frente a cualquier accidente que pudiera ocurrir. La elección del centro de asistencia médica respectiva, responderá a la cercanía y gravedad del accidente.	
AMBIENTE	Desplome de puentes en carreteras de acceso	1A	2A	2A	3A	3A	0	0	15	L	Aceptar	Se deberá comunicar previamente a los hospitales de el municipio de Liborina para que estos estén preparados frente a cualquier accidente que pudiera ocurrir para cada uno de los tipos de contingencias que pueden presentarse durante las labores de construcción y/o operación de la PCH, se debe plantear procedimiento.	
AMBIENTE	Incendio en casa de Máquinas	3A	3A	2A	4A	4A	2A	0	20	M	Eliminar	La unidad de contingencia deberá contar con lo siguiente: • Personal capacitado en primeros auxilios • Unidades móviles de desplazamiento rápido • Equipo de telecomunicaciones • Equipos de auxilios paramédicos • Equipos contra incendios	

PROYECTO	Diseño y construcción de la pequeña central Hidroeléctrica (PCH) Liborina I	GERENCIA DEL PROYECTO	VALORACIÓN DE IMPACTO Y PROBABILIDAD								PLAN DE TRATAMIENTO A LOS RIESGOS			
			PERSONAS	DAÑOS A INSTALACIONES	AMBIENTAL	ECONÓMICOS (COSTOS)	TIEMPO	IMAGEN Y CLIENTES	OTROS	VALORACIÓN IMPACTO / PROBABILIDAD	VALORACIÓN GLOBAL	PLAN DE RESPUESTA	ACCIÓN DE TRATAMIENTO	
													ESTIMADO DE COSTOS (\$COP)	\$ 10.477.834.395,00
													DURACIÓN (DÍAS)	540
AMBIENTE	Erosión por fuga en la conducción	0	1B	3B	2B	2B	3B	0	16	L	Mitigar	Promover las medidas tendientes al manejo de la estabilidad de laderas y al control de la erosión. Para el talud erosionado, se recomienda la revegetalización por medio de empadrización:		
AMBIENTE	Atentado terrorista en infraestructura o contra el personal	1B	4B	2B	3B	3B	1B	0	21	M	Aceptar	Se deberá comunicar previamente a los hospitales de el municipio de Liborina para que estos estén preparados frente a cualquier accidente que pudiera ocurrir para cada uno de los tipos de contingencias que pueden presentarse durante las labores de construcción y/o operación de la PCH .		
AMBIENTE	Inundación por crecientes de La quebrada Juan García.	2B	4B	3B	3B	2B	0	0	21	M	Mitigar	garantizar protección adecuada de la infraestructura a construir con el fin de que la vulnerabilidad a eventos torrenciales sea mínima por tal motivo se realizaran comités semestralmente, donde se congregaran trabajadores de la PCH y comunidad circundante, con el fin de programar actividades de retiro de escombros, deslizamientos y residuos que afecten el cauce		
AMBIENTE	Deslizamiento de taludes	2C	2C	2C	1C	2C	0	0	13	L	Mitigar	Identificar y señalar las áreas susceptibles de deslizamientos y la ruta posible de dirección de éstos y establecer los mecanismos de comunicación del peligro de los pobladores y áreas que puedan ser afectadas a fin de ser evacuadas a lugares seguros predeterminados		
AMBIENTE	Incendios forestales	1B	1B	1B	2B	2B	0	0	12	L	Mitigar	La unidad de contingencia deberá contar con lo siguiente: <ul style="list-style-type: none"> Personal capacitado en primeros auxilios Unidades móviles de desplazamiento rápido Equipo de telecomunicaciones Equipos de auxilios paramédicos Equipos contra incendios Unidades para movimiento de tierras 		
AMBIENTE	Movimiento sísmico de gran magnitud	2A	3A	2A	3A	3A	0	0	15	L	Mitigar	Se deberá comunicará a los hospitales de el municipio de Liborina para que estos estén preparados frente a la ocurrencia de un sismo		

Fuente: Construcción del autor

Apendice D. Entradas y salidas de las diferentes etapas.

ENTRADAS	ETAPAS	SALIDAS
Energía	ESTUDIOS Y DISEÑOS	Calor
Papel		Residuos reutilizables
Tinta		Residuos peligrosos
Agua		Vertimientos
Combustible		Emisiones
Equipos de perforación		Residuos peligrosos y emisiones
Brocas		Residuos peligrosos
Bolsas plásticas		Residuos especiales y reutilizables
Frascos de vidrio		Residuos reutilizables
Marcadores		Residuos especiales y peligrosos
Comida		Residuos orgánicos e inorgánicos
Baterías de cámaras y GPS		Residuos peligrosos
Equipos de comunicación		Residuos peligrosos
Equipos de computo		Residuos peligrosos y emisiones
Dotaciones		Residuos peligrosos y emisiones
Energía	CONSTRUCCIÓN	Calor
Papel		Residuos reutilizables
Tinta		Residuos peligrosos
Agua		Vertimientos
Cemento		Residuos peligrosos
Materiales pétreos		Residuos especiales y emisiones
Combustible		Emisiones
Aceros		Residuos peligrosos
Cables eléctricos		Residuos peligrosos
Tuberías PVC		Residuos peligrosos
Caucho		Residuos reutilizables
Aceites		Residuos peligrosos
Baterías de vehículos		Residuos peligrosos
Pinturas		Residuos peligrosos
Asfalto		Residuos peligrosos
Madera		Residuos orgánicos y emisiones
Plásticos		Residuos especiales y reutilizables
Frascos de vidrio		Residuos reutilizables
Sustancias químicas		Residuos especiales y peligrosos
Marcadores		Residuos especiales y peligrosos
Comida	Residuos orgánicos e inorgánicos	
Baterías de cámaras y GPS	Residuos peligrosos	
Equipos de comunicación	Residuos peligrosos	

ENTRADAS	ETAPAS	SALIDAS
Equipos de computo	OPERACIÓN	Residuos peligrosos y emisiones
Dotaciones		Residuos peligrosos y emisiones
Energía		Calor
Papel		Residuos reutilizables
Tinta		Residuos peligrosos
Agua		Vertimientos
Combustible		Emisiones
Equipos de perforación		Residuos peligrosos y emisiones
Comida		Residuos orgánicos e inorgánicos
Baterías de cámaras		Residuos peligrosos
Equipos de comunicación		Residuos peligrosos
Equipos de computo		Residuos peligrosos y emisiones
Dotaciones		Residuos peligrosos y emisiones
Madera		Residuos orgánicos y emisiones
Pinturas		Residuos peligrosos
Madera		Residuos orgánicos y emisiones
Escombros		CIERRE
Aceros	Residuos reutilizables	
Escombros eléctricos	Residuos peligrosos	
Plásticos	Residuos especiales y reutilizables	

Fuente: Construcción del autor.

Apendice E. Estrategias de mitigación de impacto ambiental.

Nombre de la estrategia	Principales actividades de la estrategia	Objetivo	Meta
Disminución de la huella de Carbono	Reducción de distancias de acarreos de materiales durante la construcción (440,46 Ton CO ₂ eq/18 meses) en un 25%	Reducir el consumo de combustible en los equipos de acarreos de materiales en el proyecto, elaborando un plan de optimización de transportes de materiales	Disminuir la huella de Carbono durante la construcción de 440,46 Ton CO ₂ eq/18 meses a 330,35 Ton CO ₂ eq/18 meses)
Disminución de la huella de Carbono	Reducción del traslado del personal desde y hacia el proyecto durante su construcción (65,76 Ton CO ₂ eq/18 meses) en un 30%	Reducir el consumo de combustible en los vehículos de transporte de personal hacia y desde el proyecto durante la etapa de construcción, ubicando los campamentos cerca del proyecto y maximizando la utilización del personal de la región	Disminuir la huella de Carbono durante la construcción de 65,76 Ton CO ₂ eq/18 meses a 46,03 Ton CO ₂ eq/18 meses)
Reducción del impacto ambiental producido por la generación, transmisión y distribución de energía eléctrica	Disminuir el consumo y desperdicio de energía eléctrica en la etapa de operación del proyecto (17,47 Ton CO ₂ eq) en un 25%	Reducir el impacto ambiental producido por la generación, transmisión y distribución de energía eléctrica, al disminuirse el consumo y desperdicio, implementando la iluminación artificial diurna	Disminuir el consumo y desperdicio de energía eléctrica en la etapa de operación del proyecto de 17,47 Ton CO ₂ eq a 13,10 Ton CO ₂ eq
Disminución de la huella de Carbono	Reducción del traslado del personal desde y hacia el proyecto durante su operación (889,04 Ton CO ₂ eq/20 años) en un 30%	Reducir el consumo de combustible en los vehículos de transporte de personal hacia y desde el proyecto durante la etapa de operación, ubicando el campamento lo más cerca posible de la casa de máquinas	Disminuir la huella de Carbono durante la operación de 889,04 Ton CO ₂ eq/20 años a 622,33 Ton CO ₂ eq/20 años)
Disminución en la generación de escombros y	Reducción del traslado y disposición final del material de	Reducir el traslado del material de escombros y residuos sólidos,	Disminuir la generación de escombros y los residuos sólidos de 25 m ³ /1.500 m ² a 15 m ³ /1.500 m ²

Nombre de la estrategia	Principales actividades de la estrategia	Objetivo	Meta
residuos sólidos	escombros y de residuos sólidos (25 m3/1.500 m2 construidos)	clasificándolos y reutilizándolos al máximo para minimizar la generación de escombros y residuos sólidos	Para el control del ruido, se mantendrá el equipo automotor y la maquinaria en perfecto estado de mantenimiento, con las revisiones periódicas recomendadas por los técnicos y las entidades Competentes, procurando tener los motores en buenas condiciones de operación de tal forma que no se produzcan excesivo ruido, en caso contrario, serán dotados de adecuados sistemas de silenciamiento a fin de cumplir la norma ambiental del ruido
Disminución en la generación de ruido	Reducir la emisión de fuentes de ruido innecesarias	Reducir la generación de ruido de los equipos mecánicos como volquetas, tractores, cargadores, Motoniveladoras, motosierras, etc.	Para el control del ruido, se mantendrá el equipo automotor y la maquinaria en perfecto estado de mantenimiento, con las revisiones periódicas recomendadas por los técnicos y las entidades Competentes, procurando tener los motores en buenas condiciones de operación de tal forma que no se produzcan excesivo ruido, en caso contrario, serán dotados de adecuados sistemas de silenciamiento a fin de cumplir la norma ambiental del ruido

Fuente: Construcción del autor.

Apendice F. Acta de Constitución (Project Charter)

ACTA DE CONSTITUCIÓN DEL PROYECTO

Versión 1.0

PROYECTO: Realizar el planeamiento del proyecto "Diseño y construcción de la pequeña central Hidroeléctrica (PCH) Liborina I"

PATROCINADOR: Gobernación de Antioquia – Emgea S.A.

PREPARADO POR:	Jorge Alberto Romero Contreras - Estudiante	FECHA	28	03	2017
	Oscar Adrian Moreno Pulgarín - Estudiante				

REVISADO POR:	Iván Correa Calderón – gerente - Emgea	FECHA	30	03	2017
---------------	----------------------------------------	-------	----	----	------

APROBADO POR:	Iván Correa Calderón – gerente - Emgea	FECHA	02	04	2017
---------------	----------------------------------------	-------	----	----	------

REVISIÓN	DESCRIPCIÓN	FECHA
01	Preparación del Acta de constitución (Jorge A. Romero C. – Oscar A. Moreno P.)	28 03 2017

BREVE DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO O SERVICIO DEL PROYECTO

Este proyecto busca presentar la viabilidad de generación de energía eléctrica con el diseño y construcción de la PCH en la Quebrada Juan García en el Municipio de Liborina del Departamento de Antioquia, con la cual se puedan crear beneficios tanto sociales como económicos a la comunidad de la zona de influencia.

ALINEAMIENTO DEL PROYECTO

1. OBJETIVOS ORGANIZACIÓN	ESTRATEGICOS	DE	LA	2. PROPOSITO DEL PROYECTO
---------------------------	--------------	----	----	---------------------------

1.1 Asesorar, promover, desarrollar, operar y comercializar proyectos de generación de energía eléctrica, con responsabilidad social y ambiental, crecimiento económico y participación de los municipios, inversionistas privados y demás grupos de interés.

1.2 Propender por crear nuevos productos, nuevos servicios, nuevos proyectos (no cualquiera ni a cualquier precio ni con cualquier riesgo).

1.3 Animar a crear una cartera de nuevos proyectos alineados con la estrategia de la organización, que le permitan seguir creciendo.

Convertir a Emgea en el año 2020 en la empresa líder en Colombia en la promoción y desarrollo de pequeñas centrales hidroeléctricas (PCH's) y un actor importante en la asesoría, operación y comercialización de energía eléctrica en el país.

3. OBJETIVOS DEL PROYECTO

3.1 OBJETIVO GENERAL

3.1.1 Realizar el aprovechamiento de la cabeza de energía hidráulica del agua de la Quebrada Juan García, ubicada en el Municipio de Liborina al occidente del Departamento de Antioquia, con la generación de 4.900 kW, mediante la construcción de una presa a filo de agua, que representará Ingresos económicos por venta de energía, mejorando la calidad de vida de las personas de la zona de influencia, contribuyendo en el cubrimiento de la demanda de energía a nivel nacional y disminuyendo los gases de efecto invernadero, por ser energía limpia.

3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

3.2.1 Definir el sitio específico para el aprovechamiento de la cabeza hidráulica de la Quebrada Juan García, buscando optimizar su ubicación para maximizar la potencia hidráulica a obtener.

3.2.2 Realizar unos estudios técnicos eficientes que permitan minimizar los costos del proyecto haciendo viable su ejecución.

3.2.3 Elaborar un estudio económico detallado que establezca la viabilidad técnica y financiera del proyecto.

3.2.4 Determinar los beneficios al interior de la organización con la construcción de la PCH, proyectando la posible demanda a satisfacer.

3.5 Establecer las ventajas competitivas generadas con la construcción de la PCH.

4. FACTORES CRITICOS DE ÉXITO DEL PROYECTO

4.1 Adquisición de todos los permisos de ley para la ejecución de las obras.

4.2 Adquisición de predios necesarios para acceder a las obras y para su construcción.

4.3 Climatología en los promedios históricos durante la construcción para entrega de las obras en el plazo pactado.

4.4 Recursos económicos asegurados para iniciar la construcción de la PCH.

4.5 Personal necesario para la construcción de la PCH a conseguir en la zona de influencia del proyecto.

4.6 Valor en bolsa de energía del kW/h generado VS el costo del proyecto, viabilice el proyecto.

5. REQUERIMIENTOS DE ALTO NIVEL

5.1 Vida útil de la PCH Liborina I mínimo por 50 años.

5.2 Capacidad instalada de 4,90 kW.

 EXTENSIÓN Y ALCANCE DEL PROYECTO

6. FASES DEL PROYECTO

7. PRINCIPALES ENTREGABLES

FASE I: Gestión del proyecto

Proceso de iniciación:
 Gestión de integración:
 Acta de constitución del proyecto
 Gestión de comunicaciones:
 Registro de interesados

Proceso de planificación:
 Gestión de integración:
 Plan para la dirección del proyecto
 Gestión del alcance:
 Plan de gestión del alcance
 Plan de gestión de requisitos
 Declaración de alcance del proyecto
 Estructura de desglose del trabajo - EDT
 Diccionario de la estructura de desglose del trabajo
 Gestión de tiempo:
 Plan de gestión del tiempo
 Matriz de asignación de responsabilidades
 Requerimiento de recursos del proyecto
 Estimación de tiempos de los entregables
 Cronograma del proyecto
 Documento de hitos

 EXTENSIÓN Y ALCANCE DEL PROYECTO

6. FASES DEL PROYECTO

7. PRINCIPALES ENTREGABLES

FASE I: Gestión del proyecto

Gestión de costos:
 Plan de gestión del costo
 Estimación de costos
 Presupuesto del proyecto
 Gestión de calidad:
 Plan de gestión de calidad
 Gestión de RRHH:
 Plan de gestión del personal
 Gestión de comunicación:
 Plan de gestión de comunicaciones
 Gestión de riesgos:
 Plan de gestión de riesgos
 Categorización de los riesgos en el proyecto
 Identificación de riesgos – Análisis FODA
 Identificación de riesgos – Tormenta de ideas
 Plan de respuesta de riesgos
 Gestión de adquisiciones:
 Plan de gestión de adquisiciones

EXTENSIÓN Y ALCANCE DEL PROYECTO

6. FASES DEL PROYECTO	7. PRINCIPALES ENTREGABLES
<p>FASE I: Gestión del proyecto</p>	<p>Proceso de Ejecución: Gestión de calidad: Normas de calidad Procedimientos de aseguramiento de la calidad de los entregables Gestión de RRHH: Matriz de asignación de responsabilidades (RAM) Desarrollo del equipo del proyecto Organigrama del equipo del proyecto Gestión de comunicación: Índice del archivo del proyecto Gestión de adquisiciones: Enunciado del trabajo Modelo de contrato</p> <p>Proceso de seguimiento y control: Gestión de calidad: Lista de verificación de entregables Acciones preventivas y correctivas Gestión de comunicación: Relación de informes del proyecto Relación de informes de rendimiento Relación de entregables terminados Informe de rendimientos de los indicadores de gestión Relación de requerimientos de cambio que fueron atendidos</p> <p>Proceso de cierre: Actas formales entregables</p>

EXTENSIÓN Y ALCANCE DEL PROYECTO

6. FASES DEL PROYECTO	7. PRINCIPALES ENTREGABLES
FASE II: Diseño	Estudios: Topográficos Geotécnicos Hidrológicos Ambientales Diseños y planos aprobados: Estructurales Hidrosanitarios Eléctricos Mecánicos Sistemas auxiliares Sistema de control y protección Viales
FASE III: Requerimientos y adquisiciones	Equipos adquiridos: Instrumentación de campo Turbinas Generadores Transformadores Hardware y software del sistema Servicios adquiridos: Servicios de programación Servicios de montajes electromecánicos Servicios de tendido de red (fibra óptica, Ethernet) Planos: Planos de distribución de tableros Planos de acondicionamiento eléctrico para generadores
FASE IV: Implementación	Tableros, instrumentos, turbinas, generadores, válvulas, monitores LCD Software instalado y configurado en sala de control Tendido de fibra óptica y Ethernet Tendido eléctrico desde instrumentos de campo

EXTENSIÓN Y ALCANCE DEL PROYECTO

6. FASES DEL PROYECTO	7. PRINCIPALES ENTREGABLES
FASE V: Arranque del sistema	Comisionamiento: Pruebas de comunicación aprobadas Pruebas de punto a punto de todos los equipos Puesta en marcha: Pruebas de las estrategias de control, enclavamientos, y secuenciamientos de control Pruebas de eficiencia y desempeño de las unidades Operación asistida
FASE VI: Término de obra	Informe de pruebas del sistema de control aprobado Planos eléctricos finales del montaje de instrumentación y acondicionamiento de equipos Entregas de dossiers de montaje Informe de monitoreo del primer mes de operación

8. INTERESADOS CLAVE

- 8.1 Junta directiva
- 8.2 Presidente de la empresa
- 8.3 Gerente del proyecto
- 8.4 Supervisores y operadores de la PCH
- 8.5 Proveedores de equipos eléctricos, electrónicos y mecánicos
- 8.6 Equipo del proyecto

9. RIESGOS

- 9.1 Demora en el proceso de adquisición
- 9.2 Demora en la entrega de los equipos
- 9.3 Problemas de financiamiento del patrocinador
- 9.4 Problemas en la capacitación del personal
- 9.5 Demora en la entrega de las obras civiles por mal tiempo

10. HITOS PRINCIPALES DEL PROYECTO	
10.1	Aprobación de los diseños: 3-11-2016
10.2	Orden de inicio: 3-02-2017
10.3	Importación de equipos: 30-07-2017
10.4	Acceso a casa de máquinas: 11-07-2017
10.5	Recibo de obras: 12-01-2019
11. PRESUPUESTO DEL PROYECTO	
11.1	El costo del proyecto es de \$11,865,106,573 y será asumido en un 100% por el patrocinador (Alta dirección – Emgea)

Apendice G. Presupuesto por actividades

NOMBRE DE LA TAREA	COSTO TOTAL
DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE LA PEQUEÑA CENTRAL HIDROELÉCTRICA (PCH) LIBORINA I	\$ 10,776,220,100.00
Dirección del proyecto	\$ 25,476,930.00
Planificación	\$ 25,476,930.00
Alcance	\$ 1,384,596.00
EDT	\$ 346,149.00
Enunciado del alcance	\$ 346,149.00
Diccionario EDT	\$ 692,298.00
Tiempo	\$ 8,792,334.00
Actividades	\$ 484,614.00
Recursos	\$ 3,115,395.00
Cronograma	\$ 5,192,325.00
Costo	\$ 15,300,000.00
Estimar costos	\$ 7,200,000.00
Definir Presupuesto	\$ 4,500,000.00
Controlar costos	\$ 3,600,000.00
Estudios y Diseños	\$ 240,230,745.00
Estudios	\$ 152,999,955.00
Topográficos	\$ 31,015,215.00
Geotécnicos	\$ 58,984,740.00
Hidrológicos	\$ 18,000,000.00
Ambientales	\$ 45,000,000.00
Diseños	\$ 87,230,790.00
Estructurales	\$ 27,000,000.00
Hidrosanitarios	\$ 12,461,580.00
Eléctricos	\$ 10,384,740.00
Mecánicos	\$ 24,922,890.00
Viales	\$ 12,461,580.00
Fin de estudios y diseños	\$ 0.00
Procuración	\$ 32,884,470.00
Pliego de licitación	\$ 5,192,235.00
Presupuesto oficial	\$ 3,461,490.00
Especificaciones Técnicas	\$ 8,307,720.00
Programa oficial	\$ 5,192,235.00

NOMBRE DE LA TAREA	COSTO TOTAL
Apertura licitación	\$ 0.00
Entrega de ofertas	\$ 8,307,720.00
Adjudicación y firma de contrato	\$ 2,423,070.00
Orden de inicio	\$ 0.00
Construcción	\$ 10,477,627,955.00
Obras de derivación	\$ 2,422,472,350.00
Presa y vertedero	\$ 1,290,553,680.00
Tanque desgravador	\$ 469,315,260.00
Canal de aducción	\$ 307,315,260.00
Tanque desarenador	\$ 160,972,890.00
Tanque de carga	\$ 194,315,260.00
Obras de conducción	\$ 4,029,644,160.00
Tubería de presión	\$ 3,853,728,900.00
Cruce en puente Metálico	\$ 74,630,520.00
Cruces subterráneos Quebradas	\$ 101,284,740.00
Obras de casa de máquinas	\$ 3,012,296,455.00
Casa de máquinas	\$ 2,191,185,613.00
Unidades generadoras	\$ 1,125,505,200.00
Sala de montaje	\$ 609,152,600.00
Equipos eléctricos	\$ 117,929,433.00
Cuarto de control	\$ 94,476,300.00
Cuarto de baterías	\$ 99,261,040.00
Oficina y almacén	\$ 144,861,040.00
Unidades de generación	\$ 821,110,842.00
Turbinas	\$ 385,123,587.00
Generador	\$ 435,987,255.00
Obras de descarga	\$ 440,953,680.00
Conductos de salida	\$ 163,200,000.00
Colector de Descarga	\$ 102,000,000.00
Estructura de salida	\$ 175,753,680.00
Obras de infraestructura	\$ 491,261,040.00
Vía de acceso a casa de máquinas	\$ 491,261,040.00
Entrega y puesta en marcha	\$ 81,000,270.00
Recibo de obras	\$ 31,153,950.00
Entrega de informes finales	\$ 18,692,370.00

NOMBRE DE LA TAREA	COSTO TOTAL
Liquidación de contratos	\$ 31,153,950.00
Fin del proyecto	\$ 0.00

Fuente: Construcción del autor.

Matriz de roles y funciones en el proyecto Diseño y Construcción de PCH Liborina I		E: Ejecuta, P: Participa, C: Coordina, R: Revisa, A: Autoriza									
		Patrocinador del proyecto	Gestor del proyecto	Gerente del proyecto	Coordinador de diseños	Director de construcción	Coordinador administrativo y financiero	Ingenieros de obra	Auxiliares	Técnicos	Maestros
1,4	Construcción	R	R								
1.4.1	Obras de derivación										
1.4.1.1	Presa y vertedero			C		C/R	R	P	E	E	E
1.4.1.2	Tanque desgravador			C		C/R	R	P	E	E	E
1.4.1.3	Canal de aducción			C		C/R	R	P	E	E	E
1.4.1.4	Tanque desarenador			C		C/R	R	P	E	E	E
1.4.1.5	Tanque de carga			C		C/R	R	P	E	E	E
1.4.2	Obras de conducción										
1.4.2.1	Tubería de presión			C		C/R	R	P	E	E	E
1.4.2.2	Cruce en Pte Metálico			C		C/R	R	P	E	E	E
1.4.2.3	Cruces subterráneos Quebradas			C		C/R	R	P	E	E	E
1.4.3	Obras de casa de máquinas										
1.4.3.1	Casa de máquinas										
1.4.3.1.1	Unidades generadoras			C		C/R	R	P	E	E	E
1.4.3.1.2	Sala de montaje			C		C/R	R	P	E	E	E
1.4.3.2	Equipos eléctricos			C		C/R	R	P	E	E	E
1.4.3.3	Cuarto de control			C		C/R	R	P	E	E	E
1.4.3.4	Cuarto de baterías			C		C/R	R	P	E	E	E
1.4.3.5	Oficina y almacén			C		C/R	R	P	E	E	E
1.4.4	Unidades de generación										
1.4.4.1	Turbinas			C		C/R	R	P	E	E	E
1.4.4.2	Generador			C		C/R	R	P	E	E	E
1.4.5	Obras de descarga										
1.4.5.1	Conductos de salida			C		C/R	R	P	E	E	E
1.4.5.2	Colector de Descarga			C		C/R	R	P	E	E	E
1.4.5.3	Estructura de salida			C		C/R	R	P	E	E	E
1.4.6	Obras de infraestructura										
1.4.6.1	Vía de acceso a casa de máquinas			C		C/R	R	P	E	E	E
1,5	Entrega y puesta en marcha	A	R/A								
1.5.1	Recibo de obras			C		C/R		P	E		
1.5.2	Entrega de informes finales			C		C/R		E	E		
1.5.3	Liquidación de contratos			C		C/R	P	E	E		
1.5.4	Fin del proyecto			C		C/R					

Fuente: Construcción del autor.

Apendice I. Análisis de riesgos del proyecto.

MATRIZ DE ANÁLISIS CUANTITATIVO							ANÁLISIS CUANTITATIVO		
No.	Riesgo	Tipo de riesgo	Cat. de riesgo	Prob.	Imp.	Pxi	Riesgo inicial	Vr. Riesgo	Vr. Monetario esperado
1	Debido al incremento del valor dólar pueden ocurrir cambios en el precio de la maquinaria que provocarían sobrecostos al proyecto	Negativo	Externo	0,5	0.4	0.12	Medio	25.000.000	\$ 12.500.000
2	Debido a Inestabilidad en el terreno al momento de construir las obras, pueden ocurrir deslizamientos que provocarían la construcción de obras extras y sobrecostos	Negativo	Técnico	0,5	0.4	0.12	Medio	50.000.000	\$ 25.000.000
3	Debido a inexperiencia o laxitud en la aplicación de las normas de seguridad pueden ocurrir accidentes Laborales, que provocarían demandas y pagos de incapacidad temporales o definitivas	Negativo	Organización	0,7	0.1	0.07	Medio	20.000.000	\$ 14.000.000
4	Debido a la mala operación de la maquinaria puede ocurrir el daño parcial o total de la maquinaria y equipo utilizado para realizar las excavaciones, lo que provocaría la disminución de rendimientos y el aumento de plazos parciales	Negativo	Técnico	0,7	0.4	0.2	Alto	40.000.000	\$ 28.000.000
5	Debido a la ocupación de la zona de la Quebrada Juan García por el proyecto puede ocurrir que este podría ir en contra de las creencias de minorías étnicas, lo que provocaría afectaciones socioambientales.	Negativo	Organización	0,5	0.25	0.025	Bajo	5.000.000	\$ 2.500.000
6	Debido a el encuentro de mejores condiciones geológicas y geotécnicas durante la ejecución del proyecto que las estimadas inicialmente, puede ocurrir una disminución de las cantidades de obra ejecutada, lo que provocaría ahorros en la inversión del proyecto	Positivo	Técnico	0,5	0.8	0.24	Alto	200.000.000	\$ 100.000.000
7	Debido a rendimientos mayores a los estimados inicialmente en la programación del proyecto, podrían ocurrir adelantos en las actividades del programa de obra, lo que provocaría la entrega anticipada del proyecto, adelantando la entrada en operación de la central	Positivo	Técnico	0,5	0.8	0.24	Alto	100.000.000	\$ 50.000.000
8	Debido a épocas invernales, podrían ocurrir tormentas tropicales, que provocarían daños a las obras exteriores	Negativo	Externo	0,7	0.1	0.05	Bajo	25.000.000	\$ 17.500.000

MATRIZ DE ANÁLISIS CUANTITATIVO							ANÁLISIS CUANTITATIVO		
No.	Riesgo	Tipo de riesgo	Cat. de riesgo	Prob.	Imp.	Pxi	Riesgo inicial	Vr. Riesgo	Vr. Monetario esperado
9	Debido a retrasos por parte de los proveedores de equipos para la central, podrían ocurrir retrasos en la recepción de la maquinaria, que provocaría retrasos en el inicio de actividades con afectación de rendimientos	Negativo	Dirección	0,5	0.8	0.08	Medio	40.000.000	\$ 20.000.000
10	Debido a desinformación o mala publicidad podría ocurrir resistencia de los Involucrados al desarrollo del proyecto, que provocaría afectaciones socioambientales	Negativo	Organización	0,5	0.4	0.12	Medio	10.000.000	\$ 5.000.000
11	Debido a la mala ubicación del proyecto en la etapa de factibilidad podrían ocurrir costos muy altos que provocarían el no inicio de la construcción del proyecto	Negativo	Técnico	0,5	0.8	0.08	Medio	45.000.000	\$ 22.500.000
12	Debido a un rediseño del proyecto podrían ocurrir cambios en el alcance del proyecto, que provocaría la no entrega del proyecto	Negativo	Dirección	0,7	0.8	0.08	Medio	75.000.000	\$ 52.500.000
13	Debido a modificaciones en las leyes e impuestos podrían ocurrir reformas en el marco normativo que afectasen el proyecto, que provocarían sobrecostos por ingresar el proyecto al nuevo marco normativo	Negativo	Externo	0,5	0.4	0.04	Bajo	30.000.000	\$ 15.000.000
14	Debido al robo u otros factores externos podría ocurrir la pérdida de material o maquinaria clave para el desarrollo del proyecto, que provocaría retrasos y sobrecostos en la entrega del proyecto	Negativo	Organización	0,5	0.8	0.08	Medio	20.000.000	\$ 10.000.000
15	Debido a que el proyecto se encuentra en una zona de actividad sísmica baja, podría ocurrir un sismo, que provocaría sobrecostos por reparaciones y obras extras	Negativo	Externo	0,5	0.25	0.025	Bajo	15.000.000	\$ 7.500.000
16	Debido a demoras en las apropiaciones presupuestales por parte de los socios del proyecto, podría ocurrir demoras en el desembolso del dinero solicitado para el desarrollo del proyecto, que provocaría afectaciones en la entrega en el tiempo estimado del proyecto	Negativo	Organización	0,5	0.8	0.08	Medio	25.000.000	\$ 12.500.000
17	Debido a que el mercado de energía es fluctuante, podría ocurrir que el Valor del KWh en la bolsa de energía fuera mayor al estimado en la factibilidad del proyecto, que provocaría mayores ingresos y menor tiempo de recuperación de la inversión en el proyecto	Positivo	Externo	0,5	0.4	0.12	Medio	150.000.000	\$ 75.000.000

MATRIZ DE ANÁLISIS CUANTITATIVO							ANÁLISIS CUANTITATIVO		
No.	Riesgo	Tipo de riesgo	Cat. de riesgo	Prob.	Imp.	Pxi	Riesgo inicial	Vr. Riesgo	Vr. Monetario esperado
18	Debido a condicionamientos y exigencias por parte de las autoridades ambientales, podría ocurrir demoras en la asignación de licencias y permisos, lo que provocaría afectaciones ambientales y retrasos en el inicio de actividades del proyecto	Negativo	Dirección	0,5	0.8	0.24	Alto	55.000.000	\$ 27.500.000
19	Debido a la ejecución de las obras, podría ocurrir el hallazgo de material arqueológico, que provocaría retrasos en el inicio de actividades afectando los rendimientos	Negativo	Dirección	0,5	0.25	0.025	Bajo	18.000.000	\$ 9.000.000
20	Debido a la ubicación del proyecto en una zona tropical húmeda, podría ocurrir el contagio de enfermedades tropicales, que provocaría afectaciones sociales y de rendimientos de actividades	Negativo	Organización	0,7	0.1	0.05	Bajo	12.000.000	\$ 8.400.000
21	Debido a descuido o laxitud en la aplicación de las normas de seguridad, podría ocurrir un incendio, que provocaría suspensión de actividades, afectando rendimientos y generando obras extras	Negativo	Dirección	0,5	0.25	0.025	Bajo	35.000.000	\$ 17.500.000
22	Debido a la ubicación del proyecto en una zona tropical, podría ocurrir tormentas eléctricas, que provocarían suspensión de actividades, afectando rendimientos y generando obras extras	Negativo	Externo	0,7	0.1	0.05	Bajo	30.000.000	\$ 21.000.000
23	Debido a los diferentes factores externos, podría ocurrir la modificación del clima de la región, lo que provocaría la presencia de un clima desfavorable para la ejecución de las obras	Negativo	Externo	0,55	0.1	0.03	Bajo	22.000.000	\$ 12.100.000

Fuente: Construcción del autor.

Apendice J. Matriz de riesgos.

Matriz de análisis cuantitativo							Análisis cuantitativo			Plan de respuesta						
No.	Riesgo	Ti p o	Categ.	Prob.	Impac t.	Pxi	Ries g. Inic.	Vr. Riesg.	Vr. Esper.	Estrat. De resp.	Plan de resp.	Vr. Plan de resp.	Prob t. Fin.	Impac t. Fin.	Ries g. Fin.	Pxi
1	Debido al incremento del valor dólar pueden ocurrir cambios en el precio de la maquinaria que provocarían sobrecostos al proyecto	Neg	Externo	0,5	0.4	0.12	Medio	\$ 25,000,000	\$ 12.500.000	Aceptar	Se reconoce el riesgo y solo se tomarán medidas si se materializa el riesgo	\$ -	0.3	0.4	Medio	0.12
2	Debido a inestabilidad en el terreno al momento de construir las obras, pueden ocurrir deslizamientos que provocarían la construcción de obras extras y sobrecostos	Neg	Técnico	0,5	0.4	0.12	Medio	\$ 50,000,000	\$ 25.000.000	Mitigar	Se debe realizar el tratamiento de las zonas inestables	\$ 10,000,000	0.1	0.1	Muy bajo	0.01
3	Debido a inexperiencia o	Neg	Organización	0,7	0.1	0.07	Medio	\$ 20,000,000	\$ 14.000.000	Mitigar	Se debe invertir en	\$ 2,000,000	0.3	0.1	Bajo	0.03

Matriz de análisis cuantitativo			Análisis cuantitativo				Plan de respuesta									
No	Riesgo	Ti p o	Categ.	Prob	Impac t.	Pxi	Ries g. Inic.	Vr. Riesg.	Vr. Esper.	Estrat. De resp.	Plan de resp.	Vr. Plan de resp.	Prob . Fin.	Impac t. Fin.	Ries g. Fin.	Pxi
	laxitud en la aplicación de las normas de seguridad pueden ocurrir accidentes laborales, que provocarían demandas y pagos de incapacidad temporales o definitivas							0	0		mayor seguridad y capacitaciones	0				
4	Debido a la mala operación de la maquinaria puede ocurrir el daño parcial o total de la maquinaria y equipo utilizado para realizar las excavaciones, lo que	Neg	Técnico	0,7	0.4	0.2	Alto	\$ 40,000,00 0	\$ 28.000.00 0	Mitigar	Se debe invertir en controles estrictos a los operadores y en capacitaciones	\$ 3,000,00 0	0.3	0.25	Medio	0.07 5

Matriz de análisis cuantitativo			Análisis cuantitativo				Plan de respuesta									
No	Riesgo	Ti p o	Categ.	Prob	Impac t.	Pxi	Ries g. Inic.	Vr. Riesg.	Vr. Esper.	Estrat. De resp.	Plan de resp.	Vr. Plan de resp.	Prob . Fin.	Impac t. Fin.	Ries g. Fin.	Pxi
	provocaría la disminución de rendimientos y el aumento de plazos parciales															
5	Debido a la ocupación de la zona de la quebrada Juan García por el proyecto puede ocurrir que este podría ir en contra de las creencias de minorías étnicas, lo que provocaría afectaciones socio-ambientales.	Neg	Organiz.	0,5	0.25	0.025	Bajo	\$ 5,000,000	\$ 2.500.000	Mitigar	Se debe implementar programas de capacitación a la comunidad en actividades útiles al proyecto	\$ 300,000	0.1	0.1	Muy bajo	0.01
6	Debido a el encuentro de mejores condiciones	Pos	Técnico	0,5	0.8	0.24	Alto	\$ 200,000,00	\$ 100.000.00	Explotar	Se debe asegurar que una vez se presente la	\$ 2,000,000	0.5	0.8	Muy alto	0.4

No	Matriz de análisis cuantitativo			Análisis cuantitativo				Plan de respuesta								
	Riesgo	Ti p o	Categ.	Prob .	Impac t.	Pxi	Ries g. Inic.	Vr. Riesg.	Vr. Esper. .	Estrat. De resp.	Plan de resp.	Vr. Plan de resp.	Prob . Fin.	Impac t. Fin.	Ries g. Fin.	Pxi
	geológicas y geotécnicas durante la ejecución del proyecto que las estimadas inicialmente, puede ocurrir una disminución de las cantidades de obra ejecutada, lo que provocaría ahorros en la inversión del proyecto										oportunidad de reducir los costos de ejecución del proyecto estos se realicen					
7	Debido a rendimientos mayores a los estimados inicialmente en la programación del proyecto, podrían ocurrir	Pos	Técnico	0,5	0.8	0.24	Alto	\$ 100,000,000	\$ 50.000.000	Explotar	Se debe asegurar que una vez se presente la oportunidad de adelantar las actividades	\$ 2,000,000	0.5	0.8	Muy alto	0.4

Matriz de análisis cuantitativo			Análisis cuantitativo				Plan de respuesta									
No	Riesgo	Ti p o	Categ.	Prob	Impac t.	Pxi	Ries g. Inic.	Vr. Riesg.	Vr. Esper.	Estrat. De resp.	Plan de resp.	Vr. Plan de resp.	Prob Fin.	Impac t. Fin.	Ries g. Fin.	Pxi
	adelantos en las actividades del programa de obra, lo que provocaría la entrega anticipada del proyecto, adelantando la entrada en operación de la central										estas se ejecuten					
8	Debido a épocas invernales, podrían ocurrir tormentas tropicales, que provocarían daños a las obras exteriores	Neg	Externo	0,7	0.1	0.05	Bajo	\$ 25,000,00 0	\$ 17.500.00 0	Transferir	Se debe tomar un seguro por daños a las obras en ejecución	\$ 500,000	0.5	0.05	Bajo	0.02 5
9	Debido a retrasos por parte de los proveedores de	Neg	Dirección	0,5	0.8	0.08	Medio	\$ 40,000,00 0	\$ 20.000.00 0	Evitar	Se debe comprar con suficiente antelación	\$ 2,000,00 0	0.1	0.4	Bajo	0.04

No	Matriz de análisis cuantitativo			Análisis cuantitativo				Plan de respuesta								
	Riesgo	Ti p o	Categ.	Prob	Impac t.	Pxi	Ries g. Inic.	Vr. Riesg.	Vr. Esper.	Estrat. De resp.	Plan de resp.	Vr. Plan de resp.	Prob Fin.	Impac t. Fin.	Ries g. Fin.	Pxi
	equipos para la central, podrían ocurrir retrasos en la recepción de la maquinaria, que provocaría retrasos en el inicio de actividades con afectación de rendimientos										los insumos necesarios para la construcción del proyecto					
10	Debido a desinformación o mala publicidad podría ocurrir resistencia de los involucrados al desarrollo del proyecto, que provocaría afectaciones socio-ambientales	Neg	Organiz.	0,5	0.4	0.12	Medio	\$ 10,000,000	\$ 5.000.000	Mitigar	Se deben realizar campañas de publicidad donde se tenga continuamente enterado del avance del proyecto a todos los interesados	\$ 1,500,000	0.1	0.4	Bajo	0.04

No	Matriz de análisis cuantitativo				Análisis cuantitativo				Plan de respuesta							
	Riesgo	Ti p o	Categ.	Prob	Impac t.	Pxi	Ries g. Inic.	Vr. Riesg.	Vr. Esper.	Estrat. De resp.	Plan de resp.	Vr. Plan de resp.	Prob . Fin.	Impac t. Fin.	Ries g. Fin.	Pxi
11	Debido a la mala ubicación del proyecto en la etapa de factibilidad podrían ocurrir costos muy altos que provocarían el no inicio de la construcción del proyecto	Neg	Técnico	0,5	0.8	0.08	Medio	\$ 45,000,000	\$ 22.500.000	Evitar	Se debe optimizar durante la etapa de diseño la ubicación del proyecto	\$ 100,000	0.1	0.4	Bajo	0.04
12	Debido a un rediseño del proyecto podrían ocurrir cambios en el alcance del proyecto, que provocaría la no entrega del proyecto	Neg	Dirección	0,7	0.8	0.08	Medio	\$ 75,000,000	\$ 52.500.000	Evitar	Se deben evitar los rediseños que afecten el alcance final del proyecto	\$ 100,000	0.1	0.4	Bajo	0.04
13	Debido a modificaciones en las leyes e	Neg	Externo	0,5	0.4	0.04	Bajo	\$ 30,000,000	\$ 15.000.000	Mitigar	Se debe implementar una reserva	\$ 3,000,000	0.1	0.25	Bajo	0.025

No	Matriz de análisis cuantitativo				Análisis cuantitativo				Plan de respuesta							
	Riesgo	Ti p o	Categ.	Prob t.	Impac t.	Pxi	Ries g. Inic.	Vr. Riesg.	Vr. Esper.	Estrat. De resp.	Plan de resp.	Vr. Plan de resp.	Prob t. Fin.	Impac t. Fin.	Ries g. Fin.	Pxi
	impuestos podrían ocurrir reformas en el marco normativo que afectasen el proyecto, que provocarían sobrecostos por ingresar el proyecto al nuevo marco normativo										para mitigar los sobrecostos					
14	Debido al robo u otros factores externos podría ocurrir la perdida de material o maquinaria clave para el desarrollo del proyecto, que provocaría retrasos y	Neg	Organiz.	0,5	0.8	0.08	Medio	\$ 20,000,00 0	\$ 10.000.00 0	Transferir	Se debe tomar un seguro por robos o perdidas de maquinaria	\$ 350,000	0.1	0.1	Muy bajo	0.01

No	Matriz de análisis cuantitativo					Análisis cuantitativo				Plan de respuesta						
	Riesgo	Ti p o	Categ.	Prob	Impac t.	Pxi	Ries g. Inic.	Vr. Riesg.	Vr. Esper.	Estrat. De resp.	Plan de resp.	Vr. Plan de resp.	Prob Fin.	Impac t. Fin.	Ries g. Fin.	Pxi
	sobre costos en la entrega del proyecto															
15	Debido a que el proyecto se encuentra en una zona de actividad sísmica baja, podría ocurrir un sismo, que provocaría sobre costos por reparaciones y obras extras	Neg	Externo	0,5	0.25	0.025	Bajo	\$ 15,000,000	\$ 7.500.000	Transferir	Se debe tomar un seguro de las obras contra afectaciones por sismos	\$ 250,000	0.1	0.1	Muy bajo	0.01
16	Debido a demoras en las apropiaciones presupuestales por parte de los socios del proyecto, podría ocurrir demoras en el desembolso del	Neg	Organiz.	0,5	0.8	0.08	Medio	\$ 25,000,000	\$ 12.500.000	Evitar	Se debe contar con todas las apropiaciones presupuestales por parte de los socios para poder iniciar la	\$ -	0.1	0.8	Medio	0.08

No	Matriz de análisis cuantitativo				Análisis cuantitativo				Plan de respuesta						
	Riesgo	Ti p o	Categ.	Prob t.	Impac t.	Pxi	Ries g. Inic.	Vr. Riesg.	Vr. Esper.	Estrat. De resp.	Plan de resp.	Vr. Plan de resp.	Prob t. Fin.	Impac t. Fin.	Ries g. Fin.
	dinero solicitado para el desarrollo del proyecto, que provocaría afectaciones en la entrega en el tiempo estimado del proyecto										construcción del proyecto				
17	Debido a que el mercado de energía es fluctuante, podría ocurrir que el valor del kwh en la bolsa de energía fuera mayor al estimado en la factibilidad del proyecto, que provocaría mayores ingresos y menor tiempo										Se debe aprovechar la oportunidad si se presenta, pues no hay forma de potenciarla				
	Pos	Externo	0,5	0.4	0.12	Medio	\$ 150,000,000	\$ 75.000.000	Acceptar		\$ -	0.3	0.4	Medio	0.12

No	Matriz de análisis cuantitativo			Análisis cuantitativo				Plan de respuesta								
	Riesgo	Ti p o	Categ.	Prob	Impac t.	Pxi	Ries g. Inic.	Vr. Riesg.	Vr. Esper.	Estrat. De resp.	Plan de resp.	Vr. Plan de resp.	Prob Fin.	Impac t. Fin.	Ries g. Fin.	Pxi
	de recuperación de la inversión en el proyecto															
18	Debido a condicionamientos y exigencias por parte de las autoridades ambientales, podría ocurrir demoras en la asignación de licencias y permisos, lo que provocaría afectaciones ambientales y retrasos en el inicio de actividades del proyecto	Neg	Dirección	0,5	0.8	0.24	Alto	\$ 55,000,00 0	\$ 27.500.00 0	Mitigar	Se deben presentar el estudio de impacto ambiental y el plan de manejo ambiental, lo más completos posibles para tener demoras por reprocesos durante la adjudicación de la licencia ambiental	\$ 2,500,00 0	0.1	0.4	Bajo	0.04

No	Matriz de análisis cuantitativo			Análisis cuantitativo				Plan de respuesta								
	Riesgo	Ti p o	Categ.	Prob	Impac t.	Pxi	Ries g. Inic.	Vr. Riesg.	Vr. Esper.	Estrat. De resp.	Plan de resp.	Vr. Plan de resp.	Prob Fin.	Impac t. Fin.	Ries g. Fin.	Pxi
19	Debido a la ejecución de las obras, podría ocurrir el hallazgo de material arqueológico, que provocaría retrasos en el inicio de actividades afectando los rendimientos	Neg	Dirección	0,5	0.25	0.025	Bajo	\$ 18,000,000	\$ 9.000.000	Mitigar	Se deben implementar todos los protocolos necesarios para que si ocurre un hallazgo arqueológico se documente lo más rápido posible	\$ 250,000	0.1	0.1	Muy bajo	0.01
20	Debido a la ubicación del proyecto en una zona tropical húmeda, podría ocurrir el contagio de enfermedades tropicales, que provocaría afectaciones sociales y de	Neg	Organiz.	0,7	0.1	0.05	Bajo	\$ 12,000,000	\$ 8.400.000	Mitigar	Se deben realizar campañas de vacunación periódicamente	\$ 500,000	0.3	0.05	Muy bajo	0.015

No	Matriz de análisis cuantitativo				Análisis cuantitativo				Plan de respuesta							
	Riesgo	Ti p o	Categ.	Prob .	Impac t.	Pxi	Ries g. Inic.	Vr. Riesg.	Vr. Esper.	Estrat. De resp.	Plan de resp.	Vr. Plan de resp.	Prob . Fin.	Impac t. Fin.	Ries g. Fin.	Pxi
	rendimientos de actividades															
21	Debido a descuido o laxitud en la aplicación de las normas de seguridad, podría ocurrir un incendio, que provocaría suspensión de actividades, afectando rendimientos y generando obras extras	Neg	Dirección	0,5	0.25	0.025	Bajo	\$ 35,000,000	\$ 17.500.000	Transferir	Se debe realizar capacitacion es periódicas de prevención y atención de incendios	\$ 250,000	0.1	0.1	Muy bajo	0.01
22	Debido a la ubicación del proyecto en una zona tropical, podría ocurrir tormentas eléctricas, que provocarían	Neg	Externo	0,7	0.1	0.05	Bajo	\$ 30,000,000	\$ 21.000.000	Mitigar	Se debe proteger el proyecto durante la construcción con una red de pararrayos	\$ 3,200,000	0.1	0.1	Muy bajo	0.01

No	Matriz de análisis cuantitativo				Análisis cuantitativo				Plan de respuesta							
	Riesgo	Ti p o	Categ.	Prob t.	Impac t.	Pxi	Ries g. Inic.	Vr. Riesg.	Vr. Esper.	Estrat. De resp.	Plan de resp.	Vr. Plan de resp.	Prob t. Fin.	Impac t. Fin.	Ries g. Fin.	Pxi
	suspensión de actividades, afectando rendimientos y generando obras extras										que eviten daños en los equipos y maquinarias					
23	Debido a los diferentes factores externos, podría ocurrir la modificación del clima de la región, lo que provocaría la presencia de un clima desfavorable para la ejecución de las obras	Neg	Externo	0,55	0.1	0.03	Bajo	\$ 22,000,00 0	\$ 12.100.00 0	Aceptar	Se debe aceptar este riesgo, y tomar medidas si se materializa	\$ -	0.3	0.1	Bajo	0.03

Fuente: Construcción del autor.

Apendice K. Plan de respuesta a riesgo.

No.	Riesgo	Estrategia de respuesta	Plan de respuesta	Vr. Plan de respuesta	Probabilidad final	Impacto final	Riesgo final	Pxi
1	Debido al incremento del valor dólar pueden ocurrir cambios en el precio de la maquinaria que provocarían sobrecostos al proyecto	Aceptar	Se reconoce el riesgo y solo se tomarán medidas si se materializa el riesgo	\$	0.3	0.4	Medio	0.12
2	Debido a Inestabilidad en el terreno al momento de construir las obras, pueden ocurrir deslizamientos que provocarían la construcción de obras extras y sobrecostos	Mitigar	Se debe realizar el tratamiento de las zonas inestables	\$ 10,000,000	0.1	0.1	Muy bajo	0.01
3	Debido a inexperiencia o laxitud en la aplicación de las normas de seguridad pueden ocurrir accidentes Laborales, que provocarían demandas y pagos de incapacidad temporales o definitivas	Mitigar	Se debe invertir en mayor seguridad y capacitaciones	\$ 2,000,000	0.3	0.1	Bajo	0.03
4	Debido a la mala operación de la maquinaria puede ocurrir el daño parcial o total de la maquinaria y equipo utilizado para realizar las excavaciones, lo que provocaría la disminución de rendimientos y el aumento de plazos parciales	Mitigar	Se debe invertir en controles estrictos a los operadores y en capacitaciones	\$ 3,000,000	0.3	0.25	Medio	0.075
5	Debido a la ocupación de la zona de la Quebrada Juan García por el proyecto puede ocurrir que este podría ir en contra de las creencias de minorías étnicas, lo que provocaría afectaciones socio-ambientales.	Mitigar	Se debe implementar programas de capacitación a la comunidad en actividades utiles al proyecto	\$ 300,000	0.1	0.1	Muy bajo	0.01

No.	Riesgo	Estrategia de respuesta	Plan de respuesta	Vr. Plan de respuesta	Probabilidad final	Impacto final	Riesgo final	Pxi
6	Debido a el encuentro de mejores condiciones geológicas y geotécnicas durante la ejecución del proyecto que las estimadas inicialmente, puede ocurrir una disminución de las cantidades de obra ejecutada, lo que provocaría ahorros en la inversión del proyecto	Explotar	Se debe asegurar que una vez se presente la oportunidad de reducir los costos de ejecución del proyecto estos se realicen	\$ 2,000,000	0.5	0.8	Muy Alto	0.4
7	Debido a rendimientos mayores a los estimados inicialmente en la programación del proyecto, podrían ocurrir adelantos en las actividades del programa de obra, lo que provocaría la entrega anticipada del proyecto, adelantando la entrada en operación de la central	Explotar	Se debe asegurar que una vez se presente la oportunidad de adelantar las actividades estas se ejecuten	\$ 2,000,000	0.5	0.8	Muy Alto	0.4
8	Debido a épocas invernales, podrían ocurrir tormentas tropicales, que provocarían daños a las obras exteriores	Transferir	Se debe tomar un seguro por daños a las obras en ejecución	\$ 500,000	0.5	0.05	Bajo	0.025
9	Debido a retrasos por parte de los proveedores de equipos para la central, podrían ocurrir retrasos en la recepción de la maquinaria, que provocaría retrasos en el inicio de actividades con afectación de rendimientos	Evitar	Se debe comprar con suficiente antelación los insumos necesarios para la construcción del proyecto	\$ 2,000,000	0.1	0.4	Bajo	0.04
10	Debido a desinformación o mala publicidad podría ocurrir resistencia de los Involucrados al desarrollo del proyecto, que provocaría afectaciones socio-ambientales	Mitigar	Se deben realizar campañas de publicidad donde se tenga continuamente enterado del avance del proyecto a todos los interesados	\$ 1,500,000	0.1	0.4	Bajo	0.04

No.	Riesgo	Estrategia de respuesta	Plan de respuesta	Vr. Plan de respuesta	Probabilidad final	Impacto final	Riesgo final	Pxi
11	Debido a la mala ubicación del proyecto en la etapa de factibilidad podrían ocurrir costos muy altos que provocarían el no inicio de la construcción del proyecto	Evitar	Se debe optimizar durante la etapa de diseño la ubicación del proyecto	\$ 100,000	0.1	0.4	Bajo	0.04
12	Debido a un rediseño del proyecto podrían ocurrir cambios en el alcance del proyecto, que provocaría la no entrega del proyecto	Evitar	Se deben evitar los rediseños que afecten el alcance final del proyecto	\$ 100,000	0.1	0.4	Bajo	0.04
13	Debido a modificaciones en las leyes e impuestos podrían ocurrir reformas en el marco normativo que afectasen el proyecto, que provocarían sobrecostos por ingresar el proyecto al nuevo marco normativo	Mitigar	Se debe implementar una reserva para mitigar los sobrecostos	\$ 3,000,000	0.1	0.25	Bajo	0.025
14	Debido al robo u otros factores externos podría ocurrir la pérdida de material o maquinaria clave para el desarrollo del proyecto, que provocaría retrasos y sobrecostos en la entrega del proyecto	Transferir	Se debe tomar un seguro por robos o pérdidas de maquinaria	\$ 350,000	0.1	0.1	Muy bajo	0.01
15	Debido a que el proyecto se encuentra en una zona de actividad sísmica baja, podría ocurrir un sismo, que provocaría sobrecostos por reparaciones y obras extras	Transferir	Se debe tomar un seguro de las obras contra afectaciones por sismos	\$ 250,000	0.1	0.1	Muy bajo	0.01
16	Debido a demoras en las apropiaciones presupuestales por parte de los socios del proyecto, podría ocurrir demoras en el desembolso del dinero solicitado para el desarrollo del proyecto, que provocaría afectaciones en la entrega en el tiempo estimado	Evitar	Se debe contar con todas las apropiaciones presupuestales por parte de los socios para poder iniciar la construcción del proyecto	\$ -	0.1	0.8	Medio	0.08

No.	Riesgo	Estrategia de respuesta	Plan de respuesta	Vr. Plan de respuesta	Probabilidad final	Impacto final	Riesgo final	Pxi
	del proyecto							
17	Debido a que el mercado de energía es fluctuante, podría ocurrir que el Valor del KWh en la bolsa de energía fuera mayor al estimado en la factibilidad del proyecto, que provocaría mayores ingresos y menor tiempo de recuperación de la inversión en el proyecto	Aceptar	Se debe aprovechar la oportunidad si se presenta, pues no hay forma de potenciarla	\$ -	0.3	0.4	Medio	0.12
18	Debido a condicionamientos y exigencias por parte de las autoridades ambientales, podría ocurrir demoras en la asignación de licencias y permisos, lo que provocaría afectaciones ambientales y retrasos en el inicio de actividades del proyecto	Mitigar	Se deben presentar el Estudio de Impacto Ambiental y el Plan de Manejo Ambiental, lo más completos posibles para tener demoras por reprocesos durante la adjudicación de la licencia ambiental	\$ 2,500,000	0.1	0.4	Bajo	0.04
19	Debido a la ejecución de las obras, podría ocurrir el hallazgo de material arqueológico, que provocaría retrasos en el inicio de actividades afectando los rendimientos	Mitigar	Se deben implementar todos los protocolos necesarios para que si ocurre un hallazgo arqueológico se documente lo más rápido posible	\$ 250,000	0.1	0.1	Muy bajo	0.01
20	Debido a la ubicación del proyecto en una zona tropical húmeda, podría ocurrir el contagio de enfermedades tropicales, que provocaría afectaciones sociales y de rendimientos de	Mitigar	Se deben realizar campañas de vacunación periódicamente	\$ 500,000	0.3	0.05	Muy bajo	0.015

No.	Riesgo	Estrategia de respuesta	Plan de respuesta	Vr. Plan de respuesta	Probabilidad final	Impacto final	Riesgo final	Pxi
	actividades							
21	Debido a descuido o laxitud en la aplicación de las normas de seguridad, podría ocurrir un incendio, que provocaría suspensión de actividades, afectando rendimientos y generando obras extras	Transferir	Se debe realizar capacitaciones periódicas de prevención y atención de incendios	\$ 250,000	0.1	0.1	Muy bajo	0.01
22	Debido a la ubicación del proyecto en una zona tropical, podría ocurrir tormentas eléctricas, que provocarían suspensión de actividades, afectando rendimientos y generando obras extras	Mitigar	Se debe proteger el proyecto durante la construcción con una red de pararrayos que eviten daños en los equipos y maquinarias	\$ 3,200,000	0.1	0.1	Muy bajo	0.01
23	Debido a los diferentes factores externos, podría ocurrir la modificación del clima de la región, lo que provocaría la presencia de un clima desfavorable para la ejecución de las obras	Aceptar	Se debe aceptar este riesgo, y tomar medidas si se materializa	\$ -	0.3	0.1	Bajo	0.03

Fuente: Construcción del autor.

Apendice L. Lista de adquisiciones del proyecto.

	Bienes / servicios	Justificación	Necesaria para
Maquinaria y equipo	Retroexcavadora cat 330	Equipos de excavación, excavación del terreno (material común o roca descompuesta)	03/02/17
	Retroexcavadora cat 320	Equipos de excavación, excavación del terreno (material común o roca descompuesta)	03/02/17
	Bulldozer d6t	Equipos de excavación, excavación del terreno (material común o roca descompuesta)	03/02/17
	Flexi rock	Equipos de perforación, utilizado para perforar roca y realizar voladuras	11/07/17
	Cargador 938h	Equipos de excavación, cargue de material excavado al equipo de transporte	11/07/17
	Compactador vibratorio cat 533	Equipos de compactación, utilizado para conformar los llenos y terraplenes	11/07/17
	Carrotanque	Equipo de riego, utilizado para aumentar la humedad del material compactado con el riego	03/02/17
	Motoniveladora 120 h	Equipo para riego y conformación de llenos, terraplenes, sub-base y base granular	03/02/17
	Carro irrigador	Equipo para el riego de emulsión asfáltica	03/02/17
	Compresor	Equipo para el barrido y soplado de la base granular para realizar el riego	03/02/17
	Finisher	Equipo para el riego y colocación de la mezcla asfáltica	03/02/17
	Compactador de llantas	Equipo para la compactación de la mezcla asfáltica	03/02/17
	Compactador manual de impacto (canguro)	Equipo para la compactación manual de llenos estructurales	03/02/17
	Retrocargador sobre llantas cat 416	Equipo para la excavación de obras de drenaje y muros de contención y cargue de volquetas	03/02/17
	Bomba de concreto	Equipo para el bombeo de concreto para estructuras	03/02/17

	Bienes / servicios	Justificación	Necesaria para
	Vibrador de concreto	Equipo para el vibrado del concreto	03/02/17
	Bomba de lanzado	Equipo para el bombeo de concreto lanzado	03/02/17
	Bomba de aditivo	Equipo para agregar aditivos al concreto lanzado	03/02/17
	Equipo de soldadura y corte	Equipo necesario durante la instalación de acero	30/03/18
	Planta eléctrica de 135 kva y de 10 kva	Fuente de energía alterna para funcionamiento de la maquinaria.	30/03/18
	Volquetas	Necesario durante la etapa de ejecución para transportar material, herramientas y maquinaria al área de la obra.	03/02/17
	Herramientas varias	Necesaria para la ejecución de las obras	03/02/17
	Computadores personales	Realizar informes, diseños, planos y otros	21/07/16
Estudios	Diseños	Realización de los planos de diseño de la construcción de la pch	21/07/16
	Geologicos y geotecnicos	Nivel de amenaza sísmica en la zona de la fuente, fallas geológicas en las áreas circundantes al proyecto. Mecánica de suelos	21/07/16
	Hidrologico	Indicar el caudal mínimo de la quebrada determinado a través del promedio de los caudales de los últimos 20 años	21/07/16
	Topografico	Contar con toda la información topográfica del área de la fuente. Levantamientos, carreteras, líneas de transmisión, oleoductos, industrias, etc.	21/07/16
Personal especializado	Ingeniero residente	Dirige al personal operativo durante la construcción de la central. Apoya en el monitoreo y control de riesgos, relacionados con la construcción y de seguridad industrial.	03/02/17
	Geólogo	Realiza asesorías durante la construcción y las pruebas.	03/02/17

Bienes / servicios	Justificación	Necesaria para
Jefes operadores de bomba de lanzado.	Técnico en el manejo de bomba de lanzado.	03/02/17
Jefes operadores de maquinaria	Técnico en la operación de la maquinaria pesada.	03/02/17
Operadores demaquinaria	Apoyo en las labores operativas durante la construcción de la p.c.h.	03/02/17
Técnicos auxiliares	Apoyo en las labores operativas durante la construcción.	03/02/17

Fuente: Construcción del autor.

Apéndice M. Criterios de evaluación de proveedores.

Ítem	1	2	3	4	5	6
Subentregable EDT	1.2.1. Estudios	1.2.2. Diseños	1.4. Vinculación de personal	1.4. Compra de maquinaria y equipos	1.4. alquiler de maquinaria y equipo	1.4. Compra de materiales e insumos
Condiciones especiales para contratación	Una vez se seleccione el proveedor se realizará una reunión de aclaración, de la cual debe salir un acta de ajuste técnico-económica.	Una vez se seleccione el proveedor se realizará una reunión de aclaración, de la cual debe salir un acta de ajuste técnico-económica.	Se dará prelación a los aspirantes de la zona para los diferentes cargos en el proyecto, sino se consigue el personal en la zona, se puede traer del resto del país.		Se dará prelación al equipo de las empresas de la región, que se ajusten a los precios comerciales del mercado	Los insumos y materiales deberán ser entregados en el sitio de las obras
Inspecciones, control y pruebas		Se revisarán los planos entregados como definitivos para construcción por parte del equipo del proyecto, lo cuales podrán ser devueltos con el sello de conforme o devuelto para corrección.	Se realizarán evaluaciones de desempeño del personal en el oficio asignado cada 6 meses.			Se revisarán las fechas de vencimiento de los materiales que puedan ser afectados por el tiempo o el clima.
Documentos de las adquisiciones	Se utilizarán los documentos tipo "invitación a participar" de acuerdo a los lineamientos establecidos por la organización. Estos documentos incluirán el alcance del trabajo, plazo, valor, tipo de pólizas, forma de pago, sanciones, multas y solución de controversias.	Se utilizarán los documentos tipo "invitación a participar" de acuerdo a los lineamientos establecidos por la organización. Estos documentos incluirán el alcance del trabajo, plazo, valor, tipo de pólizas, forma de pago, sanciones, multas y solución de controversias.	Se utilizarán la oficina de empleo del municipio y las juntas de acción comunal para el suministro de las hojas de vida de las personas interesadas en trabajar en el proyecto.	Se solicitará cotización de los equipos requeridos	Se solicitará cotización de los equipos requeridos	Se solicitará cotización de los materiales e insumos de acuerdo con la cantidad y calidad establecida en los diseños y en las especificaciones técnicas

Ítem	1	2	3	4	5	6
Proveedores sugeridos*	Se sugiere invitar a empresas que certifiquen haber realizado como mínimo 2 estudios similares en los últimos 15 años	Se sugiere invitar a empresas que certifiquen haber realizado como mínimo 3 diseños similares en los últimos 20 años	Se invitará a través del municipio y las juntas de acción comunal a todas las personas que estén interesadas en laborar en el proyecto a suministrar su hoja de vida.	Representantes de Caterpillar, Toshiba y John Deere.	Se invitará a las empresas de la zona que posean equipo para alquilar a presentar cotización	Grandes proveedores de materiales (argos, Ferrasa, Pavco, Gerfor, Titan)
Criterios de selección del proveedor	100% de las condiciones contractuales. Costo.	100% de las condiciones contractuales. Costo.	Ubicación experiencia	Costo garantías	Costo garantías	Costo garantías entrega en sitio
presupuesto asignado	\$ 152.999.955,00	\$ 87.230.790,00	\$ 1.100.150.935,28	\$ 1.430.196.215,86	\$ 770.105.654,69	\$ 4.033.886.762,68
Tipo de contrato sugerido	Contrato de precio fijo cerrado	Contrato de precio fijo cerrado	Contratos por salario mensual más prima por productividad a término de obra	Orden de compra	Contratos por servicios	Orden de compra
Fecha inicio de contrato	Jueves, 21 de julio de 2016	Miércoles, 17 de agosto de 2016	Viernes, 03 de febrero de 2017	Viernes, 03 de febrero de 2017	Viernes, 03 de febrero de 2017	Viernes, 03 de febrero de 2017
Fecha finalización de contrato	Sábado, 24 de septiembre de 2016	Jueves, 03 de noviembre de 2016	Martes, 02 de abril de 2019	Martes, 02 de abril de 2019	Martes, 02 de abril de 2019	Martes, 02 de abril de 2019
Garantías-pólizas-seguros	Validez de la propuesta, salarios y prestaciones sociales	Validez de la propuesta, salarios y prestaciones sociales	Póliza de prestaciones sociales	Garantía y seguros	Póliza de responsabilidad civil y de cumplimiento	Garantías en los materiales

Fuente: Construcción del autor.

Apendice N. Criterios de selección de proveedores.

	Criterio de selección de proveedor	Criterio	Puntaje	Proveedor 1	Proveedor 2	Proveedor 3	Proveedor 4	Proveedor 5
	Tipo de servicio	Estudios geológicos, geotécnicos, hidrológicos, ambientales y topográficos de la zona de la quebrada Juan García en el municipio de Liborina (Antioquia)						
	Enunciado del alcance	Se requieren los estudios geológicos, geotécnicos, hidrológicos, ambientales y topográficos de la zona de la quebrada Juan García en el municipio de Liborina (Antioquia), en los documentos presentados se debe describir el análisis de todas las características geológicas y geotécnicas, consecuencias hidrológicas, y las características físicas, geográficas y geológicas del terreno, incluyendo las alteraciones existentes en el terreno del sitio de estudio. La zona de estudios abarca un área de 3 ha. Los estudios deben considerar todas las afectaciones de tipo ambiental y social en las zonas afectadas directa o indirectamente por el proyecto.						
Selección de proveedores	entendimiento del alcance	0	0	0	0	0		
	años de experiencia	40%	400	400	400	400		
	referencias de calidad	5%	50	20	40	50		
	referencias de cumplimiento	5%	50	50	40	40		
	capacidad financiera	10%	100	100	100	100		
	capacidad técnica	20%	200	200	200	200		
	capacidad de producción	0	0	0	0	0		
	costo	20%	200	180	190	200		
	plan de gestión de riesgos	0	0	0	0	0		
	garantías	0	0	0	0	0		
	capacidad de gestión del proyecto	0	0	0	0	0		
		calificación total	100%	1.000	950	970	990	-
	Proveedor seleccionado							

Fuente: Construcción del autor.

Apendice O. Matriz de efectuar las adquisiocnes.

Ítem	1	2	2	3	4	5
Subentregable EDT	1.2.1. Estudios	1.2.2. Diseños	1.4. Vinculación de personal	1.4. Compra de maquinaria y equipos	1.4. alquiler de maquinaria y equipo	1.4. Compra de materiales e insumos
Tipo de servicio	Estudios geológicos, geotécnicos, hidrológicos, ambientales y topográficos de la zona de la quebrada Juan García en el municipio de Liborina (Antioquia)	Elaboración de planos para construcción de la PCH Liborina I	Vinculación de personal para la construcción de la PCH Liborina I	Compra de maquinaria para la construcción de la PCH Liborina I	Alquiler de la maquinaria para la construcción de la PCH Liborina I	Compra de materiales e insumos para la construcción de la PCH Liborina I

Ítem	1	2	2	3	4	5
Subentregable EDT	1.2.1. Estudios	1.2.2. Diseños	1.4. Vinculación de personal	1.4. Compra de maquinaria y equipos	1.4. alquiler de maquinaria y equipo	1.4. Compra de materiales e insumos
Enunciado del trabajo de adquisiciones (alcance detallado)	Se requieren los estudios geológicos, geotécnicos, hidrológicos, ambientales y topográficos de la zona de la quebrada Juan García en el municipio de Liborina (Antioquia), en los documentos presentados se debe describir el análisis de todas las características geológicas y geotécnicas, consecuencias hidrológicas, y las características físicas, geográficas y geológicas del terreno, incluyendo las alteraciones existentes en el terreno del sitio de estudio. La zona de estudios abarca un área de 3 ha. Los estudios deben considerar todas las afectaciones de tipo ambiental y social en las zonas afectadas directa o indirectamente por el proyecto.	Se requieren los diseños de las obras de derivación, conducción, casa de máquinas, unidades de generación, obras de descarga y obras de infraestructura de la PCH Liborina I, en los documentos presentados se deben presentar todos los planos de detalle que sean suficientes para ejecutar la construcción de las obras para volver operativa PCH Liborina I.	Se requiere la contratación del personal necesario para la ejecución de la construcción del proyecto PCH Liborina I	Cotización y compra de la maquinaria necesaria para la construcción de la PCH Liborina I	Cotización y alquiler de la maquinaria necesaria para la construcción de la PCH Liborina I	Cotización y compra de los materiales e insumos necesarios para la construcción de la PCH Liborina I, de acuerdo con las especificaciones técnicas de construcción y los planos de construcción

Ítem	1	2	2	3	4	5
Subentregable EDT	1.2.1. Estudios	1.2.2. Diseños	1.4. Vinculación de personal	1.4. Compra de maquinaria y equipos	1.4. alquiler de maquinaria y equipo	1.4. Compra de materiales e insumos
Cantidades a contratar	Contrato de valor global	Contrato de valor global	Contratos por salario mensual más prima por productividad a término de obra	<ul style="list-style-type: none"> • compactador manual de impacto (canguro) • retro cargador sobre llantas cat 416 • bomba de concreto • vibrador de concreto • bomba de lanzado • bomba de aditivo • equipo de soldadura y corte • planta eléctrica de 135 KVA y de 10 KVA • volquetas • herramientas varias • computadores personales 	<ul style="list-style-type: none"> • retroexcavadora cat 330 • retroexcavadora cat 320 • Bulldozer d6t • Flexi rock • cargador 938h • compactador vibratorio cat 533 • carro tanque • motoniveladora 120 h • carro irrigador • compresor • Finisher • compactador de llantas 	Según diseños

Ítem	1	2	2	3	4	5
Subentregable EDT	1.2.1. Estudios	1.2.2. Diseños	1.4. Vinculación de personal	1.4. Compra de maquinaria y equipos	1.4. alquiler de maquinaria y equipo	1.4. Compra de materiales e insumos
Entregables	Informes geológico, geotécnico, hidrológico, topográfico, ambiental y social	Planos para construcción, planos descriptivos en 3d, detalles constructivos, especificaciones técnicas para construcción, memorias de cantidades de obra y presupuesto.	0	Equipos comprados y puestos en obra.	Equipos alquilados y puestos en obra.	Materiales e insumos comprados y puestos en obra.
Criterios de aceptación de entregables	Alcance detallado del trabajo suficiente para la elaboración de diseño de etapa III (construcción)	Calidad de presentación de los planos, aprobación por parte de la gerencia del proyecto	Visto bueno de las hojas de vida de los aspirantes por parte del gerente del proyecto.	Prueba de operación y buen estado a la entrega de los equipos en obra y según visto bueno del ingeniero residente	Prueba de operación y buen estado al ingreso de los equipos a la obra y según visto bueno del ingeniero residente	Revisión de buen estado de materiales y empaques y según el visto bueno del ingeniero residente.
Inspecciones, control y pruebas	0	Se revisarán los planos entregados como definitivos para construcción por parte del equipo del proyecto, lo cuales podrán ser devueltos con el	Se realizarán evaluaciones de desempeño del personal en el oficio asignado cada 6 meses.	0	0	Se revisarán las fechas de vencimiento de los materiales que puedan ser afectados por el tiempo o el clima.

Ítem	1	2	2	3	4	5
Subentregable EDT	1.2.1. Estudios	1.2.2. Diseños	1.4. Vinculación de personal	1.4. Compra de maquinaria y equipos	1.4. alquiler de maquinaria y equipo	1.4. Compra de materiales e insumos
		sello de conforme o devuelto para corrección.				
Proveedor seleccionado						
Fecha de inicio del contrato	Jueves, 21 de julio de 2016	Miércoles, 17 de agosto de 2016	Viernes, 03 de febrero de 2017	Viernes, 03 de febrero de 2017	Viernes, 03 de febrero de 2017	Viernes, 03 de febrero de 2017
Fecha de finalización del contrato	Sábado, 24 de septiembre de 2016	Jueves, 03 de noviembre de 2016	Martes, 02 de abril de 2019	Martes, 02 de abril de 2019	Martes, 02 de abril de 2019	Martes, 02 de abril de 2019
Garantías-pólizas-seguros	Validez de la propuesta, salarios y prestaciones sociales	Validez de la propuesta, salarios y prestaciones sociales	Póliza de prestaciones sociales	Garantía y seguros	Póliza de responsabilidad civil y de cumplimiento	Garantías en los materiales
Valor del contrato (sin IVA)	\$ 152.999.955,00	\$ 87.230.790,00	\$ 1.100.150.935,28	\$ 643.588.297,14	\$ 770.105.654,69	\$ 4.033.886.762,68

Ítem	1	2	2	3	4	5
Subentregable EDT	1.2.1. Estudios	1.2.2. Diseños	1.4. Vinculación de personal	1.4. Compra de maquinaria y equipos	1.4. alquiler de maquinaria y equipo	1.4. Compra de materiales e insumos
forma de pago	Anticipo y pagos parciales de acuerdo al avance	Anticipo y pagos parciales de acuerdo al avance	Quincenal	Contado	Mensual por obra ejecutada	Contado a 60 días
Requiere anticipo (si/no)	Si	Si	No	Si	No	No
Valor del anticipo (si aplica)	\$ 22.949.993,25	\$ 13.084.618,50	Na	\$ 160.897.074,28	Na	Na
Fecha de pago del anticipo	Viernes, 05 de agosto de 2016	Jueves, 01 de septiembre de 2016	NA	Sábado, 18 de febrero de 2017	NA	NA
Fecha estimada de facturación final	Domingo, 09 de octubre de 2016	Viernes, 18 de noviembre de 2016	NA	Viernes, 19 de mayo de 2017	NA	NA
No. De contrato	Lib-001-2016	Lib-002-2016	NA	Lib-001-2017	NA	NA
Observaciones						

Fuente: Construcción del autor.

Organización	Nombre	Correo	Teléfono	Poder	Interés	Expectativas	Preocupaciones	Cuadrante	Estrategia
Población del Municipio de Liborina	Representante de la población de Liborina	N/A	N/A	Bajo	Alto	Que se ejecute la obra contribuyendo a generar empleo en la comunidad.	Tener una fuente de energía limpia y confiable	Mantener informado	Comunicar los beneficios y avances del proyecto según sea necesario.
Departamento de Antioquia	Luis Pérez Gutiérrez, Gobernador	Calle 42B Número 52- 106 Centro Administrativo Departamental " José María Córdoba" - La Alpujarra - Medellín	383 83 01	Alto	Medio - alto	Que se ejecute la obra en el plazo programado y en el costo estimado	Apoyo en el diseño y planificación de PCH	Actor Clave	Comunicar las necesidades de recursos a tiempo para asegurar la fuente de financiación del proyecto. Comunicar estado de avance del proyecto con actualizaciones frecuentes. Proporcionar informes de inversión ejecutada
EMGEA S.A.	Iván Correa Calderón, Gerente	Calle 53 N 45-112 Edificio Centro Colseguros, Medellín-Antioquia	520 11 70	Alto	Alto	Que se ejecute la obra en el plazo programado y en el costo estimado	Retrasos en la ejecución del proyecto o sobrecostos por encima de los estimados	Actor Clave	Controlar mensualmente el cronograma del proyecto y aplicar aceleraciones si es necesario. Controlar la ejecución del presupuesto ejecutado vs programado
Corantioquia	Alejandro González Valencia, director	Carrera 65 N° 44A-32 - Medellín	4 93 88 88	Alto	Medio	Que durante la construcción del proyecto se proteja y respete el medio ambiente	El impacto del proyecto sobre el medio ambiente, ordenación y uso del suelo	Actor Clave	Comunicar las especificaciones del proyecto según sea necesario

Organización	Nombre	Correo	Teléfono	Poder	Interés	Expectativas	Preocupaciones	Cuadrante	Estrategia
Alcalde	Oscar A. Henao Pulgarín alcalde	Plaza central - Liborina	856 11 41	Medio	Medio - alto	Que se ejecute la obra contribuyendo a generar empleo en la comunidad.	Las afectaciones del proyecto a la parte social y al medio ambiente	Mantener informado	Informar frecuentemente la utilización de las personas de la región en las actividades del proyecto. Proporcionar informes de afectaciones medio ambientales
Equipo del proyecto	Equipo del proyecto	Gerencialiborina_1@gmail.com	300 647 94 50	Medio	Alto	Que se ejecute la obra con todos los estándares especificados	Retrasos en la ejecución del proyecto o sobrecostos por encima de los estimados	Actor Clave	Proporcionar informes de situación, comunicación continua sobre planeación y seguimiento, las preocupaciones que plantee permitirán la identificación de otros problemas

Fuente: Construcción del auto

