

DISEÑO, FABRICACION, MONTAJE Y PUESTA EN SERVICIO DE REACTORES  
SECOS EN LAS SUBESTACIONES DE CAÑO LIMON, ARAUCA Y CHINU,  
MONTERIA

DANIEL AUGUSTO TABARES BARRERA  
CRISTIAN FERNANDO MANCHEGO ESPAÑOL

UNIVERSIDAD PILOTO DE COLOMBIA  
FACULTAD DE CIENCIAS SOCIALES Y EMPRESARIALES  
ESPECIALIZACION EN GERENCIA DE PROYECTOS-GPV59  
BOGOTÁ D. C.

2022

DISEÑO, FABRICACION, MONTAJE Y PUESTA EN SERVICIO DE REACTORES  
SECOS EN LAS SUBESTACIONES DE CAÑO LIMON, ARAUCA Y CHINU,  
MONTERIA

DANIEL AUGUSTO TABARES BARRERA  
CRISTIAN FERNANDO MANCHEGO ESPAÑOL

TRABAJO DE GRADO PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
ESPECIALISTA EN GERENCIA DE PROYECTOS

ASESOR  
ING. MARIA CRISTINA ZAPATA ORREGO

UNIVERSIDAD PILOTO DE COLOMBIA  
FACULTAD DE CIENCIAS SOCIALES Y EMPRESARIALES  
ESPECIALIZACION EN GERENCIA DE PROYECTOS-GPV59  
BOGOTÁ D. C.

2022

## Dedicatoria

*“A mi Padre y Madre por hacer de mí, una mejor persona cada día que pasa.”*

*Daniel Tabares*

*“A mi Madre por su constante apoyo y fortaleza en cada uno de mis sueños y aventuras”*

*Cristian Manchego*

## **Agradecimientos**

*“Agradecemos a Dios por bendecirnos la vida, por guiarnos a lo largo de nuestra existencia, por ser el apoyo y fortaleza en aquellos momentos de dificultad y de debilidad. Gracias a nuestros padres, por ser los principales promotores de nuestros sueños, por confiar y creer en nuestras expectativas, por los consejos, darnos valores y principios que nos han inculcado”*

Daniel Tabares

*“Agradezco al universo a la madre tierra y a Dios, por brindarme salud y sabiduría en este nuevo paso para mi formación académica, A mis compañeros y hermanos montañistas por su fortaleza y pasión. No hay victoria sin sacrificio”*

Cristian Fernando Manchego

## Tabla de Contenido

Resumen.....	22
Palabras Clave.....	22
Abstract.....	23
Introducción.....	24
Objetivo General.....	26
Objetivos Específicos.....	26
1. Antecedentes Organizacionales.....	27
1.1. Descripción de la Organización Ejecutora.....	27
1.1.1. Ubicación de Instalaciones.....	27
1.1.2. Servicios Ofrecidos.....	27
1.2. Objetivos Estratégicos.....	28
1.3. Misión, Visión y Valores.....	29
1.3.1. Misión.....	29
1.3.2. Visión.....	29
1.3.3. Valores.....	29
1.4. Mapa Estratégico.....	30
1.5. Cadena De Valor.....	30

1.6. Estructura Organizacional.....	32
2. Evaluación del Proyecto a Través de la Metodología del Marco Lógico .....	34
2.1. Descripción del Problema o Necesidad .....	34
2.2. Árbol De Problemas.....	35
2.3. Árbol de Objetivos.....	35
2.4. Árbol de Acciones.....	36
2.5. Determinación de Alternativas .....	37
2.6. Evaluación de Alternativas.....	39
2.6.1. Criterios de selección de alternativas.....	39
2.6.2. Matriz de Evaluación de Alternativas .....	42
2.7. Descripción de Alternativa Seleccionada .....	43
3. Marco Metodológico.....	43
3.1. Tipos y Métodos de la Investigación .....	43
4. Estudio Técnico .....	45
4.1. Diseño Conceptual de la Solución .....	45
4.2. Análisis y Descripción del Proceso .....	47
4.3. Definición del Tamaño y Localización en del Proyecto .....	50
4.4. Requerimientos para el Desarrollo del Proyecto.....	51
4.4.1. Equipos del Proyecto y Especificaciones.....	51

4.4.2. Materiales del Proyecto y Especificaciones .....	52
4.4.3. Personal .....	53
4.4.4. Equipos de Mantenimiento y Calibración de Equipos de Medición .....	54
5. Estudio de Mercado .....	54
5.1. Población .....	54
5.2. Dimensionamiento de la Demanda .....	55
5.3. Dimensionamiento de la Oferta.....	57
6. Estudio de Viabilidad Financiera.....	59
6.1. Estimación de Costos de Inversión del Proyecto .....	59
6.2. Definición de Costos de Operación y Mantenimiento del Proyecto.....	61
6.3. Análisis de Tasas de Interés para Costos de Oportunidad .....	62
6.4. Análisis de tasas de Interés para Costos de Financiación .....	63
6.5. Tablas de Amortización y/o Capitalización.....	64
6.6. Flujo de Caja.....	65
6.7. Evaluación Financiera y Análisis de Indicadores .....	65
7. Estudio Ambiental y Social.....	68
7.1. Análisis y Categorización de Riesgos .....	68
7.2. Análisis Ambiental del Ciclo de Vida de Proyecto.....	68
7.3. Responsabilidad Social-Empresarial (RSE).....	75

8.	Gestión de la Integración del Proyecto .....	77
8.1.	Acta de Constitución de Proyecto .....	77
8.2.	Registro de Supuestos y Restricciones.....	81
8.2.1.	Supuestos del proyecto.....	81
8.2.2.	Restricciones del Proyecto.....	81
8.3.	Plan de Gestión de Beneficios .....	82
8.4.	Plan de Gestión de Cambios .....	84
8.4.1.	Tipos de Cambios .....	86
8.4.2.	Proceso de Control de Cambios.....	87
9.	Gestión de los Interesados del Proyecto.....	88
9.1.	Registro de los Interesados .....	88
9.2.	Plan de Involucramiento de los Interesados .....	91
10.	Gestión del Alcance del Proyecto .....	93
10.1.	Plan de Gestión del Alcance .....	93
10.2.	Plan y Matriz de Trazabilidad de Requisitos.....	95
10.3.	Enunciado del Alcance.....	96
10.4.	Estructura de Descomposición del Trabajo (EDT) .....	103
10.5.	Diccionario de la EDT.....	104
11.	Gestión del Cronograma del Proyecto .....	118



11.1.	Plan de Gestión del Cronograma .....	118
11.2.	Listado de Actividades con Análisis PERT .....	120
11.3.	Diagrama de Red del Proyecto .....	122
11.4.	Línea Base del Cronograma.....	126
11.5.	Técnicas de Desarrollar el Cronograma Aplicadas .....	128
12.	Gestión de Costos del Proyecto.....	129
12.1.	Plan de Gestión de Costos del Proyecto.....	129
12.2.	Estimación de Costos en MS Project .....	131
12.3.	Estimación Ascendente y Determinación del Presupuesto .....	133
13.	Gestión de Recursos del Proyecto.....	133
13.1.	Plan de Gestión de Recursos.....	133
13.2.	Estimación de los Recursos .....	138
13.3.	Estructura de Desglose de Recursos (EDRE).....	140
13.4.	Asignación de Recursos.....	141
13.5.	Calendario de Recursos.....	143
13.6.	Plan de Capacitación y Desarrollo Del Equipo.....	146
14.	Gestión de Comunicaciones del Proyecto .....	147
14.1.	Plan de Gestión de las Comunicaciones.....	147
14.2.	Canales de Comunicación .....	148

14.3.	Sistema de Información de las Comunicaciones.....	148
14.4.	Diagrama de Flujo.....	149
14.5.	Matriz de Comunicaciones .....	152
14.6.	Estrategia de Comunicaciones.....	152
15.	Gestión de la Calidad del Proyecto.....	154
15.1.	Plan de Gestión de la Calidad.....	154
15.1.1.	Objetivos de Calidad del Proyecto .....	155
15.1.2.	Especificaciones Técnicas del Proyecto y del Entregable .....	155
15.1.3.	Requisitos de Calidad Aplicable al Proyecto.....	157
15.1.4.	Roles y Responsabilidades de Calidad.....	157
15.1.5.	Herramientas y Técnicas de Planificación .....	157
15.1.6.	Gestión y Control de la Calidad .....	158
15.1.7.	Herramientas y Técnicas Gestión y Control.....	158
15.1.8.	Plan de Acción para no Conformidad.....	160
15.1.9.	Aseguramiento de Calidad.....	161
15.2.	Métricas de Calidad.....	162
15.2.1.	Métricas de Calidad del Proyecto .....	162
15.2.2.	Métricas de Calidad del Producto .....	166
15.3.	Documentos de Prueba y Evaluación .....	171

15.4.	Entregables Verificados .....	176
16.	Gestión de Riesgos del Proyecto.....	177
16.1.	Plan de Gestión de Riesgos.....	177
16.1.1.	Estrategia de los Riesgos .....	177
16.1.2.	Metodología .....	178
16.1.3.	Roles y Responsabilidades.....	178
16.1.4.	Financiamiento.....	180
16.1.5.	Calendario.....	181
16.1.6.	Categorías del riesgo.....	181
16.1.7.	Apetito al Riesgo del Interesado .....	182
16.1.8.	Definiciones de la Probabilidad e Impacto de los Riesgos.....	183
16.1.9.	Matriz de la Probabilidad e Impacto.....	184
16.2.2.	Análisis Cualitativo de Riesgos.....	186
16.3.	Matriz de Riesgos.....	188
16.3.1.	Análisis Cuantitativo de Riesgos.....	188
16.3.2.	Plan de Respuesta a los Riesgos .....	189
16.3.3.	Matriz de Probabilidad Impacto Residual.....	190
16.3.4.	Reservas de Contingencia Después de Aplicado el Plan de Respuesta al Plan de Respuesta a los Riesgos.....	191
17.	Gestión de las Adquisiciones del Proyecto .....	193

17.1.	Plan de Gestión de las Adquisiciones .....	193
17.1.1.	Definición de la Adquisición .....	193
17.1.2.	Tipos de Contrato Por Utilizar .....	194
17.1.3.	Riesgos de Contratación.....	195
17.2.	Determinación de los Costos.....	197
17.3.	Documentación Estándar para la Contratación .....	197
17.4.	Restricciones de la Contratación.....	198
17.6.	Criterios de Decisión .....	199
17.7.	Gestión de Proveedores.....	200
17.8.	Métricas de Desempeño para las Actividades de Adquisición .....	200
17.9.	Matriz de las Adquisiciones.....	202
17.10.	Cronograma de Compras.....	206
18.	Gestión del Valor Ganado.....	208
18.1.	Indicadores de Medición del Desempeño .....	208
10.2.1	Seguimiento 1 (31 de diciembre 2022) .....	213
18.2.1.1.	Valor Ganado.....	213
18.2.1.2.	Curva S.....	214
18.2.1.3.	Resultados Indicadores .....	214
18.2.1.4.	Acciones que Seguir para Corregir Variaciones .....	217

18.2.2.	Seguimiento 2 (31 de Julio 2023) .....	218
18.2.2.1.	Valor Ganado.....	218
18.2.2.2.	Curva S.....	219
18.2.2.4.	Conclusiones .....	221
18.2.2.5.	Acciones que Seguir para Corregir Variaciones .....	223
19.	Informe de Avance de Proyecto.....	224
20.	Conclusiones .....	228
21.	Recomendaciones .....	230
22	Bibliografía .....	232
23.	Apéndice .....	235

## Índice de Gráficas

Gráfica 1. Mapa estratégico. ....	30
Gráfica 2 Estructura organizacional Siemens.....	33
Gráfica 3. Árbol de problemas.....	35
Gráfica 4. Árbol de objetivos .....	36
Gráfica 5. Árbol de acciones .....	37
Gráfica 6. Descripción del proceso.....	47
Gráfica 7 Cobertura en Arauquita y Chinú.....	56
Gráfica 8. Distribución eléctrica por región.....	59
Gráfica 9 Resumen calculo huella de carbono.....	72
Gráfica 10. Análisis de sostenibilidad.....	76
Gráfica 11. Interesados VS Total. ....	90
Gráfica 12. EDT.....	103
Gráfica 13. Diccionario del entregable Desarrollo de ingeniera.....	104
Gráfica 14 Diccionario del entregable Gerencia de proyectos.....	107
Gráfica 15. Diccionario del entregable, fabricación reactores. ....	109
Gráfica 16. Diccionario entregable Logística.....	111
Gráfica 17. Diccionario entregable Montaje de bobinas y puesta en servicio.....	113
Gráfica 18. Diccionario entregable Cierre.....	116
Gráfica 19. Diagrama de red. ....	122
Gráfica 20. Análisis probabilidad de tiempos.....	125
Gráfica 21. Cronograma Línea base. ....	126
Gráfica 22. Screen de Project con sobreasignación.....	128

Gráfica 23. Actividades sin sobreasignación.....	129
Gráfica 24. Segregación de costos. ....	130
Gráfica 25. Estimación costos Project.....	132
Gráfica 26. Organigrama.....	136
Gráfica 27. Estimación de recursos MS Project. ....	139
Gráfica 28. Estructura de desglose de recursos.....	140
Gráfica 29 Asignación de recursos para cada entregable y paquete de trabajo. ....	141
Gráfica 30 Diagrama de flujo de comunicaciones ....	150
Gráfica 31. Análisis causa efecto. ....	161
Gráfica 32. Categoría de riesgos.....	182
Gráfica 33. Diagrama Gantt de adquisiciones.....	206
Gráfica 34 Curva S Seguimiento 31 de diciembre 2022.....	214
Gráfica 35 Informe de seguimiento 31 de diciembre 2022.....	218
Gráfica 36. Curva S Seguimiento 31 de Julio 2023.....	219
Gráfica 37. Informe de seguimiento 31 de Julio 2023. ....	223
Gráfica 38. Estado general del proyecto. ....	224

## Indicé de Imágenes

Imagen 1 Reactores secos.....	34
Imagen 2. Reactor seco de una bobina en Subestación. ....	47
Imagen 3. Subestación eléctrica vista de planta. ....	49
Imagen 4. Actividades de Montaje en Subestación eléctrica.....	49
Imagen 5 Ubicación subestación Caño Limón. ....	50
Imagen 6. Ubicación Subestación Chinú.....	51
Imagen 7. Ubicación Geográfica Chinú.....	55
Imagen 8. Ubicación Geográfica Arauquita.....	55
Imagen 9. Crecimiento de demanda por región. ....	56
Imagen 10. Aporte de la región Oriente.....	58



## Índice de Tablas

Tabla 1. Cadena de valor. ....	31
Tabla 2. Factor costo de implementación.....	39
Tabla 3. Factor tiempo de entrega. ....	40
Tabla 4. Factor especificaciones técnicas.....	40
Tabla 5. Factor forma de entrega de suministros.....	41
Tabla 6. Factor Diseño de ingeniería. ....	41
Tabla 7. Factor Impacto.....	42
Tabla 8. Calificación final de alternativas. ....	42
Tabla 9. Equipos y especificaciones del proyecto. ....	51
Tabla 10. Materiales y especificaciones del proyecto.....	52
Tabla 11. Recursos Humanos.....	53
Tabla 12. Equipos de mantenimiento y calibración de equipos de medición.....	54
Tabla 13 Costos estimados.....	59
Tabla 14 Costos de operación y mantenimiento del proyecto.....	61
Tabla 15. Variables de Amortización.....	64
Tabla 16. Ingresos VS Gastos.....	66
Tabla 17. Indicador C/B.....	67
Tabla 18. Plan de gestión de beneficios. Beneficio 1.....	82
Tabla 19. Plan de gestión de beneficios. Beneficio 2.....	82
Tabla 20. Plan de gestión de beneficios. Beneficio 3.....	83
Tabla 21. Plan de gestión de beneficios. Beneficio 4.....	83
Tabla 22. Participantes en la gestión de cambios. ....	85

Tabla 23. Tipos de cambios. ....	86
Tabla 24. Registro de interesados.....	89
Tabla 25. Matriz de categorización. ....	90
Tabla 26. Interesados VS Total.....	90
Tabla 27. Formato gestión del alcance.....	93
Tabla 28. Convenciones de Matriz de requisitos.....	96
Tabla 29. Planificación de costos.....	131
Tabla 30. Matriz RACI, roles y responsabilidades.....	137
Tabla 31 Calendario de recursos .....	144
Tabla 32. Capacitación y desarrollo. ....	146
Tabla 33. Medios de comunicaciones. ....	154
Tabla 34. Normatividad legal del proyecto. ....	156
Tabla 35. Métrica #1 del proyecto. ....	163
Tabla 36 Métrica #2 del proyecto .....	163
Tabla 37 Métrica #3 del proyecto .....	164
Tabla 38 Métrica #4 del proyecto. ....	165
Tabla 39. Métrica #5 del proyecto .....	165
Tabla 40. Métrica entregable desarrollo de ingeniería. ....	166
Tabla 41. Métrica entregable Gerencia de proyectos.....	167
Tabla 42 .Métrica entregable Fabricación de reactores. ....	168
Tabla 43. Métrica entregable logística.....	169
Tabla 44 Métrica entregable Montaje y puesta en servicio.....	170
Tabla 45. Métrica entregable Cierre. ....	171

Tabla 46. Formato de auditoría interna. ....	172
Tabla 47. Formato de plan de acción correctiva y preventiva. ....	173
Tabla 48. Formato de pruebas y evaluación. ....	175
Tabla 49. Entregables verificados. ....	176
Tabla 50. Roles y responsabilidades.....	179
Tabla 51. Apetito al riesgo.....	183
Tabla 52. Probabilidad e impacto de los riesgos. ....	183
Tabla 53. Matriz de probabilidad e impacto.....	184
Tabla 54. Formato del registro de riesgos. ....	185
Tabla 55. Análisis Cualitativo. ....	186
Tabla 56 Matriz de probabilidad e impacto con la identificación de riesgos .....	187
Tabla 57. Análisis cuantitativo. ....	188
Tabla 58. Plan de respuesta.....	190
Tabla 59. Matriz de probabilidad impacto residual. ....	191
Tabla 60. Reservas de contingencia después del plan de respuesta a los riesgos. ....	192
Tabla 61. Definiciones.....	193
Tabla 62. Riesgos de contratación. ....	196
Tabla 63. Matriz de adquisiciones parte I.....	202
Tabla 64. Matriz de adquisiciones Parte II.....	204
Tabla 65. Indicadores de desempeño de cronograma. ....	209
Tabla 66. Indicadores de desempeño del costo. ....	210
Tabla 67. Indicadores de proyección.....	211
Tabla 68. Indicadores particulares del proyecto. ....	212

Tabla 69. Indicadores a 31 de diciembre 2022.....	214
Tabla 70. Indicadores a 31 de Julio de 2023.....	220

## Índice de Apéndice

Apéndice A Amortización .....	235
Apéndice B Capitalización.....	236
Apéndice C Capitalización con abonos fijos.....	236
Apéndice D Flujo de Caja.....	238
Apéndice E Indicador VAN.....	240
Apéndice F Matriz de valoración e impacto (RAM). .....	241
Apéndice G Análisis PESTEL.....	242
Apéndice H Eco balance .....	247
Apéndice I Matriz P5. ....	248
Apéndice J Formato solicitud de cambios .....	263
Apéndice K Matriz de involucramiento de interesados.....	265
Apéndice L Matriz de requisitos. ....	267
Apéndice M Listado de actividades con análisis PERT.....	271
Apéndice N Presupuesto.....	277
Apéndice O Matriz de comunicaciones. ....	283
Apéndice P Requisitos de calidad por paquete de trabajo .....	286
Apéndice Q Roles y responsabilidad del proyecto .....	291
Apéndice R Matriz de gestión y control de la calidad .....	294
Apéndice S Identificación de riesgos.....	300
Apéndice T Plan de respuesta a los riesgos. ....	315

### **Resumen**

El proyecto “Diseño, fabricación, montaje y puesta en servicio de reactores secos en las subestaciones de Caño Limón, Arauca y Chinú, Montería” surge de la necesidad por mejorar el suministro eléctrico en las ciudades de Arauca y Montería, debido que se presentan cortes por diversas causas sociales o técnicas en las subestaciones. Este proyecto se presenta como una alternativa de mejora en la modernización de las subestaciones eléctricas y como un apoyo para el crecimiento económico y mejora de condiciones de vida de los habitantes que se encuentran cercanos a estas subestaciones las cuales regularan el consumo energético.

### **Palabras Clave**

Reactor, Bobina, suministro eléctrico, abastecimiento, transformadores, subestación, energía.

### **Abstract**

The project "Design, manufacture, assembly and commissioning of dry reactors in the substations of Caño Limón, Arauca and Chinú, Monteria" arises from the need to improve electricity supplies in the cities of Arauca and Monteria, due to cuts due to various social or technical causes in the substations. This project is presented as an alternative of improvement in the modernization of electrical substations and as a support for the economic growth and improvement of living conditions of the inhabitants who are close to these substations that will regulate energy consumption.

### **Keywords**

Reactor, Coil, power supply, supply, transformers, substation, energy.

## Introducción

En el territorio colombiano el consumo energético es un pilar fundamental en los planes de ordenamiento territorial, ya sea para brindar mejores condiciones de vida a los habitantes de los territorios o como un mecanismo de impulso económico en las industrias.

El país recientemente ha incursionado en generación eléctrica limpia, en la zona alta de Colombia con la ampliación y mejoramiento en la guajira del parque eólico Jeparache y en Antioquia con Hidro Ituango, pero en zonas de difícil acceso donde se ubican la gran mayoría de subestaciones eléctricas de transmisión implementar este tipo de tecnología tomara aún más tiempo.

Pero se están planteando alternativas como el uso de subestaciones encapsuladas tipos GIS y la reducción de espacios en las subestaciones que en el pasado eran de hectáreas con bahías completas, para dar paso a la simplificación con este tipo de tecnología o reactores secos que son equipos aún más complejos por su mantenimiento y cuidados, pero brindan alternativas seguras de transmisión energética.

El presente proyecto de grado tiene por objeto diseñar e implementar una solución de transmisión de energía eléctrica en las subestaciones eléctricas de caño limón ubicada en la ciudad de Arauca y la subestación de Chinú ubicada en la ciudad de Montería, la instalación de reactores en estas ubicaciones es un gran reto debido que son equipos de gran tamaño y peso que solo pueden ser transportados en barcos o aviones especiales de carga y el transporte terrestre en cama bajas, la puesta en servicio de los equipos no es un reto menor y tienen componentes adicionales de importancia si se analiza



geográficamente el impacto positivo que generara en las poblaciones cercanas a los trabajos.

El presente proyecto no solo tiene un impacto académico, el impacto que se generará en las poblaciones de Chinú y Arauca será muy positivo, así como el beneficio a las otras subestaciones eléctricas líneas arriba que cuentan con esta modernización.

### **Objetivo General**

Presentar una propuesta de diseño, fabricación y puesta en servicio de reactores secos. para las subestaciones de Caño Limón y Chinú que aportara positivamente en el consumo energético de las ciudades de Arauca y Montería.

### **Objetivos Específicos**

- Realizar los diseños eléctricos y de montaje específicos para cada una de las subestaciones
- Fabricar los reactores eléctricos conforme a los diseños aprobados
- Ejecutar la puesta en servicio para cada subestación en los días de consignación local
- Realizar la entrega y puesta en servicio de los suministros y servicios indicados en el alcance en los mejores tiempos y con calidad.
- Aplicar los conocimientos adquiridos en la especialización para el desarrollo del trabajo de grado.

## 1. Antecedentes Organizacionales

### 1.1. Descripción de la Organización Ejecutora

Siemens es un grupo tecnológico líder a nivel mundial, que hace más de 170 años es sinónimo de excelencia tecnológica, innovación, calidad, fiabilidad e internacionalización. La compañía está presente en todo el mundo, principalmente en las áreas de electrificación, automatización y digitalización.

En 1866, Siemens descubrió el principio electrodinámico, con el que es posible generar electricidad a gran escala. El descubrimiento tuvo un impacto significativo a nivel económico, el cual es la base de la ejecución de todos los proyectos de hoy en día.

#### 1.1.1. Ubicación de Instalaciones

Siemens Energy tiene su sede principal en la Autopista Medellín Km 8,5 vía Tenjo donde se encuentran las fábricas de transformadores y tableros de agrupamiento, así como las oficinas principales donde se centralizan todas las unidades negocio.

#### 1.1.2. Servicios Ofrecidos

Siemens Energy, ofrece servicios relacionados con la transformación, generación y distribución de energía para baja, media y alta tensión. La compañía tiene un amplio portafolio de servicios entre los más importantes se destacan los siguientes:

- Análisis on-line
- Aparatos de medición de temperatura
- Aparatos y equipos para análisis “in situ”
- Armarios y cajas
- Armarios, cajas, eléctricos

- Componentes para instalaciones eléctricas
- Componentes para medir caudales (varios)
- Equipos para DBO
- Equipos para TOC
- Equipos y sistemas para cromatografía de gases (cromatógrafos de gases)
- Fusibles, descargadores y resistencias
- Indicadores, registradores de parámetros
- Medición conductividad (servicio)
- Medición humedad (servicio)
- Medición oxígeno disuelto (servicio)
- Medición pH, Rh (servicio)
- Medición presión (servicio)
- Medición turbidez (servicio)
- Software para autómatas programables
- Software para control numérico

## 1.2. Objetivos Estratégicos

- Ser un actor relevante para garantizar el futuro suministro de energía sostenible
- Liderar en el sector de la descarbonización
- Acelerar la rentabilidad mediante el impulso riguroso de la excelencia operativa, los ajustes del portafolio para satisfacer la demanda del mercado y el cambio gradual de la innovación hacia la sostenibilidad y el servicio
- Liderar la transformación energética a través de la innovación
- Una sólida base financiera con un importante potencial de crecimiento

- Liderar los servicios del sector energético como un valor clave de la organización

### 1.3. Misión, Visión y Valores

#### 1.3.1. Misión

En Siemens estamos decididos a cumplir y siempre que sea posible, superar todos los requisitos legales y éticos. Nuestra responsabilidad es llevar a cabo todos los negocios de acuerdo con los más altos estándares y prácticas profesionales y éticas: No debe haber tolerancia para el comportamiento no conforme. Los principios relacionados con «responsable» sirven como brújula por la que navegan por nuestras decisiones empresariales. También se deben alentar los socios comerciales, proveedores y otras partes interesadas a adoptar un estándar similar de comportamiento ético.

#### 1.3.2. Visión

Nuestra visión pone en práctica nuestra creencia de que el más alto rendimiento y los más altos estándares éticos pueden impulsar el crecimiento rentable al tiempo que abordan los requisitos de las partes interesadas. La visión se deriva de ciertos valores y fue desarrollada por el equipo de liderazgo senior con la participación de todos los grupos y muchas regiones. Para lograr el máximo rendimiento con la ética más alta.

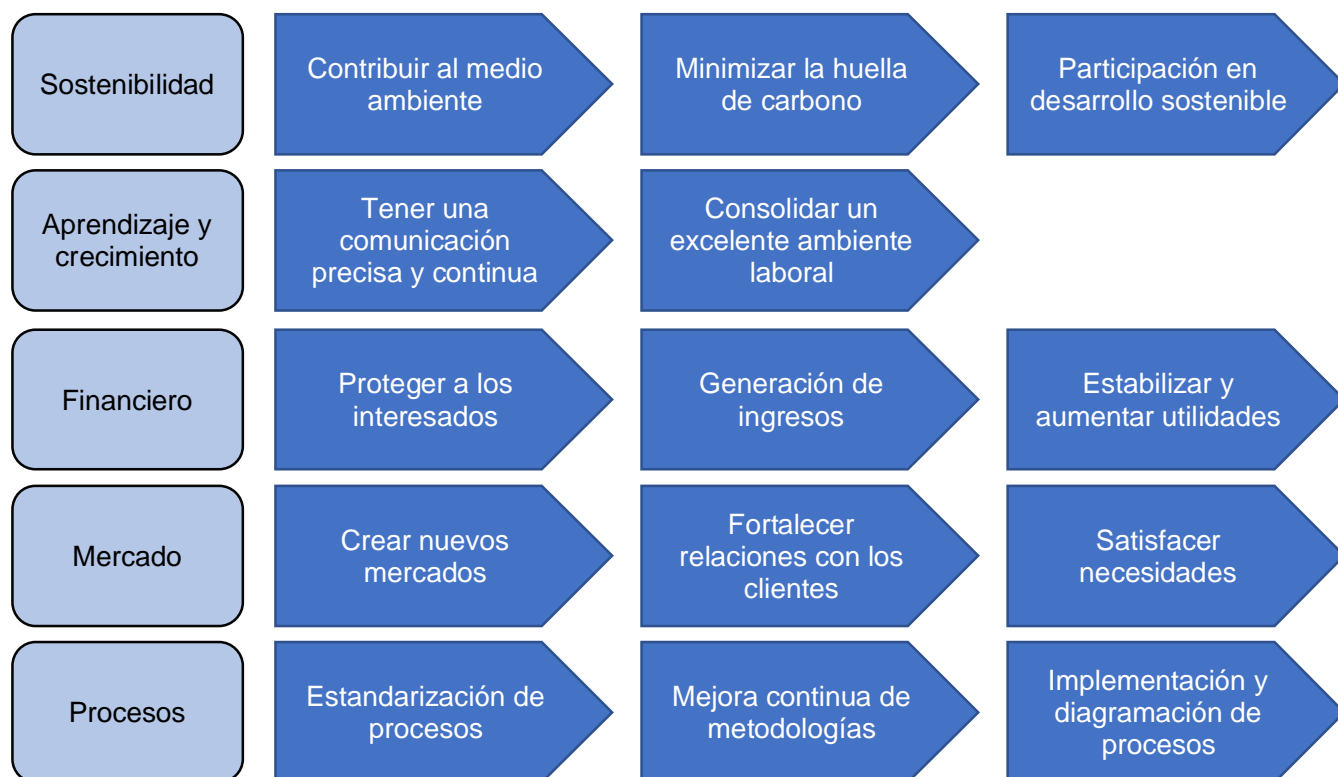
#### 1.3.3. Valores

- Integridad: ser transparente y responsable
- Innovación: búsqueda constante de nuevas fórmulas de trabajo
- Servicio al lector: orientar las acciones a dar valor
- Calidad: búsqueda de la excelencia
- Dedicación y pasión: comprometido con cabeza y corazón

#### 1.4. Mapa Estratégico

El mapa estratégico, está diseñado para gestionar todas las exigencias y conformidades de los clientes internos y externos de la empresa, manteniendo enfocadas las ideas principales en cada una de las áreas de interacción técnica y administrativa en los cuales se representan los valores y principios de la calidad total con los que está comprometida la empresa.

Gráfica 1. Mapa estratégico.



Fuente: Adaptado por los autores 2022.

#### 1.5. Cadena De Valor

La cadena de valor está diseñada por actividades primarias y actividades de soporte, todo con el fin de satisfacer la necesidad de los clientes enfocada a cada una de

las operaciones que maneja la entidad. Estas actividades contribuyen a que la compañía pueda garantizar un excelente producto a sus clientes.

Tabla 1. Cadena de valor.

<b>Actividades de soporte</b>	<p><b>Infraestructura de la empresa:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lineamiento estratégico</li> <li>• Gestión financiera</li> <li>• Gestión jurídica</li> <li>• Gestión administrativa</li> <li>• Servicio al cliente</li> <li>• Gestión de inversiones</li> <li>• Gestión comercial</li> <li>• Gestión de operaciones</li> </ul>
	<p><b>Gestión de recursos humanos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Contratación</li> <li>• Procesos disciplinarios</li> <li>• Bonificaciones</li> <li>• Remuneraciones</li> </ul>
	<p><b>Tecnología:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Compra y mantenimiento de equipos</li> <li>• Actualización de software</li> <li>• Documentación</li> <li>• Vanguardia en tecnología</li> </ul>
	<p><b>Compras:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Renovación de equipos</li> <li>• Negociación con clientes y proveedores</li> </ul>

<b>Logística interna:</b> Documentos Contratos Pólizas	<b>Operaciones:</b> Control y revisión de calidad Contrataciones Administración	<b>Logística externa:</b> Satisfacción de clientes Entrega acordada de productos	<b>Garantías:</b> Encuestas de satisfacción
<b>Actividades primarias</b>			

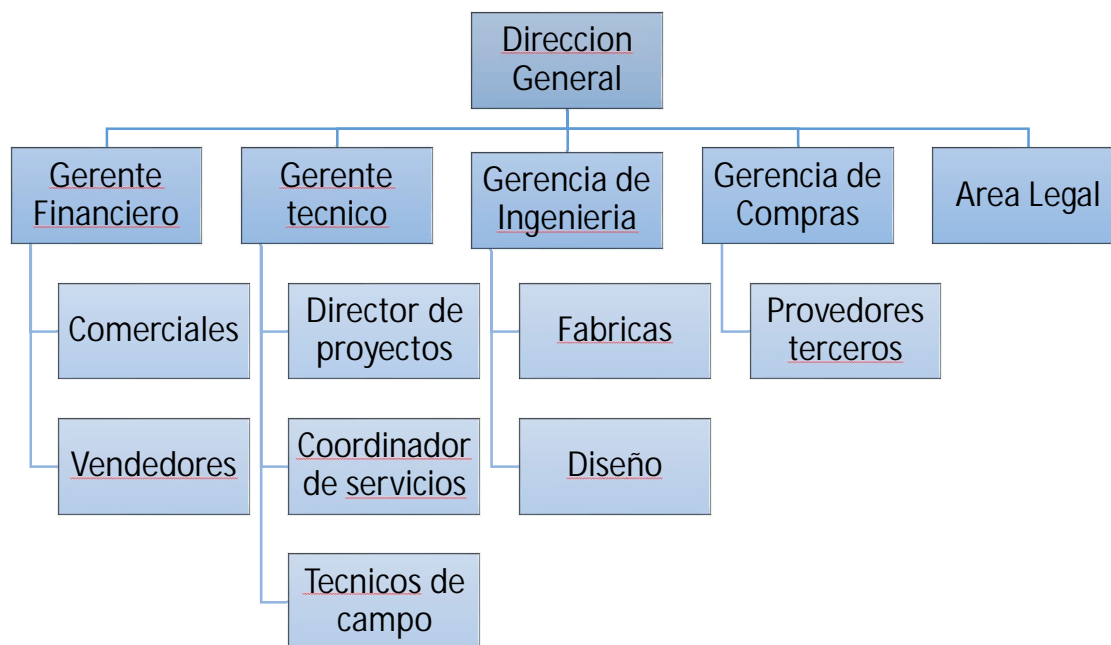
*Fuente: Adaptado por los autores 2022.*

## 1.6. Estructura Organizacional

La compañía tiene una estructura por unidades de negocio donde cada gerente de unidad se comunica directamente con el CEO y CFO de la compañía a nivel Latinoamérica, en cada unidad de negocio la estructura es similar a la señalada en la siguiente grafica 2.



Gráfica 2 Estructura organizacional Siemens.



Fuente: Adaptado por los autores 2022.

Las gerencias financieras y técnicas tienen un trabajo articulado en la ejecución de proyectos, en la apertura o creación de un nuevo proyecto se asigna un comercial para los temas de facturación y pólizas, también se asigna un director de proyectos que tiene un enfoque más técnico, las áreas de ingeniería, compras y legal son transversales para toda la unidad de negocio, es decir un diseñador puede tener múltiples proyectos en el mismo intervalo de tiempo, así como el coordinador de compras liderar diversos procesos de diversos proyectos.

## 2. Evaluación del Proyecto a Través de la Metodología del Marco Lógico

### 2.1. Descripción del Problema o Necesidad

El cliente final requiere realizar el cambio de 4 reactores en la subestación Caño limón ubicado en la ciudad de Arauca y subestación Chinú ubicado en la ciudad de Montería, debido a que los existentes se incineraron por causas desconocidas.

La ausencia de reactores en Arauca está causando cortes de energía en poblaciones como Tame y Arauquita, generando afectaciones al comercio, salud y educación, la temperatura en las noches puede llegar a los 28°C y la pérdida de dinero al cliente final por estos periodos de tiempo.

La instalación de los reactores secos nuevos en las dos subestaciones permitirá regular el consumo energético en las poblaciones, generando las ganancias para la unidad de negocio y afirmando la confiabilidad en el distribuidor de energía, adicional de ser un apoyo para las subestaciones eléctricas de la región en la distribución de energía para el país.

*Imagen 1 Reactores secos.*



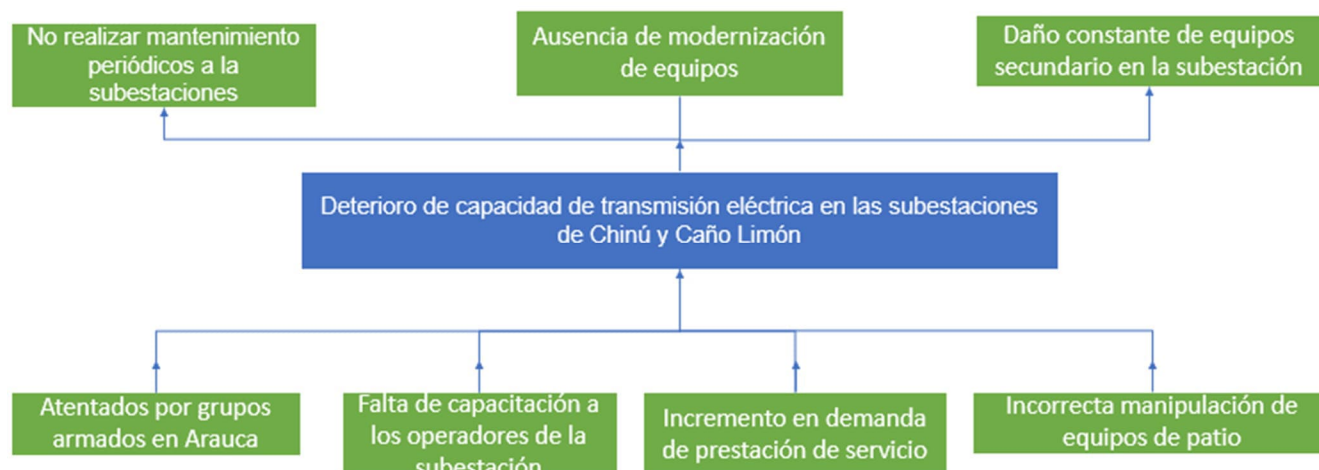
*Fuente: Autores 2022.*

La imagen es referencial, un reactor seco este compuesto por dos unidades de bobinas, superior e inferior símiles y un conjunto de aisladores que permiten la distribución de energía eléctrica en la subestación como uno de sus equipos de patio.

## 2.2. Árbol De Problemas

Se puede representar el problema logrando entender visualmente qué es lo que está ocurriendo, por qué está ocurriendo y que es lo que esto está ocasionando los efectos o consecuencias que se pueden visualizar en la siguiente grafica.

Gráfica 3. Árbol de problemas

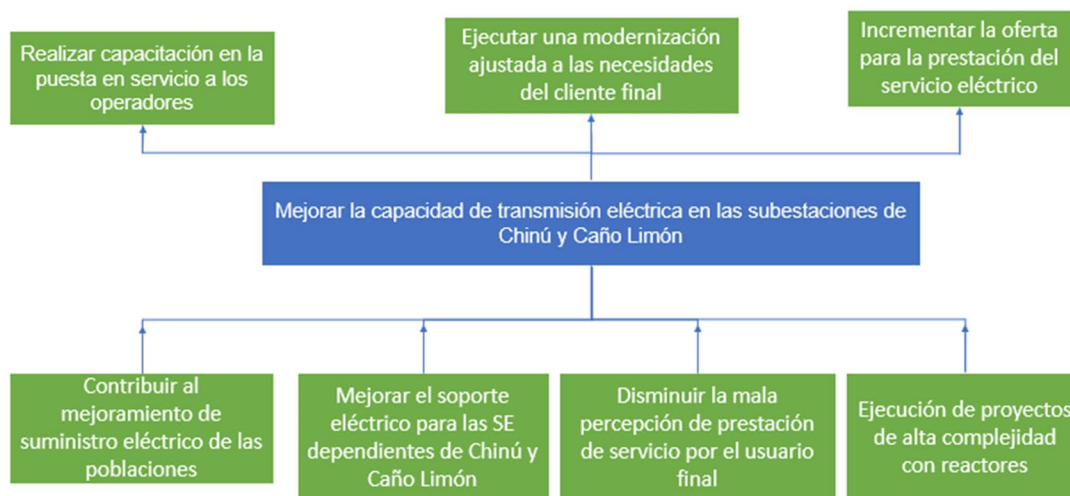


Fuente: Autores 2022

## 2.3. Árbol de Objetivos

Con esta herramienta se podrá transformar del árbol de problemas, en medios y los efectos, en fines, además de ser una guía hacia el análisis de alternativas.

Gráfica 4. Árbol de objetivos

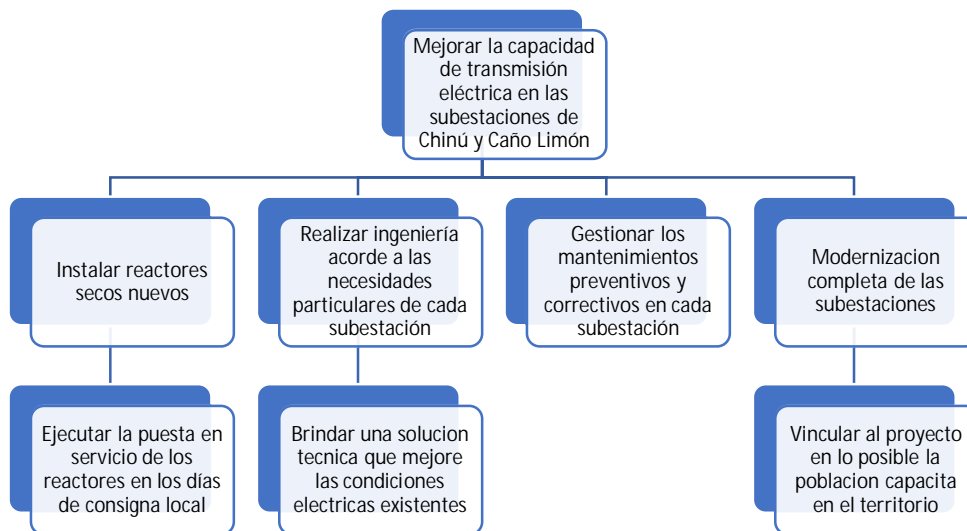


Fuente: Autores 2022

## 2.4. Árbol de Acciones

En la siguiente gráfica se indican las posibles acciones de solución al problema planteado.

Gráfica 5. Árbol de acciones



Fuente: Autores 2022

## 2.5. Determinación de Alternativas

En las alternativas se pretende presentar una propuesta para dar una solución de que mejore las condiciones existentes de transmisión eléctrica en las poblaciones Caño Limón y Chinú.

### Alternativa 1

La opción de realizar una modernización completa a la subestación implica una inversión mayor que podría llegar a ser superior a la solución de suministrar solo las bobinas, debido que se deben suministrar un mayor número de equipos de potencia y si los equipos actuales de potencia son actualizados los tableros de control y protección de las subestaciones así como su sistema de control debería también ser actualizado, adicional que cada equipo y suministro a entregar tendría un tiempo diferente de entrega debido que los fabricantes son diversos.

**Alternativa 2**

La fábrica de Canadá puede realizar la fabricación de una parte del pedido de los reactores y Brasil la otra parte, los costos no son representativos si se contrarrestan contra las fallas que están presentando en las subestaciones existentes y la no prestación de servicio eléctrico en ciertos intervalos de tiempo, adicional a reputación y el buen nombre de la compañía mejoraría para futuras licitaciones debido que se presentaría una solución que se ajusta al presupuesto del patrocinador y el tiempo de entrega y puesta en servicio en cada subestación es aceptable.

**Alternativa 3**

Se puede plantear la alternativa de realizar la fabricación completa de las bobinas únicamente en la fábrica de Brasil representa que se pueden cumplir con las especificaciones técnicas solicitados por el cliente final pero el tiempo de entrega para las bobinas en la Subestación de Caño Limón impactaría en aproximadamente 144 días adicionales para su fabricación y durante el tiempo adicional que pueda tardar las bobinas realizar mantenimientos preventivos a la subestación eléctrica.

**Alternativa 4**

Se plantearía ofertar especificaciones técnicas de los equipos que superen las necesidades del cliente en la búsqueda de poder adquirir diversas opciones con otros proveedores de Latinoamérica, esto puede implicar costos elevados al presupuesto del cliente final y la diversificación del portafolio hacia la competencia pues no serían equipos de la empresa ejecutora necesariamente.

## 2.6. Evaluación de Alternativas

Para realizar la evaluación de alternativas del proyecto se contemplarán evaluaciones de factores como el costo, tiempo de entrega, especificaciones técnicas, formas de entrega del suministro, diseño de ingeniería e impacto. Cada uno de los factores tiene un peso ponderado en la evaluación evaluando el mayor impacto que podría causar en las especificaciones requeridas por el cliente final.

### 2.6.1. Criterios de selección de alternativas

El primer factor de análisis es el costo de implementación, se asigna una mayor calificación a la alternativa más económica (Ver tabla 2).

*Tabla 2. Factor costo de implementación.*

Costo	Calificación
Entre \$2.000 y \$2.339 Miles de Millones	5
Entre \$2.340 y \$2.500 Miles de Millones	4
Entre \$2.501 y \$2800 miles de millones	3
Entre \$2801 y \$3.000 miles de millones	2
Mayor a \$3.001 miles de millones	1

*Fuente: Autores 2022.*

El segundo factor de análisis es el tiempo de entrega que los reactores secos se entregan en piso en casa subestación eléctrica, se le asignara mayor calificación a la alternativa con menor tiempo de entrega. (Ver tabla 3).

Tabla 3. Factor tiempo de entrega.

Tiempo de entrega	Calificación
De 5 a 8 Meses	5
De 9 a 12 Meses	4
De 12 a 15 meses	3
De 15 a 17 Meses	2
Mas de 17 meses	1

Fuente: Autores 2022.

El tercer factor son las especificaciones técnicas sugeridas, se asignará menor valor a la alternativa que se encuentra más distante de lo requerido por el cliente final. (Ver tabla 4).

Tabla 4. Factor especificaciones técnicas.

Especificaciones técnicas	Calificación
Satisfechas con una mejora notoria	5
Satisfechas con una mejora leve	4
Satisfechas	3
Satisfechas, pero con pendientes	2
No satisfechas	1

Fuente: Autores 2022.

El cuarto factor es la forma de entrega de los reactores secos al cliente final, se le asignara mayor valor de calificación a la alternativa que más se aproxime a entregar todos los suministros en piso en cada subestación. (Ver tabla 5).



Tabla 5. Factor forma de entrega de suministros.

Forma de entrega del suministro	Calificación
En la subestación en huacal de madera	5
En la subestación en plástico	4
En subestación sin descargue	3
En puerto Marítimo o Aéreo con legalización	2
En puerto Marítimo o aéreo sin legalización	1

Fuente: Autores 2022.

El quinto factor es el diseño de la ingeniería, se le asigna menor valor a la alternativa que se encuentre más distante de realizar toda la ingeniería que se requiera para la aplicación de la solución, se le asignara mayor valor a la alternativa que realice la ingeniería desde la fabricación hasta la entrega final y puesta en servicio. (Ver tabla 6).

Tabla 6. Factor Diseño de ingeniería.

Diseño de ingeniería	Calificación
Ingeniería primaria y secundaria	5
Ingeniería primaria	4
Ingeniería secundaria	3
Revisión de la placa de características del reactor, únicamente	2
Sin ingeniería	1

Fuente: Autores 2022.

El sexto factor es el impacto positivo que puede causar para el cliente final la aplicación de las diferentes alternativas, se le asignara mayor valor a la alternativa que impacte en menor tiempo a las poblaciones cercanas a las subestaciones. (Ver tabla 7).

Tabla 7. Factor Impacto.

Impacto	Calificación
Muy alto	5
Alto	4
Medio	3
Bajo	2
Muy Bajo	1

Fuente: Autores 2022.

## 2.6.2. Matriz de Evaluación de Alternativas

Tabla 8. Calificación final de alternativas.

Factor de análisis	ponderación	Alternativa 1	%	Alternativa 2	%	Alternativa 3	%	Alternativa 4	%
Costo	30%	1	6%	5	30%	5	30%	2	12%
Tiempo de entrega	25%	2	10%	4	20%	2	10%	1	5%
Especificaciones Técnicas	10%	4	8%	5	10%	4	8%	1	2%
Forma de entrega del suministro	5%	5	5%	4	4%	5	5%	2	2%
Diseño de ingeniería	10%	4	8%	4	8%	4	8%	3	6%
Impacto	20%	5	20%	5	20%	4	16%	3	12%

	100%	21	57 %	27	92 %	24	77 %	12	39 %
*Se califica de 1 a 5 el cumplimiento del factor de análisis, donde 5 es el máximo cumplimiento a las necesidades del cliente final y 1 es el mínimo, se seleccionará la más cercana a 100%									

Fuente: Autores 2022.

## 2.7. Descripción de Alternativa Seleccionada

La Alternativa seleccionada es la numero 2 con la fábrica de Brasil el suministro de una unidad de reactor y (1/2) bobina, y 3 unidades de reactores con la fábrica de Canadá, estos equipos serían los requeridos con las especificaciones técnicas señaladas por el cliente final, para la subestación de Caño Limón se entregarán los reactores de la fábrica de Brasil y para la subestación de Chinú se entregarán los reactores de la fábrica Canadá. Las fábricas manifestaron que cumplirán con las especificaciones técnicas señaladas y en un tiempo final de entrega aceptable.

Con el desarrollo de esta propuesta se busca tener una mejor calidad de suministro de energía que permitan en un futuro próximo grandes beneficios en el sector comercial y de turismo de esta región. También representara bajos costos de operación ya que los equipos suministrados son de alta tecnología y requerirán intervenciones de mantenimiento más cortos.

## 3. Marco Metodológico

### 3.1. Tipos y Métodos de la Investigación

La investigación es descriptiva debido a que se analiza las diferentes variables que están afectando el suministro de energía en los municipios de Arauquita (Caño Limón) y Chinú, se realiza una medición de los factores. Con la modernización de estas

subestaciones ayuda en gran parte a regular el consumo de la energía en estas poblaciones.

El método es documental y de observación debido a que se recopilan datos cuantificables ya que estos se analizan con el fin de establecer los planes de acción que se deben desarrollar para resolver el problema de abastecimiento de energía en las poblaciones mencionadas, se analizara las suspensiones de energía en Chinú y Arauquita con la información existente de fuentes oficiales y se realizara una evaluación futura de ser necesario con encuestas, se consideraran también la información de lecciones aprendidas, no conformidades de proyectos similares ejecutados en otras ubicaciones pero que tengan características muy similares.

### 3.2. Herramientas para la Recolección de la Información

El proyecto no tiene un fin estadístico para la evaluación de hipótesis, tiene como objetivo brindar una solución energética en poblaciones de difícil acceso, por esto las herramientas o instrumentos a utilizar en la etapa previa a la ejecución en el desarrollo de las actividades y posteriores a estas son:

- Evaluación final de percepción del cliente.
- Entrevista individual al patrocinador y/o director del proyecto por parte del cliente final.
- Revisión de históricos a los proyectos ejecutados con un alcance similar.
- Análisis documental.
- Pliegos enviados por el cliente.

La recolección de esta información está enfocada a tener una caracterización y caracterización de la situación objeto de estudio y así tener herramientas que sirvan para un desarrollo pleno, completo y satisfactorio del proyecto en las dos ubicaciones.

### 3.3. Fuentes de Información

Las fuentes de información que se utilizarán serán las siguientes fuentes oficiales:

- Empresas prestadoras de servicio eléctrico en Chinú y Caño Limón.
- Sistema de información eléctrico colombiano.
- Alcaldía de Chinú y Montería.
- Alcaldía de Arauca, Tame y Arauquita.
- Unidad de planeación minero-energética.
- Centro nacional de despacho (CND).
- XM Isa-Inter Colombia.
- Históricos de proyectos ejecutados por la empresa ejecutora.
- Información técnica suministradas por el patrocinador.

Tomar la información de fuentes cercanas a la realidad colombiana permitirá que se tengan evaluaciones más concretas en riesgos, involucrados, así como minimizar los cambios en el proyecto.

## 4. Estudio Técnico

### 4.1. Diseño Conceptual de la Solución

Los reactores secos son dispositivos eléctricos utilizados para inducir reactancia a un circuito eléctrico de potencia, tiene la funcionalidad de limitar la variación de corrientes reduciendo los armónicos, los reactores no permiten que variaciones altas de corriente o potencia que se generan en el sistema pasen hacia los equipos de potencia logrando así una protección de sobretensión en todo el sistema de energía, algunas de las características de los reactores son:

- Diseño encapsulado en fibra de vidrio, con impregnación epóxica.
- Diseño integral de aluminio; todas las conexiones conductoras de corriente están soldadas.
- La más elevada resistencia a los cortocircuitos y a la tensión mecánica.
- Esencialmente cero esfuerzos de voltaje radial con una distribución del voltaje axial de clasificación uniforme entre los terminales.
- Nivel de ruido reducido durante toda la vida útil del reactor.
- Diseño hermético al agua con mínimos requisitos de mantenimiento.
- Vida de servicio que supera los 30 años.

El aspecto a un transformador de potencia es similar, sin embargo, en diseño y aislamiento del devanado son muy distintos, la relación de fiabilidad de un reactor seco es de las más altas que se encuentran en el mercado respecto a los equipos de potencia de patio, así como el diseño de este tipo de equipos tiene una alta complejidad y rigurosidad.

Los reactores son diseñados para soportar altas temperaturas además de fluctuaciones violentas de tensión, también son utilizados para limitar corrientes de falla y consumo de potencia reactiva en los sistemas de potencia.

Este tipo de reactores no es posible su fabricación en Colombia debido que se deben someter a una tipología de pruebas en espacios completamente aislados y limpios, la tecnología para estas pruebas se encuentra en Brasil y Canadá entre los países más cercanos. Por esta razón la fabricación de los equipos, así como sus pruebas SAT se realizarán en las fábricas de estos países. (Ver imagen 2).

Imagen 2. Reactor seco de una bobina en Subestación.

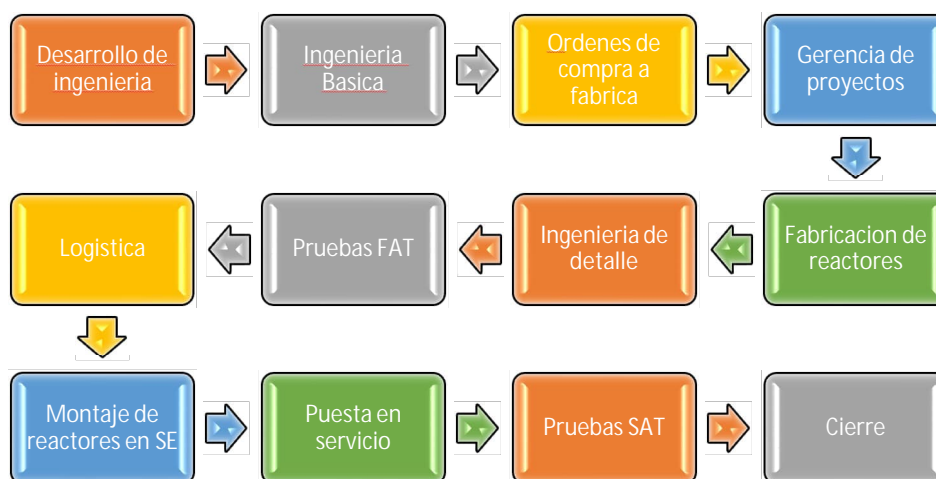


Fuente: Summa energía 2021.

#### 4.2. Análisis y Descripción del Proceso

El proyecto está enfocado en el diseño, fabricación, montaje y puesta en servicio de los reactores en las subestaciones de caño limón y Chinú, el proceso de fabricación de los equipos es realizado en las plantas de Brasil y Canadá en estas actividades se realiza seguimiento y control, la aprobación de la ingeniería de estos suministros son actividades vitales en el desarrollo del proyecto. (Ver gráfica 6).

Gráfica 6. Descripción del proceso.



Fuente Autores 2022.

La ingeniería de diseño y de detalle será realizada por las fábricas sin embargo las revisiones y aprobaciones de esta ingeniería estarán a cargo del director del proyecto, cada revisión de ingeniería será socializada con el cliente final, el diseñador y un representante del cliente final, se trabajará con un listado de documentos que contará con una trazabilidad de aprobaciones.

En la etapa de la gerencia de proyectos se realizarán el plan de dirección del proyecto y se realizaran las revisiones de los informes que se generan por las fábricas y los ingenieros en las puestas en servicio de cada subestación eléctrica.

En la etapa de fabricación las fábricas mantendrán las notificaciones constantes al director de proyectos y se realizarán reuniones semanales para evaluar el seguimiento y avance de la fabricación en Canadá y Brasil se ejecutarán las pruebas FAT que son las pruebas que nos indican que las especificaciones eléctricas sugeridas por el cliente e indican si se cumplieron.

La logística de transporte inicia desde las fábricas, se deberá evaluar cuando los reactores se encuentren en las pruebas finales la opción de transporte marítimo o aéreo, esto dependerá de las dimensiones, costos y tiempos de traslado de los equipos, se debe tener especial atención a la nacionalización de los bienes en Colombia.

La logística de traslado desde los puertos hasta las subestaciones eléctricas se realizará vía terrestre con vehículos que cuenten con las especificaciones técnicas para el traslado de equipos de estas dimensiones, en la ciudad de Arauca la logística requerida es más particular debido que se debe coordinar el ingreso de los vehículos con el ejército nacional por las condiciones sociopolíticas del territorio. (Ver imagen 3).



*Imagen 3. Subestación eléctrica vista de planta.*



*Fuente: Summa energía 2021.*

La puesta en servicio en cada una de las subestaciones se realizará con ingenieros de protecciones, ingenieros especialistas en montaje, linieros, auxiliares y EHS este proceso es la instalación en sitio de los reactores secos y la conexión de los mismos a los equipos de patio existentes, por alta tensión, en este proceso también se realizaran las pruebas SAT a los equipos que son las pruebas a los equipos nuevos en sitio las que nos permiten informar por medio de un protocolo que se instalaran sin novedades. (Ver imagen 4).

*Imagen 4. Actividades de Montaje en Subestación eléctrica.*



*Fuente: Autores 2022.*

El cierre del proyecto tiene tres componentes, administrativo, técnico y documental, para este proceso se deben gestionar entregables como el acta de entrega de equipos,

protocolo de energización, acta de puesta en servicio, posterior a las actividades en obra también se deben enviar al cliente final el Dossier Técnico de la ejecución de trabajos que tiene la ingeniería final del proyecto y permitirá avanzar en la facturación.

#### 4.3. Definición del Tamaño y Localización en del Proyecto

El proyecto tiene una alta complejidad debido que se deben realizar cortes de energía para garantizar la seguridad del personal que realiza las maniobras sobre los equipos, es un proyecto que para la empresa ejecutora tiene un alto impacto en su cliente estratégico y para la organización.

El proyecto tiene dos ubicaciones geográficas, La localización de la subestación Caño limón se encuentra localizada en la ciudad de Arauca, Subestación eléctrica ISA, Vereda la Yuca, Complejo Petrolero Caño Limón – SIERRACOL (antiguo OXY) -PF2. (Ver imagen 5 y 6).

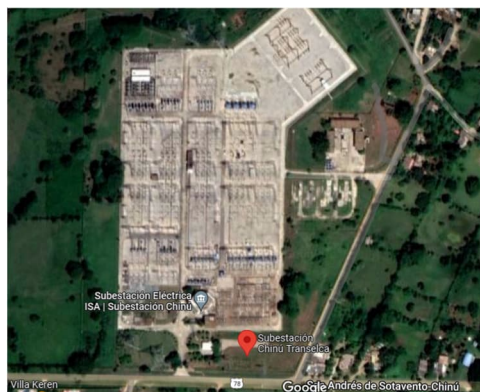
*Imagen 5 Ubicación subestación Caño Limón.*



*Fuente: Google Maps*

La localización de la subestación Chinú se encuentra en la ciudad de Montería, Córdoba, Subestación eléctrica ISA Chinú.

Imagen 6. Ubicación Subestación Chinú.



Fuente: Google Maps.

#### 4.4. Requerimientos para el Desarrollo del Proyecto

##### 4.4.1. Equipos del Proyecto y Especificaciones

Los equipos requeridos para la fabricación de los reactores acorde a las especificaciones técnicas compartidas en la ingeniería preliminar emitida por las fábricas son los siguientes, (Ver tabla 9).

Tabla 9. Equipos y especificaciones del proyecto.

<b>Equipos del proyecto</b>	
<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>
Dobladora	1
Cortadora	1
Fresadora	1
Maquina cargadora	1
Grúa ménsula (70Ton)	1
Prensa hidráulica	1
metro plegable	3

Micrómetro	3
calibre de pie de rey	3
cinta métrica	3
nivel de burbuja	3
Montacargas	1
Computador	4

Fuente: Autores 2021.

#### 4.4.2. Materiales del Proyecto y Especificaciones

Los materiales que se requieren para la fabricación de las bobinas en las fábricas de Brasil y Canadá, así como los materiales para la puesta en servicio son, (Ver tabla 10).

Tabla 10. Materiales y especificaciones del proyecto.

<b>Materiales del proyecto</b>		
<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>UM</b>
Aluminio de calidad eléctrica	237000	Kg
Aleación de aluminio	15800	Kg
Aleación de acero inoxidable	1975	Kg
Resina Epoxi	23700	Kg
Fibra de vidrio	35550	Kg
Película resistente	15800	Kg
Pintura de poliuretano	3950	Kg

Silicona RTV	3950	Kg
Porcelana	25675	Kg
Hierro Fundido	7900	Kg
Resina poliéster espaciador	23700	Kg
Pedestales	6	PC
Arañas de sujeción	2	PC
placa de identificación	1	PC
Tuerca de izamiento	1	PC
Grilletes	6	PC

*Fuente: Autores 2021*

#### 4.4.3. Personal

Para el desarrollo del proyecto se requiere un conjunto de personal técnico y especializado en diferentes áreas que se listan a continuación, (Ver tabla 11).

*Tabla 11. Recursos Humanos.*

<b>Descripción del cargo</b>	<b>Cantidad</b>
Project Manager	1
Comercial Project Manager	1
Especialista en protecciones	1
Especialista en Montaje	1
Técnico en montaje	4
EHS	1
Diseñador	1

Técnicos fabrica	2
Ingenieros de fabricación	2
Logístico/Compras	1

Fuente: Autores 2022.

#### 4.4.4. Equipos de Mantenimiento y Calibración de Equipos de Medición

Los equipos que el proyecto debe tener calibrados para la puesta en servicio, así como los utilizados en las fábricas son los indicados en la tabla 12, estos equipos son usados también para las pruebas FAT y SAT.

Tabla 12. Equipos de mantenimiento y calibración de equipos de medición.

<b>Equipos de mantenimiento</b>	
<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>
Valija de pruebas para equipos de patio CPC 100	1
Micro-ohmmeter with on-board test control (Megger)	1

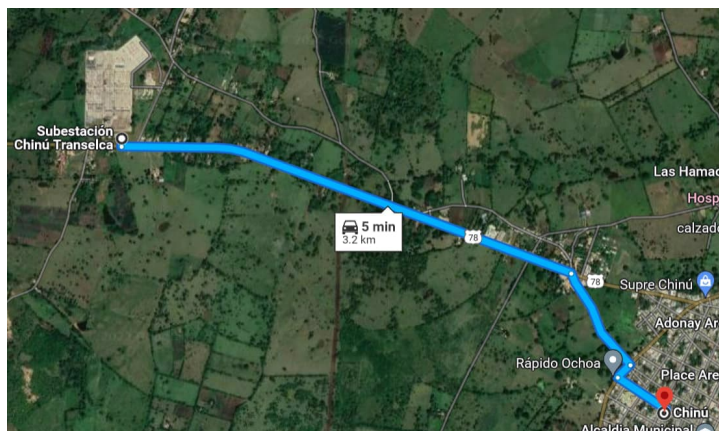
Fuente: Autores 2021.

## 5. Estudio de Mercado

### 5.1. Población

La población objeto del estudio del proyecto son las poblaciones cercanas a la subestación de Chinú ubicada en Montería que tiene una población estimada de 43.331 habitantes donde se tienen aproximadamente 11700 suscriptores de energía entre viviendas urbanas y rurales, (Ver imagen 7).

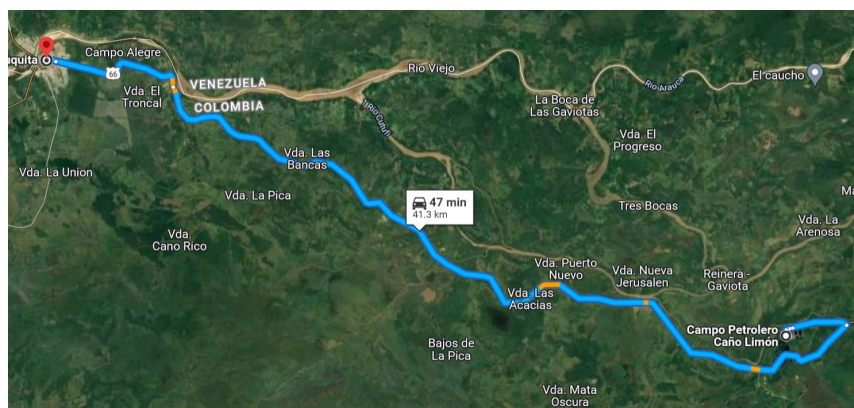
Imagen 7. Ubicación Geográfica Chinú.



Fuente: Google Maps

La subestación Caño Limón ubicada en Arauquita, tiene una población estimada de 2861 viviendas, en el área urbana, mientras que para el área rural es de 52 casas y un número de habitantes de 41.309, (Ver imagen 8).

Imagen 8. Ubicación Geográfica Arauquita.



Fuente: Google Maps.

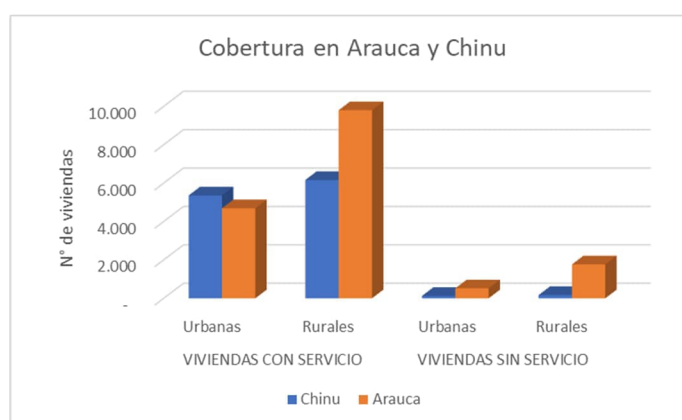
## 5.2. Dimensionamiento de la Demanda

La población a la cual se hace referencia para el desarrollo de este proyecto son las directamente afectadas por el problema o que carecen de un suministro de energía de calidad. En el caso las poblaciones de Chinú y Caño Limón las cuales son de bajo poder

adquisitivo ya que pueden ser beneficiadas en tener una fuente de energía que representa beneficios económicos y en su calidad de vida.

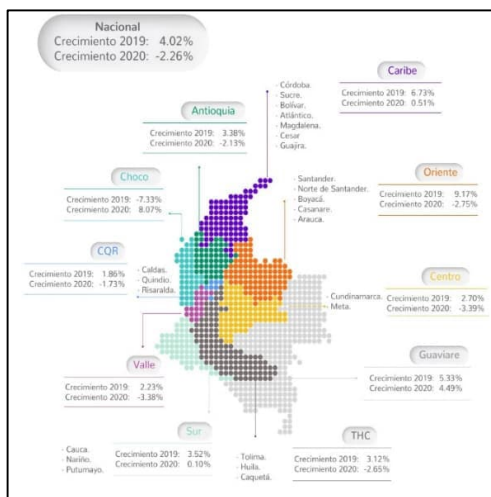
En la siguientes graficas se pueden visualizar los números de habitantes por ciudad que cuentan con servicio eléctrico y carecen del servicio, así como su locación urbana o rural, (Ver gráfica 7 - Imagen 9).

Gráfica 7 Cobertura en Arauca y Chinú.



Fuente: Autores 2022

Imagen 9. Crecimiento de demanda por región.



Fuente: <https://informeanual.xm.com.co/informe/pages/xm/23-demanda-de-energia-por-regiones.html>.



Se debe tener presente que el sistema de información eléctrico de Colombia tiene dividido por áreas el país donde Arauca pertenece a la región oriente que tiene una demanda en GWh (Gigavatio hora) de 7231.56 para el 2020 mientras que Chinú pertenece a la región Caribe con una demanda en GWh de 17650.76.

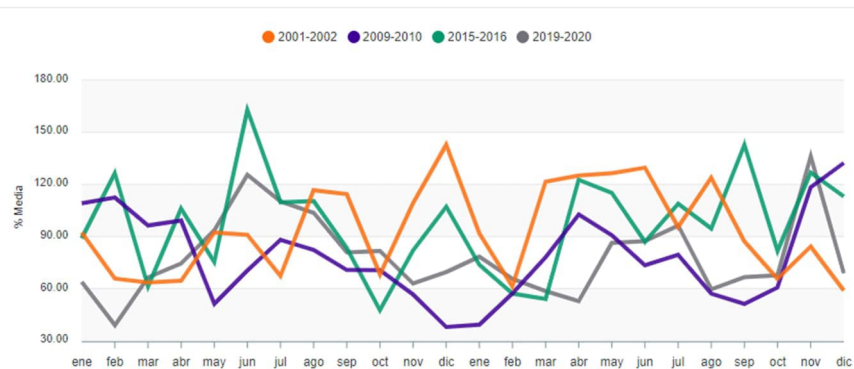
### 5.3. Dimensionamiento de la Oferta

La instalación de los reactores de energía podrá brindar el servicio eléctrico a las poblaciones cercanas a las subestaciones adicional del mejoramiento de calidad de servicio a las líneas de transmisión de las cuales forman parte del sistema nacional eléctrico, para estimar el impacto de la población beneficiaria del proyecto se consideraron las siguientes fuentes:

- Número de productores.
- Localización.
- Capacidad instalada y utilizada.
- Calidad y precio de los productos.
- Planes de expansión.
- Inversión fija y número de trabajadores.

Teniendo presente que Arauca pertenece a la región oriente de generación eléctrica en la imagen 10, se relacionan los aportes que esta región brinda al país en los diferentes periodos de tiempo.

Imagen 10. Aporte de la región Oriente.

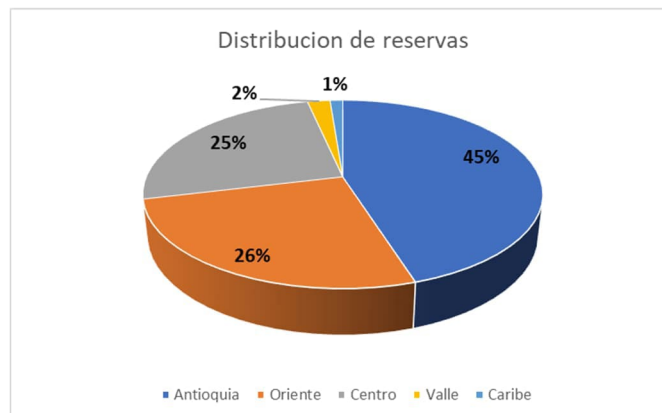


Fuente: <https://informeanual.xm.com.co/informe/pages/xm/24-aportes.html>

Para la región oriente a la cual pertenece Caño Limón representa el 13,4% de aporte al suministro eléctrico, el proyecto apoyara el aporte energético de estas poblaciones, debido que en la actualidad en Arauquita y Chinú el suministro eléctrico sufre de intermitencias continuas.

Para establecer la oferta energética del país se deben evaluar variables como la generación de las diferentes energías actuales en el país como por Hidroeléctricas, Termoeléctricas y generación por carbón o vapor y las reservas que actualmente tiene el país en caso de requerirse en periodos de tiempo seco o invierno, la variable climática para la generación en Colombia es determinante, por esto el grafico 8 se detalla el porcentaje de participación por región, (Ver gráfica 8).

Gráfica 8. Distribución eléctrica por región.



Fuente: Autores 2022.

La subestación de Chinú hace parte de la región caribe mientras que la subestación Caño limón pertenece a la región oriente, el proyecto en lo que respecta a la distribución eléctrica por región es un 45% por la subestación Chinú y en un 26% por la subestación Caño limón ubicada en Arauca, las subestaciones hacen parte del sistema interconectado de subestaciones eléctricas que brindan energía al país.

Por esto los trabajos ejecutados no solo tendrían una relevancia local si no relevancia nacional debido que las subestaciones perciben y transmiten energía de otras subestaciones eléctricas.

## 6. Estudio de Viabilidad Financiera

### 6.1. Estimación de Costos de Inversión del Proyecto

La estimación de costos para el proyecto “Diseño, fabricación, montaje y puesta en servicio de reactores secos en las subestaciones de caño limón, Arauca y Chinú, Montería” se presenta a continuación, (Ver tabla 13).

Tabla 13 Costos estimados.

Descripción	Valor
Diseñador	\$ 12.960.000
Técnicos en fabrica	\$ 8.980.000
Directores de proyecto en fabrica	\$ 13.860.000
Director de proyecto (PM)	\$ 25.811.200
Comercial del proyecto (CPM)	\$ 8.952.800
Personal en obra	\$ 58.536.000
Manufactura	\$ 1.935.520.000
Ingeniería	\$ 28.980.000
Logística de puerto a Subestación	\$ 121.724.000
Logística Local	\$ 46.340.000
Material menor	\$ 19.356.200
Alquiler de equipos	\$ 19.124.000
Alquiler de vehículos de Izaje	\$ 15.649.800
Reserva de contingencia	\$ 22.811.900
Reserva de gestión	\$ 21.047.453
Total	\$ 2.359.653.353

Fuente: Autores 2022.

Los costos se encuentran agrupados teniendo presente los procesos más importantes del proyecto, con esta estimación se puede identificar que uno de los rubros

con mayor costo es la manufactura de los reactores, luego la logística y el personal en la puesta en servicio.

## 6.2. Definición de Costos de Operación y Mantenimiento del Proyecto

Los siguientes costos de operación y mantenimiento se refieren a los costos que el cliente podría incurrir posterior a la puesta en servicio de los reactores secos en las subestaciones Chinú y Caño Limón.

Estos costos se refieren para las dos ubicaciones, debido que los equipos de prueba serían utilizados en los mantenimientos preventivos que el cliente programaría para evitar un doble costo futuro, (Ver tabla 14).

Tabla 14 Costos de operación y mantenimiento del proyecto.

Descripción periodo	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6
Capacitaciones	\$ 3.000.000				\$ 3.000.000	
Equipos de prueba	\$ 34.000.000					
Cámara Térmica	\$ 12.456.000					
Esquemas de control y protección			\$ 13.692.000			
Mantenimientos preventivos		\$ 6.856.000		\$ 6.856.000		\$ 6.856.000
Mantenimientos correctivos					\$ 7.347.500	

Fuente: Autores 2022.

### 6.3. Análisis de Tasas de Interés para Costos de Oportunidad

El proyecto tiene un costo estimado de \$2.359.653.353 en total, para el desarrollo y ejecución del proyecto el planteamiento inicial es realizar la financiación con recursos de la compañía ejecutora.

La rentabilidad esperada del proyecto se estima entre 29% y 31% debido que el costo de venta se estima en \$3.789.674.649, el recurso obtenido de la empresa ejecutora tiene una tasa de interés por el préstamo de casa matriz a la unidad de negocio de 0,58% E.A para el porcentaje de la entidad financiera se consideraran las siguientes alternativas vigentes en el mercado.

<b>Entidad financiera</b>	<b>Tasa de CDT</b>
<b>Banco BBVA</b>	4,52% E. A
<b>Banco AV Villas</b>	4,2% E.A
<b>Banco Bancolombia</b>	3, 10% E. A

Debido que la mejor tasa ofrecida es la del banco BBVA con 4,52% E.A sacaremos la tasa mensual debido que el alcance del proyecto está a siete meses.

$$(1 + i)^n = (1 + i)^n$$

$$(1 + 0,0452)^{1/12} = (1 + i)$$

$$(1 + 0,0452)^{1/12} - 1 = i$$

$$0,369\% E. M = i$$

#### 6.4. Análisis de tasas de Interés para Costos de Financiación

El proyecto se financiará con recursos propios de la empresa ejecutora, sin embargo, se estiman las siguientes alternativas.

Entidad financiera	Crédito libre inversión
Banco BBVA	12,50%
Banco AV Villas	21,75%
Banco Bancolombia	11,98%

Debido que la mejor tasa ofrecida es la del banco Bancolombia con 11,98% E.A sacaremos la tasa mensual debido que el alcance del proyecto está a siete meses.

$$(1 + i)^n = (1 + i)^n$$

$$(1 + 0,1198)^1 = (1 + i)^{12}$$

$$(1 + 0,1198)^{1/12} = (1 + i)$$

$$(1 + 0,1198)^{1/12} - 1 = i$$

$$0,947\% E. M = i$$

Ahora para la financiación del proyecto de la empresa ejecutora tenemos una tasa de 0,58% E.A y realizamos la conversión a E.M (Efectivo mensual).

$$(1 + i)^n = (1 + i)^n$$

$$(1 + 0,0058)^1 = (1 + i)^{12}$$

$$(1 + 0,0058)^{1/12} = (1 + i)$$

$$(1 + 0,0058)^{1/12} - 1 = i$$

$$0,04820\% E.M = i$$

### 6.5. Tablas de Amortización y/o Capitalización

El proyecto se financiará de forma completa con recursos de la empresa ejecutora la tasa de casa matriz es 0,58% E.A al realizar la conversión a efectivo mensual tenemos 0,04820% E.M.

Se realizaron los cálculos con las tablas de amortización con abono a capital y con renta fija obteniendo valores similares sin embargo se adopta la amortización con abono a capital debido que es interés también del proyecto reducir el tiempo de pago de interés en el tiempo, (Ver tabla 15).

Tabla 15. Variables de Amortización.

Descripción	Valor
Valor Contrato	\$2.359.653.353
N empresa	11 meses
VK1	\$ 214.513.941

Fuente: Autores 2022.

Se realizaron los cálculos de amortización, realizando los pagos de los préstamos con el máximo ingreso disponible de pagos del cliente final y tomando un solo préstamo de la empresa ejecutora debido que esta nos ofrece la mejor tasa respecto a cualquier entidad financiera, terminaríamos de realizar los pagos en el periodo 8 del horizonte de planeación del proyecto y los intereses son aproximadamente dieciséis millones menos



si realizaremos dos préstamos, adicional los indicadores financieros no indican una afectación por adquirir un solo préstamo. El detalle se encuentra en el apéndice A

La capitalización del proyecto se realizó tomando el presupuesto total del proyecto y el horizonte de planeación total, que se encuentra en el apéndice B y el análisis si el patrocinador tomara la decisión de colocar el presupuesto total en un CDT con una tasa de inversión del banco BBVA de 4,52% E.A al realizar la conversión la tasa en efectiva mensual se obtiene una tasa de 0,369% E.M

## 6.6. Flujo de Caja

El flujo de caja se realizó en el horizonte de planeación de once 11 meses, los ingresos utilizados fue el préstamo solicitado a casa matriz, también los ingresos generados por los pagos efectuados del cliente final en el desarrollo del proyecto.

Respecto a los gastos se incluyeron todos los costos relacionados con el pago a la empresa ejecutora por el préstamo y los intereses causados por periodo, el detalle del flujo se encuentra en el apéndice D del presente proyecto, no se indican los gastos en cada actividad del proyecto debido que con el dinero adquirido se realizan estas actividades.

## 6.7. Evaluación Financiera y Análisis de Indicadores

### 6.7.1. Análisis Beneficio Costos B/C

Se visualiza indicador costo beneficio en la Tabla 16 y 17, donde tenemos un valor de 2,60 siendo este un dato favorable para el proyecto.

Se toma la tasa de interés más favorable para el proyecto que está basada en un CDT ofrecido por una entidad bancaria, El cual se hace un castigo de cartera para cada uno de los 11 periodos y así obtener el indicador.

Tabla 16. Ingresos VS Gastos.

	Ingresos	Gastos
Periodo 1	\$ 2.359.653.353	\$ 215.651.294
Periodo 2	\$ 757.934.930	\$ 758.968.887
Periodo 3		\$ 215.182.574
Periodo 4		\$ 215.079.178
Periodo 5	\$ -	\$ 214.975.782
Periodo 6	\$ 378.967.465	\$ 379.325.910
Periodo 7	\$ -	\$ 214.689.724
Periodo 8	\$ 1.136.902.395	\$ 150.253.640
Periodo 9	\$ -	
Periodo 10	\$ 378.967.465	
Periodo 11	\$ 1.136.902.395	
Total	\$ 6.149.328.002	\$ 2.364.126.990

Fuente: Autores 2022.

Tabla 17. Indicador C/B.

Indicador de beneficio/costo	\$ 2,60
Tasa CDT	4,520%
Total, beneficio*Tasa CDT	\$ 277.949.625,695
Total, ingresos-Total beneficio*Tasa CDT	\$ 5.871.378.376,405
Indicador de B/C Con cartera castigada	2,483529185

Fuente: Autores 2022.

#### 6.7.2. Período de Recuperación de Capital.

Como conclusión respecto al periodo de recuperación a pesar de que es un proyecto que no tiene inversión podemos concluir analizando los flujos finales de caja que se recupera aproximadamente el 95% del valor de inversión en el periodo 9, de este periodo en adelante obtenemos ingresos netos en el proyecto.

#### 6.7.3. Indicador VAN

Para este indicador se generó el indicador VAN por periodo y se realizó la sumatoria, no se tomó en cuenta ninguna inversión, ya que para el proyecto tiene la adquisición de un préstamo. Se empieza a trabajar con el crédito de la casa matriz. Ver apéndice E.

#### 6.7.4. TIR (Tasa interna de retorno)

Debido que el proyecto se financia con un préstamo y no con una inversión, este indicador no tiene lugar, debido que tiene por objeto indicar a que tasa el proyecto paga la inversión, sin embargo, al tomar como supuesto que el valor total del préstamo sea de inversión obtendríamos un retorno del 10,11%.

## **7. Estudio Ambiental y Social**

### **7.1. Análisis y Categorización de Riesgos**

La evaluación de riesgos del proyecto se realizó mediante la metodología de valoración de riesgos, se contemplaron factores sociales, naturales, políticos y económicos, los riesgos se estimaron acorde a la probabilidad de posible ocurrencia de cada uno de los eventos en el presente proyecto y sus posibles efectos, el detalle de la valoración de riesgos se encuentra en el apéndice F.

El análisis y monitoreo de los riesgos del entorno también es un factor para tener presente en la ejecución de proyectos y aún más en el presente que tiene incidencia directa en comunidades, con el fin de evaluar el entorno del proyecto se adoptó el análisis PESTEL que nos permitirá identificar las fuerzas macro externas como políticas, económicas, sociales, tecnológicas, del entorno y legales que podrían incidir en el proyecto, el detalle del análisis pestel se encuentra en el apéndice G.

### **7.2. Análisis Ambiental del Ciclo de Vida de Proyecto**

El proyecto en la subestación Chinú y Caño Limón se encuentra dividido en cinco (5) fases cada una tiene impactos ambientales sociales y económicos positivos y negativos debido que el proyecto realizara un cambio físico, eléctrico y económico en las dos ubicaciones objeto de estudio citaremos los impactos por cada fase para mayor claridad, adicional el detalle de las entradas y salidas en cada fase del proyecto se encuentra indicado en el apéndice H.

#### **➤ Desarrollo de Ingeniería**

Los impactos ambientales asociados en esta fase se encuentran principalmente representados en el uso de papel y energía debido que el desarrollo de la ingeniería debe

pasar por periodos de aprobación del director de proyecto y el cliente final, aunque la ingeniería es transmitida inicialmente por medio digital las horas hombre invertidas en el desarrollo de esta fase tienen un impacto en el consumo energético de los equipos de cómputo, celulares, impresoras que imprimirán las versiones de ingeniería e informarla a fabrica.

El impacto social se convierte en positivo debido que representa trabajo para los diseñadores, los supervisores y todo el personal que fabricara las bobinas con la ingeniería aprobada y los ingenieros directores que realizaran la planeación, ejecución, control y cierre del proyecto.

El impacto económico inicial es esta fase no es relevante contra las otras fases debido que de momento no se tienen desplazamientos de personal o logística asociada, el impacto estaría asociado solo a la inversión de horas hombre de los diseñadores.

#### ➤ Fabricaciones Reactores

El impacto ambiental en esta fase es de especial atención debido que se inicia el desarrollo en las fábricas de Brasil y Canadá de las bobinas que se ubicaran en las dos subestaciones, el impacto está asociado al material particulado producto de uso de disolvente, soldadura, cortes de lámina que generan pequeñas partículas de láminas, en esta fase una de las entradas determinantes para el impacto ambiental es el consumo de energía debido que se utilizaran herramientas como pulidoras, sopladoras, cortadoras todas las maquinarias dedicadas para la manufactura de los equipos consumen energía, e inclusive para las pruebas de aislamiento se debe izar la bobina y sumergir en agua para garantizar que no contenga porosidad por ello el impacto en esta fase marca la diferencia.

El impacto social es muy positivo porque ya se materializa las horas hombre del personal en fabrica que debe fabricar las bobinas en las dos fábricas, es importante señalar que se realiza la fabricación de las bobinas en locaciones distintas con el ánimo de diversificar la mano de obra, respecto al impacto económico también es positivo pues las fábricas recibirán bajo acuerdos de pago la compensación por la fabricación y el personal vinculado a la fabricación también recibirá salarios así como incentivos adicionales si se requiere trabajo extra.

➤ Logística

El impacto ambiental está ligado estrechamente al consumo de combustible y fueloil que es el combustible usado por los barcos, esto generara impactos negativos por las emisiones atmosféricas y contribuciones al deterioro de la capa de ozono, el uso de combustible en esta fase se encuentra presente en vehículo terrestres que realizan desplazamientos en origen y en destino, en aviones que transporta la bobina desde Brasil a Colombia y el uso de barcos de gran calado que transportarían las bobinas de Canadá a Colombia.

El impacto social a largo plazo es negativo debido que la generación de emisiones atmosféricas genera una afectación en el aire, especies y zonas geográficas que permiten el desarrollo humano, sin embargo, a corto plazo, así como el impacto económico es positivo por la generación de empleo a los transportistas.

➤ Montaje de Bobinas y Puesta en Servicio

En esta fase el impacto ambiental de hecho es símil a la fase de fabricación de bobinas, debido que se utilizaran herramientas para el adecuamiento de los equipos en su disposición final que solo operan con energía eléctrica, sin embargo en esta fase es

estratégica ambientalmente debido que se generan diversos tipos de residuos como plástico, madera, aluminio, cobre entre otros, la disposición final de los residuos sobrantes en obra estará acompañado por un recursos EHS en obra a cargo de la seguridad del personal en SST pero también en temas relacionado con el ambiente, así garantizaremos que la disposición de residuos orgánicos, no orgánico y peligrosos se realice de la forma correcta.

El consumo de agua por el personal es alto en las dos ubicaciones debido a las altas temperaturas, este riesgo se encuentra indicado en la matriz pestel del proyecto y se controlara. El consumo de agua será a través de empresas reguladas para brindar este insumo.

El impacto social en esta fase en especial es muy positivo debido que la generación de fluido eléctricos en condiciones óptimas y con equipamiento moderno permitirá una mejor calidad de vida no solo para los habitantes cercano a la subestación, debido que las subestaciones brindan fluido eléctrico líneas arriba a otras subestaciones el impacto social también será para las poblaciones cercanas a dichas subestaciones, así como el social el económico es positivo ya que permite dinamizar las economías de las poblaciones brindando trabajo a las personas en Arauca y China en la ejecución de las obras y garantizar iluminación, refrigeración de alimentos para los comercios.

#### ➤ Cierre

El impacto ambiental en esta fase es símil al impacto en nuestra primera fase debido que debemos imprimir la ingeniería ya ejecutada con los cambios ajustados, así como el consumo de energía de los equipos de cómputo y las impresoras, para esta fase el impacto social se refleja en la culminación de un proyecto que brindara mejores

condiciones de vida a los beneficiados y el reconocimiento de la compañía en la ejecución del proyecto con recibo a satisfacción esto por supuesto trae un impacto positivo para el ejecutor del proyecto al recibir una compensación por los servicios prestados.

El cálculo de la huella de carbono se realizó con el fin de estimar las emisiones de Co2 generadas por el proyecto, en la siguiente grafica se indica los tipos de fuentes y la cantidad de emisiones generadas por cada una, las fuentes fijas son las que están produciendo mayores emisiones de CO2, el cálculo de este indicador permitirá adoptar medidas para reducir el impacto ambiental posible que se pueda generar, (Ver gráfica 9).

*Gráfica 9 Resumen calculo huella de carbono.*

ALCANCE	CANTIDAD (t CO2 e)
Alcance 1	5.375,09
Alcance 2	154,85
Alcance 3	5.374,47
<b>TOTAL, HCC</b>	<b>10.904,40</b>



ALCANCE	FUENTES	EMISIONES CO <sub>2</sub> (t CO <sub>2e</sub> /año)	EMISIONES CH <sub>4</sub> (t CO <sub>2e</sub> /año)	EMISIONES N <sub>2</sub> O (t CO <sub>2e</sub> /año)	EMISIONES Compuestos Fluorados (t CO <sub>2e</sub> /año)	EMISIONES SF <sub>6</sub> (t CO <sub>2e</sub> /año)	HUELLA CARBONO TOTAL (t CO <sub>2e</sub> /año)	% DEL TOTAL	INCERTIDUMBRE %
1	Fuentes Móviles	39,49	0,09	0,06	0,00	0,00	39,64	0,36%	+/- 38,30%
	Fuentes Fijas	45,63	0,01	0,21	0,00	5.287,50	5.333,35	48,91%	+/- 76,80%
	Emisiones de Proceso	0,00	2,10	0,00	0,00	0,00	2,10	0,02%	+/- 148,45%
	<b>SUBTOTAL</b>	<b>85,12</b>	<b>2,21</b>	<b>0,26</b>	<b>0,00</b>	<b>5.287,50</b>	<b>5.375,09</b>	<b>49,29%</b>	<b>+/- 76,20%</b>
2	Energía Adquirida	154,85	0,00	0,00	0,00	0,00	154,85	1,42%	+/- 58,42%
	<b>SUBTOTAL</b>	<b>154,85</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>154,85</b>	<b>1,42%</b>	<b>+/- 58,42%</b>
3	Fuentes Móviles	38,86	0,09	0,06	0,00	0,00	39,01	0,36%	+/- 38,30%
	Fuentes Fijas	45,63	0,01	0,21	0,00	5.287,50	5.333,35	48,91%	+/- 76,80%
	Otras Fuentes	0,01	2,10	0,00	0,00	0,00	2,11	0,02%	+/- 147,67%
	<b>SUBTOTAL</b>	<b>84,50</b>	<b>2,20</b>	<b>0,26</b>	<b>0,00</b>	<b>5.287,50</b>	<b>5.374,47</b>	<b>49,29%</b>	<b>+/- 76,21%</b>
<b>TOTAL HCC</b>		<b>324,47</b>	<b>4,41</b>	<b>0,52</b>	<b>0,00</b>	<b>10.575,00</b>	<b>10.904,4009</b>	<b>100,00%</b>	<b>+/- 53,13%</b>

Fuente: Autores 2022.

La huella de carbono total para el proyecto sería de 10.90 el combustible y la energía eléctrica son los ítems de más consumo y por lo tanto los que más generan CO<sub>2</sub> por ser una subestación de puesta en marcha de reactores eléctricos, al empezar la obra se van a tener muchas herramientas conectadas a la red local, los cuales tendrá alto consumo de energía.

Los impactos ambientales asociado al uso de las bobinas están estrechamente ligados con el consumo de energía, debido que la función del producto es apoyarse con otros equipos para la generación de fluido eléctrico, podríamos decir que en realidad el impacto asociado al producto es positivo, adicional es importante señalar que todas las subestaciones eléctricas en el país deben estar con los lineamientos y aprobaciones de la UPME(Unidad de planeación minero energética ) por lo tanto en temas de manejo ambiental las subestaciones eléctricas deben estar también con los lineamientos de SIAME(Sistema de información ambiental minero energética) esto permite que el origen

de la energía se garantice primero con estándares de seguridad y segundo con lineamientos ambientales que afecten lo menor posible los territorios.

Los impactos sociales del uso de producto son muy positivos para las poblaciones cercanas y beneficiarias líneas arriba de las otras subestaciones, por el mejoramiento de condiciones de vida y el mejoramiento económico de los comercios, cada fase del proyecto tiene un componente social importante que debe ser atendido dependiendo las condiciones particulares de cada una.

La vida útil de las bobinas dependerá en gran medida de los ciclos de mantenimiento que el cliente adopte para cada equipo, debido que generar calor al entrar en operación se les debe hacer un control termográfico periódico para analizar si presentan picos de temperatura superiores a lo indicado por el fabricante, si los ciclos de mantenimiento que se recomiendan sean cada 2-3 años se mantienen la vida útil del equipo puede ser de incluso 15 a 20 años en continua operación.

La disposición final de los residuos se realiza en dos frentes en obra con el apoyo de un EHS que estará a cargo de estas actividades y garantizar que los residuos generados se dispongan de la forma correcta, para esto se puede contratar una empresa que dispone de los residuos peligrosos como aceites, gases os residuos orgánicos son tratados en el punto ecológico que se dispondrá en sitio para ello.

Los impactos generados por la disposición de residuos son leves debido que se gestionan con empresas dedicadas a esta disposición, los datos del porcentaje de producto reutilizado o reciclado varían dependiendo del recurso, agua, metal, madera, pero en lo concerniente a la madera se estiman que son entre 30 y 60 unidades de

listones y para el consumo de agua por semana se realizan dos visitas periódicas para la limpieza de unidades sanitarias y lavamanos.

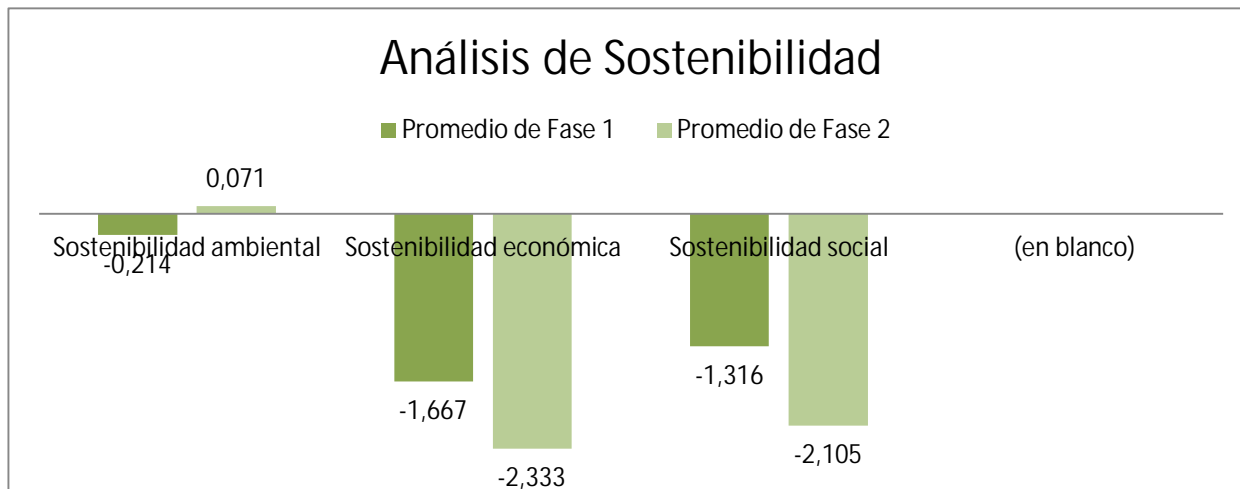
### 7.3. Responsabilidad Social-Empresarial (RSE)

La responsabilidad social y empresarial es un ítem muy importante para las organizaciones a la hora de realizar un proyecto, se utilizará la matriz P5, ya que es un instrumento que ofrece soporte para la formación del proyecto.

Se analizó las dos fases que tiene el proyecto, (Fase 1 desarrollo de ingeniería y fase 2 montaje de bobinas.), teniendo valorización de un rango negativo de -1 a -3 y positivas de +1 a +3, siendo -1 impacto positivo bajo y +3 impacto negativo alto, en cada uno de los elementos que se evidencia, (Ver apéndice I).

El proyecto presenta un índice de sostenibilidad económica y social bastante alto, ya que tiene un alto porcentaje de retribución económica capaz de mantener el proyecto sostenible. Por parte del ámbito social se tiene colaboración de la comunidad local, la abstracción a nivel de subcategorías, estimulación económica y retorno de la inversión son las más positivas, dado que los beneficios sociales con nuevas fuentes de energía serían beneficiosas para escuelas, hospitales y cualquier tipo de comercios, (Ver gráfica 10).

Gráfica 10. Análisis de sostenibilidad.



Fuente: Autores 2021.

Como se visualiza en la gráfica 10, no se encuentra una actividad con una sostenibilidad crítica, ya que el proyecto no presenta una huella de carbono alta, la que está más cerca de un cero es la sostenibilidad ambiental, ya que se presentan ciertos usos de materiales que podrían ayudar a la contaminación como los combustibles, de resto la utilización es casi nula de materiales.

La matriz es transversal ya que incluye las perspectivas ambiental, social y económica en un mismo análisis, lo cual permite desagregar y clasificar por fases los diferentes elementos para determinar impactos y definir acciones de mejora por cada elemento. Se observa que es aplicable a diferentes tipos de proyectos y permite ayudar a definir planes y medir indicadores de sostenibilidad.

## 8. Gestión de la Integración del Proyecto

### 8.1. Acta de Constitución de Proyecto

En el acta de constitución, se forma de manera precisa el alcance del proyecto, concede autoridad al Gerente de Proyecto sobre el proyecto, brinda un resumen de los hitos, establece el presupuesto del proyecto e identifica las fuentes de financiamiento, entre otras.

<b>Fecha:</b> 03/06/2022	<b>Nombre del Proyecto:</b> DISEÑO, FABRICACION, MONTAJE Y PUESTA EN SERVICIO DE REACTORES SECOS EN LAS SUBESTACIONES DE CAÑO LIMON, ARAUCA Y CHINU, MONTERIA
<p><b>Justificación:</b> El proyecto surge de la necesidad de brindar una solución en diseño, fabricación y ensamble de los reactores para producir energía eléctrica, dar soluciones al problema de déficit en el suministro de energía para los municipios de Caño Limón y Chinú. Esperamos suplir las necesidades tanto de la población de Caño Limón en Arauca, como de Chinú en Córdoba, para así lograr reactivar el sector económico y de esta forma contribuir en incrementar la generación y distribución eléctrica en los territorios.</p> <p>Se deberán realizar el cambio de reactores, así 1,5 para la subestación Caño limón ubicado en la ciudad de Arauca y 3 para la subestación Chinú ubicado en la ciudad de Montería, debido que los existentes se incineraron por causas que aún no conocidas.</p> <p>La ausencia de reactores en Arauca está causando cortes de energía aleatorios en poblaciones como Tame y Arauquita, generando afectaciones al comercio, salud y educación, la temperatura en las noches puede llegar a los 28°C</p> <p>El proyecto permitirá regular el consumo energético en las dos poblaciones, generando las ganancias planificadas y afirmando la confiabilidad de las poblaciones en el distribuidor de energía.</p>	
<p><b>Objetivos Estratégicos de la Organización a los que está alineado el proyecto:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Incremento de ingreso de pedidos relacionados con reactores secos</li> <li>• Reconocimiento con el patrocinador para futuros proyectos</li> </ul>	

- Retorno de inversión en mayor tiempo, mejoramiento del flujo de caja

**Breve descripción del proyecto:** Presentar una propuesta de diseño, fabricación y puesta en servicio de reactores de generación de energía para las subestaciones Caño Limón y Chinú. Modernización de las dos subestaciones permitiendo normalizar y ampliar el consumo energético en las dos poblaciones

**Objetivo General:** Presentar una propuesta de diseño, fabricación y puesta en servicio de reactores secos para las subestaciones de Caño Limón y Chinú que aportara positivamente en el consumo energético de las ciudades de Arauca y Montería.

**Objetivos Específicos:**

- Realizar los diseños eléctricos y de montaje específicos para cada una de las subestaciones
- Fabricar los reactores eléctricos conforme a los diseños aprobados
- Ejecutar la puesta en servicio para cada subestación en los días de consignación local
- Realizar la entrega y puesta en servicio de los suministros y servicios indicados en el alcance en los mejores tiempos y con calidad.
- Aplicar los conocimientos adquiridos en la especialización para el desarrollo del trabajo de grado

**Principales interesados**

- ISA-Inter Colombia, Cliente final
- Siemens Brasil, Diseñador, Técnico División de ingeniería y transformadores
- Siemens Canadá, Diseñador, Técnico División de ingeniería y transformadores
- Transportes empresariales (Tranes), Conductores
- Transportes del Caribe S.A, Encargados de transportar el personal en obra
- Gestor de compras, Supply chain management (SCM)

**Requisitos**

- Definir el costo estimado de cada una de las fábricas y el tiempo de entrega
- Formalizar por contrato compromisos contractuales con cláusulas por incumplimiento y periodos de garantía

- Garantizar que la ingeniería emitida sea conforme para el cliente final con su VoBo
- Formalizar el inicio con fabrica para el control del tiempo de entrega del suministro
- Confirmación de acompañamiento militar necesario
- Confirmar disponibilidad de recursos para la PES
- Dar cierre a la gestión de cambios, alcance e inicio de garantía técnica

### **Supuestos**

- Aprobación de los diseños de ingeniería por el cliente final
- La fabricación de los reactores se entregará en los tiempos planificados.
- El transporte marítimo y aéreo de los reactores no presentaran ningún contratiempo.
- Los reactores arribaran a las subestaciones Chinú y Caño Limón sin ningún golpe, avería o enmendadura causada por el transporte o de origen de fábrica.
- El personal para la puesta en servicio será reservado y garantizado para las fechas de consignación, así como los equipos de prueba el desarrollo del proyecto no se afectará por condiciones climáticas o eventos sociales en las locaciones.
- Luego de la puesta en servicio de los reactores el cliente final realizara la revisión y firma del acta de entrega para proceder con la facturación final.
- No se presentarán eventos de orden público que alteren la ejecución de actividades en las subestaciones

### **Restricciones**

- El proyecto no superara el presupuesto de \$2.359.653.353 miles de millones de pesos colombianos
- El tiempo total del proyecto no puede superar el indicado en el cronograma 11 meses
- El tiempo de puesta en servicio se encuentra limitado por los días de corte eléctrico de la subestación.

<b>Riesgos principales</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Retrasos en las fábricas por sobredemanda de solicitudes de fabricaciones</li> <li>• Retrasos en el traslado en el transporte entre países por la crisis de contenedores</li> <li>• Retrasos en el ingreso del reactor en Arauca por conflictos sociales</li> <li>• Sobre costos en los entregables del proyecto</li> <li>• Retraso en la ejecución de actividades</li> </ul>	
<b>Cronograma de hitos principales</b>	
<b>Hito</b>	<b>Fecha</b>
Desarrollo de ingeniería	26/09/2022
Gerencia de proyectos	5/10/2022
Fabricación reactores	25/10/2022
Logística	19/04/2023
Montaje y puesta en servicio	05/06/2023
Pruebas SAT	20/06/2023 Y 20/07/23
Cierre	23/06/2023
<b>Director del Proyecto</b>	
Cristian Manchego y Daniel Tabares	<b>Nivel de autoridad</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Decisiones de personal; Recursos humanos empresa ejecutora, Dirección del proyecto</li> <li>➤ Gestión de presupuesto y de sus variaciones, Dirección del proyecto</li> <li>➤ Decisiones técnicas, director del Proyecto</li> <li>➤ Resolución de conflictos, Recursos humanos empresa ejecutora</li> </ul>
<b>Patrocinador</b>	
Transmisión servicios-Siemens	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Director del Proyecto</li> <li>➤ Ruta de escalamiento y limitaciones de Autoridad</li> </ul>



	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Contratista ejecutor del proyecto - Firma Interventora - director del Proyecto – Gerencia contratista Firma del patrocinador</li> </ul>
--	--

## 8.2. Registro de Supuestos y Restricciones

El proyecto requiere del cumplimiento y control de algunos procesos para la entrega final y a satisfacción del cliente, los siguientes supuestos y validaciones de restricciones será determinante para lograr el objetivo principal.

### 8.2.1. Supuestos del proyecto

- Aprobación de los diseños de ingeniería por el cliente final.
- La fabricación de los reactores se entregará en los tiempos planificados.
- El transporte marítimo y aéreo de los reactores no presentaran ningún contratiempo.
- Los reactores arribaran a las subestaciones Chinú y Caño Limón sin ningún golpe, avería o enmendadura causada por el transporte o de origen de fábrica.
- El personal para la puesta en servicio será reservado y garantizado para las fechas de consignación, así como los equipos de prueba el desarrollo del proyecto no se afectará por condiciones climáticas o eventos sociales en las locaciones.
- Luego de la puesta en servicio de los reactores el cliente final realizara la revisión y firma del acta de entrega para proceder con la facturación final.
- No se presentarán eventos de orden público que alteren la ejecución de actividades en las subestaciones.

### 8.2.2. Restricciones del Proyecto

- El proyecto no superara el presupuesto de \$2.359.653.353 miles de millones de pesos colombianos.

- El tiempo total del proyecto no puede superar el indicado en el cronograma 11 meses.
- El tiempo de puesta en servicio se encuentra limitado por los días de corte eléctrico de la subestación.

### 8.3. Plan de Gestión de Beneficios

La gestión de beneficios es el proceso que permite asegurar que los objetivos del proyecto se cumplieron, a continuación, se presentan los beneficios más relevantes para cumplir con el propósito del proyecto, (Ver tabla 18, 19, 20, 21).

Tabla 18. Plan de gestión de beneficios. Beneficio 1.

<b>BENEFICIO 1: Progreso en la distribución eléctrica de los departamentos</b>	
<b>Beneficios objetivo</b>	Mejorar los tiempos y calidad del flujo eléctrico en el territorio
<b>Alineación estratégica</b>	Incremento de equipos instalados en el territorio para futuros contratos
<b>Plazo para obtener los beneficios</b>	6 meses
<b>Dueño de los beneficios</b>	Patrocinador y ejecutor
<b>Métricas</b>	Histórico de generación eléctrica Año 1 VS histórico de generación eléctrica Año 2
<b>Supuestos</b>	No se generar más cortes de energía por falta de generación eléctrica
<b>Riesgos</b>	Se presenten más cortes luego de la puesta en servicio por causas relacionadas con equipos de potencia

Fuente: Autores 2022.

Tabla 19. Plan de gestión de beneficios. Beneficio 2.

<b>BENEFICIO 2: Crecimiento económico de las poblaciones</b>	
<b>Beneficios objetivo</b>	las poblaciones podrán brindar productos y servicios sin afectación

<b>Alineación estratégica</b>	Reconocimiento de marca por brindar soluciones efectivas
<b>Plazo para obtener los beneficios</b>	11 meses
<b>Dueño de los beneficios</b>	Empresa ejecutora y cliente final
<b>Métricas</b>	Número de personas empleadas previo al inicio del proyecto VS Número de personas empleadas después del proyecto
<b>Supuestos</b>	La población reconocerá el nombre de la empresa ejecutora como una empresa de soluciones eléctricas
<b>Riesgos</b>	No generar un mejoramiento en significativo en la calidad de vida de la población

Fuente: Autores 2022.

Tabla 20. Plan de gestión de beneficios. Beneficio 3.

<b>BENEFICIO 3: Incremento de experiencia</b>	
<b>Beneficios objetivo</b>	Ampliar la experiencia del equipo de servicios en la puesta en servicio de reactores secos
<b>Alineación estratégica</b>	Adquirir más servicios de este tipo e incrementar el ingreso de pedidos
<b>Plazo para obtener los beneficios</b>	12 meses
<b>Dueño de los beneficios</b>	Empresa ejecutora
<b>Métricas</b>	Numero de ofertas planeadas/Numero de ofertas ejecutadas *100
<b>Supuestos</b>	Contratación en proyectos similares
<b>Riesgos</b>	Incremento de solicitudes y requerir más personal

Fuente: Autores 2022.

Tabla 21. Plan de gestión de beneficios. Beneficio 4.

<b>BENEFICIO 4: Crecimiento económico para el Patrocinador y ejecutor</b>	
<b>Beneficios objetivo</b>	Adquisición de capital para las partes

<b>Alineación estratégica</b>	Incremento de ingresos en tiempos cortos para la compañía, mejoramiento del indicador de flujo de caja e ingresos por transmisión para el cliente final
<b>Plazo para obtener los beneficios</b>	12 meses
<b>Dueño de los beneficios</b>	Patrocinador y ejecutor
<b>Métricas</b>	Flujo de caja del Q2 – Flujo de Caja del Q1, sobre el flujo de caja del Q2
<b>Supuestos</b>	Flujo de caja positivo en la ejecución del proyecto
<b>Riesgos</b>	Generación de no conformidad por entrega tardía de los equipos

Fuente: Autores 2022.

#### 8.4. Plan de Gestión de Cambios

La orientación de gestión de cambios para la implementación de la metodología del proyecto se basa en el seguimiento y control donde se garantizará que todos los cambios formulados se definan, examinen y queden documentados, estos serán comunicados a los interesados. También se garantizará que se aprueben e implementen los cambios en el proyecto, (Ver tabla 22).

Los cambios que se puedan presentar en el desarrollo del proyecto se representan a continuación y como se van a valorar:

- *Acción correctiva:* En el escenario de un cambio que no impacte sustancialmente el proyecto en tiempo, costo y alcance el director de proyecto revisa si lo aprueba, coordina la ejecución, sin someter y pasar este cambio al Comité de control de cambios.
- *Acción Preventiva:* Los cambios que no es necesario someter al comité de control de cambios y el director de proyecto evalúa el cambio, lo aprueba y coordina la ejecución.

➤ **Cambio al plan del proyecto:** Cambios que si impactan en tiempo, costo o alcance de forma significativa el proyecto y requiere ser analizados por el Comité de Control de cambios.

Tabla 22. Participantes en la gestión de cambios.

<b>PARTICIPANTES EN LA GESTIÓN DE CAMBIOS</b>	
<b>ROL</b>	<b>RESPONSABILIDAD</b>
<b>Interesados</b>	Identificar el cambio, solicitarlo y diligenciar el Formato solicitud de cambios
<b>Gerente del proyecto</b>	Estimar los impactos y realizar la propuesta de como el cambio modificaría el proyecto en tiempo, costo y alcance; citar el comité de cambios para proceder con la aprobación
<b>Comité de control de cambios</b>	Aprobar, rechazar o aplazar el cambio, identificar las acciones para implementar el cambio  Tipo de Responsabilidad: Alta  Tipo de Autoridad: Voz y voto
<b>Equipo de proyecto</b>	Los miembros del equipo son responsables de: Analizar, diagnosticar y estructurar los cambios o mejoras. Aplicar los cambios y llevar el registro de cambios.

Fuente: Autores 2022.

### 8.4.1. Tipos de Cambios

Tipos de cambios manejados en el proyecto, segregados por ámbito, (Ver tabla 23).

Tabla 23. Tipos de cambios.

<b>TIPOS DE CAMBIOS</b>	
<b>Costos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Modificación de costos.</li> <li>➤ Costos o gastos inesperados.</li> <li>➤ Desviaciones en el presupuesto.</li> <li>➤ Sobrecostos con proveedores o no planeados.</li> <li>➤ Modificaciones a la estructura de desglose de recursos</li> </ul>
<b>Cronograma</b>	Cambio de programación del proyecto aprobado por cualquier circunstancia
<b>Alcance</b>	Modificación de la EDT, modificación por mayor o menor alcance.
<b>Tiempo</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Cambios en las fechas de los hitos.</li> <li>➤ Cambios en ruta crítica.</li> <li>➤ Cambios en línea base.</li> <li>➤ Mayor tiempo de ejecución de actividades por circunstancia no imputables a la empresa ejecutora.</li> </ul>

Fuente: Autores 2022.

Para realizar una solicitud de cambio se citará al comité de cambios que está conformado por el director del proyecto, el representante del cliente final y un representante de la comunidad en caso de ser necesario y lo solicite el cliente final.

El cambio podrá ser aprobado o negado dependiendo su impacto en el proyecto positivo o negativo y se deberá realizar una reunión virtual o presencial donde al finalizar

se genere un acta de compromisos, la solicitud de cambio debe ser gestionada por el interesado con el formato indicado en el apéndice J.

#### 8.4.2. Proceso de Control de Cambios

El proceso del control de cambios revisa todas las solicitudes de cambio, aprueba o rechaza los cambios solicitados a los entregables del proyecto y al plan de dirección del proyecto y las decisiones son comunicadas a los interesados.

Debido que el proceso del control integrado de cambios se puede realizar en cualquier momento del ciclo de vida del proyecto impactando el alcance del proyecto y del producto se definió los siguientes pasos para llevar a cabo los cambios, todas las solicitudes que impacten la línea base del proyecto deben indicar el sobrecosto, las fechas de modificación, recursos y riesgos para el desarrollo del cambio.

- La solicitud de cambio puede ser emitida por cualquier interesado, la solicitud será registrada en el formato del apéndice J, esta información debe ser guardada en el gestor de información del proyecto
- La solicitud de cambio será evaluada por el comité de control de cambio que está conformado por el patrocinador, un representante de la comunidad si el patrocinador así lo requiere y el director del proyecto.
- Se realizará una reunión virtual para evaluar el impacto en tiempo, costo y alcance de la solicitud en la línea base del proyecto máximo tres días después de recibida, la decisión será tomada con las personas presentes en la reunión por votación.
- La solicitud de cambio puede aprobarse, aplazarse o rechazarse, en caso de ser aprobada se actualizará el plan para la dirección del proyecto y el registro de cambios,

también se informará a los interesados por medio de un correo de la decisión, así como de los métodos para realizar el control y seguimiento al cambio.

- La actualización del plan de dirección del proyecto, línea base incluyendo la línea base del presupuesto si este resulta afectado e informar a los interesados es responsabilidad del director del proyecto.
- En el escenario que la solicitud sea negada o aplazada el director de proyecto informara a los interesados por correo electrónico las causas de la decisión y archivando esta respuesta en el gestor documental del proyecto.

## **9. Gestión de los Interesados del Proyecto**

### **9.1. Registro de los Interesados**

En la tabla 24. se indican los interesados para el proyecto “DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UNA SOLUCION DE TRANSMISION DE ENERGIA ELECTRICA PARA AMPLIAR LA CAPACIDAD DE LAS SUBESTACIONES CHINU Y CAÑO LIMON” es indispensable la identificación de todos los interesados que pueden afectar positiva o negativamente el proyecto, para esto se adoptó la representación de datos mediante el cubo de interesados.



Tabla 24. Registro de interesados

N°	Tipo de interesado	Interesado	Rol	Poder	Interés	Actitud	Categoría
1	Interno	Siemens	Ejecutor	-	+	+	Insignificante activo partidario
2	Interno	ISA-Inter Colombia	Cliente final	+	+	+	Influyente activo partidario
3	Externo	CREG	Verificador/Aprobador	+	+	-	Influyente activo bloqueador
4	Externo	Gobernaciones	Beneficiario	-	+	-	Insignificante activo bloqueador
5	Interno	Proveedores	Apoyo	-	+	+	Insignificante activo partidario
6	Externo	Comunidades	Beneficiario	-	+	-	Insignificante activo bloqueador
7	Interno	Fabricas	Apoyo	-	+	+	Insignificante activo partidario
8	Externo	Ejército Nacional	Apoyo	-	+	-	Insignificante activo bloqueador

Fuente: Autores 2022.

La identificación y registro de interesados es una de las actividades determinantes para el posterior plan de involucramiento de interesados, debido que si se omiten personas, organizaciones o algún actor que impacte en el proyecto es muy probable que en el ciclo de vida de este se deban realizar ajustes causando reprocesos en otros planes como el plan de riesgos, plan de gestión de comunicaciones, plan de gestión de los recursos entre otros, (Ver tabla 25, 26).

Tabla 25. Matriz de categorización.

Definición	Valor
Medio	1
Alto	2
Muy Alto	3
Bajo	-1
Muy bajo	-2
Nulo	-3

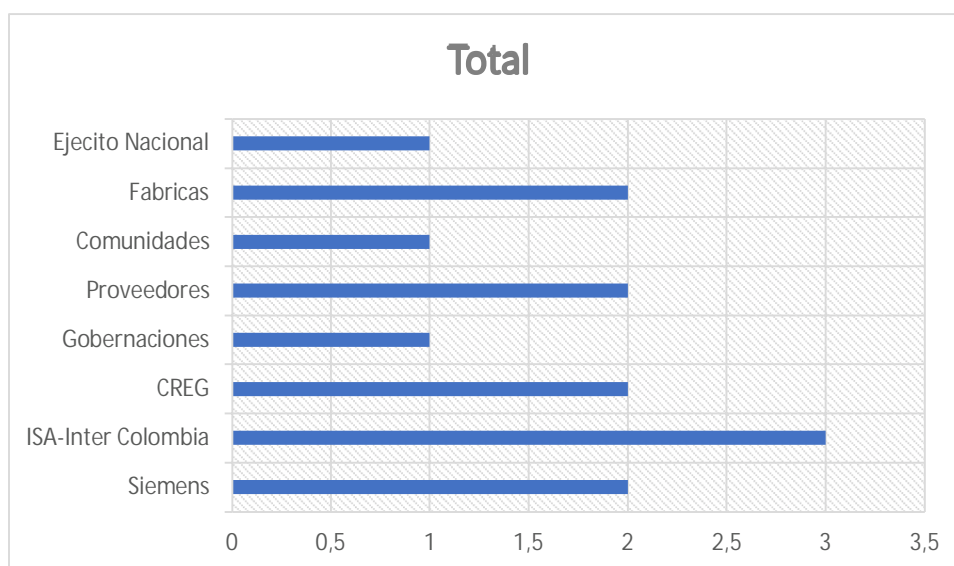
Fuente: Autores 2022.

Tabla 26. Interesados VS Total.

Interesado	Total
Siemens	2
ISA-Inter Colombia	3
CREG	2
Gobernaciones	1
Proveedores	2
Comunidades	1
Fabricas	2
Ejecito Nacional	1

Fuente: Autores 2022.

Gráfica 11. Interesados VS Total.



Fuente: Autores 2022.

El modelo de cubo de interesados permite la identificación y el rol de los interesados, utiliza tres variables, poder, interés y actitud, cada variable tiene componentes positivo y negativo, para el poder la arista positiva se considera influyente, para el interés activo y actitud partidario, mientras que para la arista negativa el poder se considera insignificante, en el interés pasivo y en actitud bloqueador.

En el registro de interesados se identificaron ocho actores a los cuales se les debe gestionar estrategias dependiendo de las variables evaluadas, en especial se debe gestionar al patrocinador por su nivel de poder e interés. (Ver gráfica 11).

## 9.2. Plan de Involucramiento de los Interesados

Después de una previa validación e identificación con los interesados en el proyecto, se verifica el compromiso de cada uno de los participantes. Donde se implementan estrategias y habilidades que otorguen un mayor acercamiento de los involucrados internos y externos, siempre de la mano y con una comunicación continua por medio de canales inmediatos donde se remitan informes de seguimiento a todos ellos, con el fin de sensibilizarlos e informarlos acerca de la ejecución y avances.

En el apéndice K se indican las estrategias para los interesados así como su nivel de compromiso, los interesados que tienen mayor influencia son aquellos por lo general a quienes se les debe realizar un seguimiento más riguroso esto implica mantener informados y que esta comunicación sea abierta y constante, es muy importante que los interesados dependiendo de su nivel de compromiso perciban de los directores de proyecto y su equipo de trabajo el seguimiento y soporte de cualquier evento que se pueda materializar, la matriz de involucramiento de interesados se encuentra en el apéndice K.

La comunicación con todos los involucrados en el proyecto permitirá que el proyecto sea dinámico y cada proceso, actividad del ciclo de vida del proyecto se lleve a término en los términos planeados. Por supuesto se debe validar el tipo de información que se le entrega a cada interesado, entendido por supuesto que debe ser información realista y concreta pero no es necesario el detalle de cada actividad a todos los interesados, esto dependerá también de su rol, compromiso y clasificación en el proyecto.

El plan de involucramiento de interesados minimizará los riesgos que puedan surgir e impactar los objetivos del proyecto, por esto se deben establecer también las expectativas con las estrategias, para los interesados N°1 y 2 la expectativa es el cumplimiento alcance indicado en la acta de constitución del proyecto y pliegos, en los tiempos indicados en el cronograma, con los costos planeados en el presupuesto y con la calidad suficiente para la satisfacción de las partes que permita negociaciones futuras.

El interesado N°3 la expectativa es satisfacer los requerimientos técnicos sugeridos por este, así como la entrega de los bienes energizados en los tiempos indicados, a este interesado no debemos indicarle costos, pero si mantenerlo muy informado en los tiempos del proyecto desde que se inician actividades en obra.

Los interesados N°4 y 5 el ideal del proyecto es que se encuentre informado y que no se modifique su clasificación a reticente o bloqueador, por ello es importante vincularlo en las reuniones de divulgación de avance, así como minimizar el impacto que se pueda ocasionar en el territorio.

Para los interesados N°6,7 y 8 la expectativa es que se encuentre comprometido con los objetivos del proyecto y que los bienes y servicios entregados al proyecto sean de calidad y cumplan con las especificaciones requeridas acorde a los pliegos.

## 10. Gestión del Alcance del Proyecto

### 10.1. Plan de Gestión del Alcance

El Plan de Gestión del Alcance muestra cómo se desarrollará y verificará el alcance del proyecto. Se visualiza claramente quién es responsable de administrar el alcance de los proyectos, (Ver tabla 27).

Tabla 27. Formato gestión del alcance.

<b>PLAN DE GESTIÓN DE ALCANCE</b>
<b>Proyecto:</b> DISEÑO, FABRICACION, MONTAJE Y PUESTA EN SERVICIO DE REACTORES SECOS EN LAS SUBESTACIONES DE CAÑO LIMON, ARAUCA Y CHINU, MONTERIA
<p><b>1. Procedimiento para desarrollar el enunciado del alcance del proyecto:</b></p> <p>Para el proyecto <b>DISEÑO, FABRICACION, MONTAJE Y PUESTA EN SERVICIO DE REACTORES SECOS EN LAS SUBESTACIONES DE CAÑO LIMON, ARAUCA Y CHINU, MONTERIA</b> se tendrá como base el acta de constitución y el caso de negocio. Será necesario reunirse con los interesados directos al proyecto, en este caso será el personal perteneciente a las poblaciones de Caño Limón y Chinú, gerentes de Gestión técnica del cliente final, patrocinador y director del proyecto estos serán los encargados de revisar el enunciado del alcance. se realizarán comités periódicos para su validación, donde siempre se realizará un acta de reunión y de compromisos de los participantes al comité.</p>
<p><b>2. Procedimiento para modificar y aprobar la EDT</b></p> <p>Respecto a la EDT se evaluarán los principales entregables al proyecto para la Implementación de Metodología en el seguimiento y control a los proyectos, donde se utilizarán herramientas de desagregación o descomposición por paquetes de trabajo. Para el desarrollo de la EDT deberá reunirse el equipo de trabajo con el director del proyecto. La EDT será revisada las veces que sean necesario</p>

por parte del equipo de trabajo en conjunto con los interesados, esto con el objetivo de obtener los entregables y revisar que estén incluidos para finalizar el proyecto.

### 3. Plantilla a utilizar para documentar el diccionario de datos de la EDT

<b>ID</b>	Identificación numérica y jerárquica.
<b>Nombre entregable</b>	Identificación precisa, corta y clara.
<b>Duración, costo, fechas</b>	Data exacta de las labores a realizar.
<b>Responsable</b>	Nombre o cargo de la persona responsable del entregable.
<b>Criterios de aceptación</b>	Descripción detalla y características requeridas para cumplir con los requisitos necesarios con el fin de definir la metodología idónea que cumpla con las normatividades y estándares de la organización.

### 3. Procedimiento para la validación y aceptación formal de Entregables

Mediante reuniones de trabajo y socialización se aprobarán los entregables principales que se encuentren completos y en detalle de acuerdo con lo necesario, para ello el director del proyecto con el equipo de trabajo, deben verificar que cada entregable este completo. Luego de realizar validación a los entregables del proyecto, en las reuniones de seguimiento con el patrocinador se dará su visto bueno para proceder, esto tendrá que quedar registrado en las actas de reunión, en caso de que existan correcciones o modificaciones a la EDT y sus entregables, deberá quedar igualmente registrado en las actas de reunión, de esta manera se obtendrá un transparente control y seguimiento al proceso de la creación de la EDT y sus entregables.

#### **4. Procedimiento para Controlar el alcance**

Se validará que los avances del equipo de seguimiento se encuentren alineados y acordes a los alcances del proyecto anteriormente ya definidos en la EDT y en el diccionario de la EDT, esta validación se realizará por medio de reuniones internas entre el director del proyecto, el equipo de trabajo y el gerente. Toda modificación o solicitud de cambio para los alcances del proyecto realizada por el equipo de trabajo, será presentada en el formato de modificación de alcance, el cual tendrá que presentarse debidamente diligenciado, este se presentara al director del proyecto, el cual tiene el deber de citar a un comité de control de cambios para realizar su verificación, estudio, rechazo o aprobación.

*Fuente: Autores 2022.*

#### **10.2. Plan y Matriz de Trazabilidad de Requisitos**

La matriz de requisitos permite recopilar, analizar, documentar y gestionar los requisitos en el ciclo de vida del proyecto, así se garantiza que cada requisito tenga aprobación, seguimiento y un control, (Ver tabla 28).

La matriz debe ser actualizada conforme el avance del proyecto permita el cumplimiento de cada una de las fases con sus entregables respectivos, esto permitirá detectar el impacto de los cambios o desviaciones en la línea base del alcance sobre los objetivos del proyecto, la información detallada de la matriz se encuentra en el apéndice L.

Tabla 28. Convenciones de Matriz de requisitos

ESTADO		Complejidad		Prioridad	
Activo	AC	Alto	A	Alto	3
Cancelado	CA	Medio	M	Medio	2
Adicionado	AD	Bajo	B	Bajo	1
Aprobado	AP				
Asignado	AS				

Fuente: Autores 2022

### 10.3. Enunciado del Alcance

El enunciado del alcance del proyecto suministra una representación minuciosa del proyecto, los entregables, las restricciones, las exclusiones, los supuestos y los criterios de aceptación. Además, contiene qué trabajo no debe realizarse para eliminar cualquier trabajo implícito pero innecesario que esté fuera del alcance del proyecto.

<b>ENUNCIADO DEL ALCANCE DEL PROYECTO</b>
DISEÑO, FABRICACION, MONTAJE Y PUESTA EN SERVICIO DE REACTORES SECOS EN LAS SUBESTACIONES DE CAÑO LIMON, ARAUCA Y CHINU, MONTERIA.
<b>Descripción (propósito y justificación):</b> El proyecto surge de la necesidad de brindar una solución en diseño, fabricación y ensamble de los reactores para producir energía eléctrica, dar soluciones al problema de déficit en el suministro de energía para los municipios de Caño Limón y Chinú. Esperamos suplir las necesidades tanto de la población de Caño Limón en Arauca, como de Chinú en Córdoba, para así lograr reactivar el sector económico y de esta forma contribuir en incrementar la generación y distribución eléctrica en los territorios. Se deberán realizar el cambio de reactores, así 1,5 para la subestación Caño limón ubicado en la ciudad de Arauca y 3 para la subestación Chinú ubicado en la ciudad de Montería, debido que los existentes se incineraron por causas que aún no conocidas.



La ausencia de reactores en Arauca está causando cortes de energía aleatorios en poblaciones como Tame y Arauquita, generando afectaciones al comercio, salud y educación, la temperatura en las noches puede llegar a los 28°C.

El proyecto permitirá regular el consumo energético en las dos poblaciones, generando las ganancias planificadas y afirmando la confiabilidad de las poblaciones en el distribuidor de energía.

**Objetivos:**

**General:** Presentar una propuesta de diseño, fabricación y puesta en servicio de reactores secos. para las subestaciones de Caño Limón y Chinú que aportara positivamente en el consumo energético de las ciudades de Arauca y Montería.

**Específicos:**

- Realizar los diseños eléctricos y de montaje específicos para cada una de las subestaciones.
- Fabricar los reactores eléctricos conforme a los diseños aprobados.
- Ejecutar la puesta en servicio para cada subestación en los días de consignación local.
- Realizar la entrega y puesta en servicio de los suministros y servicios indicados en el alcance en los mejores tiempos y con calidad.

**Alcance detallado a nivel de producto:**

- Los reactores secos se instalarán en las subestaciones de Caño Limón, Arauca y Chinú en Montería, los reactores apoyaran en la transmisión energética de las poblaciones y corregir los cortes de energía aleatorios que se presentan por la carencia de estos equipos.
- Los equipos para instalar son piezas robustas que tiene forma circular desde su vista superior, fabricadas en aluminio en su interior se encuentran bobinados en cobre y una fibra de vidrio que no permite la filtración de agua, es resistente a altas temperaturas el campo magnético se debe preservar como se indica en las especificaciones técnicas para evitar efectos térmicos no deseados sobre las piezas.
- Para la subestación de caño limón las bobinas tienen un diámetro de 2,79 metros y una altura de 1,70 metros, un reactor completo se estructura con dos bobinas idénticas las cuales su montaje en piso es sobre una estructura de cimentación y en la mitad de las piezas sobre aisladores eléctricos,

es decir un reactor completo armado tiene una altura estimada de 5,068 metros el peso de cada bobina es de 7914Kg.

- En la subestación de Chinú las bobinas tienen un diámetro de 2,921 metros y una altura de 1,314 metros la filosofía de montaje es idéntica a la de Caño limón, sobre cimentación y aisladores en la mitad de la estructura de armado, el peso de esta bobina es 4099Kg.

#### **Alcance detallado a nivel de proyecto:**

**Definición:** Diseño, fabricación, montaje y puesta en servicios de reactores secos en la subestación de caño limón, Arauca y Chinú, Montería la cual aportara en la transmisión energética y el consumo de servicio de calidad en estos territorios.

- El diseño de las bobinas es individual y único para cada subestación atendiendo las necesidades técnicas, comerciales, sociales y ambientales de cada ubicación.

#### **Planeación:**

- Realizar el levantamiento de información técnica en cada una de las subestaciones para aclarar los requerimientos que se enviaran a las fábricas.
- Diseñar la propuesta técnica y económica que más se ajuste de las necesidades del cliente final.
- En la etapa de diseño todos los documentos deben estar aprobados por el cliente final o interesados en el proyecto.
- Una vez aprobada la propuesta técnica y económica se definirán los contratistas y reservara el personal, equipos propios que ejecutarán las actividades.
- Se realizará una reunión de inicio donde se indicarán las fases del proyecto, con tiempos y recursos necesarios para cumplir con los objetivos.
- La fabricación de los reactores debe ser en fábricas que puedan cumplir en tiempo, costo y especificaciones con lo indicado en la ingeniería.

#### **Ejecución y seguimiento:**

- Ejecutar la ingeniera básica con los requisitos estructurales de ubicación, anclajes, puesta a tierra, diagrama unifilar, disposiciones mecánicas y placa de características de los equipos, para la ingeniería de detalle se refiere los diagramas de circuito, listado de multi conductores y ordenes de trabajo.

- Controlar el listado de documentos con las fechas de entrega de fábrica y las fechas de aprobación del cliente para evitar algún desfase en tiempo.
- Ejecutar y controlar la fabricación de las bobinas en cada una de las fábricas, estas informarán semanalmente el estado, avance o retraso de las fabricaciones, el inicio de pruebas FAT debe ser informado para notificar al cliente final y manifieste si desea participar de las pruebas.
- Monitorear el transporte aéreo, marítimo hasta Colombia desde las fábricas, así como el transporte terrestre local hasta las subestaciones eléctricas, el incoterm de entrega es DDP.
- Verificar la cobertura de pólizas por las empresas transportadoras de los reactores secos antes una posible afectación.
- Monitorear y ejecutar los permisos de ingreso y un pago al ejército nacional para el acompañamiento de la carga en Arauca.
- Ejecutar el montaje de las bobinas en cada una de las subestaciones con el apoyo de personal contratado en las ubicaciones que tenga conocimientos específicos para evitar retrasos, en el cronograma, incidentes o accidentes en el desarrollo de la labor, también se debe coordinar el desplazamiento de personal propio especializado desde diferentes ciudades del país para liderar las puestas en servicio, los equipos de prueba para desarrollar las pruebas SAT también se deben coordinar el despacho así como la herramienta menor y consumibles necesarios.

**Cierre:**

- Entregar las actas de los bienes energizados en obra al personal encargado de las operaciones.
- Realizar la entrega de la subestación en perfectas condiciones, limpia, con los equipos nuevos energizados y sin afectaciones al cliente.
- Generar el registro de lecciones aprendidas del desarrollo del proyecto en todas sus fases, así como la generación de no conformidad y no conformidades con costo si aplica.
- Generar un acta formal de cierre de proyecto, así como el informe donde se indiquen los bienes entregados, las fechas de energización, el resultado de las pruebas SAT y los pagos efectuados.
- Enviar a las instalaciones del cliente el dossier técnico con las especificaciones requeridas físico o digital.

**No está incluido en el Alcance (exclusiones)**

- Las actividades que no se indiquen en la oferta presentada por la empresa ejecutora al cliente final se indicaran como un adicional al contrato existente, ya sea suministro o servicio.
- Realizar los mantenimientos preventivos y correctivos posterior a la energización de las subestaciones.
- Solicitar los permisos al centro nacional de despachos para realizar la instalación de los reactores.
- Actividades correctivas en otros equipos de patio o de control y protección diferentes a los reactores secos.

**Supuestos:**

- Aprobación de los diseños de ingeniería por el cliente final.
- La fabricación de los reactores se entregará en los tiempos planificados.
- El transporte marítimo y aéreo de los reactores no presentaran ningún contratiempo.
- Los reactores arribaran a las subestaciones Chinú y Caño Limón sin ningún golpe, avería o enmendadura causada por el transporte o de origen de fábrica.
- El personal para la puesta en servicio será reservado y garantizado para las fechas de consignación, así como los equipos de prueba el desarrollo del proyecto no se afectará por condiciones climáticas o eventos sociales en las locaciones.
- Luego de la puesta en servicio de los reactores el cliente final realizara la revisión y firma del acta de entrega para proceder con la facturación final.
- No se presentarán eventos de orden público que alteren la ejecución de actividades en las subestaciones.

**Restricciones:**

- El proyecto no superara el presupuesto de \$2.359.653.353 miles de millones de pesos colombianos.
- El tiempo total del proyecto no puede superar el indicado en el cronograma 11 meses.
- El tiempo de puesta en servicio se encuentra limitado por los días de corte eléctrico de la subestación, 11 días en cada ubicación.

**Criterios de aceptación:**

- Los suministros deben tener las especificaciones técnicas aprobadas en la ingeniería básica y de detalle.
- Los reactores entregados deben ser completamente nuevos sin ningún tipo de enmendadura, abolladura o golpe.
- Las subestaciones eléctricas se deben dejar en las mismas o mejores condiciones eléctricas a las entregadas el día de inicio de actividades.
- Todos los desechos generados se dispondrán en los puntos ecológicos y en caso de ser necesario se contratará a una empresa para su disposición final.
- El material sobrante, como tuberías de aluminio, conectores, amarres, cable multiconductor, cable de fuerza y control será entregado al cliente final para su almacenamiento.

**Entregables principales:**

- Ingeniería Básica
- Órdenes de compra a fábrica
- Ingeniería de detalle
- Pruebas FAT
- Traslado de reactores
- Permisos de ingreso
- Desconexión eléctrica SVC Chinú
- Desconexión eléctrica SVC Caño limón
- Energización de reactores Chinú
- Energización de reactores Caño limón
- Plan de dirección de proyecto
- Informe de seguimiento
- Cierre Documental
- Cierre técnico
- Cierre administrativo

**Fechas**

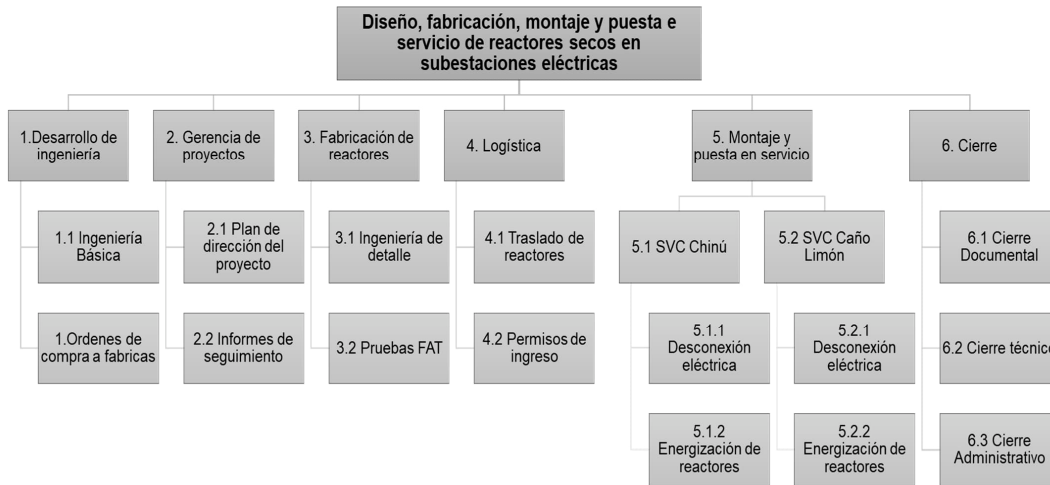
**Inicio:** 25/09/2022

<b>Finalización:</b> 14/08/2023	
<b>Hitos del Proyecto:</b>	
➤ Desarrollo de ingeniería	26/09/2022
➤ Gerencia de proyectos	5/10/2022
➤ Fabricación reactores	25/10/2022
➤ Logística	19/04/2023
➤ Montaje y puesta en servicio	05/06/2023
➤ Pruebas SAT Chinú	20/06/2023
➤ Pruebas SAT Caño limón	20/07/2023
➤ Cierre	23/06/2023
<b>Presupuesto estimado del proyecto:</b> \$ 2.359.653.353	
<b>Director del Proyecto</b> <b>Nombre:</b> Cristian Fernando Manchego Español y Daniel Augusto Tabares Barrera	<b>Firma</b>
<b>Patrocinador</b> <b>Nombre:</b> Transmisión Services (TSV) Siemens Energy	<b>Firma</b>

10.4. Estructura de Descomposición del Trabajo (EDT)

La Estructura de Desglose del Trabajo (EDT), muestra el proyecto visualmente. Es una herramienta que ayuda a comunicar fácilmente el trabajo y los procesos involucrados para ejecutar el proyecto. A continuación, se relaciona la EDT del proyecto la cual, fue esencial para la planificación y ejecución.

Gráfica 12. EDT.



Fuente: Autores 2022.

### 10.5. Diccionario de la EDT

El paquete de trabajo Fabricación reactor y medio en Brasil es la actividad M que pertenece al entregable SCV Caño Limón se encuentra en nuestra ruta crítica, este paquete de trabajo representa la fase inicial para lograr la puesta en servicio del reactor y medio que proviene de la fábrica de Brasil y se instalara en la subestación Caño Limón.

Este paquete de trabajo es crítico para el proyecto debido que es la que representa mayor duración con 140 días, las sucesoras y predecesoras de esta actividad también se encuentran en nuestra ruta crítica.

Paquetes de trabajo como 5.2.2 Pruebas FAT Brasil y 6.1.3 Gestión de transporte aéreo Brasil no podrán iniciar si el paquete de trabajo 5.1.3 no finaliza a satisfacción, adicional la logística requerida para la subestación Caño Limón requiere más planeación y detalle debido a los posibles conflictos sociales.

Gráfica 13. Diccionario del entregable Desarrollo de ingeniera.

ID		EDT	
3		3	
Nombre del entregable			
Desarrollo de ingeniería			
Duración		Trabajo	Costo
20d		284hrs	\$28.540.000
Inicio		Finalización	



26/09/2022	24/10/2023
<b>Nombre de recursos</b>	
Técnico planta B, Técnico de Planta A, Diseñador, PM, CPM	
<b>Criterios de aceptación</b>	
para la aceptación de este entregable las CTG's deben estar alineadas con la solicitud técnica del cliente y que la ingeniería básica sea entregada en los tiempos descritos en fase de oferta, adicional se confirmaran las pólizas y cláusulas en las órdenes de compra permitan realizar un traslado de multa en caso de presentarse.	

*Fuente: Autores 2022*

ID	EDT	
4	3.1	
<b>Nombre del entregable</b>		
Ingeniería básica		
<b>Duración</b>	<b>Trabajo</b>	<b>Costo</b>
14d	220hrs	\$21.980.000
<b>Inicio</b>	<b>Finalización</b>	
26/09/2022	13/10/2023	
<b>Nombre de recursos</b>		
Técnico planta B, Técnico de Planta A, Diseñador, PM, CPM		
<b>Criterios de aceptación</b>		
para la aceptación de este entregable las CTG's deben estar alineadas con la solicitud técnica del cliente y que la ingeniería básica sea entregada en los tiempos descritos en fase de oferta, adicional		

se confirmaran las pólizas y cláusulas en las órdenes de compra permitan realizar un traslado de multa en caso de presentarse.

*Fuente: Autores 2022*

ID		EDT	
7		3.2	
Nombre del entregable			
Órdenes de compra a fabricas			
Duración		Trabajo	Costo
6d		64hrs	\$6.560.000
Inicio		Finalización	
14/10/2022		24/10/2023	
Nombre de recursos			
PM proyecto, gestor de compras, aduana, CPM proyecto			
Criterios de aceptación			
para la aceptación de este entregable las CTG's deben estar alineadas con la solicitud técnica del cliente y que la ingeniería básica sea entregada en los tiempos descritos en fase de oferta, adicional se confirmaran las pólizas y cláusulas en las órdenes de compra permitan realizar un traslado de multa en caso de presentarse.			

*Fuente: Autores 2022*

Gráfica 14 Diccionario del entregable Gerencia de proyectos.

ID		EDT	
10		4	
Nombre del entregable			
Gerencia de proyectos			
Duración		Trabajo	Costo
208d		172hrs	\$ 16.308.000
Inicio		Finalización	
05/10/2022		24/07/2023	
Nombre de recursos			
Ingeniero Planta A y B, Diseñador, Técnico Montaje B y B, PM, Técnico Planta A y B, PM Proyecto, CPM Proyecto, Ing. Montaje, Ing. Protecciones			
Criterios de aceptación			
Se da aceptación al cronograma con línea base de costo con la aprobación del patrocinador, y con la puesta en servicio de los reactores secos en la subestación de Chinú y Caño limón			

Fuente: Autores 2022

ID		EDT	
11		4.1	
Nombre del entregable			
Plan de dirección del proyecto			
Duración		Trabajo	Costo
1d		44hrs	\$5.326.000

Inicio		Finalización	
5/10/2022		5/10/2023	
Nombre de recursos			
PM Proyecto			
Criterios de aceptación			
Se da aceptación al cronograma con línea base de costo con la aprobación del patrocinador, y con la puesta en servicio de los reactores secos en la subestación de Chinú y Caño limón			

*Fuente: Autores 2022*

ID		EDT	
14		4.2	
Nombre del entregable			
Informes de seguimiento			
Duración		Trabajo	Costo
71d		128hrs	\$11.072.000
Inicio		Finalización	
17/04/2023		24/07/2023	
Nombre de recursos			
PM Proyecto			
Criterios de aceptación			

Se da aceptación al cronograma con línea base de costo con la aprobación del patrocinador, y con la puesta en servicio de los reactores secos en la subestación de Chinú y Caño limón

*Fuente: Autores 2022*

*Gráfica 15. Diccionario del entregable, fabricación reactores.*

ID		EDT	
19		5	
Nombre del entregable			
Fabricación reactores			
Duración		Trabajo	Costo
145d		4288hrs	\$ 1.955.040.000
Inicio		Finalización	
25/10/2022		15/05/2023	
Nombre de recursos			
Ingeniero Planta A y B, Diseñador, Técnico Montaje B y B, PM, Técnico Planta A y B.			
Criterios de aceptación			
Se aceptará una vez la ingeniería de detalle se encuentre aprobada por el patrocinador, La fabricación de los reactores no deberá superar el costo y tiempo indicado y se aceptaran las pruebas FAT una vez el patrocinador indique su satisfacción acorde a los indicadores técnicos de este entregable			

*Fuente: Autores 2022*

ID		EDT	
20		5.1	
Nombre del entregable			
Ingeniería detalle			
Duración		Trabajo	Costo
143d		4240hrs	\$1.948.480.000
Inicio		Finalización	
25/10/2022		11/05/2023	
Nombre de recursos			
Ingeniero Planta A y B, Diseñador, Técnico Montaje B y B, PM, Técnico Planta A y B.			
Criterios de aceptación			
<p>Se aceptará una vez la ingeniería de detalle se encuentre aprobada por el patrocinador, La fabricación de los reactores no deberá superar el costo y tiempo indicado y se aceptaran las pruebas FAT una vez el patrocinador indique su satisfacción acorde a los indicadores técnicos de este entregable</p>			

*Fuente: Autores 2022*

ID		EDT	
24		5.2	
Nombre del entregable			
Pruebas FAT			
Duración		Trabajo	Costo
23d		48hrs	\$6.560.000
Inicio		Finalización	

13/04/2023	15/05/2023
<b>Nombre de recursos</b>	
Ingeniero Planta A y B, Diseñador, Técnico Montaje B y B, PM, Técnico Planta A y B.	
<b>Criterios de aceptación</b>	
Se aceptará una vez la ingeniería de detalle se encuentre aprobada por el patrocinador, La fabricación de los reactores no deberá superar el costo y tiempo indicado y se aceptaran las pruebas FAT una vez el patrocinador indique su satisfacción acorde a los indicadores técnicos de este entregable	

*Fuente: Autores 2022*

*Gráfica 16. Diccionario entregable Logística.*

<b>ID</b>	<b>EDT</b>	
27	6	
<b>Nombre del entregable</b>		
Logística		
<b>Duración</b>	<b>Trabajo</b>	<b>Costo</b>
55d	1328hrs	\$ 121.100.000
<b>Inicio</b>	<b>Finalización</b>	
19/04/2022	04/07/2023	
<b>Nombre de recursos</b>		
Logístico/Compras, PM de planta A y Conductores, PM del proyecto, CPM del proyecto, ejército nacional.		
<b>Criterios de aceptación</b>		

se aceptará una vez se envíen la documentación de los vehículos que se utilizaran para el traslado de los reactores estos deben ser enviados con 3 días de anticipación para coordinar los permisos de ingreso, se aceptara el costo del ejército nacional una vez indiquen la fecha de traslado.

*Fuente: Autores 2022.*

ID		EDT	
28		6.1	
Nombre del entregable			
Traslado reactores			
Duración		Trabajo	Costo
41d		920hrs	\$78.280.000
Inicio		Finalización	
19/04/2023		14/06/2023	
Nombre de recursos			
PM Proyecto, conductores, gestor de compras			
Criterios de aceptación			
se aceptará una vez se envíen la documentación de los vehículos que se utilizaran para el traslado de los reactores estos deben ser enviados con 3 días de anticipación para coordinar los permisos de ingreso, se aceptara el costo del ejército nacional una vez indiquen la fecha de traslado.			

*Fuente: Autores 2022.*



ID		EDT	
33		6.2	
Nombre del entregable			
Permisos de ingresos			
Duración		Trabajo	Costo
31d		408hrs	\$42.820.000
Inicio		Finalización	
25/10/2022		15/05/2023	
Nombre de recursos			
PM Proyecto, ejército nacional			
Criterios de aceptación			
se aceptará una vez se envíen la documentación de los vehículos que se utilizaran para el traslado de los reactores estos deben ser enviados con 3 días de anticipación para coordinar los permisos de ingreso, se aceptara el costo del ejército nacional una vez indiquen la fecha de traslado.			

Fuente: Autores 2022.

Gráfica 17. Diccionario entregable Montaje de bobinas y puesta en servicio.

ID		EDT	
39		7	
Nombre del entregable			
Montaje de bobinas y puesta en servicio			
Duración		Trabajo	Costo
35d		1048rs	\$ 145.278.000

<b>Inicio</b>		<b>Finalización</b>	
05/06/2023		21/07/2023	
<b>Nombre de recursos</b>			
PM, CPM, Conductor Montaje, Ingeniero de montaje, Ingeniero de protecciones, Supervisor EHS, equipos de prueba, grúa, material menor, técnicos y auxiliares.			
<b>Criterios de aceptación</b>			
Se aceptarán este entregable una vez las pruebas SAT sean satisfactoria para el cliente final y se declaran las subestaciones caño limón y Chinú energizadas sin novedad o pendientes técnicos.			

*Fuente: Autores 2022.*

<b>ID</b>		<b>EDT</b>	
40		7.1	
<b>Nombre del entregable</b>			
SVC CHINU			
<b>Duración</b>		<b>Trabajo</b>	<b>Costo</b>
13d		576hrs	\$77.549.000
<b>Inicio</b>		<b>Finalización</b>	
05/06/2023		21/06/2023	
<b>Nombre de recursos</b>			
Ingeniero de protecciones, Montaje y PM proyecto.			
<b>Criterios de aceptación</b>			

Se aceptarán este entregable una vez las pruebas SAT sean satisfactoria para el cliente final y se declaran las subestaciones caño limón y Chinú energizadas sin novedad o pendientes técnicos

*Fuente: Autores 2022*

ID		EDT	
48		7.2	
Nombre del entregable			
SVC CAÑO LIMON			
Duración		Trabajo	Costo
13d		472hrs	\$77.549.000
Inicio		Finalización	
05/07/2023		21/07/2023	
Nombre de recursos			
Ingeniero de protecciones, Montaje y PM proyecto			
Criterios de aceptación			
Se aceptarán este entregable una vez las pruebas SAT sean satisfactoria para el cliente final y se declaran las subestaciones caño limón y Chinú energizadas sin novedad o pendientes técnicos			

*Fuente: Autores 2022*

Gráfica 18. Diccionario entregable Cierre.

ID		EDT	
56		8	
Nombre del entregable			
Cierre			
Duración		Trabajo	Costo
37d		408hrs	\$ 49.528.000
Inicio		Finalización	
23/06/2023		14/08/2023	
Nombre de recursos			
PM Y CPM Proyecto.			
Criterios de aceptación			
Se aceptará este entregable con la recepción y aceptación del dossier técnico por parte del patrocinador y la firma de las actas de cierre del proyecto y acta final de facturación.			

Fuente: Autores 2022.

ID		EDT	
57		8.1	
Nombre del entregable			
Cierre documental			
Duración		Trabajo	Costo
6d		112hrs	\$11.488.000
Inicio		Finalización	

24/07/2023	31/07/2023
<b>Nombre de recursos</b>	
PM Y CPM Proyecto.	
<b>Criterios de aceptación</b>	
Se aceptará este entregable con la recepción y aceptación del dossier técnico por parte del patrocinador y la firma de las actas de cierre del proyecto y acta final de facturación.	

ID	EDT	
61	8.2	
<b>Nombre del entregable</b>		
Cierre técnico		
Duración	Trabajo	Costo
32d	240hrs	\$32.160.000
Inicio	Finalización	
23/06/2023	07/08/2023	
<b>Nombre de recursos</b>		
PM Y CPM Proyecto		
<b>Criterios de aceptación</b>		
Se aceptará este entregable con la recepción y aceptación del dossier técnico por parte del patrocinador y la firma de las actas de cierre del proyecto y acta final de facturación.		

Fuente: Autores 2022.

ID		EDT	
65		8.3	
Nombre del entregable			
Cierre administrativo			
Duración		Trabajo	Costo
5d		56hrs	\$5.880.000
Inicio		Finalización	
25/10/2022		15/05/2023	
Nombre de recursos			
PM Y CPM Proyecto			
Criterios de aceptación			
Se aceptará este entregable con la recepción y aceptación del dossier técnico por parte del patrocinador y la firma de las actas de cierre del proyecto y acta final de facturación.			

*Fuente: Autores 2022.*

## 11. Gestión del Cronograma del Proyecto

### 11.1. Plan de Gestión del Cronograma

#### Definición de Actividades

Se identificarán y documentarán las acciones del equipo de trabajo y el director de proyecto para la elaboración de los entregables, para lograr dividir y subdividir los entregables se utilizará el método de descomposición.

En la realización de la descomposición de los entregables en partes más pequeñas será con el apoyo de todo el equipo de trabajo vinculado al proyecto

debido que es importante tener un enfoque técnico, económico, financiero para que la descomposición de los entregables no sea excesiva.

### **Estimación de duración de las Actividades**

La estimación de duración de las actividades se plantea de acuerdo con la experticia de cada uno de los miembros del equipo del proyecto, teniendo como base sus conocimientos respecto a cada paquete de trabajo, con la ayuda del método PERT, estableciendo tiempos pesimistas y optimistas para cada actividad, lo que arrojará la duración a trabajar en el cronograma definido. Mediante este método se asignan duración de actividades, predecesoras y sucesoras de cada actividad, al finalizar la elaboración de la red se estiman las holguras y ruta crítica del proyecto, la duración de las actividades del proyecto se estima en días, posterior al cálculo de la ruta crítica se elabora el cronograma en Ms Project.

### **Desarrollo del Cronograma**

Teniendo en cuenta la información ya construida respecto a las actividades definidas en cada paquete de trabajo, se consolidará la información en Microsoft Project versión 2020, para su respectivo control y seguimiento, como también se incluirán todos los recursos físicos y humanos que el proyecto necesite.

### **Control del Cronograma**

El control y seguimiento de toda la trazabilidad del proyecto se manejará por metodología scrum, donde se realizarán las diferentes ceremonias con el fin de tener un daily diario y ahí informar a todos los miembros del equipo e interesados, se utilizarán técnicas de valor ganado para analizar sus pronósticos y rendimientos.

También el uso de la gestión de indicadores como el SV (variaciones), SPI (indicador de desempeño de cronograma) y pronósticos para hacer monitoreo y control al desempeño del proyecto para así cumplir con las actividades planeadas en el tiempo establecido.

#### 11.2. Listado de Actividades con Análisis PERT

El listado de actividades del proyecto tiene cuarenta y dos (42) actividades el detalle de los nombres asignados para cada actividad, así como las actividades que se encuentran en la ruta crítica se pueden ver en el detalle con el cálculo PERT en el apéndice M del presente proyecto, Listado de actividades con análisis PERT.

Para determinar las duraciones optimistas, pesimistas y esperadas se adoptaron dos técnicas conforme lo señala el PMBOK la primera técnica fue con juicio de expertos, el juicio de expertos fue con ingenieros que tienen una amplia experiencia en la planeación y ejecución de este tipo de proyectos e incluso con alcances más amplios, la información del juicio de expertos fue señalada para las cuentas de control.

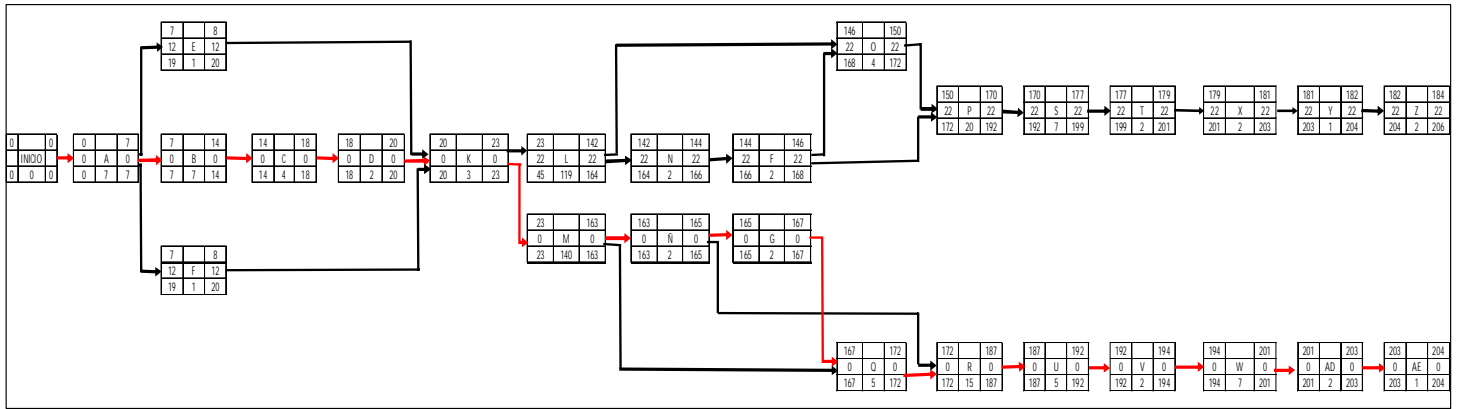
Para tener una exactitud más cercana a la realidad también se utilizó la técnica de estimación ascendente, esta técnica permite estimar la duración mediante la suma de las estimaciones de cada uno de sus componentes del nivel inferior en la EDT, el uso de las dos técnicas nos permitió realizar la estimación desde el nivel inferior hasta la estimación de cada una de las cuentas de control y así hasta la estimación total del proyecto.



El uso de las dos herramientas nos permitió realizar un chequeo doble de las estimaciones y así reducir la incertidumbre en los tiempos de cada una de las actividades.

11.3. Diagrama de Red del Proyecto

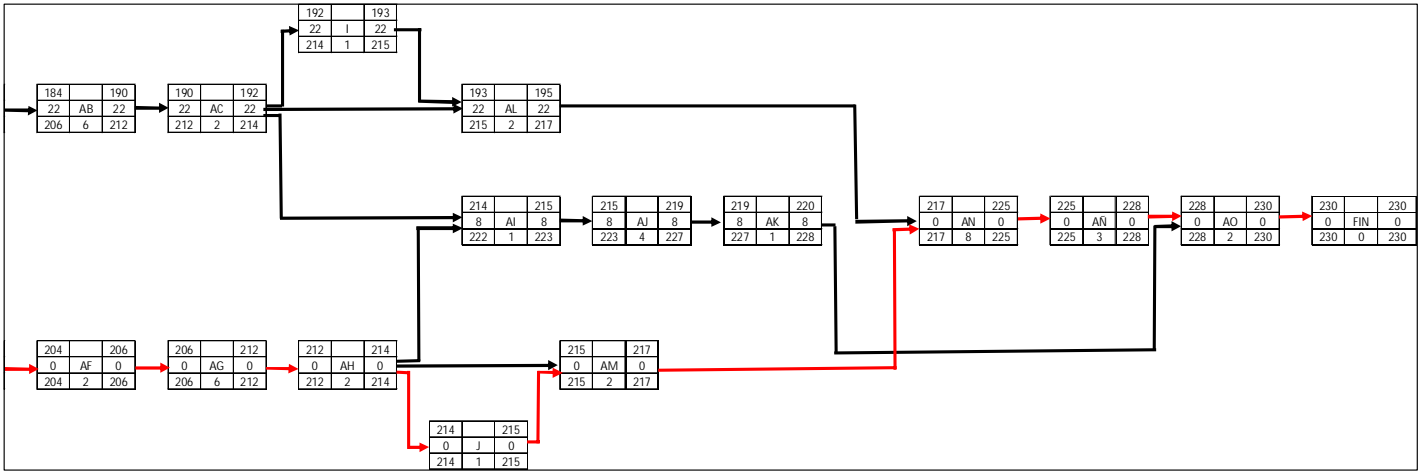
Gráfica 19. Diagrama de red.



Fuente: Autores 2022.

1

<sup>1</sup> La duración del proyecto son 230 días sin laborar sábados, domingos y feriados, continuar el diagrama de red en la siguiente hoja.



Fuente: Autores 2022

La duración total del proyecto si las actividades fueran secuenciales es de 410 días, sin embargo, debido que en el proyecto tenemos actividades que tienen dos o tres predecesoras este tiempo se reduce a 230 días hasta el cierre del proyecto.

Inicialmente se estimaba que las rutas críticas del proyecto serian en el montaje de las bobinas en cada una de las subestaciones eléctricas, sin embargo, la ruta crítica tiene dos actividades determinantes la primera es la actividad M que está vinculada a la fabricación en Brasil y la segunda actividad es la Q que es el transporte aéreo desde esta fábrica, así como la actividad W que es el ingreso del reactor con el apoyo del ejército nacional en Arauca.

Este análisis es muy cercano a la realidad debido que a pesar que el transporte aéreo aparentemente es más sencillo que el marítimo el tiempo indicado para esta actividad es más limitado, adicional esta actividad tienen sucesoras vitales como la puesta en servicio de la bobina en sitio, ahora para la actividad V el tiempo señalado para esta actividad es estimativo debido que depende el ingreso a la zona de puesta en servicio en Arauca de diversos factores sociales no es exclusivo criterio del ejército nacional.

La ruta crítica nos permitió visualizar se debe realizar control a las etapas iniciales del proyecto como actividades A, B, C Y D se debe tener especial atención a la planeación y puesta en servicio de la bobina de Arauca debido que es la que vamos a transportar vía aérea y la que tiene permisos particulares con el ejército nacional.

Se realizó el análisis a través de la herramienta PERT exclusivamente para una probabilidad de 84,10% es decir un  $Z= 1$  donde se obtuvo el siguiente resultado para  $t_s$  (Tiempo de duración del proyecto) se obtuvo que es de 242 días, (Ver Gráfica 20).

Gráfica 20. Análisis probabilidad de tiempos.

Z	Probabilidad	$t_e$	$t_s$
1	84,10%	230	242

Fuente: Autores 2022.

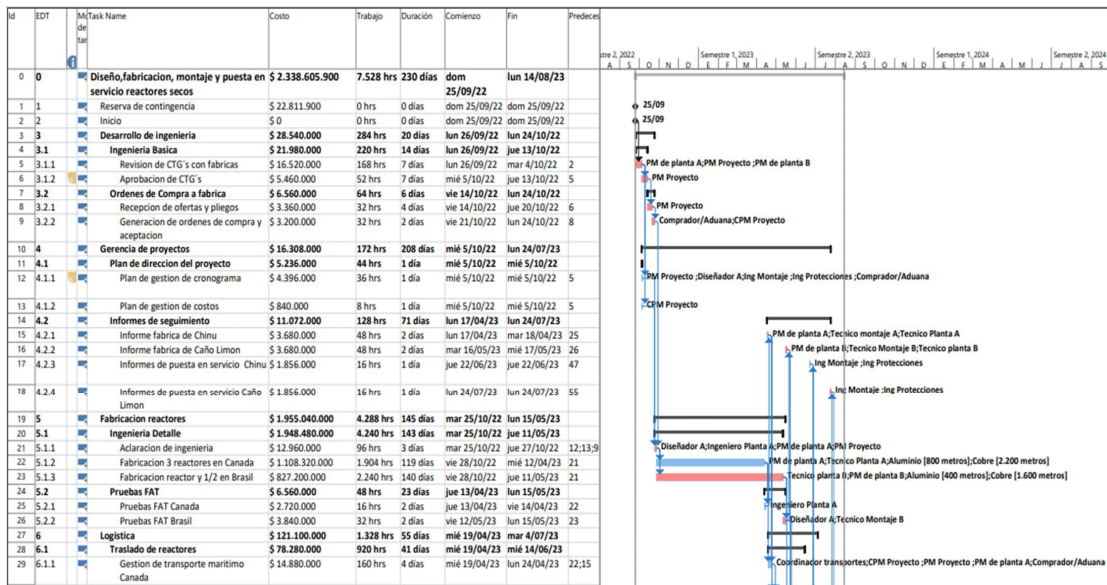
El tiempo de la ruta crítica  $t_e$  es de 230 días, es importante señalar que el calendario de ejecución son días hábiles, no se laboran los sábados y domingos, así como tampoco los festivos. Se recomienda realizar cálculos adicionales para tener un análisis más profundo y estimar cuanto sería el  $t_s$  más próximo al 100% de ejecución o analizar el comportamiento con mayor o menor probabilidades.

11.4. Línea Base del Cronograma

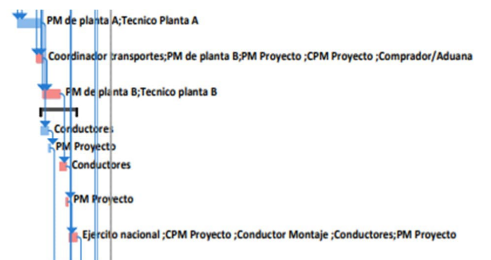
A continuación, se presenta la línea base del cronograma en imágenes de cronograma y diagrama de Gantt.

Puede evidenciarse fechas de inicio y fin, calendario y duración, (Ver Gráfica 21).

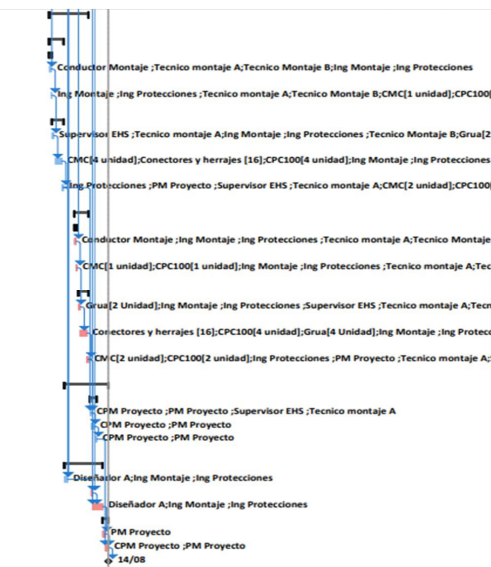
Gráfica 21. Cronograma Línea base.



30	6.1.2	Traslado en transporte marítimo desde Canadá	\$ 25.600.000	320 hrs	20 días	mar 25/04/23	jun 22/05/23	29;15
31	6.1.3	Gestión de transporte aéreo Brasil	\$ 18.600.000	200 hrs	5 días	jue 18/05/23	mié 24/05/23	23;16
32	6.1.4	Traslado en transporte aéreo	\$ 19.200.000	240 hrs	15 días	jue 25/05/23	mié 14/06/23	26;31
33	6.2	<b>Permisos de ingresos</b>	<b>\$ 42.820.000</b>	<b>408 hrs</b>	<b>31 días</b>	<b>mar 23/05/23</b>	<b>mar 4/07/23</b>	
34	6.2.1	Transporte de puerto a SE Chinu	\$ 2.520.000	56 hrs	7 días	mar 23/05/23	mié 31/05/23	30
35	6.2.2	Permiso ingreso SE Chinu	\$ 1.680.000	16 hrs	2 días	jue 1/06/23	vie 2/06/23	34
36	6.2.3	Transporte de puerto a SE Caño Limon	\$ 1.800.000	40 hrs	5 días	jue 15/06/23	mié 21/06/23	32
37	6.2.4	permisos de ingreso a SE Caño Limon	\$ 1.680.000	16 hrs	2 días	jue 22/06/23	vie 23/06/23	36
38	6.2.5	Permisos de ingreso con el ejército	\$ 35.140.000	280 hrs	7 días	jun 26/06/23	mar 4/07/23	37



39	7	<b>Montaje de bobinas y puesta en servicio</b>	<b>\$ 145.278.000</b>	<b>1.048 hrs</b>	<b>35 días</b>	<b>jun 5/06/23</b>	<b>vie 21/07/23</b>	
40	7.1	SVC CHINU	\$ 77.549.000	576 hrs	13 días	jun 5/06/23	mié 21/06/23	
41	7.1.1	Desconexión eléctrica	\$ 11.886.000	120 hrs	3 días	jun 5/06/23	mié 7/06/23	
42	7.1.1.1	Traslado de personal a sitio	\$ 6.912.000	80 hrs	2 días	jun 5/06/23	mar 6/06/23	35
43	7.1.1.2	Desenergización de unidades existentes	\$ 4.974.000	40 hrs	1 día	mié 7/06/23	mié 7/06/23	42
44	7.1.2	<b>Energización de reactores</b>	<b>\$ 65.663.000</b>	<b>456 hrs</b>	<b>10 días</b>	<b>jue 8/06/23</b>	<b>mié 21/06/23</b>	
45	7.1.2.1	Índice de bobinas	\$ 12.648.000	80 hrs	2 días	jue 8/06/23	vie 9/06/23	43
46	7.1.2.2	Montaje de reactores	\$ 45.384.000	312 hrs	6 días	jun 12/06/23	jun 19/06/23	45
47	7.1.2.3	Pruebas SAT	\$ 7.631.000	64 hrs	2 días	mar 20/06/23	mié 21/06/23	46
48	7.2	<b>SCV CAÑO LIMON</b>	<b>\$ 67.729.000</b>	<b>472 hrs</b>	<b>13 días</b>	<b>mié 5/07/23</b>	<b>vie 21/07/23</b>	
49	7.2.1	Desconexión eléctrica	\$ 11.886.000	120 hrs	3 días	mié 5/07/23	vie 7/07/23	
50	7.2.1.1	Traslado de personal a sitio	\$ 6.912.000	80 hrs	2 días	mié 5/07/23	jue 6/07/23	38
51	7.2.1.2	Desenergización de unidades existentes	\$ 4.974.000	40 hrs	1 día	vie 7/07/23	vie 7/07/23	50
52	7.2.2	<b>Energización de reactores</b>	<b>\$ 55.843.000</b>	<b>352 hrs</b>	<b>10 días</b>	<b>lun 10/07/23</b>	<b>vie 21/07/23</b>	
53	7.2.2.1	Índice de bobinas	\$ 12.648.000	80 hrs	2 días	lun 10/07/23	mar 11/07/23	51
54	7.2.2.2	Montaje de reactores	\$ 35.564.000	208 hrs	6 días	mié 12/07/23	mié 19/07/23	53
55	7.2.2.3	Pruebas SAT	\$ 7.631.000	64 hrs	2 días	jue 20/07/23	vie 21/07/23	54
56	8	<b>Cierre</b>	<b>\$ 49.528.000</b>	<b>408 hrs</b>	<b>37 días</b>	<b>vie 23/06/23</b>	<b>lun 14/08/23</b>	
57	8.1	Cierre Documental	\$ 11.488.000	112 hrs	6 días	lun 24/07/23	lun 31/07/23	
58	8.1.1	Acta de entorno	\$ 3.088.000	32 hrs	1 día	lun 24/07/23	lun 24/07/23	47;55
59	8.1.2	Cierre O.C con proveedores	\$ 6.720.000	64 hrs	4 días	mar 25/07/23	vie 28/07/23	58
60	8.1.3	Generar lecciones aprendidas y no conformidad	\$ 1.680.000	16 hrs	1 día	lun 31/07/23	lun 31/07/23	59
61	8.2	<b>Cierre Técnico</b>	<b>\$ 32.160.000</b>	<b>240 hrs</b>	<b>32 días</b>	<b>vie 23/06/23</b>	<b>lun 7/08/23</b>	
62	8.2.1	Recepción rojo verde Chinu	\$ 6.432.000	48 hrs	2 días	vie 23/06/23	jun 26/06/23	47;17
63	8.2.2	Recepción rojo verde Caño Limon	\$ 0	0 hrs	2 días	mar 25/07/23	mié 26/07/23	55;18
64	8.2.3	Actualización Ingeniería final	\$ 25.728.000	192 hrs	8 días	jue 27/07/23	lun 7/08/23	62;63
65	8.3	<b>Cierre Administrativo</b>	<b>\$ 5.880.000</b>	<b>56 hrs</b>	<b>5 días</b>	<b>mar 8/08/23</b>	<b>lun 14/08/23</b>	
66	8.3.1	Entrega de Dossier	\$ 2.520.000	24 hrs	3 días	jue 10/08/23	jue 10/08/23	64
67	8.3.2	Facturación final	\$ 3.360.000	32 hrs	2 días	vie 11/08/23	lun 14/08/23	66;60
68	8.3.3	FIN	\$ 0	0 hrs	0 días	lun 14/08/23	lun 14/08/23	67



Fuente: Autores 2022.

### 11.5. Técnicas de Desarrollar el Cronograma Aplicadas

En el proyecto no se tienen sobreasignaciones de material o equipos para las actividades que los requieren, sin embargo, el proyecto tiene una sobreasignación del recurso humano, Project Manager o director de proyecto en las actividades 3.1.2 aprobación CTG's, en la red señalada como B y para la actividad 4.1.1 plan de gestión de cronograma, en la red indicada como E, (Ver gráfica 22).

Gráfica 22. Screen de Project con sobreasignación.

6	3.1.2		Aprobacion de CTG's	\$ 5.880.000	56 hrs	7 días	mié 5/10/22	jue 13/10/22
7	3.2		▸ Ordenes de Compra a fabrica	\$ 6.560.000	64 hrs	6 días	vie 14/10/22	lun 24/10/22
8	3.2.1		Recepcion de ofertas y pliegos	\$ 3.360.000	32 hrs	4 días	vie 14/10/22	jue 20/10/22
9	3.2.2		Generacion de ordenes de compra y aceptacion	\$ 3.200.000	32 hrs	2 días	vie 21/10/22	lun 24/10/22
10	4		▸ Gerencia de proyectos	\$ 16.728.000	176 hrs	208 días	mié 5/10/22	lun 24/07/23
11	4.1		▸ Plan de direccion del proyecto	\$ 5.656.000	48 hrs	1 día	mié 5/10/22	mié 5/10/22
12	4.1.1		Plan de gestion de cronograma	\$ 4.816.000	40 hrs	1 día	mié 5/10/22	mié 5/10/22

	Nombre del recurso	Work	Ac	Details	W	T
	Recepcion rojo verde Caño Limc	0 hrs		Work		
	FIN	0 hrs		Work		
	▸ PM Proyecto	540 hrs		Work	16h	
	Revision de CTG's con fabricas	56 hrs		Work		
	Aprobacion de CTG's	56 hrs		Work	8h	
	Recepcion de ofertas y pliegos	32 hrs		Work		
	Plan de gestion de cronograma	8 hrs		Work	8h	
	Aclaracion de ingenieria	24 hrs		Work		

Fuente: Autores 2022.

La clasificación del problema para el proyecto es que se encuentra restringido por el tiempo, pero no por la utilización de los recursos es decir tenemos una fecha impuesta de finalización de las actividades, debido que las dos actividades tienen sobreasignación se realizó compresión es decir se ajustó la cantidad de trabajo



asignada al recurso para B y E, dejando 4 horas de trabajo en cada día del Project manager y realizando la actividad en paralelo, (Ver gráfica 23).

Gráfica 23. Actividades sin sobreasignación.

	Nombre del recurso	Work	Ac	Details	W	T	F
	Recepcion rojo verde Caño Limc	0 hrs		Work			
	FIN	0 hrs		Work			
	PM Proyecto	532 hrs		Work	8h	8h	8h
	Revisión de CTG's con fabricas	56 hrs		Work			
	Aprobación de CTG's	52 hrs		Work	4h	8h	8h
	Recepcion de ofertas y pliegos	32 hrs		Work			
	Plan de gestión de cronograma	4 hrs		Work	4h		

Fuente: Autores 2022.

Luego de realizar el ajuste de la cantidad de trabajo y manteniendo los 230 días de ejecución total del proyecto se obtuvieron satisfactorios resultados como la reducción del costo para cada una de las actividades indicadas con sobreasignación así como el costo total del proyecto, este con sobreasignación tenía un costo total incluida la reserva de contingencia de \$ 2.339.877.900 y luego de aplicar la técnica de compresión Fast Tracking el costo total incluida la reserva es de \$ 2.338.605.900 logrando un mejoramiento de \$ 1.272.000.

## 12. Gestión de Costos del Proyecto

### 12.1. Plan de Gestión de Costos del Proyecto

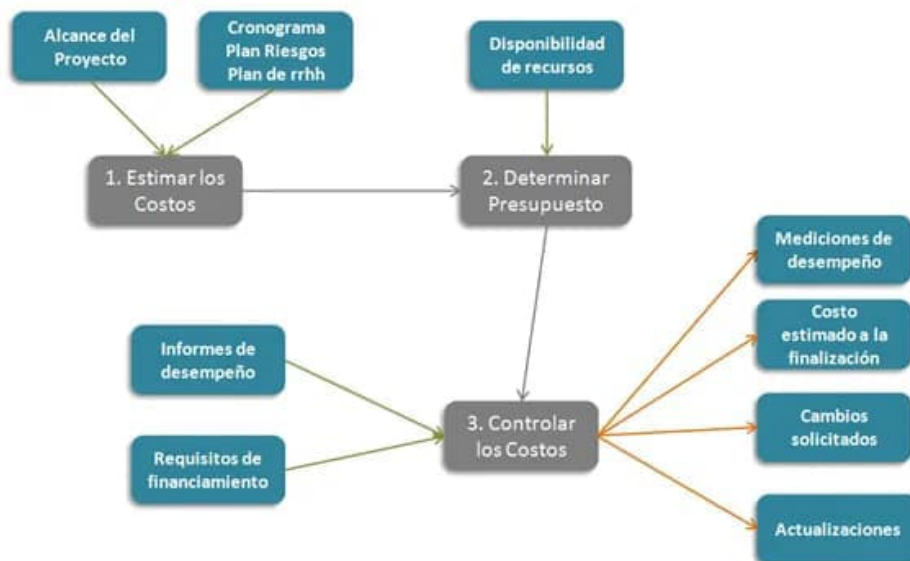
Para la estimación de costos del proyecto, se maneja el método de estimación ascendente, teniendo en cuenta cada una de las actividades, hasta conseguir el valor de los respectivos paquetes de trabajo. Para cada actividad, fueron consideradas las cantidades de materiales o insumos a utilizar con su respectivo precio unitario, tomando como referencia valores del mercado. De igual forma para

el talento humano, se estimó el valor de cada profesional según la actividad asignada.

Se estimaron los costos, los presupuestos y se empezó a controlar los mismos.

(Ver gráfica 24).

Gráfica 24. Segregación de costos.



*Fuente:* Cómo Estimar Proyectos: La Guía Completa de la Estimación de Costos de un Proyecto  
(thedigitalprojectmanager.com)

Luego de evaluado el valor para cada actividad se procederá a calcular el valor por paquete de trabajo que utilizará luego para el cálculo del valor por cuenta control y así hasta llegar al valor del costo del proyecto, a este valor se le sumará la reserva de contingencia la cual se calculará de acuerdo con el plan de gestión de los riesgos con el fin de obtener la línea base de costos. A esta línea base de costos se le sumará el % determinado para la reserva de gestión, con el fin de obtener el presupuesto total del proyecto.

Tabla 29. Planificación de costos.





































Planificación de los costos		ítem	Unidad
Estimación de los costos	Para estos procesos el responsable de cada paquete de trabajo definirá en una reunión los valores para las actividades determinadas dentro de cada uno de estos, la definición de estos valores estará fijada con ayuda de	Obra	Hora
		Maquinaria	
		Personal	
		Documentación	Porcentaje
Nivel de precisión	valores anteriormente trabajados en proyectos desarrollados por la empresa y reajustado según juicio por	Materiales	Kg, M3
		Obra	> 2 decimales
Nivel de exactitud	expertos dado la experiencia del personal encargado.	Obra, Maquinaria, Materiales	Mas o menos 5%

Fuente: Autores 2022.

## 12.2. Estimación de Costos en MS Project

Los costos del proyecto se obtuvieron estimando el costo de cada paquete de trabajo y cada entregable con la reserva de contingencia como un hito en el programa MS Project versión 2020.

Gráfica 25. Estimación costos Project.

<b>0</b>			<b>▸ Diseño,fabricacion, montaje y puesta en servicio reactores secos</b>	<b>\$ 2.338.605.900</b>
1			Reserva de contingencia	\$ 22.811.900
2			Inicio	\$ 0
<b>3</b>			<b>▸ Desarrollo de ingenieria</b>	<b>\$ 28.540.000</b>
<b>3.1</b>			<b>▸ Ingenieria Basica</b>	<b>\$ 21.980.000</b>
3.1.1			Revison de CTG´s con fabricas	\$ 16.520.000
3.1.2			Aprobacion de CTG´s	\$ 5.460.000
<b>3.2</b>			<b>▸ Ordenes de Compra a fabrica</b>	<b>\$ 6.560.000</b>
3.2.1			Recepcion de ofertas y pliegos	\$ 3.360.000
3.2.2			Generacion de ordenes de compra y aceptacion	\$ 3.200.000
<b>4</b>			<b>▸ Gerencia de proyectos</b>	<b>\$ 16.308.000</b>
<b>4.1</b>			<b>▸ Plan de direccion del proyecto</b>	<b>\$ 5.236.000</b>
4.1.1			Plan de gestion de cronograma	\$ 4.396.000
4.1.2			Plan de gestion de costos	\$ 840.000
<b>4.2</b>			<b>▸ Informes de seguimiento</b>	<b>\$ 11.072.000</b>
4.2.1			Informe fabrica de Chinu	\$ 3.680.000
4.2.2			Informe fabrica de Caño Limon	\$ 3.680.000
4.2.3			Informes de puesta en servicio Chinu	\$ 1.856.000
4.2.4			Informes de puesta en servicio Caño Limon	\$ 1.856.000
<b>6</b>			<b>▸ Logistica</b>	<b>\$ 121.100.000</b>
<b>6.1</b>			<b>▸ Traslado de reactores</b>	<b>\$ 78.280.000</b>
6.1.1			Gestion de transporte maritimo Canada	\$ 14.880.000
6.1.2			Traslado en tranporte maritimo desde Canada	\$ 25.600.000
6.1.3			Gestion de transporte aereo Brasil	\$ 18.600.000
6.1.4			Traslado en transporte aereo	\$ 19.200.000
<b>7</b>			<b>▸ Montaje de bobinas y puesta en servicio</b>	<b>\$ 145.278.000</b>
<b>7.1</b>			<b>▸ SVC CHINU</b>	<b>\$ 77.549.000</b>
<b>7.1.1</b>			<b>▸ Desconexion electrica</b>	<b>\$ 11.886.000</b>
7.1.1.1			Traslado de personal a sitio	\$ 6.912.000
7.1.1.2			Desenergizacion de unidades existentes	\$ 4.974.000
<b>7.1.2</b>			<b>▸ Energizacion de reactores</b>	<b>\$ 65.663.000</b>
7.1.2.1			Izaje de bobinas	\$ 12.648.000
7.1.2.2			Montaje de reactores	\$ 45.384.000
7.1.2.3			Pruebas SAT	\$ 7.631.000

<b>8</b>		<b>▸ Cierre</b>	<b>\$ 49.528.000</b>
<b>8.1</b>		<b>▸ Cierre Documental</b>	<b>\$ 11.488.000</b>
8.1.1		Acta de entorno	\$ 3.088.000
8.1.2		Cierre O.C con proveedores	\$ 6.720.000
8.1.3		Generar lecciones aprendidas y no conformidad	\$ 1.680.000
<b>8.2</b>		<b>▸ Cierre Tecnico</b>	<b>\$ 32.160.000</b>
8.2.1		Recepcion rojo verde Chinu	\$ 3.216.000
8.2.2		Recepcion rojo verde Caño Limon	\$ 3.216.000
8.2.3		Actualizacion Ingenieria final	\$ 25.728.000
<b>8.3</b>		<b>▸ Cierre Administrativo</b>	<b>\$ 5.880.000</b>
8.3.1		Entrega de Dossier	\$ 2.520.000
8.3.2		Facturacion final	\$ 3.360.000
8.3.3		FIN	\$ 0

Fuente: Autores 2022

### 12.3. Estimación Ascendente y Determinación del Presupuesto

El detalle de la estimación se puede ver en el apéndice N.

## 13. Gestión de Recursos del Proyecto

### 13.1. Plan de Gestión de Recursos

El plan de gestión de recursos del proyecto, “DISEÑO, FABRICACION, MONTAJE Y PUESTA EN SERVICIO DE REACTORES SECOS EN LAS SUBESTACIONES DE CAÑO LIMON, ARAUCA Y CHINU, MONTERIA”, dará una visual con el fin de identificar los diferentes recursos, para el desempeño de las actividades, relacionando sus prácticas y experiencias para una correcta asignación de los roles y responsabilidades, se validarán los diferentes recursos necesarios para el desarrollo del proyecto.

Para la correcta ejecución del proyecto es importante una adecuada planificación de los recursos ya que esto permite:

- Evaluar la extensión de los elementos físicos y humanos para el cumplimiento exitoso del proyecto.
- Una anticipada caracterización de los recursos solicitados generando un impacto positivo en la ejecución del proyecto. Validando las características de las entregas, costos estimados y tiempo requerido.
- Relacionar las responsabilidades y roles del capital humano, para el desarrollo de las actividades del proyecto.

### **Beneficios Esperados**

Al realizar una validación y verificación de los beneficios se puede inferir los siguientes:

- Asegurar la ejecución del proyecto contando con los recursos disponibles para la finalización de este.
- Minimizar los riesgos por tiempos, sobrecostos y falta de talento humano que puedan afectar el éxito del proyecto.
- Los roles y responsabilidades idóneos para obtener beneficios de acuerdo con sus experiencias y habilidades.

### **Estrategia**

- Verificar cual es la mejor relación C-B concerniente a la compra de la materia prima e insumos.
- Mediante a un juicio de expertos se valida la opinión de personas con experiencia y trayectoria, mediante a ceremonias de trabajo.
- Constantes capacitaciones y lluvia de ideas, de lecciones aprendidas para la toma de decisiones.

### **Alcance del Plan de Gestión de los Recursos**

El cliente ISA Inter Colombia ubicado en la ciudad de Medellín requiere realizar el cambio de 4 reactores en la subestación Caño limón ubicado en la ciudad de Arauca y subestación Chinú ubicado en la ciudad de Montería, debido a que los existentes se incineraron por causas desconocidas. Donde se contará con un personal calificados como: Gerente de proyecto, ingenieros eléctricos, Coordinador de compras, Técnicos de campo.

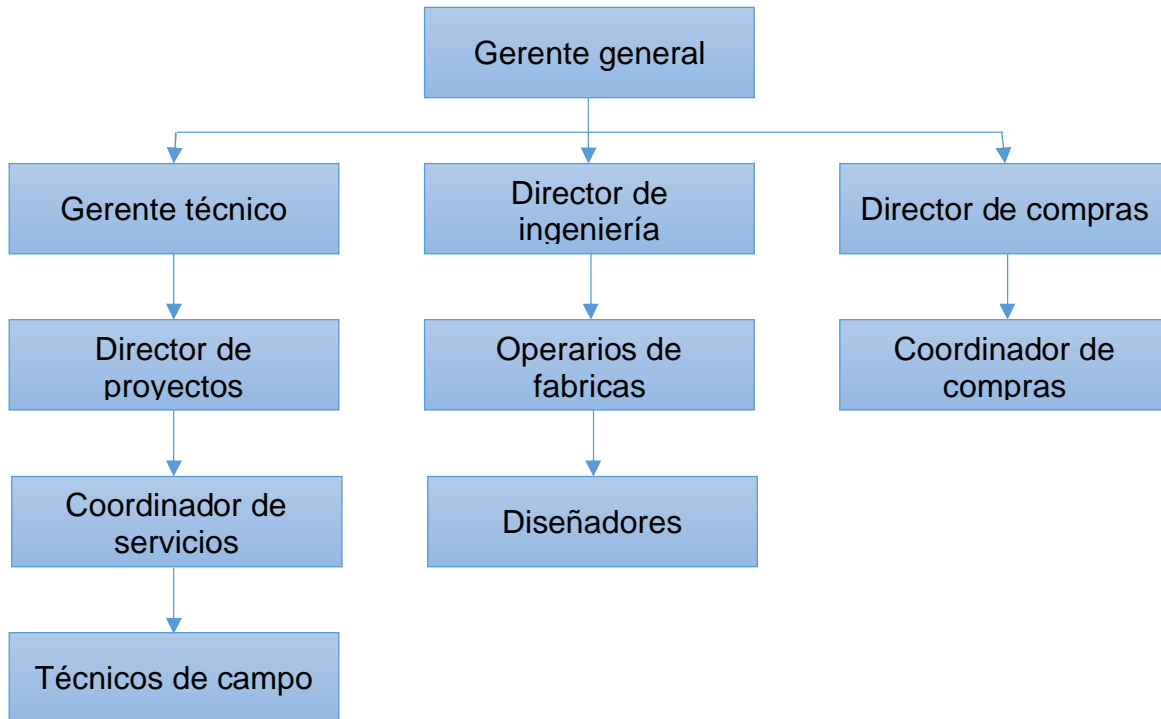
### **Requerimientos**

Para una adecuada ejecución del proyecto es importante la organización de los recursos ya que esto permite:

- Verificar la idoneidad de los recursos físicos y humanos para la realización exitosa del proyecto.
- Una identificación correcta de los recursos establecidos genera un mínimo impacto a la ejecución del proyecto, teniendo entregables acordes a las restricciones de las entregas, costos estimados y tiempo requerido.
- Relacionar las responsabilidades y roles del capital humano, para el desarrollo de las actividades del proyecto.

## Organigrama del proyecto

Gráfica 26. Organigrama.



Fuente: Autores 2022.

## Roles y Responsabilidades

Con la finalidad de cumplir con los objetivos trazados, se establecen los siguientes roles y responsabilidades dentro del equipo del proyecto evidenciados. Donde se presentan diferentes indicadores como R: responsable, A: aprobador, C: consultado y I: informado, (Ver tabla 30).



Tabla 30. Matriz RACI, roles y responsabilidades.

	Gerente de proyecto (PM)	Gerente de proyecto Comercial (CPM)	Responsable de contratos y reclamaciones	Gerente de Proyectos Logísticos	Gerente de Calidad	Responsable de medio ambiente, salud y seguridad	Ingenieros	Técnicos auxiliares
Evaluación y listado de documentos de ingeniería	A	C	I	I	C	I	R	I
Validación y aprobación de ingeniería interna	A	C	I	I	C	I	A	I
Aprobación de ingeniería por el cliente	A	R	R	I	C	I	A	I
Gestión de órdenes de compra con las fabricas	A	C	R	A	C	C	I	I
Pruebas FAT	C	I	I	I	A	I	I	R
Solicitud de ofertas con las navieras y aerolíneas	A	R	R	A	I	I	I	I
Transporte de los reactores al destino final	I	R	I	R	R	C	I	I
Montaje de los reactores en SE	I	I	I	I	R	C	R	C
Energización	I	I	I	I	C	R	R	C
Pruebas SAT	I	I	I	I	A	C	I	R
Cierre documental	I	C	I	A	I	R	I	R

Fuente: Autores 2022.

### 13.2. Estimación de los Recursos

En este ítem se evidencia la estructura de Desglose Recursos (EDR), en la cual, se identifican y clasifican los recursos tanto humanos como físicos para el desarrollo del proyecto “DISEÑO, FABRICACION, MONTAJE Y PUESTA EN SERVICIO DE REACTORES SECOS EN LAS SUBESTACIONES DE CAÑO LIMON, ARAUCA Y CHINU, MONTERIA”, Desarrollo de ingeniería, Gerencia de proyectos, Fabricación reactores, Logística, Montaje de bobinas y puesta en servicio, Cierre.

La estructura de desglose de recursos (EDR), permite estimar por tipo de recurso y cantidad, necesarios para ejecutar el proyecto de manera eficiente, garantizando que estos se encuentren disponibles en el momento que el proyecto lo requiera.

Los recursos físicos fueron estimados en las reuniones de factibilidad del proyecto con los ingenieros que se desplazaran a campo, el director de proyectos y con el apoyo documental de lecciones aprendidas de proyectos similares previamente desarrollados.

Gráfica 27. Estimación de recursos MS Project.

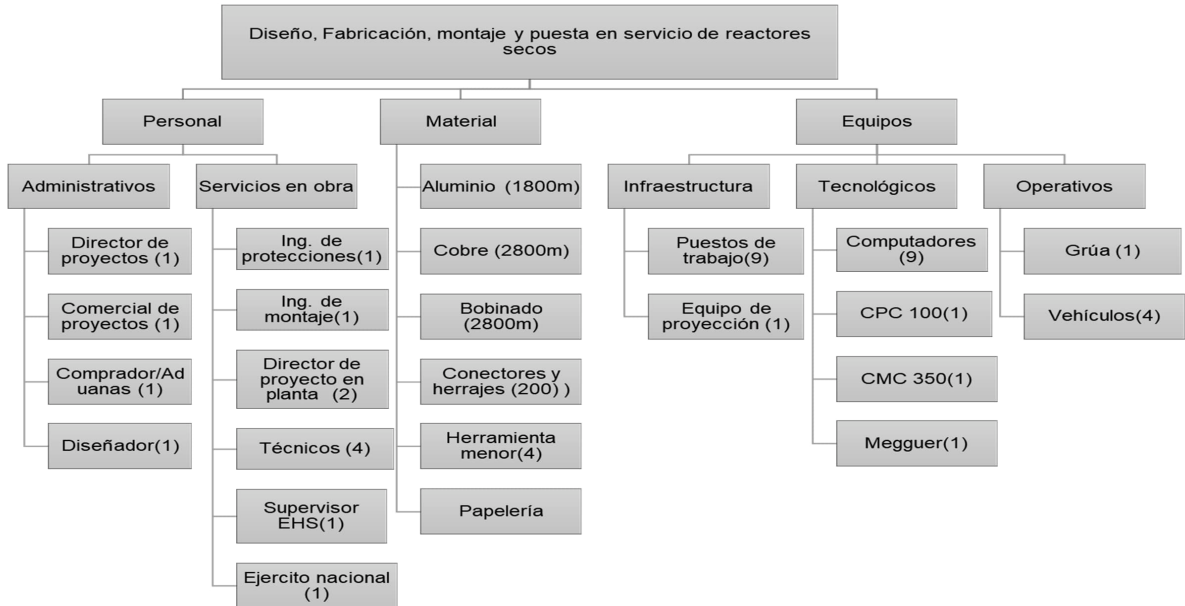
Id	Nombre del recurso	Grupo	Capacidad máxima	Máximo	Tasa estándar	Tasa horas extra	Costo	Trabajo
1	PM Proyecto	Proyecto	100%	100%	\$ 105.000/hr	\$ 0/hr	5.020.000	532 hrs
2	CPM Proyecto	Proyecto	100%	100%	\$ 105.000/hr	\$ 0/hr	2.680.000	216 hrs
3	Comprador/Aduana	Proyecto	100%	100%	\$ 95.000/hr	\$ 0/hr	9.120.000	96 hrs
4	Diseñador A	Ingeniería	100%	100%	\$ 170.000/hr	\$ 70.000/hr	2.760.000	128 hrs
5	Ingeniero Planta A	Ingeniería	100%	100%	\$ 170.000/hr	\$ 70.000/hr	6.800.000	40 hrs
6	PM de planta A	Ingeniería	100%	100%	\$ 95.000/hr	\$ 0/hr	17.800.000	1.240 hrs
7	PM de planta B	Ingeniería	100%	100%	\$ 95.000/hr	\$ 0/hr	28.440.000	1.352 hrs
8	Tecnico Planta A	Ingeniería	100%	100%	\$ 65.000/hr	\$ 0/hr	3.320.000	1.128 hrs
9	Tecnico planta B	Ingeniería	100%	100%	\$ 65.000/hr	\$ 0/hr	31.640.000	1.256 hrs
10	Coordinador transportes	Logística	100%	100%	\$ 65.000/hr	\$ 0/hr		72 hrs
							4.680.000	
11	Conductores	Logística	100%	100%	\$ 45.000/hr	\$ 0/hr	6.840.000	152 hrs
12	Ejercito nacional	Logística	100%	100%	2.500.000/día	\$ 0/hr	17.500.000	56 hrs
13	Ing Protecciones	Montaje	100%	100%	\$ 116.000/hr	\$ 70.000/hr	4.156.000	300 hrs
14	Ing Montaje	Montaje	100%	100%	\$ 116.000/hr	\$ 70.000/hr	30.720.000	268 hrs
15	Tecnico montaje A	Montaje	100%	100%	\$ 70.000/hr	\$ 45.000/hr	15.050.000	220 hrs
16	Tecnico Montaje B	Montaje	100%	100%	\$ 70.000/hr	\$ 45.000/hr	13.520.000	196 hrs
17	Supervisor EHS		100%	100%	\$ 106.000/hr	\$ 70.000/hr	19.568.000	188 hrs
18	Conductor Montaje	Montaje	100%	100%	\$ 60.000/hr	\$ 35.000/hr	5.280.000	88 hrs
19	Aluminio	Ingeniería			metros/día	\$ 260.000	12.000.000	1.200 metros
20	Cobre	Ingeniería			metros/día	\$ 340.000	92.000.000	3.800 metros
21	Bobinado	Ingeniería			metros/día	\$ 240.000	\$ 0	0 metros
22	CPC100	Montaje			unidad/día	\$ 400.000	5.600.000	14 unidad
23	CMC	Montaje			unidad/día	\$ 400.000	5.600.000	14 unidad
24	Megger	Montaje			unidad/día	\$ 350.000	3.500.000	10 unidad
25	Conectores y herrajes	Montaje			0/día	\$ 100.000	3.200.000	32
26	Grua	Montaje			unidad/día	\$ 2.500.000	30.000.000	12 unidad

Fuente: Autores 2022.

13.3. Estructura de Desglose de Recursos (EDRE)

En la estructura de desglose de recursos, se visualizan los recursos físicos, como los recursos humanos por cada entregable, los cuales, serán requeridos para dar alcance a los objetivos del proyecto, (Ver grafica 28).

Gráfica 28. Estructura de desglose de recursos.



Fuente: Autores 2022.

## 13.4. Asignación de Recursos

Gráfica 29 Asignación de recursos para cada entregable y paquete de trabajo.

Id	EDT	Mc	Task Name	Nombres de los recursos
0	0		<b>Diseño,fabricacion, montaje y puesta en servicio reactores secos</b>	
1	1		Reserva de contingencia	
2	2		Inicio	
3	3		<b>Desarrollo de ingenieria</b>	
4	3.1		<b>Ingenieria Basica</b>	
5	3.1.1		Revison de CTG's con fabricas	PM de planta A;PM Proyecto ;PM de planta B
6	3.1.2		Aprobacion de CTG's	PM Proyecto
7	3.2		<b>Ordenes de Compra a fabrica</b>	
8	3.2.1		Recepcion de ofertas y pliegos	PM Proyecto
9	3.2.2		Generacion de ordenes de compra y aceptacion	Comprador/Aduana;CPM Proyecto
10	4		<b>Gerencia de proyectos</b>	
11	4.1		<b>Plan de direccion del proyecto</b>	
12	4.1.1		Plan de gestion de cronograma	PM Proyecto ;Diseñador A;Ing Montaje ;Ing Protecciones ;Comprador/Aduana
13	4.1.2		Plan de gestion de costos	CPM Proyecto
14	4.2		<b>Informes de seguimiento</b>	
15	4.2.1		Informe fabrica de Chinu	PM de planta A;Tecnico montaje A;Tecnico Planta A
16	4.2.2		Informe fabrica de Caño Limon	PM de planta B;Tecnico Montaje B;Tecnico planta B
17	4.2.3		Informes de puesta en servicio Chinu	Ing Montaje ;Ing Protecciones
18	4.2.4		Informes de puesta en servicio Caño Limon	Ing Montaje ;Ing Protecciones
19	5		<b>Fabricacion reactores</b>	
20	5.1		<b>Ingenieria Detalle</b>	
21	5.1.1		Aclaracion de ingenieria	Diseñador A;Ingeniero Planta A;PM de planta A;PM Proyecto
22	5.1.2		Fabricacion 3 reactores en Canada	PM de planta A;Tecnico Planta A;Aluminio [800 metros];Cobre [2.200 metros]
23	5.1.3		Fabricacion reactor y 1/2 en Brasil	Tecnico planta B;PM de planta B;Aluminio [400 metros];Cobre [1.600 metros]
24	5.2		<b>Pruebas FAT</b>	
25	5.2.1		Pruebas FAT Canada	Ingeniero Planta A
26	5.2.2		Pruebas FAT Brasil	Diseñador A;Tecnico Montaje B
27	6		<b>Logistica</b>	
28	6.1		<b>Traslado de reactores</b>	
29	6.1.1		Gestion de transporte maritimo Canada	Coordinador transportes;CPM Proyecto ;PM Proyecto ;PM de planta A;Comprador/Aduana

30	6.1.2		Traslado en transporte marítimo desde Canadá	PM de planta A;Tecnico Planta A
31	6.1.3		Gestión de transporte aéreo Brasil	Coordinador transportes;PM de planta B;PM Proyecto ;CPM Proyecto ;Comprador/Aduana
32	6.1.4		Traslado en transporte aéreo	PM de planta B;Tecnico planta B
33	6.2		<b>Permisos de ingresos</b>	
34	6.2.1		Transporte de puerto a SE Chinú	Conductores
35	6.2.2		Permiso ingreso SE Chinú	PM Proyecto
36	6.2.3		Transporte de puerto a SE Caño Limón	Conductores
37	6.2.4		permisos de ingreso a SE Caño Limón	PM Proyecto
38	6.2.5		Permisos de ingreso con el ejército	Ejército nacional ;CPM Proyecto ;Conductor Montaje ;Conductores;PM Proyecto

39	7		<b>Montaje de bobinas y puesta en servicio</b>	
40	7.1		<b>SVC CHINU</b>	
41	7.1.1		<b>Desconexión eléctrica</b>	
42	7.1.1.1		Traslado de personal a sitio	Conductor Montaje ;Tecnico montaje A;Tecnico Montaje B;Ing Montaje ;Ing Protecciones
43	7.1.1.2		Desenergización de unidades existentes	Ing Montaje ;Ing Protecciones ;Tecnico montaje A;Tecnico Montaje B;CMC[1 unidad];CPC100[1 unidad];Supervisor EHS ;Megguer [1 unidad]
44	7.1.2		<b>Energización de reactores</b>	
45	7.1.2.1		Izaje de bobinas	Supervisor EHS ;Tecnico montaje A;Ing Montaje ;Ing Protecciones ;Tecnico Montaje B;Grua[2 Unidad]
46	7.1.2.2		Montaje de reactores	CMC[4 unidad];Conectores y herrajes [16];CPC100[4 unidad];Ing Montaje ;Ing Protecciones ;Megguer [4 unidad];PM Proyecto ;Supervisor EHS ;Tecnico montaje A;Tecnico Montaje B;Grua[4
47	7.1.2.3		Pruebas SAT	Ing Protecciones ;PM Proyecto ;Supervisor EHS ;Tecnico montaje A;CMC[2 unidad];CPC100[2 unidad]
48	7.2		<b>SCV CAÑO LIMÓN</b>	
49	7.2.1		<b>Desconexión eléctrica</b>	
50	7.2.1.1		Traslado de personal a sitio	Conductor Montaje ;Ing Montaje ;Ing Protecciones ;Tecnico montaje A;Tecnico Montaje B
51	7.2.1.2		Desenergización de unidades existentes	CMC[1 unidad];CPC100[1 unidad];Ing Montaje ;Ing Protecciones ;Tecnico montaje A;Tecnico Montaje B;Supervisor EHS ;Megguer [1 unidad]
52	7.2.2		<b>Energización de reactores</b>	
53	7.2.2.1		Izaje de bobinas	Grua[2 Unidad];Ing Montaje ;Ing Protecciones ;Supervisor EHS ;Tecnico montaje A;Tecnico Montaje B
54	7.2.2.2		Montaje de reactores	Conectores y herrajes [16];CPC100[4 unidad];Grua[4 Unidad];Ing Montaje ;Ing Protecciones ;Supervisor EHS ;Tecnico montaje A;Tecnico Montaje B;CMC[4 unidad];PM Proyecto ;Megguer [4
55	7.2.2.3		Pruebas SAT	CMC[2 unidad];CPC100[2 unidad];Ing Protecciones ;PM Proyecto ;Tecnico montaje A;Supervisor EHS
56	8		<b>Cierre</b>	
57	8.1		<b>Cierre Documental</b>	
58	8.1.1		Acta de entorno	CPM Proyecto ;PM Proyecto ;Supervisor EHS ;Tecnico montaje A
59	8.1.2		Cierre O.C con proveedores	CPM Proyecto ;PM Proyecto
60	8.1.3		Generar lecciones aprendidas y no conformidad	CPM Proyecto ;PM Proyecto
61	8.2		<b>Cierre Técnico</b>	
62	8.2.1		Recepción rojo verde Chinú	Diseñador A;Ing Montaje ;Ing Protecciones
63	8.2.2		Recepción rojo verde Caño Limón	Diseñador A;Ing Montaje ;Ing Protecciones
64	8.2.3		Actualización Ingeniería final	Diseñador A;Ing Montaje ;Ing Protecciones
65	8.3		<b>Cierre Administrativo</b>	
66	8.3.1		Entrega de Dossier	PM Proyecto
67	8.3.2		Facturación final	CPM Proyecto ;PM Proyecto
68	8.3.3		FIN	

Fuente: Autores 2022.

### 13.5. Calendario de Recursos

Los recursos asignados para los proyectos se dividen en dos grandes segmentos los recursos de back office o administrativos y los de Field Services que son los recursos que se encuentran en obra realizando actividades.

Para los recursos de back office el horario es de lunes a viernes en un horario de trabajo de 07:00am a 05:00pm, los recursos que se encuentran en este horario son los siguientes:

- Project Manager/director del proyecto
- Commercial Project Manager /Commercial del Proyecto
- Comprador/Aduana
- Diseñador
- Coordinador de transportes

Los recursos que se encuentran en el segmento de Field Services es recurso que dependiendo las necesidades se requieren en la ejecución de los servicios y no tienen un horario determinado.

- Conductores Montaje
- Grúa
- Ingeniero de montaje
- Ingeniero protecciones
- Técnicos
- Supervisor EHS
- Directores de proyecto de plantas

Los recursos que se encuentran asignados en el proyecto para el entregable 7. Montaje de bobinas y puesta en servicio, en este periodo de tiempo, deberán realizar jornadas de trabajo extensas hasta la finalización de actividades debido que se ejecutan actividades de energización y desconexión eléctrica las cuales son criticas para el cliente final y las poblaciones cercanas por la ausencia de fluido eléctrico.

Tabla 31 Calendario de recursos

Recurso humano	Disponibilidad	Fecha de inicio	Fecha Final
Director de proyectos	Disponibilidad total desde el inicio del proyecto hasta el cierre, así como la atención de posibles necesidades posteriores al cierre el horario habitual será de lunes a viernes de 8:00am hasta las 05:00pm, sin embargo, se pueden presentar eventualidades fuera del horario que deben ser atendidos	25/09/2022	14/08/2023
Comercial de proyectos	Disponibilidad parcial durante el periodo del 25/09/22 hasta el 14/08/23 en horario de lunes a viernes de 8:00am a 5:00pm	25/09/2022	14/08/2023
Gestor de compras	Disponibilidad parcial desde el 21/10/2022 hasta el 14/08/2023 con el horario similar al comercial de proyectos	21/10/2022	14/08/2023
Diseñador	Disponibilidad parcial en diferentes periodos, el primero del 26/09/22 al 13/10/2022 el segundo del 25/10/22 al 27/10/22 y el final del 27/07/23 al 07/08/23 el horario de trabajo será de lunes a viernes de 08:00am a 5:00pm	26/09/2022	7/08/2023



Director de proyecto de fabrica	Disponibilidad parcial del proyecto durante el periodo del 28/10/22 al 11/05/23 el horario de trabajo dependerá de la asignación en cada fabrica, pero en general es de lunes a viernes ocasionalmente los sábados medio día	28/10/2022	11/05/2023
Técnicos de fabricas	Disponibilidad parcial del proyecto durante el periodo del 28/10/22 al 11/05/23 el horario de trabajo dependerá de la asignación en cada fabrica, pero en general es de lunes a viernes ocasionalmente los sábados medio día	28/10/2022	11/05/2023
Ingeniero de protecciones	Disponibilidad durante la puesta en servicio de los reactores comprende el periodo del 05/06/23 al 21/07/23 el horario de trabajo es de 07:00am a 05:00pm de lunes a viernes, sin embargo, se debe considerar si por condiciones climáticas o condiciones del cliente final las actividades se retrasan se deberá laborar en horario nocturno, dominical o los sábados, esto también dependerá de la alineación de las actividades con el cronograma general del proyecto	5/06/2023	21/07/2023
Ingeniero de montaje			
Técnicos o linieros en sitio			
Conductores			

Fuente: Autores 2022.

### 13.6. Plan de Capacitación y Desarrollo Del Equipo

A continuación, en la tabla 32. Se evidencia el plan de capacitación y desarrollo del equipo establecido:

Tabla 32. Capacitación y desarrollo.

Nombre de la capacitación	¿Quién lo dirige?	¿A quién va dirigido?	Fechas estimadas	Duración	Costo
<b>Equipos eléctricos</b>	Prevent system	Personal técnico	10/11/2022	30 días	\$ 2.500.000
<b>Habilidades psicológicas</b>	RRHH	Personal administrativo	10/10/2022	20 días	\$ 3.000.000
<b>Metodología Ágil</b>	It service	Personal administrativo	20/10/2022	40 días	\$ 5.000.000
<b>Capacitación del producto</b>	Fabricas	Todo el personal	1/09/2022	30 días	\$ 6.000.000

Fuente: Autores 2022.

- Las capacitaciones de habilidades psicológicas son capacitaciones pregrabadas que se encuentran en las plataformas internas de la compañía y son de acceso libre con aprobación del jefe inmediato.
- Instructores para la capacitación de proyectos.
  - Felipe Barrantes (PM Head CL-TS V)
  - Alina Duhansen (PM PE-TSV)
  - Manuel Morales (PM Head PE-TSV)
  - Mariana González (PM PE-TSV)
- Instructores para la capacitación del producto.

- Augusto Manchette (PM ARG-T SV)
- Javier Plata (PM COL-T SV)
- Paola Duhler (PM MX-T SV)

### **Desarrollo de Equipo**

El plan para el desarrollo del equipo del trabajo, que estará acoplado en el progreso de actividades del proyecto, donde se tendrán diferentes tipos de clases de automotivación y liderazgo. Ya que, a través de esta habilidad se motiva al crecimiento de cada profesional, incitando al desarrollo de sus habilidades, tanto personales como profesionales.

Lo anterior, es de mucha importancia ya que es útil para el profesional, será hondamente beneficioso para alcanzar los objetivos del proyecto y el máximo desempeño en las áreas. Como también, se realizarán ceremonias de trabajo, con el fin de socializar no solo los avances de ejecución del proyecto, sino también, para dar alcance a los inconvenientes de carácter operativo e interpersonal que surjan a lo largo del Proyecto.

## **14. Gestión de Comunicaciones del Proyecto**

### **14.1. Plan de Gestión de las Comunicaciones**

El plan de gestión de comunicaciones describe la metodología en la que se planificarán, realizarán y monitorearán las comunicaciones en el proyecto entre los interesados, en el plan se indicarán los canales de información para tener un flujo dinámico de la información, los requisitos de comunicación de cada uno de los

interesados, así como los procesos de escalamiento en caso de requerirse y la frecuencia de las comunicaciones.

El plan indica el mecanismo para el intercambio de información y su estrategia con cada interesado, debido que dependiendo del interesado se podrán establecer también variables de comunicación particulares como la frecuencia, el plan podrá contener formatos o plantillas para las reuniones con los interesados y puede ser actualizado en el ciclo de vida del proyecto de ser necesario.

#### 14.2. Canales de Comunicación

Definir los canales de comunicación en el proyecto nos permitirá establecer los requisitos de comunicación, la complejidad y la estrategia a utilizar para mantener informados a los interesados, para estimar la cantidad de canales tomaremos la siguiente formula.

$$\text{Numero de canales} : \frac{[n * (n - 1)]}{2}$$

*n: numero de interesados*

Para el proyecto se tienen ocho (8) interesados, por lo tanto, se tienen 28 canales de comunicaciones entre los interesados.

#### 14.3. Sistema de Información de las Comunicaciones

Los sistemas de información permitirán que el flujo de esta sea lo más rápida y concreta posible, la consulta de la información sensible será restringida únicamente los interesados encargados de la emisión y aprobación.

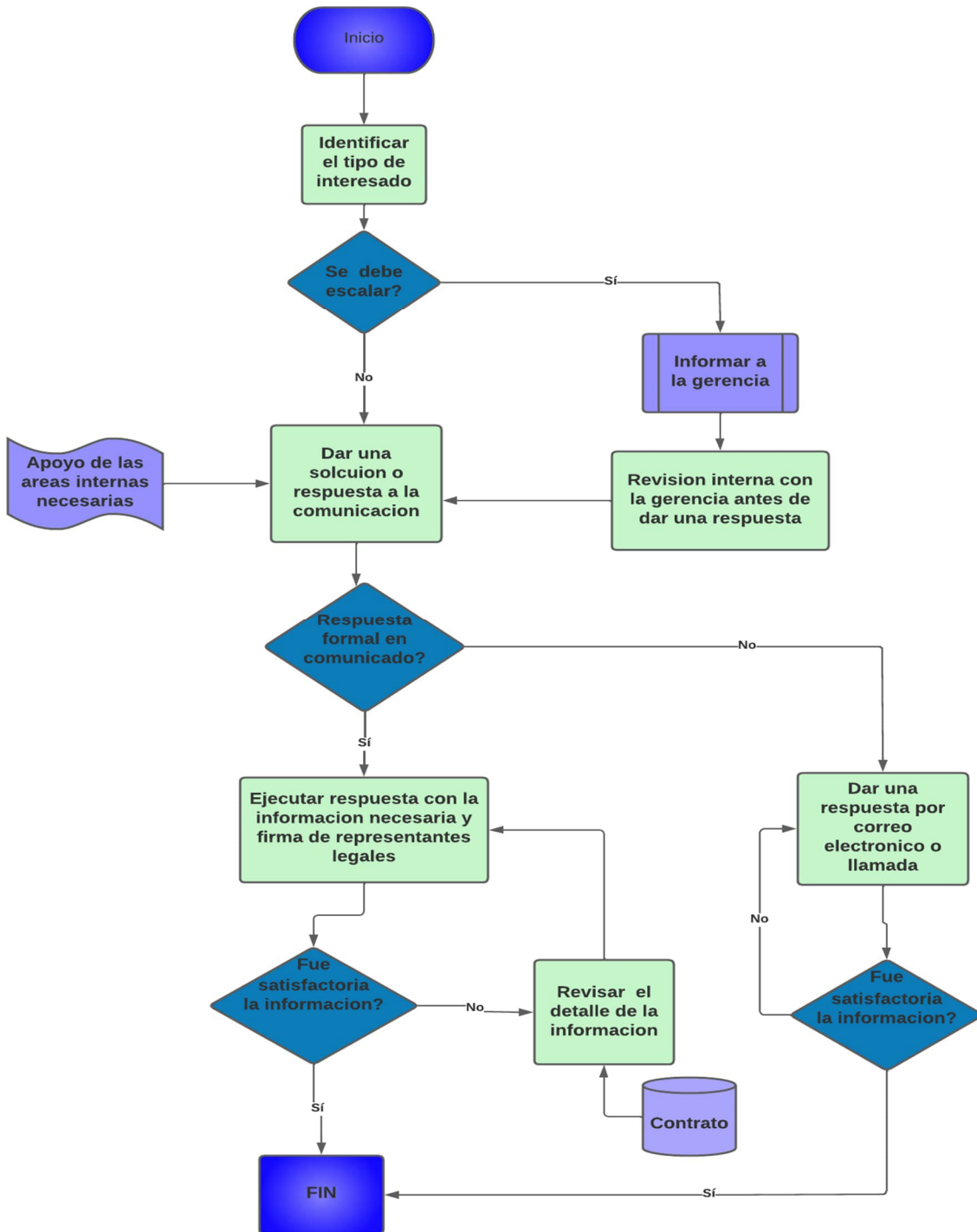
El principal sistema de información que se utilizara entre los interesados será el correo electrónico, sin embargo, las reuniones presenciales o virtuales también serán una herramienta de información, cada reunión indiferente del tipo de interesado será documentada con un acta donde se indicaran los presentes en la reunión la temática tratada y las conclusiones o acciones a realizar posterior a la reunión.

Adicional con el cliente final se dispondrá de un repositorio digital donde se guardarán las diferentes versiones de la ingeniería y sus versiones finales con sello de aprobado. Con el equipo de trabajo también se dispondrá de un espacio digital donde cada miembro cargara sus entregable acorde a la fase en la que se desarrolle el proyecto y todas las actas que se firmen con los interesados, todas las actas deben tener la revisión del director de proyecto.

#### 14.4. Diagrama de Flujo

En la gráfica 30 se indica el diagrama de flujo para las comunicaciones del proyecto, este diagrama aplica para cualquier interesado bien sea interno o externo.

Gráfica 30 Diagrama de flujo de comunicaciones



Fuente: Autores 2022

Todos los documentos del proyecto deben estar revisados por el director de proyectos, para los temas relacionados con ingeniería se apoya esta revisión con los coordinadores de fábrica, para el avance del proyecto las autorizaciones serán realizadas por el director de proyecto, si se requiere escalar por alguna circunstancia la gerencia comercial y técnica, desarrollara una reunión con el director de proyecto para brindar el apoyo necesario y dar respuesta al interesado, las versiones finales de la ingeniería serán aprobadas por el cliente final.

Para el proyecto se presentarán dos informes el informe de avance que tendrá una codificación Numero de contrato/año/mes-informe de avance o final dependiendo sea el caso, este informe será enviado al patrocinador del proyecto dos veces por semana, para el de seguimiento, y para el informe final con la entrega del dossier técnico que se realizara una única vez.

Se realizará una reunión semanal con el patrocinador del proyecto, en esta reunión se indicarán los avances ejecutados hasta la fecha, se atenderán las posibles dudas del cliente final y se solicitara la información que se requiera, esta reunión se realizara por medio de teleconferencia y al final de esta se generar un documento denominado día/mes donde se indicarán los compromisos de esta reunión.

Las reuniones con el equipo de trabajo se realizarán si se considera necesario para dar solución ágil en alguna fase del proyecto, el miembro del equipo del equipo que convoque la reunión en la citación por teleconferencia o presencial indicara la

agenda a tratar y al finalizar la reunión enviara un correo electrónico con los compromisos.

Se pueden citar reuniones extraordinarias a los plazos definidos si se considera necesario para tratar un tema puntual que requiera acciones inmediatas, las actas de las reuniones tendrá una codificación de Acta00X-año con consecutivo iniciando en uno (1).

#### 14.5. Matriz de Comunicaciones

La matriz de comunicaciones que se utilizara en el presente proyecto se encuentra en el apéndice O, en esta matriz se pueden visualizar los informes que se generara en el ciclo de vida del proyecto.

#### 14.6. Estrategia de Comunicaciones

Como estrategia principal del plan de comunicaciones es validar los medios correctos que certifiquen que la información se dé oportunamente a todos los interesados del proyecto, también se deben tener los canales con los medios y periodicidad para un eficaz seguimiento del proyecto, y de esta manera poder establecer y afirmar la claridad de la comunicación.

Lo ideal es formar una comunicación rápida y clara, que de respuestas efectivas con supervisión por parte del proyecto. Para los interesados principales la comunicación debe ser interactiva o directa puesto que se toman decisiones y se evalúan los requerimientos más importantes que afecten al correcto funcionamiento del proyecto.



De cara a los interesados internos como el equipo del proyecto se utilizan los tipos de comunicación establecidos para el proyecto como: interactiva, Push y Pull, debido a que hay diferentes tipos de informes o requerimientos que precisarán más formalidad que otros que no influyan verdaderamente a las decisiones o tiempos previamente establecidos; se podrán manejar reuniones por teams, correos electrónicos o comunicaciones verbales.

Para los interesados externos como los contratistas o proveedores, se utilizará el tipo de comunicación interactiva como llamadas telefónicas, reuniones de avance, cartas, informes o reuniones vía teams.

A continuación, se identifica el medio por el cual sería más eficaz y rápida la comunicación con cada uno de los interesados del proyecto, (Ver tabla 33).

Tabla 33. Medios de comunicaciones.

PARTE INTERESADA	MEDIO
Gerente del Proyecto	* Teams * Google Meet * WhatsApp * Presencial en obra * Correo electrónico
Equipo de pruebas	* Teams * Google Meet * WhatsApp * Presencial en obra * Correo electrónico
Técnicos de Obra	* Teams * Google Meet * WhatsApp * Presencial en obra * Correo electrónico
Coordinadores	* Teams * Google Meet * WhatsApp * Presencial en obra * Correo electrónico
Proveedores	* Correo electrónico
Alcaldía municipal	* Visita presencial
Fuerzas militares	* Presencial en obra * Correo electrónico

Fuente: Autores 2022

## 15. Gestión de la Calidad del Proyecto

### 15.1. Plan de Gestión de la Calidad

La política de calidad del proyecto DISEÑO, FABRICACION, MONTAJE Y PUESTA EN SERVICIO DE REACTORES SECOS EN LAS SUBESTACIONES DE CAÑO LIMON, ARAUCA Y CHINU, MONTERIA. Se basa en habilidades y estrategias de procesos que permiten a la compañía entregar a la población y al estado uno reactores nuevos en completo funcionamiento con las mejores

especificaciones técnicas y requerimientos necesarios que garanticen la vida útil de este.

La política de calidad del proyecto debe estar asentada en la transparencia de los procesos de selección de proveedores, contratistas y recurso humano necesario para el perfecto desarrollo del proyecto.

#### 15.1.1. Objetivos de Calidad del Proyecto

- Precisar las métricas de cada uno de los entregables del proyecto teniendo presente las especificaciones del cronograma y presupuesto del proyecto.
- Validar todos los requisitos establecidos por el cliente y todos los interesados que se deriven del propio sistema de gestión.
- Definir los estándares de calidad del proyecto basados en las especificaciones y requisitos técnicos, así como la normatividad aplicable al proyecto.

#### 15.1.2. Especificaciones Técnicas del Proyecto y del Entregable

El proyecto DISEÑO, FABRICACION, MONTAJE Y PUESTA EN SERVICIO DE REACTORES SECOS EN LAS SUBESTACIONES DE CAÑO LIMON, ARAUCA Y CHINU, MONTERIA. Corresponde al sector eléctrico, este sector está regulado por los entes gubernamentales a través de sus diferentes ministerios los cuales han expedido las siguientes normas que son de obligatorio cumplimiento, (Ver tabla 34).

Tabla 34. Normatividad legal del proyecto.

Jerarquía de la norma	Normatividad/Reglamentación	Título	Entidad
DECRETO	2501/2007	Programa uso eficiente y ahorro en el consumo de energía.	Ministerio de minas y energía
RESOLUCIÓN N	1023 del 28 de Julio de 2005	guías ambientales como instrumento de autorregulación y autogestión	Ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial
RESOLUCIÓN N	90708 de 2013	Por la cual se expide el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas –RETIE.	Ministerio de minas y energía
RESOLUCIÓN N	180540 de 2010	Por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público –	Ministerio de minas y energía
Decreto	1072 de 2015	Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Trabajo	Ministerio del trabajo
Ley	872 de 2003	Por la cual se crea el sistema de gestión de la calidad en la Rama Ejecutiva del Poder Público y en otras entidades prestadoras de servicios	Congreso de Colombia
Ley	143 de 1994	Por la cual se establece el régimen para la generación, interconexión, transmisión, distribución y comercialización de electricidad en el territorio nacional, se conceden unas autorizaciones y se dictan otras disposiciones en materia energética.	Ministerio de minas y energía

Fuente: Autores 2022

### 15.1.3. Requisitos de Calidad Aplicable al Proyecto

En el apéndice P, se pueden validar los requisitos técnicos y de calidad por cada paquete de trabajo en el proyecto.

### 15.1.4. Roles y Responsabilidades de Calidad

En el apéndice Q, se indican los roles para la gestión de la calidad del presente proyecto, estos roles son necesarios en el equipo de trabajo para todo el ciclo de vida del proyecto.

### 15.1.5. Herramientas y Técnicas de Planificación

Para el proyecto encontraremos diferentes herramientas y técnicas de planificación, que usaran dentro del plan de gestión de calidad.

- Diagrama Ishikawa o espina de pescado: Se emplearán para establecer el problema presentado, y así ir comprobando los porqués de estos escenarios, con el fin de encontrar la causa, los efectos y la posible solución.
- Diagramas de flujo: Se utilizará para indicar la secuencia lógica y cronológica que se debe seguir para alcanzar un definitivo resultado, esto se realiza para que cualquiera de los interesados pueda entenderla y aplicarla correctamente.
- Siete herramientas básicas de calidad (norma ISO 9001:2015.): estas se utilizarán en cada fase del ciclo PHVA, con el fin de resolver los problemas que se puedan presentar y que estén relacionados con la gestión de calidad del proyecto.

#### 15.1.6. Gestión y Control de la Calidad

La matriz de actividades de gestión y control por entregables y procesos, para el proyecto DISEÑO, FABRICACION, MONTAJE Y PUESTA EN SERVICIO DE REACTORES SECOS EN LAS SUBESTACIONES DE CAÑO LIMON, ARAUCA Y CHINU, MONTERIA fue diseñada con el fin de hacer el seguimiento en la presentación de cada uno de los entregables de la EDT, desde su fase de inicio, tener trazabilidad si es requerida alguna modificación y la aceptación de cada paquete de trabajo. La matriz se relaciona en el apéndice R, los entregables del proyecto son los siguientes:

- Desarrollo de ingeniería
- Gerencia de proyectos
- Fabricación de reactores
- Logística
- Montaje de bobinas y puesta en servicio
- Cierre

En el apéndice R relacionamos cada paquete de trabajo para cada uno de los entregables y se estima realizar gestión y control a cada uno, debido que el esquema del proyecto tiene dependencias que requieren la aplicación de estos dos procesos.

#### 15.1.7. Herramientas y Técnicas Gestión y Control

Una de las herramientas que se utilizara en el presente proyecto es la recopilación de datos a través de listas de verificación, debido que en los paquetes

de trabajo como son Fabricación de reactores en Canadá y Brasil las fábricas tienen listas de chequeo que deben diligenciar a diario previo a intervenir los reactores secos.

Estas listas de chequeo también son utilizadas en las actividades de puesta en servicio en las subestaciones debido que se debe garantizar ciertas condiciones eléctricas y de seguridad previo a la intervención de los equipos y así garantizar el bienestar del personal y no afectar ningún equipo.

En la etapa de cierre del proyecto se realizan sesiones con todo el equipo de trabajo de la unidad de negocio donde se exponen eventos en el desarrollo del proyecto y se realizan análisis de causa raíz, para identificar la problemática y generar posteriormente una no conformidad o una lección aprendida dependiendo sea el escenario, estas sesiones tiene un valor muy importante para la organización con el fin de realizar mejora continua en los procesos y evitar cometer errores similares futuros y aprender de los aciertos.

Posterior a la ejecución del proyecto se envía una encuesta de satisfacción al cliente final, por casa matriz en Alemania, donde el cliente puede calificar distintos atributos del personal que estuvo involucrado en el proyecto así como de la solución técnica final, esta encuesta tiene visibilidad del director del proyecto mediante una reunión interna citada por las gerencias comercial y técnica donde se exponen las oportunidades de mejora o se aclaran las fallas que se pudieron presentar en el desarrollo del proyecto.

#### 15.1.8. Plan de Acción para no Conformidad

El plan de acción para resolver la no conformidad en el proyecto será con la siguiente serie de pasos:

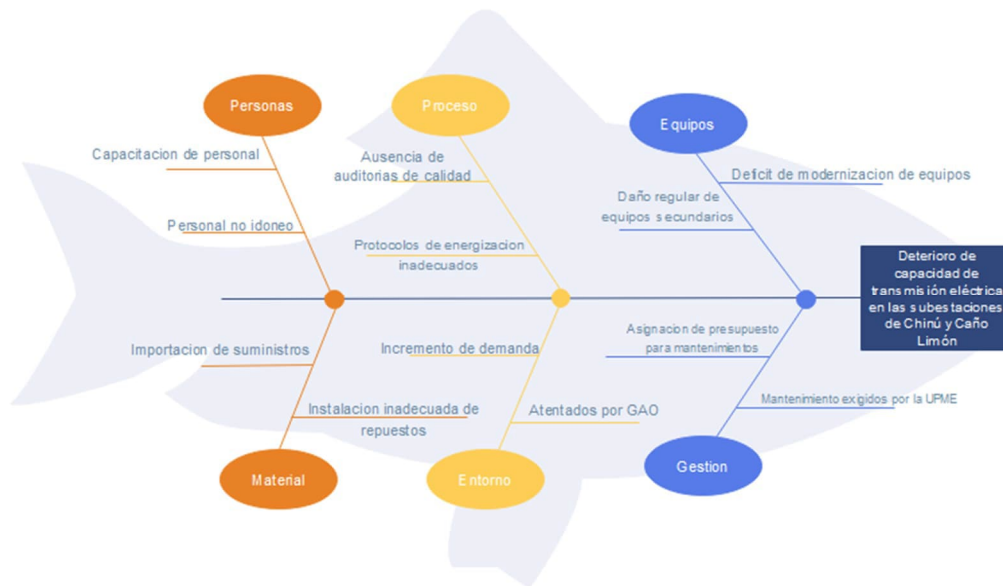
- Definir el problema: Verificar con el equipo de trabajo que es lo que está sucediendo y por qué y así poder definir el problema. Si no se puede identificar cuál debe ser la situación, entonces puede ser que no se encuentra identificado un problema real.
- Definir el alcance: El alcance de esta operación es la instalación y puesta en marcha de reactores secos, con esto se puede realizar una investigación de procesos similares para establecer indicadores.
- Contener el problema: En este paso se quiere resolver el problema de forma inmediata, esto puede ayudar a corto plazo, pero se deben asegurar de que el problema no vuelva.
- Buscar la causa raíz: Es la parte más difícil de la acción correctiva, se debe encontrar la raíz del problema. Si no se encuentra la raíz del problema, cualquier arreglo que pone en su lugar puede ser de corta duración o puede fallar.
- Planificar la acción correctiva: El plan ha decidido que se debía instalar un tablero visible en el que se recuerden los pasos a seguir y utilizar a la hora de trabajar.
- Poner en práctica el plan: Para este plan, la aplicación consiste en mantener las tablas, cambiarlas cuando se desgasten y actualizar la información que se encuentre disponible en el tablero.



- Asegurarse del plan con acciones de seguimiento: las organizaciones pueden fallar. Es muy importante revisar el proceso después de que el plan ha sido implementado para asegurarse de que se ha trabajado. El seguimiento debe verificarse en las auditorías. Si se repiten los resultados del problema, entonces se debe volver a realizar el análisis evaluando la causa raíz para revisar otras causas posibles.

La herramienta de espina de pescado también nos permite realizar esta la evaluación de las causas y efectos.

Gráfica 31. Análisis causa efecto.



Fuente: Autores 2022

### 15.1.9. Aseguramiento de Calidad

- Auditorías de calidad: Estas se emplearán para establecer si las actividades se desempeñan con todos los requerimientos del proyecto, con el fin de sacar conclusiones sobre el cumplimiento, incumplimiento o mejora que se pueda

aplicar en los procesos, actividades y resultados. se validarán de la siguiente forma.

- Visitas al sitio
  - Revisión de documentos
  - Detectar los incumplimientos o diferencias.
  - Compartir conocimientos de las buenas prácticas dentro de la organización.
- Inspección: Se manejará para valorar el producto de un entregable, y así poder verificar que los flujos o procesos que se están realizando están cumpliendo con los estándares de calidad, como también que estén cumpliendo con la normativa correspondiente. Estas inspecciones incluyen mediciones y pueden ser realizadas a una sola actividad o al proceso completo.
- Hojas de verificación: son de constante utilización en el momento de realizar auditorías e inspecciones, estas ayudaran a tener clara la información y poder documentar el cumplimiento o incumplimiento de los lineamientos del proceso y las métricas de calidad.

## 15.2. Métricas de Calidad

### 15.2.1. Métricas de Calidad del Proyecto

Las métricas de calidad son un componente clave de un plan de gestión de calidad efectivo y son las medidas utilizadas para garantizar que los clientes reciban productos o entregables aceptables. Por lo anterior, en la tabla 36, 37, 38, 39, 40,

se relacionan las métricas de calidad que serán tenidas en cuenta durante el desarrollo del proyecto.

Tabla 35. Métrica #1 del proyecto.

<b>METRICAS DE CALIDAD PROYECTO</b>	
<b>Nombre de la métrica:</b>	satisfacción cliente
<b>Factor de calidad (Especificar cuál es el factor de calidad relevante que da origen a la métrica)</b>	calificación superior a 4,6 en la encuesta de satisfacción
<b>Método de medición (Definir los pasos y consideraciones para efectuar la medición)</b>	Encuesta de satisfacción
<b>Frecuencia de medición</b>	Al final del proyecto
<b>Meta (Resultado deseado para la métrica)</b>	Entrega del proyecto acorde al alcance, tiempo y costo indicados
<b>Responsable del factor de calidad</b>	Gerente de proyecto

Fuente: Autores 2022

Tabla 36 Métrica #2 del proyecto

<b>METRICAS DE CALIDAD PROYECTO</b>	
<b>Nombre de la métrica:</b>	<b>Cumplimiento de cronograma</b>
<b>Objetivo de la métrica: (Especificar para que se desarrolla la métrica).</b>	Monitoreo y control del cumplimiento de las fechas del cronograma
<b>Factor de calidad (Especificar cuál es el factor de calidad relevante que da origen a la métrica)</b>	la desviación del plan VS el real no puedes superar en ningún periodo el 5%

<b>Método de medición (Definir los pasos y consideraciones para efectuar la medición)</b>	Informe de seguimiento mensual
<b>Frecuencia de medición</b>	Mensual
<b>Meta (Resultado deseado para la métrica)</b>	La curva S al finalizar el proyecto en cada periodo no puede tener desviaciones superiores al 5%
<b>Responsable del factor de calidad</b>	Project Manager

Fuente: Autores 2022

Tabla 37 Métrica #3 del proyecto

<b>METRICAS DE CALIDAD PROYECTO</b>	
<b>Nombre de la métrica:</b>	<b>Cumplimiento de línea base de costos</b>
<b>Objetivo de la métrica: (Especificar para que se desarrolla la métrica).</b>	Mantener o reducir los costos incurridos en el proyecto
<b>Factor de calidad (Especificar cuál es el factor de calidad relevante que da origen a la métrica)</b>	No superar el presupuesto asignado a cada entregable del proyecto
<b>Método de medición (Definir los pasos y consideraciones para efectuar la medición)</b>	Informes de seguimiento mensual
<b>Frecuencia de medición</b>	Mensual
<b>Meta (Resultado deseado para la métrica)</b>	Conservar el presupuesto asignado al inicio del proyecto
<b>Responsable del factor de calidad</b>	Comercial project manager, Project manager

Fuente: Autores 2022

Tabla 38 Métrica #4 del proyecto.

<b>METRICAS DE CALIDAD PROYECTO</b>	
<b>Nombre de la métrica:</b>	Cumplimiento de entregables del proyecto
<b>Objetivo de la métrica: (Especificar para que se desarrolla la métrica).</b>	Identificar el estado de los entregables del proyecto asegurando la calidad en cada componente
<b>Factor de calidad (Especificar cuál es el factor de calidad relevante que da origen a la métrica)</b>	recepción, aceptación y satisfacción de cada entregable
<b>Método de medición (Definir los pasos y consideraciones para efectuar la medición)</b>	Numero de entregables aceptados a satisfacción sobre el número de entregables totales
<b>Frecuencia de medición</b>	Al finalizar el proyecto
<b>Meta (Resultado deseado para la métrica)</b>	Debe ser superior al 98%
<b>Responsable del factor de calidad</b>	Project Manager, Quality Manager

Fuente: Autores 2022.

Tabla 39. Métrica #5 del proyecto

<b>METRICAS DE CALIDAD PROYECTO</b>	
<b>Nombre de la métrica:</b>	Rentabilidad esperada
<b>Objetivo de la métrica: (Especificar para que se desarrolla la métrica).</b>	Identificar las posibles desviaciones de la rentabilidad
<b>Factor de calidad (Especificar cuál es el factor de calidad relevante que da origen a la métrica)</b>	Mantener la rentabilidad del proyecto
<b>Método de medición (Definir los pasos y consideraciones para efectuar la medición)</b>	Cálculo de egresos Vs Ingresos en el ciclo de vida del proyecto

<b>Frecuencia de medición</b>	Mensual
<b>Meta (Resultado deseado para la métrica)</b>	Mantener una rentabilidad superior al 30%
<b>Responsable del factor de calidad</b>	Project Manager, Comercial Manager

Fuente: Autores 2022

### 15.2.2. Métricas de Calidad del Producto

Tabla 40. Métrica entregable desarrollo de ingeniería.

METRICAS DE CALIDAD PRODUCTO (Desarrollo de ingeniería)	
Nombre de la métrica:	ingeniería básica y detalle
Objetivo de la métrica: (Especificar para que se desarrolla la métrica).	Desarrollo de ingeniería acorde a la necesidad particular de cada subestación
Factor de calidad (Especificar cuál es el factor de calidad relevante que da origen a la métrica)	Los comentarios emitidos por el cliente deben ser atendidos en su totalidad hasta obtener un aprobado sin comentarios del plano
Método de medición (Definir los pasos y consideraciones para efectuar la medición)	Versiones de ingeniería
Frecuencia de medición	Diaria
Meta (Resultado deseado para la métrica)	la totalidad de la ingeniería básica y de detalle debe estar aprobada sin comentarios del cliente
Responsable del factor de calidad	Diseñador de ingeniería

Fuente: Autores 2022.

Tabla 41. Métrica entregable Gerencia de proyectos.

<b>METRICAS DE CALIDAD PRODUCTO (Gerencia de proyectos)</b>	
<b>Nombre de la métrica:</b>	Seguimiento y control de riesgos
<b>Objetivo de la métrica: (Especificar para que se desarrolla la métrica).</b>	Gestionar y monitorear los riesgos proyectados
<b>Factor de calidad (Especificar cuál es el factor de calidad relevante que da origen a la métrica)</b>	Evitar y minimizar la materialización de los riesgos
<b>Método de medición (Definir los pasos y consideraciones para efectuar la medición)</b>	Numero de riesgos materializados sobre número de riesgos proyectados
<b>Frecuencia de medición</b>	Mensual
<b>Meta (Resultado deseado para la métrica)</b>	El número de riesgos proyectados materializados debe ser mínimo y no se deben materializar otros riesgos no contemplados
<b>Responsable del factor de calidad</b>	Director del proyecto y Comercial del proyecto

Fuente: Autores 2022.

Tabla 42 .Métrica entregable Fabricación de reactores.

<b>METRICAS DE CALIDAD PRODUCTO (fabricación de reactores)</b>	
<b>Nombre de la métrica:</b>	Cumplimiento técnico de los reactores
<b>Objetivo de la métrica: (Especificar para que se desarrolla la métrica).</b>	Garantizar la entrega conforme y a tiempo de los reactores secos en las fábricas de Brasil y Canadá
<b>Factor de calidad (Especificar cuál es el factor de calidad relevante que da origen a la métrica)</b>	Entrega de los reactores acorde a las especificaciones técnicas garantizadas firmadas
<b>Método de medición (Definir los pasos y consideraciones para efectuar la medición)</b>	realización y aprobación de las pruebas FAT por el cliente
<b>Frecuencia de medición</b>	Una sola vez al finalizar la fabricación de los reactores
<b>Meta (Resultado deseado para la métrica)</b>	Cumplimiento de las especificaciones técnicas y aprobación de pruebas eléctricas
<b>Responsable del factor de calidad</b>	Directores de proyecto en las fábricas y técnicos

Fuente: Autores 2022.



Tabla 43. Métrica entregable logística.

<b>METRICAS DE CALIDAD PRODUCTO (logística)</b>	
<b>Nombre de la métrica:</b>	Cumplimiento de entregas
<b>Factor de calidad (Especificar cuál es el factor de calidad relevante que da origen a la métrica)</b>	Cumplir con los tiempos indicados para el traslado de los suministros
<b>Método de medición (Definir los pasos y consideraciones para efectuar la medición)</b>	La desviación de los tiempos reales no debe ser superior en más del 3% a los tiempos planificados
<b>Frecuencia de medición</b>	En el traslado del reactor de Brasil a Caño limón y el traslado del reactor de Canadá a Chinú
<b>Meta (Resultado deseado para la métrica)</b>	entrega de los suministros en los tiempos indicados en cronograma.
<b>Responsable del factor de calidad</b>	Director de proyecto, gestor de compras, Comercial del proyecto.

Fuente: Autores 2022.

Tabla 44 Métrica entregable Montaje y puesta en servicio.

<b>METRICAS DE CALIDAD PRODUCTO (Montaje y puesta en servicio)</b>	
<b>Nombre de la métrica</b>	energización de reactores secos
<b>Objetivo de la métrica: (Especificar para que se desarrolla la métrica).</b>	Entregar reactores secos energizados en cada subestación en óptimas condiciones
<b>Factor de calidad (Especificar cuál es el factor de calidad relevante que da origen a la métrica)</b>	Entrega conforme de equipos en operación
<b>Método de medición (Definir los pasos y consideraciones para efectuar la medición)</b>	Pruebas eléctricas de factor de potencia y resistencia de contactos
<b>Frecuencia de medición</b>	En la entrega de las pruebas SAT
<b>Meta (Resultado deseado para la métrica)</b>	Firma de acta de cierre en obra y aceptación de equipos energizados
<b>Responsable del factor de calidad</b>	Ingeniero de protecciones, Ingeniero de montaje y director de proyecto

Fuente: Autores 2022

Tabla 45. Métrica entregable Cierre.

METRICAS DE CALIDAD PRODUCTO (Cierre)	
Nombre de la métrica:	aprobación del dossier técnico
Objetivo de la métrica: (Especificar para que se desarrolla la métrica).	Obtener la aprobación de la ingeniería final como construida
Factor de calidad (Especificar cuál es el factor de calidad relevante que da origen a la métrica)	Entrega del dossier técnico al cliente acorde a la construcción acorde a cronograma
Método de medición (Definir los pasos y consideraciones para efectuar la medición)	aprobación del dossier en la primera revisión y versión entregada al cliente
Frecuencia de medición Meta (Resultado deseado para la métrica)	única vez, al finalizar la puesta en servicio aprobación del dossier sin novedades
Responsable del factor de calidad	Diseñador, Ingeniero de montaje, Ingeniero de protecciones

Fuente: Autores 2022

### 15.3. Documentos de Prueba y Evaluación

En los formatos siguientes se indican los formatos para realizar el seguimiento al plan de gestión de calidad, este se realizará a través de documentos de prueba donde quedan definidos los criterios de aceptación y los responsables, en este

numeral se pueden visualizar los formatos y plantillas para la calidad, los cuales no permitirán verificar el cumplimiento de los entregables algunos de los formatos son los siguientes:

➤ Formato de Auditoría Interna

Tabla 46. Formato de auditoría interna.

SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD		Fecha:		
PROCESO	AUDITORÍA INTERNA	Versión:		
FORMATO	EVALUACIÓN	Código:		
Nombre de la auditoría				
Responsable				
Objetivos de la auditoría				
Alcance de la auditoría				
Criterios de la auditoría				
Ítem	Hor a	Actividad de la auditoría	Auditado responsable	Auditor
1				
2				
3				
RESULTADO DE LA EVALUACIÓN				
Detalle de no conformidades				
Número	Descripción		Área	
1				
2				
3				
Detalle de observaciones:				

Fuente: Autores 2022.

➤ Formato de Plan de Acción Correctiva y Preventiva

Los entregables que requieran un plan de acción correctivo, se debe realizar una reunión con las partes interesadas para evaluar los ajustes inmediatos en el

entregable o paquete de trabajo, se estimaran los costos y tiempo para realizar la ejecución y el responsable de adoptar las acciones.

Adicional se deberá presentar un plan para de acción el cual debe incluir, matriz de comunicación y responsables de las tareas con los compromisos asignados para que el evento no tenga ocurrencia.

En las reuniones el director de proyecto debe estar presente virtual o presencialmente y se realizara un acta de compromisos al finalizar la reunión.

Tabla 47. Formato de plan de acción correctiva y preventiva.

PLAN DE ACCION CORRECTIVA Y PREVENTIVA				
Clasificación por nivel	Posible causa Raíz	Tipo de Acción		Observaciones
		Acción Preventiva	Acción Correctiva	
Causa Real de primer nivel				Acción correctiva sobre primer nivel
Causa de segundo nivel				Acción correctiva sobre segundo nivel
Causa de Tercer nivel				Acción correctiva sobre tercer nivel
<b>Conclusiones</b>				

Fuente: Autores 2022.

En las reuniones de seguimiento con el equipo de trabajo se revisarán articulado con la matriz de riesgos los posibles entregables que requieran ajustes, así como sus paquetes de trabajo asociados.

Posterior a la revisión si se encuentran paquetes de trabajo que requieren contemplar algún ajuste, se estimaran los costos y el beneficio al implementar el

ajuste con el director de proyectos, si el costo no es representativo se procederá a realizar la acción preventiva para que el paquete de trabajo se realice en tiempo, costo y alcance acorde se estimó en la etapa de inicio del proyecto.

Si el costo es representativo, pero se estimó y analizo que es una acción que puede minimizar una posible acción correctiva que implique un mayor impacto se solicitara el visto bueno de la gerencia técnica y comercial para proceder a conformidad.

➤ Plan de Acción de Mejora

Las reuniones de seguimiento y con el cliente permitirán indicar si es necesario una acción de mejora en cualquier paquete de trabajo, si el cliente solicita una acción inmediata de mejor, se realizara siempre y cuando el costo asociado no sea representativo y no cause un impacto en el alcance del proyecto.

Si la acción de mejora tiene un impacto en alcance, costo o tiempo y es solicitada por el cliente se procederá con una gestión del cambio con costo asociado soportada por el cliente final.

Si la acción de mejor es detectada por un miembro del equipo de trabajo o por el director del proyecto, esta acción de mejora es socializada y votada para ser implementada si representa un beneficio para el desarrollo en cualquier fase del ciclo de vida del proyecto, esta decisión en caso de implementarse será socializadas con las gerencias debido que pueden ser insumos para lecciones aprendidas al finalizar el proyecto.

➤ Formato de Pruebas y Evaluación.

Todos los documentos deben tener su respectiva revisión y aprobación por parte del director del proyecto y el responsable de calidad de la unidad de negocio, basados en las métricas de calidad definidas, y así se definirá si los entregables cumplen con los requisitos definidos. A continuación, se muestra el formato de Pruebas y Evaluación definido para el proyecto.

Tabla 48. Formato de pruebas y evaluación.

FORMATO DE PRUEBAS Y EVALUACION							
NOMBRE PROYECTO:							
CONSECUTIVO:							
REALIZÓ:				REVISÓ:			
APROBÓ:							
Actividad Por Medir	Métrica	Responsable	Fecha Inicio	Fecha Fin	Cumple	No Cumple	
Satisfacción cliente	Establecer el porcentaje de satisfacción del cliente con la entrega del proyecto finalizado	Gerente del Proyecto					
Cumplimiento de cronograma	Monitoreo y control del cumplimiento de las fechas del cronograma	Gerente del Proyecto					
Cumplimiento de línea base de costos	Mantener o reducir los costos incurridos en el proyecto	Comercial project manager, Project manager.					
Cumplimiento de entregables del proyecto	Identificar el estado de los entregables del proyecto asegurando la	Project Manager, Quality Manager					

	calidad en cada componente					
Rentabilidad esperada	Identificar las posibles desviaciones de la rentabilidad	Project Manager, Comercial Manager				

Fuente: Autores 2022.

Estos formatos servirán de herramientas para la evaluación y monitoreo para gestionar la calidad, con la información comprendida en los mismos, se puede verificar el estado del proceso y tramitar planes de acción que son obligatorios para documentar los procesos de calidad.

#### 15.4. Entregables Verificados

La siguiente tabla 49, se relacionan los entregables verificados del proyecto con su estado:

Tabla 49. Entregables verificados.

ENTREGABLE	ESTADO		
	TERMINADO	NO CONFORMIDADES	PLAN DE ACCIÓN
Encuesta de satisfacción	NO	N/A	NO
Informe de seguimiento mensual	NO	N/A	NO
Cálculo de egresos Vs Ingresos en el ciclo de vida del proyecto	NO	N/A	NO
Versiones de ingeniería	NO	N/A	NO
realización y aprobación de las pruebas FAT por el cliente	NO	N/A	SI



Pruebas eléctricas de factor de potencia y resistencia de contactos	NO	N/A	SI
aprobación del dossier en la primera revisión y versión entregada al cliente	NO	N/A	SI

*Fuente: Autores 2022.*

La organización contará con una auditoría interna, la cual hará visitas al proyecto de manera aleatoria durante la ejecución del proyecto, su objetivo será el de verificar la conformidad del sistema de gestión implementado en los diferentes procesos de la organización de acuerdo con el programa de auditorías y los establecidos en la norma.

## **16. Gestión de Riesgos del Proyecto**

### 16.1. Plan de Gestión de Riesgos

#### 16.1.1. Estrategia de los Riesgos

Las estrategias de gestión de riesgos se basarán en la identificación de las amenazas posibles, evaluación y priorización de estas, diseño de acciones para el procedimiento y cálculo de la efectividad de esas medidas.

Esto permitirá al proyecto identificar fortalezas y oportunidades, pero también las debilidades. Aumentar así las probabilidades de éxito de los procesos. Para el proyecto se manejarán las siguientes estrategias.

- Evitar el riesgo: Se eliminará el riesgo, teniendo en cuenta que esto no conlleve a alcanzar o ejecutar los objetivos del proyecto, que este a un costo razonable o mejor aún que se aumenten las ganancias, que tenga un inferior impacto y se tenga la certeza de que se eliminará la amenaza sin crear nuevos riesgos.
- Mitigación del riesgo: Esta herramienta permitirá disminuir la probabilidad de que se presente un riesgo, y así reducir el impacto que se este podría causar en el proyecto.
- Transferir el riesgo: Ayudara a pasar el riesgo a proveedores u otras entidades que podrán dar tranquilidad y fe de que los riesgos encontrados, no afecten el correcto desarrollo del proyecto.

#### 16.1.2. Metodología

La metodología a utilizar en el presente proyecto incluirá los siguientes procesos planeación, identificación de los riesgos, análisis cualitativo y cuantitativo, planificar la respuesta a los riesgos, implementar la respuesta a los riesgos y monitorear los riesgos, cada uno de estos procesos cuentan con herramientas por aplicar dependiendo la fase en la que se encuentre la gestión del riesgo estos procesos son primordiales realizarlos para una posterior planificación de la respuesta a los riesgos y realizar el monitoreo de estos.

#### 16.1.3. Roles y Responsabilidades

Respecto a los roles y responsabilidades para la implementación de la Gestión de los Riesgos del proyecto, se describen a continuación, (Ver tabla 50).

Tabla 50. Roles y responsabilidades.

Proceso	Roles	Personas	Responsabilidad
Planificación de los riesgos	Director de proyectos, Líder técnico y comercial del proyecto, Patrocinador, Comercial del proyecto	Director de proyectos, Líder técnico y comercial del proyecto, Patrocinador, Comercial del proyecto	Se definirán como se realizarán las actividades de gestión del riesgo, el director de proyectos gestionara una reunión en el inicio del proyecto con la participación de los interesados
Identificación de los riesgos	Director de proyectos, Líder técnico y comercial del proyecto, Patrocinador, Comercial del proyecto	Director de proyectos, Líder técnico y comercial del proyecto, Patrocinador, Comercial del proyecto	Se deben identificar las fuentes de riesgo, documentar sus características, el patrocinador apoyara esta identificación indicando condiciones particulares que se deben considerar para cada subestación
Análisis cualitativo y cuantitativo de los riesgos	Director de proyectos y comercial del proyecto	Director de proyectos y comercial del proyecto	Se realizará una priorización de los riesgos y se evaluará una posible acción, analizando la probabilidad de ocurrencia, así como su impacto, el análisis también debe contemplar el efecto combinado de varios riesgos y se debe asignar un valor numérico a estos.

Planificación de respuesta a los riesgos	Director de proyectos, Gerente técnico	Director de proyectos, Gerente técnico	Generar diferentes alternativas y estrategias que se puedan implementar al tratar los riesgos
Implementación de planes de respuesta	Director de proyectos, Gerente técnico	Director de proyectos, Gerente técnico	Ejecutar los planes y estrategias generados en el proceso previo que se ajusten a los requisitos de cada uno de los proyectos
Monitorear los riesgos	Director de proyectos, Gerente técnico	Director de proyectos, Gerente técnico	Realizar evaluaciones con cierta periodicidad para analizar el avance de cada una de las estrategias implementadas

*Fuente: Autores 2022.*

#### 16.1.4. Financiamiento

El financiamiento de los riesgos en el proyecto se estimará con la identificación de riesgos y se calculará para la reserva de contingencia, el proyecto no utilizará un software especializado, sin embargo, para la identificación de estos en la reunión de inicio con el equipo de trabajo se evaluarán los posibles escenarios de riesgo en el ciclo de vida del proyecto. Los fondos destinados a la gestión de los riesgos solo pueden ser materializados, si no es posible realizar la conformidad con costo al interesado que causa el riesgo, es decir si el riesgo materializado no fue estimado en la fase de pliegos y oferta.

#### 16.1.5. Calendario

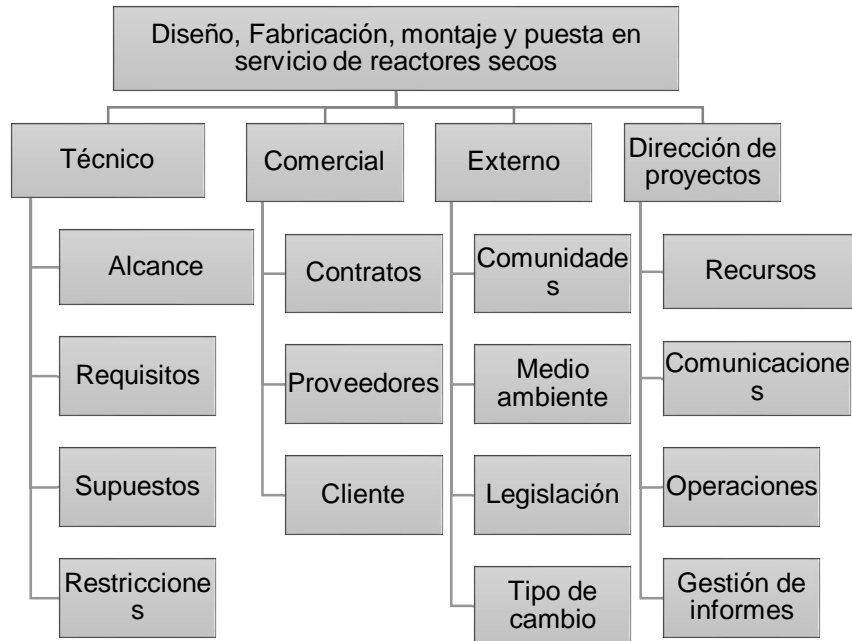
Los procesos de gestión del riesgo se realizarán cada mes en las reuniones con el equipo del proyecto, se indicará un capítulo en el informe mensual enviado al patrocinador respecto al estado de los riesgos identificados en la etapa inicial, y se informara si se detectaron nuevos que deban ser considerados.

En el cronograma del proyecto no se identifican actividades específicas para la gestión del riesgo, debido a que se realizara una reunión inicial de gestión de riesgos, para todo el proyecto y en el evento que se detectan otros que no se encuentren contemplados. Se informará a los interesados para realizar la respectiva estrategia, el seguimiento y control de los riesgos se realizará en las reuniones mensuales del equipo de trabajo.

#### 16.1.6. Categorías del riesgo

Se establece las categorías de riesgo para el proyecto por medio de la estructura de desglose de riesgos como se indica en la Gráfica 32, identificando las posibles fuentes y realizar así una posterior evaluación de las estrategias que aplican a cada uno de ellos.

Gráfica 32. Categoría de riesgos.



Fuente: Autores 2022.

#### 16.1.7. Apetito al Riesgo del Interesado

El apetito está informando la etapa al de riesgo que está tomando el proyecto. Para esto provee unas zonas de seguimiento de los indicadores de riesgo de los cuales se expondrán más adelante de manera que se pueda identificar el progreso del perfil de riesgo y que se puedan validar y verificar los protocolos o acciones necesarias en caso de que se produzca la superación de los límites.

En la siguiente tabla 51, se visualizan las distintas etapas de seguimiento, los objetivos asociados, las acciones y las referencias en que se encuentra cada zona.

El apetito al riesgo será de 5 millones respecto a los costos totales del proyecto, con una tolerancia máxima de 7 millones, estos valores son estimados y se mantendrá una validación constante a las etapas en que se encuentre el riesgo.

Tabla 51. *Apetito al riesgo.*

Etapa	Objetivo	Acción	Referencia
<b>Etapa objetivo</b>			Marco de Apetito al Riesgo
<b>Etapa alerta temprana</b>	Volver al objetivo	Protocolo de alerta	
<b>Etapa límite</b>	Evitar el punto de recuperación	Protocolo de límite	
<b>Etapa de recuperación</b>	Evitar la pérdida	Protocolo de Plan de Recuperación	Plan de Recuperación
<b>Etapa de máxima capacidad</b>	Gestionar la pérdida	Protocolo de Plan de solución	Plan de Resolución

Fuente: Autores 2022.

#### 16.1.8. Definiciones de la Probabilidad e Impacto de los Riesgos

En la tabla 52, se puede visualizar la probabilidad de los riesgos en una escala de muy alto, alto, mediano, bajo y nulo. Con esto se puede tener un aproximado de cuanto afectara al proyecto en términos de tiempo, alcance, calidad y costos.

Tabla 52. *Probabilidad e impacto de los riesgos.*

Escala	Puntaje	Probabilidad	( +/-) Impacto sobre los objetivos del proyecto			
			Tiempo	Costo	Alcance	Calidad
Muy alto	10	>75%	>150 días	> 10 M	Reducción de alcance en sus entregables principales	Los entregables tiene afectaciones inaceptables
Alto	7	60-74%	70-149 días	7-9 M	reducción del alcance es sus entregables secundarios	Los entregables no cumplen con todas las especificaciones

Mediano	5	30-59%	20-69 días	5-6M	reducción de algunos entregables principales y secundarios	Algunos interesados no están conformes totalmente
Bajo	3	5-29%	1-19 días	1-4 M	afectación de algunos entregables	Los entregables fueron entregados a conformidad, pero con leve impacto en tiempo
Nulo	1	<5%	sin cambio	sin cambio	disminución mínima del alcance	Entregas totalmente conformes

Fuente: Autores 2022.

#### 16.1.9. Matriz de la Probabilidad e Impacto

Para la matriz de probabilidad se pueden visualizar las amenazas y las oportunidades que se encuentran, allí se localizan los porcentajes correspondientes; A cada una de las escalas generando una gráfica de temperatura, estableciendo si el impacto es negativo o positivo, (Ver tabla 53).

Tabla 53. Matriz de probabilidad e impacto.

	Probabilidad	Amenazas					Oportunidades				
10	Muy alto	10	30	50	70	100	100	70	50	30	10
7	Alto	7	21	35	49	70	70	49	35	21	7
5	Mediano	5	15	25	35	50	50	35	25	15	5
3	Bajo	3	9	15	21	30	30	21	15	9	3
1	Nulo	1	3	5	7	10	10	7	5	3	1



	Nulo	Bajo	Mediano	Alto	Muy alto	Muy alto	Alto	Mediano	Bajo	Nulo
	1	3	5	7	10	10	7	5	3	1
	Impacto negativo					Impacto Positivo				

Fuente: Autores 2022.

#### 16.1.10. Formato de Registro de Riesgos y de los Informes

Para la definición y documentación de los riesgos asociados al proyecto, se evaluará y comunicará los procesos de Gestión del Riesgo a todos los miembros del equipo e interesados, teniendo en cuenta el riesgo, la causa, la fecha, el tipo de riesgo, la categoría, tipo, valoración e impacto, (Ver tabla 54).

Tabla 54. Formato del registro de riesgos.

Nro. De Ref.	Descripción del problema	Riesgo	Causas Raíz	Fecha de Identificación	Tipo de Riesgo		Categoría de Riesgo
					Amenaza	Oportunidad	

Objetivo de proyecto afectado				Tipo de Impacto		Probabilidad	Valoración de Impacto			
Alcance	Tiempo	Costo	Calidad	Directo	Indirecto		Alcance	Tiempo	Costo	Calidad

Fuente: Autores 2022.

## 16.2. Matrices de Probabilidad — Impacto (Inicial y Residual)

### 16.2.1. Identificación de Riesgos

En este ítem se hallan enumerados uno a uno la información de los riesgos que se encontraron luego de la validación realizada, de acuerdo con las principales amenazas y oportunidades. Basados en situaciones propias del proyecto, toda esta información será procesada en una tabla y socializada con todo el equipo y los interesados. En el Apéndice S, se podrán visualizar los riesgos que hacen parte del proyecto

### 16.2.2. Análisis Cualitativo de Riesgos

Para este ítem se identificarán los riesgos en los cuales se realizará el análisis cualitativo y cuantitativo con el fin de valorar su incidencia dentro del proyecto por lo que para el análisis cualitativo se procederá calculando la probabilidad e impacto de los riesgos ya definidos con la finalidad de clasificarlos y calcular su importancia y priorización, (Ver tabla 55, 56).

*Tabla 55. Análisis Cualitativo.*

Id Riesgo	Probabilidad	Porcentaje	Impacto	Calificación	Prioritario	Urgencia	Observación
R01	5	40%	7	35	SI	8 días	N/A
R02	7	70%	7	49	SI	8 días	N/A
R03	3	20%	5	15	NO	60 días	Aceptación pasiva
O01	5	40%	5	25	NO	60 días	Aceptación pasiva
R04	10	85%	7	70	SI	4 días	N/A
R05	5	40%	3	15	NO	30 días	Aceptación pasiva
O02	5	40%	7	35	SI	4 días	N/A
R06	10	85%	5	50	SI	1 día	N/A

R07	3	20%	5	15	NO	15 días	Aceptación Pasiva
R08	7	70%	7	49	SI	1 Día	N/A
O03	5	40%	10	50	SI	1 Día	N/A
O04	10	85%	7	70	SI	2 días	N/A
R09	10	85%	5	50	SI	2 días	N/A
R10	7	70%	3	21	NO	1 día	Aceptación Pasiva
R11	10	85%	7	70	SI	1 día	N/A
R12	5	40%	5	25	SI	1 Día	N/A
R13	5	40%	5	25	SI	2 días	N/A
R14	5	40%	3	15	SI	2 días	N/A
R15	5	40%	7	35	NO	1 día	Aceptación Pasiva
R16	5	40%	7	35	SI	1 día	N/A

Fuente: Autores 2022.

En la tabla 56, se visualiza la Matriz de probabilidad e impacto con la identificación de los riesgos ya encontrados en el proyecto, sus respectivas oportunidades, amenazas y la probabilidad de ocurrencia de cada uno de ellos.

Tabla 56 Matriz de probabilidad e impacto con la identificación de riesgos

	Probabilidad	Amenazas					Oportunidades				
10	Muy alto			R06, R09	R04, R11			O04			
7	Alto		R10		R02, R08						
5	Mediano		R05		R01		O03	O02			
3	Bajo			R03, R07							
1	Nulo										
		Nulo	Bajo	Mediano	Alto	Muy alto	Muy alto	Alto	Mediano	Bajo	Nulo
		1	3	5	7	10	10	7	5	3	1
		Impacto negativo					Impacto Positivo				

Fuente: Autores 2022

### 16.3. Matriz de Riesgos

#### 16.3.1. Análisis Cuantitativo de Riesgos

La estrategia para evaluar de manera cuantitativa los riesgos se establece la siguiente tabla, Para determinar un valor esperado de los riesgos se estima una reserva de Contingencia dando un valor a cada riesgo desde el más alto al más bajo que se tiene dentro del proyecto.

Tabla 57. Análisis cuantitativo.

ID Riesgo	Calificación	Porcentaje de probabilidad	Impacto en costos	Reserva de contingencia en costos	Impacto en tiempos	Reserva de contingencia en tiempo
R01	35	40%	\$ 63.140.195	\$ 25.256.078	10	4
R02	49	70%		\$ -	10	7
R04	70	85%	\$ 47.647.900	\$ 40.500.715	6	5,1
O02	35	40%	-\$ 2.800.000	-\$ 1.120.000	-4	-1,6
R06	50	85%	\$ 12.556.000	\$ 10.672.600	4	3,4
R08	49	70%	\$ 3.230.000	\$ 2.261.000	2	1,4
O03	50	40%	-\$ 3.424.000	-\$ 1.369.600	-3	-1,2
O04	70	85%	-\$ 4.000.000	-\$ 3.400.000	-4	-3,4
R09	50	85%	\$ 28.847.000	\$ 24.519.950	7	5,95
R11	70	85%	\$ 4.264.562	\$ 3.624.878	2	1,7
R12	25	40%	\$ 3.345.265	\$ 1.338.106	3	1,2
R13	25	40%	\$ 3.489.478	\$ 1.395.791	5	2
R14	15	40%	\$ 2.335.895	\$ 934.358	2	0,8

<b>R15</b>	35	40%	\$ 4.256.985	\$ 1.702.794	3	1,2
<b>R16</b>	35	40%	\$ 5.026.223	\$ 2.010.489	2	0,8
			<b>Reserva total</b>	\$	<b>Reserva</b>	
			<b>en \$</b>	108.327.159	<b>total en t</b>	28,35

*Fuente: Autores 2022.*

### 16.3.2. Plan de Respuesta a los Riesgos

Posterior a la revisión de los riesgos identificados y evaluado el análisis cualitativo y cuantitativo se precisará un plan de respuesta para cada uno de estos, este radica en diseñar y delimitar un plan de prevención y/o de contingencia para los riesgos de acuerdo con la prevención o materialización de estos. En este se responderá cuál será el riesgo, la estrategia, el plan específico, el dueño, el costo y la fecha, (Ver apéndice T).

En la tabla 58, se puede visualizar la revisión del plan de respuesta para cada riesgo, se realiza un nuevo análisis, sacando valores de probabilidad, impacto, calificación y efectividad. Todo esto a partir de los ejercicios implementados en el plan, y así verificar si se logra disminuir su severidad en el caso de las amenazas y aumentar los máximos en el caso de las oportunidades.

Tabla 58. Plan de respuesta.

<b>Riesgos priorizados</b>	<b>Nueva Probabilidad</b>	<b>Nuevo Impacto</b>	<b>Nueva Calificación Cf</b>	<b>Efectividad</b>
R01	3	5	15	57,14%
R02	3	5	15	69,39%
R04	7	5	35	50,00%
O02	7	10	70	64,29%
R06	7	3	21	58%
R08	1	3	3	94%
O03	7	10	70	50,00%
O04	10	10	100	50,00%
R09	7	3	21	58%
R11	1	3	3	96%
R12	3	3	9	64%
R13	3	3	9	64%
R14	3	1	3	80%
R15	3	5	15	57%
R16	5	1	5	76%

Fuente: Autores 2022.

### 16.3.3. Matriz de Probabilidad Impacto Residual

Luego de realizar las matrices de probabilidad e impacto inicial y residual se evidencia que todos los riesgos tienen una efectividad de más del 50%, graficados en el mapa de calor residual esto dado que con el plan de respuesta que se planteó para cada de estos se logra evitar que los riesgos ocurran de esta manera su probabilidad e impacto disminuyen.

Por otro lado, con el plan de respuesta de los demás riesgos se logra que muchos de los que se encontraban muy altos logren convertirse en mediano o bajo, así como para las oportunidades que eran alto se puedan convertir en muy alto, (Ver tabla 59).

Tabla 59. Matriz de probabilidad impacto residual.

	Probabilidad	Amenazas					Oportunidades				
10	Muy alto						O04				
7	Alto		R06, R09	R04			O02; O03				
5	Mediano	R15									
3	Bajo	R14	R12, R13	R01, R02, R15							
1	Nulo		R08, R11								
		Nulo	Bajo	Mediano	Alto	Muy alto	Muy alto	Alto	Mediano	Bajo	Nulo
		1	3	5	7	10	10	7	5	3	1
		Impacto negativo					Impacto Positivo				

Fuente: Autores 2022.

#### 16.3.4. Reservas de Contingencia Después de Aplicado el Plan de Respuesta al Plan de Respuesta a los Riesgos.

En la siguiente tabla 60, se representa como queda aplicada la reserva de contingencia después de haber ejecutado el plan de respuesta al plan de respuesta a los riesgos. Donde se puede observar los análisis realizados a cada uno de los riesgos, desde la identificación hasta el monitoreo de cada riesgo según lo dispuesto por el plan de gestión de riesgos.

La importancia en la gestión del proyecto radica en que por medio de esta se logra evidenciar el cambio en la calificación, la probabilidad, el impacto y como todo esto afecta a la reserva de contingencia del proyecto.

Tabla 60. Reservas de contingencia después del plan de respuesta a los riesgos.

ID Riesgo	Calificación	Porcentaje de probabilidad	Impacto en costos	Reserva de contingencia en costos	Impacto en tiempos	Reserva de contingencia en tiempo
R01	15	20%	\$ 25.000.000	\$ 5.000.000	9	1,8
R02	15	20%		\$ -	8	1,6
R04	35	70%	\$ 27.647.900	\$ 19.353.530	5	3,5
O02	70	70%	-\$ 4.670.000	-\$ 3.269.000	-6	-4,2
R06	21	70%	\$ 9.956.000	\$ 6.969.200	3	2,1
R08	3	4%	\$ 2.830.000	\$ 113.200	1	0,04
O03	70	70%	-\$ 5.424.000	-\$ 3.796.800	-4	-2,8
O04	100	85%	-\$ 23.510.000	-\$ 19.983.500	-3	-2,55
R09	21	70%	\$ 22.748.510	\$ 15.923.957	5	3,5
R11	3	4%	\$ 2.264.251	\$ 90.570	1	0,04
R12	9	20%	\$ 2.345.215	\$ 469.043	2	0,4
R13	9	20%	\$ 2.289.378	\$ 457.876	4	0,8
R14	3	20%	\$ 1.635.997	\$ 327.199	1	0,2
R15	15	20%	\$ 2.756.915	\$ 551.383	2	0,4
R16	3	20%	\$ 3.026.211	\$ 605.242	1	0,2



	<b>Reserva total en \$</b>	\$22.811.901	<b>Reserva total en t</b>	5,03
--	--------------------------------	--------------	-------------------------------	------

Fuente: Autores 2022.

## 17. Gestión de las Adquisiciones del Proyecto

### 17.1. Plan de Gestión de las Adquisiciones

#### 17.1.1. Definición de la Adquisición

El presente plan de gestión de adquisiciones aborda las actividades a implementar durante el proceso de adquisición, determina qué tipo de producto emplear, garantizando que las fuentes y disponibilidad de financiación estén alineados al proyecto: “DISEÑO, FABRICACION, MONTAJE Y PUESTA EN SERVICIO DE REACTORES SECOS EN LAS SUBESTACIONES DE CAÑO LIMON, ARAUCA Y CHINU, MONTERIA.” (Ver tabla 61).

Tabla 61. Definiciones.

Producto/Servicio	Justificación	Fecha entrega
Ingeniería Básica	Se requiere realizar una ingeniería básica de los reactores para evaluar la necesidad particular del cliente y que se ajuste a sus necesidades	22/09/2022
Ingeniería de detalle	la ingeniería de detalle indica particularidades eléctricas de control y protección para las unidades de generación, esta ingeniería permite que la solución sea completamente ajustada a los equipos actuales	21/10/2022

Reactor seco de Canadá	Se requiere realizar la compra del reactor nuevo debido que el existente se encuentra completamente averiado por una incineración	24/10/2022
Reactor seco de Brasil	Se requiere realizar la compra del reactor nuevo debido que el existente se encuentra completamente averiado por una incineración	24/10/2022
Transporte de carga	Necesario para transportar los reactores desde las ubicaciones de Brasil y Canadá hasta el puerto de Cartagena, así como el transporte desde el puerto a las subestaciones	12/06/2023
Técnicos/Linieros	Necesario para que brinden apoyo en el Izaje, montaje y conexionado de los reactores en cada una de las subestaciones	22/05/2023
Transporte de personal	Necesario para el correcto descanso y traslados del personal en Chinú y Arauca	20/05/2023
Alquiler de equipos de prueba	Se necesitan para realizar las pruebas a los reactores secos en la puesta en servicio de cada uno en las dos locaciones y garantizar su correcto funcionamiento	20/05/2023
grúa	Se requiere para realizar el Izaje de los reactores secos debido por su gran volumen y peso	20/05/2023

Fuente: Autores 2021.

#### 17.1.2. Tipos de Contrato Por Utilizar

En el presente proyecto se utilizarán diferentes tipos de contrato dependiendo la necesidad de adquisiciones, el contrato de precio fijo cerrado será utilizado para la adquisición de ingenierías básica y de detalle, compra de reactores secos en Brasil y Canadá. Debido que los requerimientos a estos proveedores se encuentran

claramente definidos y si se llegan a presentar retrasos o modificaciones deben ser asumidos por cada proveedor debido que el alcance se encontraba totalmente definido en la etapa inicial.

El contrato de tiempo y materiales será utilizado para la adquisición de transporte de personal, alquiler de equipos de prueba y el alquiler de la grúa, debido que a pesar de que se tiene un alcance definido los costos podrían variar por el tiempo invertido en culminar cada actividad.

Finalmente, para la adquisición del transporte de carga, los técnicos y el transporte de carga se utilizará el contrato de precio fijo con ajustes económicos de precio debido que el alcance puede sufrir modificación por condiciones particulares de las zonas de ejecución de las actividades y el tiempo se podría también modificar para cumplir con los objetivos y esto no sería responsabilidad del proveedor.

#### 17.1.3. Riesgos de Contratación

Según el plan de respuesta a riesgos de la adquisición de manera general se tiene, el incumplimiento de los contratos pactados, para esto se realizará monitoreo y control de la ejecución de cada uno de los contratos suscritos para garantizar su cumplimiento de acuerdo con lo pactado contractualmente y asegurar el éxito del presente plan de adquisición, (Ver tabla 62).

Tabla 62. Riesgos de contratación.

Descripción del riesgo	Probabilidad e impacto	Acciones de mitigación
Debido a la alta demanda de solicitudes a fabrica es posible un retraso en la entrega para los reactores secos y por lo tanto se puede presentar un incumplimiento del cronograma	Alta probabilidad, alto impacto	Se realizará reuniones de seguimiento con las fábricas y cualquier retraso que cause una multa por el cliente por este concepto será trasladada a cada una de las fabricas
Debido a la crisis de los contenedores es posible que la reserva de vuelos y barco se retrase y por lo tanto se presente sobre costos e incumplimiento del cronograma	Alta probabilidad, alto impacto	Se mantendrá una constante comunicación con el proveedor, adicional se realizarán los tramites de gestión un tiempo antes del indicado en el cronograma
Debido a la insuficiente demanda de proveedores logísticos en Arauca es posible que se adquieran proveedores de ciudades cercanas y por lo tanto se presente aumento en los costos e insatisfacción de la comunidad	Baja probabilidad, alto impacto.	Se realizará un estudio de mercado donde se planeen todos los transportes necesarios, los cuales presentaran una cotización y se escogerá el más indicado
Debido a demoras de entregables por parte de subcontratistas, puede ocurrir que el inicio de otras actividades que dependen de dichos entregables se retrase, lo que ocasionaría aumento en el tiempo de ejecución del proyecto.	Alta probabilidad, alto impacto	Incumplimiento por parte de subcontratistas, cobro de cláusulas.

Debido a problemas en la inadecuada selección del tipo de contratos, puede ocurrir que se presenten inconvenientes en la ejecución de estos, y por tanto sobre costos o demoras en el proyecto.	Baja probabilidad, alto impacto.	Contratar personal idóneo para la evaluación y selección de contratos, esto será revisado y supervisado por el director de obra.
---	----------------------------------	--

*Fuente: Autores 2021.*

## 17.2. Determinación de los Costos

La determinación de los costos para cada una de las adquisiciones se realizará por medio de una RFQ que cada proveedor enviará con los comentarios atendidos luego de pasar la primera ronda de evaluación, la provisión del costo para cada una de las adquisiciones debe conservar el presupuesto destinado para estas compras e idealmente garantizar una mejor en el costo planeado para obtener al finalizar el proyecto mejor indicador de rentabilidad. Por supuesto la calidad y cumplimiento del alcance es obligatorio y no se puede arriesgar esto por costo.

## 17.3. Documentación Estándar para la Contratación

La documentación para la creación del proveedor incluye entre otros los siguientes documentos

- Cámara y comercio de la empresa
- Certificado de transferencia bancaria
- Certificaciones de experiencia en la gestión de bienes y servicios similares
- RUT

Esta documentación será evaluada por el área de compras y compliance de la compañía luego de realizar la evaluación que la documentación es comprobable se

procederá a la creación del proveedor donde se deberán diligenciar los formatos específicos exigidos por la compañía para formalizar la creación del proveedor, la transacción de adquisiciones se realizará por orden de compra el cual representará legalmente como un contrato entre las partes donde se establecen los precios unitarios y totales de la adquisición, así como los tiempos y lugar de entrega.

#### 17.4. Restricciones de la Contratación

Se presentarán restricciones para la contratación de un proponente si se presentan algunos de los siguientes casos:

- El proveedor tiene abierta una no conformidad que no fue atendida en otro proyecto
- En la evaluación de compras el resultado fue que es un proveedor con asuntos legales por atender y podría representar un riesgo para la imagen de la compañía
- El proveedor se encuentra suspendido por la ejecución deficiente en otro proyecto
- La propuesta comercial del proveedor no atiene los requerimientos en alcance, tiempo y costo de lo requerido.

Si el proveedor se encuentra en algunas de las causales mencionadas se realizará un comunicado que será enviado por correo electrónico donde se indicará que se encuentra por fuera de la contratación.

### 17.5. Proceso de Aprobación de Contratos

El gerente del proyecto con el gestor de compras realizarán la revisión técnica y comercial de los contratos que apliquen para la ejecución del proyecto, si el proveedor ya está previamente creado en la compañía se entiende que tiene el visto bueno del área legal, en caso contrario deberá tener una revisión del área legal previa a la celebración del contrato con el proveedor, sin embargo el responsable del seguimiento y control de los contratos del proyecto será el director de proyectos que tiene la autonomía para cancelar, prorrogar o modificar el contrato si así lo considera necesario, los contratos con los proveedores son formalizados mediante la recepción de la orden de compra por parte del proveedor.

### 17.6. Criterios de Decisión

En cuanto a criterios de decisión se establecen los siguientes ítems para tener en cuenta.

- *Evaluación de proveedores según políticas de la empresa:* el área comercial de la empresa dará como insumo una lista al director del proyecto con los proveedores precalificados de proyectos anteriores para su consideración.
- *Calidad de los productos o servicios:* se tendrá en cuenta que los productos y servicios por el proveedor cumplan con las especificaciones técnicas vigentes aplicables en el proyecto.
- *Experiencia certificada:* se analizará la experiencia en el campo de la ingeniería y en la similitud en la ejecución de proyectos similares.

- *Propuestas y servicios de cada proveedor:* se realizarán reuniones con los posibles proveedores para informar el alcance del proyecto, los servicios que se requieren y acordar un costo preliminar.

#### 17.7. Gestión de Proveedores

Estos se verificarán y validarán mediante el seguimiento y control del proyecto, donde se comprueba el cumplimiento de cada uno de los proveedores de acuerdo con lo pactado en cada uno de los contratos. Para esta gestión se tendrán en cuenta los siguientes indicadores:

- **Satisfacción del cliente:**  $(\text{Numero de encuestas buenas}) / (\text{Numero de encuestas efectuadas}) \times 100$ .

Con frecuencia de medición de dos veces durante la duración del contrato.

- **Calidad del proveedor:**  $(\text{Numero de entregables que cumplen}) / (\text{Numero de entregables realizados}) \times 100$ .

Con frecuencia de medición mensual.

- **Cumplimiento del proveedor:**  $(\text{Numero de entregables programados}) / (\text{Numero de entregables realizados}) \times 100$ .

Con frecuencia de medición mensual.

#### 17.8. Métricas de Desempeño para las Actividades de Adquisición

La principal métrica que se contempla para las adquisiciones es realizar la evaluación de proveedores críticos, para esta selección se tomó la metodología indica en la ISO 9001, se asignaron criterios de evaluación dependiendo si es la



prestación de un servicio o el suministro de un bien, los frentes de búsqueda de las adquisiciones son local, nacional y extranjero.

Los criterios de evaluación para adquisiciones de bienes son la calidad (20%), cotización oportuna (15%), tiempo de entrega (25%), precio (20%), cumplimiento de acuerdos (20%) esta ponderación fue asignada por el área de gestión de compras y son criterios previamente definidos por la compañía transversales para todos los proyectos. Los criterios de evaluación para adquisiciones de servicios son diferentes debido que son considerados de mayor riesgo al tener presente el recurso humano y la exposición del personal a factores de riesgo inherentes a la actividad laboral, los criterios son experiencia y trayectoria (30%), cumplimiento de cronograma (30%), cumplimiento de normatividad COVID (20%), cumplimiento de normatividad legal (20%). Definidos los criterios de evaluación para cada una de las adquisiciones se realizará una evaluación técnica de la adquisición, esto dependerá estrictamente de las condiciones particulares por atender.

## 17.9. Matriz de las Adquisiciones

En la siguiente tabla se presenta la matriz de adquisiciones del proyecto donde se relaciona el tipo de contrato, procedimiento de contratación, responsable de adquisiciones, ofertas de proveedores, valor del contrato y condiciones del contrato.

Tabla 63. Matriz de adquisiciones parte I.

<b>PROYECTO:</b>		<b>DISEÑO, FABRICACION, MONTAJE Y PUESTA EN SERVICIO DE REACTORES SECOS EN LAS SUBESTACIONES DE CAÑO LIMON, ARAUCA Y CHINU, MONTERIA</b>						
<b>ORGANIZACIÓN:</b>		<b>SIEMENS</b>						
<b>PATROCINADOR:</b>		<b>ISA INTERCOLOMBIA</b>						
<b>GERENTE DE PROYECTO:</b>		<b>CRISTIAN MANCHEGO, DANIEL TABARES</b>						
<b>PRODUCTO O SERVICIO PARA ADQUIRIR</b>	<b>CÓDIGO EDT</b>	<b>TIPO DE CONTRATO</b>	<b>PROCEDIMIENTO DE CONTRATACIÓN</b>	<b>RESPONSABLE DE ADQUISICIONES</b>	<b>PROVEEDORES QUE PRESENTARON OFERTA</b>	<b>PROVEEDOR SELECCIONADO</b>	<b>VALOR CONTRATO</b>	<b>CONDICIONES DEL CONTRATO</b>
Ingeniería Básica	3.1	Precio Fijo cerrado	Proveedor único	Gestor de compras director de proyectos	Siemens	Siemens	\$ 21.980.000	Capacidad técnica

Ingeniería de detalle	5.1.1	Precio Fijo cerrado	Proveedor único	Gestor de compras director de proyectos	Siemens	Siemens	\$ 12.960.000	Capacidad técnica
Reactor seco de Canadá	5.2.1	Precio Fijo cerrado	Proveedor único	Gestor de compras director de proyectos	Fábricas de Siemens	Fábricas de Siemens	\$ 1.108.320.000	Capacidad técnica
Reactor seco de Brasil	5.2.2	Precio Fijo cerrado	Proveedor único	Gestor de compras director de proyectos	Fábricas de Siemens	Fábricas de Siemens	\$ 827.200	Capacidad técnica
Transporte de carga	6.1	Precio fijo con ajustes económicos de precio	Basado en costos y calidad	Gestor de compras director de proyectos	Conalca, Aldia, MCT		\$ 4.320.000	Costo total
Técnicos/Linieros	7.1 y 7.2	Precio fijo con ajustes económicos de precio	Basado en costos y calidad	Gestor de compras director de proyectos	Cipro, Proeval, Inter servicios		\$ 13.260.000	Costo total
Transporte de personal	7.1.1.1 y 7.2.1.1	Tiempo y materiales	Basado en costos y calidad	Gestor de compras director de proyectos	Tranes, Servicoches, Servivans		\$ 3.312.000	Costo total
Alquiler de equipos de prueba	7.1.2.3 y 7.2.2.3	Tiempo y materiales	Proveedor único	Gestor de compras director de proyectos	Siemens	Siemens	\$ 4.215.000	Capacidad técnica

grúa	7.1.2.1 y 7.2.2.1	Tiempo y materiales	Basado en costos y calidad	Gestor de compras director de proyectos	Ms Grúas, MCT, Aldia		\$ 25.296.000	Costo total
------	-------------------------	---------------------	----------------------------	---	----------------------	--	---------------	-------------

Fuente: Autores 2022.

Tabla 64. Matriz de adquisiciones Parte II.

<b>PROYECTO:</b>		<b>DISEÑO, FABRICACION, MONTAJE Y PUESTA EN SERVICIO DE REACTORES SECOS EN LAS SUBESTACIONES DE CAÑO LIMON, ARAUCA Y CHINU, MONTERIA</b>							
<b>ORGANIZACIÓN:</b>		<b>SIEMENS</b>							
<b>PATROCINADOR:</b>		<b>ISA INTERCOLOMBIA</b>							
<b>GERENTE DE PROYECTO:</b>		<b>CRISTIAN MANCHEGO, DANIEL TABARES</b>							
PRODUCTO O SERVICIO PARA ADQUIRIR	CÓDIGO EDT	EVALUACIÓN Y CALIFICACIÓN		FORMALIZACIÓN CONTRATO /COMPRA		EJECUCIÓN CONTRATO		LIQUIDACIÓN CONTRATO	
		Inicio	fin	inicio	fin	inicio	fin	inicio	fin
Ingeniería Básica	3.1	26/07/2022	26/08/2022	22/09/2022	26/09/2022	26/09/2022	13/10/2022	25/07/2023	28/07/2023
Ingeniería de detalle	5.1.1	26/07/2022	26/08/2022	21/10/2022	24/10/2022	25/10/2022	27/10/2022	25/07/2023	28/07/2023
Reactor seco de Canadá	5.2.1	26/07/2022	26/08/2022	24/10/2022	27/10/2022	28/10/2022	12/04/2023	25/07/2023	28/07/2023

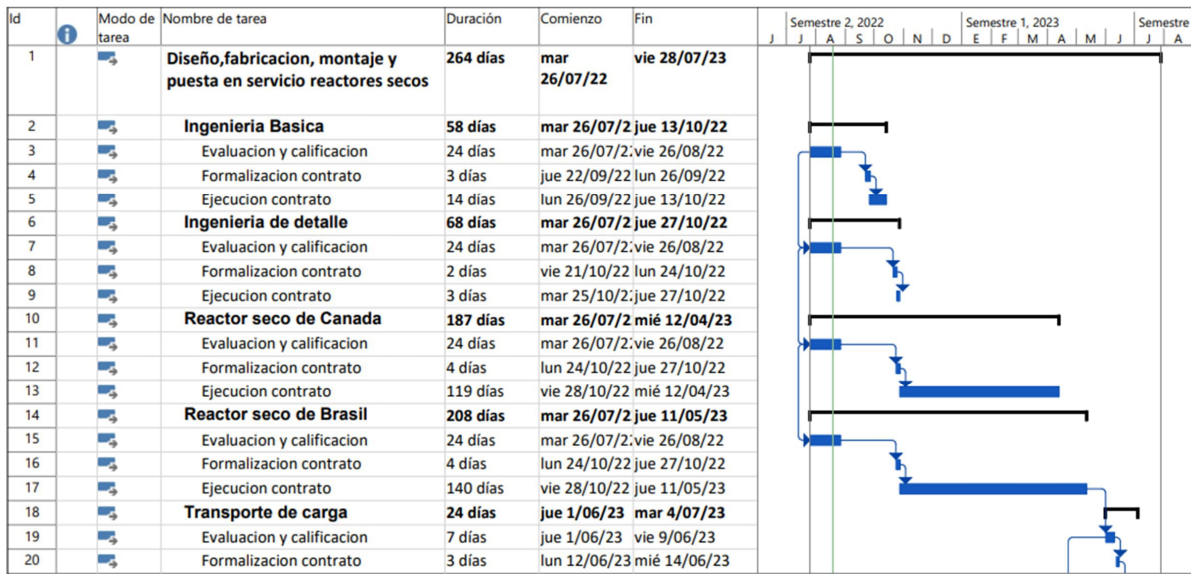
Reactor seco de Brasil	5.2.2	26/07/2022	26/08/2022	24/10/2022	27/10/2022	28/10/2022	11/05/2023	25/07/2023	28/07/2023
Transporte de carga	6.1	1/06/2023	9/06/2023	12/06/2023	14/06/2023	15/06/2023	4/07/2023	25/07/2023	28/07/2023
Técnicos/Linieros	7.1 y 7.2	5/05/2023	15/05/2023	22/05/2023	1/06/2023	5/06/2023	21/07/2023	25/07/2023	28/07/2023
Transporte de personal	7.1.1.1 y 7.2.1.1	5/05/2022	15/05/2023	20/05/2023	1/06/2023	5/06/2023	21/07/2023	25/07/2023	28/07/2023
Alquiler de equipos de prueba	7.1.2.3 y 7.2.2.3	5/05/2022	15/05/2023	20/05/2023	1/06/2023	5/06/2023	21/07/2023	25/07/2023	28/07/2023
grúa	7.1.2.1 y 7.2.2.1	5/05/2022	15/05/2023	20/05/2023	1/06/2023	8/06/2023	11/07/2023	25/07/2023	28/07/2023

Fuente: Autores 2022.

17.10. Cronograma de Compras

A continuación, en la gráfica 33, se visualizará el diagrama de Gantt de adquisiciones que se construyó para el proyecto, “DISEÑO, FABRICACION, MONTAJE Y PUESTA EN SERVICIO DE REACTORES SECOS EN LAS SUBESTACIONES DE CAÑO LIMON, ARAUCA Y CHINU, MONTERIA”.

Gráfica 33. Diagrama Gantt de adquisiciones.



21		Ejecucion contrato	14 días	jue 15/06/23	mar 4/07/23				
22		<b>Tecnicos/Linieros</b>	<b>57 días</b>	<b>vie 5/05/23</b>	<b>lun 24/07/23</b>				
23		Evaluacion y calificacion	7 días	vie 5/05/23	lun 15/05/23				
24		Formalizacion contrato	9 días	lun 22/05/23	jue 1/06/23				
25		Ejecucion contrato	36 días	lun 5/06/23	lun 24/07/23				
26		<b>Transporte de personal</b>	<b>56 días</b>	<b>vie 5/05/23</b>	<b>vie 21/07/23</b>				
27		Evaluacion y calificacion	7 días	vie 5/05/23	lun 15/05/23				
28		Formalizacion contrato	9 días	lun 22/05/23	jue 1/06/23				
29		Ejecucion contrato	35 días	lun 5/06/23	vie 21/07/23				
30		<b>Alquiler de equipos de prueba</b>	<b>56 días</b>	<b>vie 5/05/23</b>	<b>vie 21/07/23</b>				
31		Evaluacion y calificacion	7 días	vie 5/05/23	lun 15/05/23				
32		Formalizacion contrato	9 días	lun 22/05/23	jue 1/06/23				
33		Ejecucion contrato	35 días	lun 5/06/23	vie 21/07/23				
34		<b>Grua</b>	<b>48 días</b>	<b>vie 5/05/23</b>	<b>mar 11/07/23</b>				
35		Evaluacion y calificacion	7 días	vie 5/05/23	lun 15/05/23				
36		Formalizacion contrato	9 días	lun 22/05/23	jue 1/06/23				
37		Ejecucion contrato	24 días	jue 8/06/23	mar 11/07/23				
38		<b>Liquidacion de contratos</b>	<b>4 días</b>	<b>mar 25/07/2</b>	<b>vie 28/07/23</b>				
39		Liquidacion de contratos	4 días	mar 25/07/2	vie 28/07/23				

Fuente: Autores 202

## **18. Gestión del Valor Ganado**

En la gestión del valor ganado se estimarán el rendimiento del cronograma y costos mediante indicadores de desempeño que permitirán monitorear y controlar con una periodicidad definida para cada indicador el estado del proyecto.

Con el resultado de los indicadores se deben establecer acciones a tomar si se encuentran en rangos no aceptables para el desarrollo sobresaliente del proyecto.

### **18.1. Indicadores de Medición del Desempeño**

El objetivo de los siguientes indicadores será reflejar el rendimiento del proyecto en un periodo específico de la línea base del cronograma, se definieron indicadores para el costo, cronograma e indicadores particulares aplicables al presente proyecto.

En los indicadores se utilizó una metodología similar a un semáforo donde el color verde refleja un aspecto positivo del indicador, el color amarillo en un aspecto neutral o aceptable y un color rojo que indica que se deben tomar acciones correctivas inmediatas para no afectar el desarrollo del proyecto.



Tabla 65. Indicadores de desempeño de cronograma.

Indicadores de desempeño de cronograma			
Indicador	Rango de aceptación	Periodicidad	Estrategia
Variación del cronograma (SV)	Positivo valor de adelanto	Mensual	Continuar con el proyecto según lo establecido
	0 se encuentra al día		Continuar con el proyecto según lo establecido, con validaciones periódicas
	Negativo, Valor de atraso		Revisión con el Patrocinador para definir continuidad del proyecto
Índice de desempeño del cronograma (SPI)	> 1 se encuentra adelantado	Mensual	Continuar con el proyecto según lo establecido
	1 se encuentra al día		Verificación con las partes interesadas de los retrasos y generar acciones correctivas identificando recursos para mejorar los tiempos estimados
	<1 se encuentra atrasado		Revisión con el Patrocinador para definir continuidad del proyecto

Fuente: Autores 2022.

Tabla 66. Indicadores de desempeño del costo.

Indicadores de desempeño del costo				
Indicador		Rango de aceptación	Periodicidad	Estrategia
Variación del costo (CV)		Positivo valor del ahorro	Mensual	Continuar con el proyecto según lo establecido
		0 se encuentra al día		Continuar con el proyecto según lo establecido, con validaciones periódicas
		Negativo Valor de perdida		Revisión con el Patrocinador para definir continuidad del proyecto
Índice de desempeño del costo (CPI)		> 1 Indica ahorro	Mensual	Continuar con el proyecto según lo establecido
		1 se encuentra al día		Analizar desviaciones en el costo del proyecto, tomar junto al equipo financiero y la dirección del proyecto decisiones que mantengan y/o mejoren los costos
		<1 Indica perdida		Revisión con el Patrocinador para definir continuidad del proyecto

Fuente: Autores 2022.

Tabla 67. Indicadores de proyección.

Proyecciones				
Indicador		Rango de aceptación	Periodicidad	Estrategia
variación de la conclusión (VAC)		>1 Por debajo del costo planificado	Bimensual	Continuar con el proyecto según lo establecido
		0 exactamente el costo planificado		Revisar la necesidad de solicitar presupuesto adicional y solicitar control integrado de cambios.
		<1 Por encima del costo planificado		Revisión con el Patrocinador para definir continuidad del proyecto
índice de desempeño del trabajo por completar (TCPI)		<1 Mas fácil de completar	Bimensual	Revisión con el Patrocinador para definir continuidad del proyecto
		1 lo mismo para completar		Esfuerzo adicional que debe realizar el equipo para completar la actividad.
		>1 Mas difícil de completar		Continuar con el proyecto según lo establecido
estimación hasta la conclusión (ETC)		$ETC = EAC - AC$	Bimensual	Realizar un debido monitoreo de los gastos del proyecto y el costo de las actividades.
estimación a la conclusión (EAC)		$EAC = BAC - CPI$	Mensual	Si existe sobrecosto en el proyecto, se dispondrá de las reservas para cubrirlo.

Fuente: Autores 2022.

Tabla 68. Indicadores particulares del proyecto.

Indicadores particulares del proyecto				
Indicador		Rango de aceptación	Periodicidad	Estrategia
Numero de órdenes de compra generadas a tiempo		>95% Sobresaliente	Semestral	se realizará el cálculo del indicador así: Numero de compras generadas a tiempo/número de compras totales*100 en caso de que se encuentre en un rango aceptable se realizara una reunión interna con el área de compras para pedir soporte en la agilidad del proceso
		94<X<52% Aceptable		
		<51% Deficiente		
Numero de No conformidades generadas internas y externas		<5 Aceptable	Al finalizar el proyecto	Si son mayores a 5 se debe informar a la gerencia técnica
		>5 Deficiente		
Numero de lecciones aprendidas		>5 Sobresaliente	Al finalizar el proyecto	Las lecciones aprendidas deben ser socializadas con todos los directores de proyecto de la unidad y las gerencias
		<5 Aceptable		
Entregables conformes a tiempo		>95% Sobresaliente	Para cada uno de los entregables	En caso de ser aceptable o deficiente se realizará una reunión con el interesado para brindar soluciones tempranas o respuestas para la NC
		94<X<52% Aceptable		
		<51% Deficiente		
kilómetros de cable de potencia no utilizado		<200 Metros	Al finalizar el proyecto	se calculará el indicador así: kilómetros de cable no utilizado/kilómetros de cable comprado, si es mayor a 500 metros se deben evaluar alternativas como la venta al
		201<x>500 Metros		
		>500 Metros		

			cliente final o a un tercero para reducir la pérdida del costo invertido
--	--	--	--

Fuente: Autores 2022.

## 18.2. Análisis de Valor Ganado y Curva S

La fecha de inicio del proyecto es el 25 de septiembre de 2022 y fecha estimada de finalización el 14 de agosto de 2023 para el análisis de valor ganado se adoptaron dos fechas de corte, la primera será al finalizar el mes de diciembre de 2022 y la segunda en el mes de Julio de 2023 para las dos fechas se tomará el ultimo día calendario de cada mes.

### 10.2.1 Seguimiento 1 (31 de diciembre 2022)

#### 18.2.1.1. Valor Ganado

Para la fecha de corte el  $PV$  que representa el presupuesto autorizado que es asignado es el siguiente:

$$PV = \$769.768.404$$

EL  $EV$  que representa la cantidad de trabajo ejecutado a la fecha expresado en términos de presupuesto es:

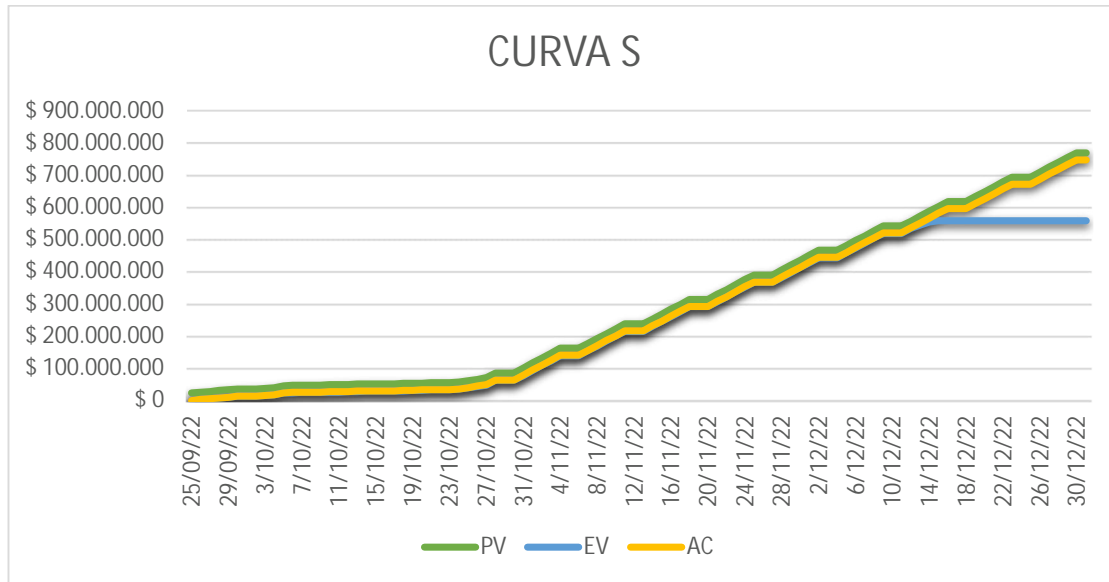
$$EV = \$581.216.700$$

Los costos actuales del proyecto son en el punto de corte inferiores al valor presupuestado para las actividades

$$AC = \$748.160.505$$

### 18.2.1.2. Curva S

Gráfica 34 Curva S Seguimiento 31 de diciembre 2022.



Fuente: Autores 2022.

### 18.2.1.3. Resultados Indicadores

Tabla 69. Indicadores a 31 de diciembre 2022.

Indicadores de desempeño de cronograma	
Indicador	Resultado
Variación del cronograma (SV)	-\$ 188.551.704
Índice de desempeño del cronograma (SPI)	0,76
Indicadores de desempeño del costo	
Indicador	Rango de aceptación
Variación del costo (CV)	-\$ 166.943.805
Índice de desempeño del costo (CPI)	0,78
Proyecciones	
Indicador	Rango de aceptación

variación de la conclusión (VAC)		-\$ 659.606.792
índice de desempeño del trabajo por completar (TCPI)		1,105
estimación hasta la conclusión (ETC)		\$ 2.250.052.187
estimación a la conclusión (EAC)		\$ 2.998.212.692
<b>Indicadores particulares del proyecto</b>		
<b>Indicador</b>		<b>Rango de aceptación</b>
Numero de órdenes de compra generadas a tiempo		Para la fecha de corte no se ha completado 1 semestre para realizar la medición de la métrica
Numero de No conformidades generadas internas y externas		Se medirá al finalizar el proyecto a la fecha de corte no se habían generado No conformidad
Numero de lecciones aprendidas		Se medirá al finalizar el proyecto a la fecha de corte no se habían generado No conformidad
Entregables conformes a tiempo		33%
kilómetros de cable de potencia no utilizado		No aplica debido que el entregable de puesta en servicio es posterior a la fecha de corte

Fuente: Autores 2022.

- Indicadores de desempeño del cronograma: La desviación en el cronograma de retraso se debe a los paquetes de trabajo relacionados con la fabricación de los reactores en Canadá y Brasil, ya que se encuentran retrasados

aproximadamente un 10% para cada uno, acorde al plan por esto ya representa un sobre costo, adicional el índice de desempeño del cronograma nos indica que estamos retrasados al ser inferior a uno.

- Indicadores de costo: Se tienen costos superiores al planificado con respecto al trabajo completado, adicional se tiene un déficit presupuestario de más de cien millones de pesos, esto se debe a paquetes de trabajo relacionados con la generación de órdenes de compra y la elaboración de los planes de la dirección del proyecto, adicional el CPI inferior a uno está indicando que los costos son superiores a la cantidad presupuestada del trabajo realizado.
- Proyecciones: El indicador VAC negativo indica que para la fecha de corte se tiene un déficit de presupuesto, es decir se han incurrido en más gastos de los planificados, para el TCPI superior a 1 indica que será más difícil de completar lo que resta del proyecto con los costos actuales, el indicador de ETC nos está indicando el costo previsto que se requeriría a la fecha de corte para completar todo el trabajo restante y el EAC el costo total previsto para completar todo el trabajo, es decir que como lo indican también los indicadores de costo el proyecto a la fecha podría superar el presupuesto que se planifico.
- Indicadores particulares del proyecto: Algunos de los indicadores a la fecha de corte no aplican debido a su periodicidad y otros debido que los paquetes de trabajo aún no se han ejecutado, para el indicador de los entregables conformes se encuentra en déficit debido que solo se han entregado



conformes dos de los seis entregables de todo el ciclo de vida del proyecto, pero los dos sin novedades.

#### 18.2.1.4. Acciones que Seguir para Corregir Variaciones

- La desviación en el cronograma es importante y las actividades que están generando este retraso pertenecen a la ruta crítica, sin embargo, la fecha de entrega de los reactores por las fábricas aún no se cumple, por esto se solicitara incrementar los esfuerzos para la entrega de los suministros en las fechas pactadas adicionando más personal o implementando un turno los días sábado sin generar un costo al proyecto por estos cambios.
- Para los indicadores de costo si bien están causando un sobre costo en el corte, este costo aún podría no materializarse si fabrica logra entregar los bienes a tiempo, por esto aún no se usarán las reservas, pero si se considera genera no conformidad con costo en caso de una materialización hacia las fábricas, adicional se generará una no conformidad al área de compras por la demora en la emisión de órdenes.
- Los indicadores particulares del proyecto aun la mayoría no se materializan debido que su frecuencia de medición es al final del proyecto y para el indicados de entregables conformes la totalidad que se ha entregado fueron conformes, sin embargo, registra en rojo debido a la cantidad entregada en la fecha de corte.

Gráfica 35 Informe de seguimiento 31 de diciembre 2022



Fuente: Autores 2022.

## 18.2.2. Seguimiento 2 (31 de Julio 2023)

### 18.2.2.1. Valor Ganado

Para la fecha de corte el *PV* que representa el presupuesto autorizado que es asignado es el siguiente:

$$PV = \$2.316.645.900$$

EL *EV* que representa la cantidad de trabajo ejecutado a la fecha expresado en términos de presupuesto es:

$$EV = \$2.316.645.900$$

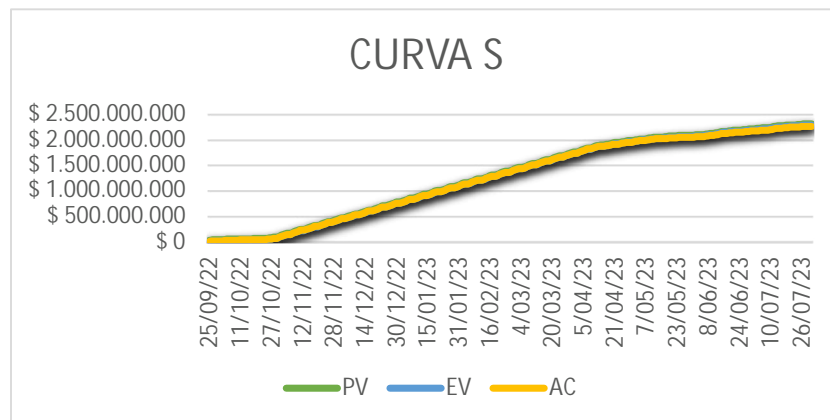
Esto indicaría que el porcentaje de avance de trabajo realizado y los costos asociados a estas actividades no tienen desviaciones respecto al presupuesto del proyecto.

Los costos actuales del proyecto son en el punto de corte inferiores al valor presupuestado para las actividades, esto en este punto de corte con un 98% de avance se podría inferir que los costos serán inferiores a los planeados

$$AC = \$2.261.410.000$$

#### 18.2.2.2. Curva S

Gráfica 36. Curva S Seguimiento 31 de Julio 2023.



Fuente: Autores 2022

## 18.2.2.3. Resultados Indicadores

Tabla 70. Indicadores a 31 de Julio de 2023.

<b>Indicadores de desempeño de cronograma</b>	
<b>Indicador</b>	<b>Resultado</b>
variación del cronograma (SV)	\$ 0
índice de desempeño del cronograma (SPI)	1
<b>Indicadores de desempeño del costo</b>	
<b>Indicador</b>	<b>Rango de aceptación</b>
variación del costo (CV)	\$ 55.235.900
índice de desempeño del costo (CPI)	1,02
<b>Proyecciones</b>	
<b>Indicador</b>	<b>Rango de aceptación</b>
variación de la conclusión (VAC)	\$ 45.855.018
índice de desempeño del trabajo por completar (TCPI)	0,284
estimación hasta la conclusión (ETC)	\$ 31.340.882
estimación a la conclusión (EAC)	\$ 2.292.750.882
<b>Indicadores particulares del proyecto</b>	
<b>Indicador</b>	<b>Rango de aceptación</b>

Numero de órdenes de compra generadas a tiempo		96,7%
Numero de No conformidades generadas internas y externas		2
Numero de lecciones aprendidas		5
Entregables conformes a tiempo		100%
Kilómetros de cable de potencia no utilizado		0,04

Fuente: Autores 2022.

#### 18.2.2.4. Conclusiones

##### ➤ Indicadores de cronograma

Las desviaciones del cronograma en la fecha de corte son cero, debido que las entregas se cumplieron en las fechas planeadas sin contratiempo, pero tampoco se entregaron antes de las fechas pactadas, el índice de desempeño del costo es uno lo que indica que los entregables están a tiempo, es decir en términos de planeación del cronograma el proyecto se encuentra al día.

##### ➤ Indicadores de Costo

En estos indicadores visualizamos un valor positivo para la variación de costo, esto se debe fundamentalmente que la no conformidad emitida en el seguimiento del 31 de Diciembre causa efecto debido que las pruebas FAT de las fábricas no las cobraron debido que se evidencio un retraso en el inicio de actividades luego de la emisión de la orden de compra, adicional en el entregable de logística se incurrieron

en menores costos de los planificados, esto también confirma el CPI superior a uno donde se evidencia que los costos podrían ser menores al finalizar el proyecto.

➤ Proyecciones

Los indicadores de la variación de la conclusión y el TCPI son positivos a la fecha de corte del proyecto debido que indican que tenemos incluso ahorros en el presupuesto del proyecto y que las actividades pendientes por finalizar son muy posibles que terminen en los tiempos y costos planificados.

Adicional el indicador de la estimación hasta la conclusión que nos indica el costo previsto para terminar todo el trabajo restante del proyecto es posible para los paquetes de trabajo pendientes que a la fecha de corte serian lo correspondiente al entregable del cierre

➤ Indicadores Particulares del Proyecto

El indicador de los números de orden de compra es sobresaliente, esto se debe debido que solo estaría pendiente generar una orden de compra relacionada con el dossier técnico del entregable cierre, las no conformidades generadas son las emitidas a las fábricas de Canadá y Brasil, en un margen aceptable.

La totalidad de los bienes fueron entregados a satisfacción por esto se encuentra en sobresaliente, respecto a la cantidad de kilómetros de cable no utilizados también es sobresaliente pues se compraron en total aproximadamente 50 kilómetros de cableado de potencia y no se usaron de estos dos kilómetros.

18.2.2.5. Acciones que Seguir para Corregir Variaciones

El proyecto en términos generales de cronograma y costo son sobresalientes y debido que el proyecto se encuentra cercano a su etapa de cierre, las acciones son de seguimiento y control del proyecto, no se implementarían acciones de mejora.

Gráfica 37. Informe de seguimiento 31 de Julio 2023.



Fuente: Autores 2022

## 19. Informe de Avance de Proyecto

El siguiente informe tiene por objeto reportar el avance del suministro de los bienes y servicios, establecer desempeño, validar fechas de compromiso, evaluar dificultades en el desarrollo y plantear acciones tendientes a mantener el curso establecido en el periodo del 01-07-2023 al 31-07-2023 para el proyecto “DISEÑO, FABRICACION, MONTAJE Y PUESTA EN SERVICIO DE REACTORES SECOS EN LAS SUBESTACIONES DE CAÑO LIMON, ARAUCA Y CHINU, MONTERIA” el precio venta del proyecto es \$ 3.789.674.649

Gráfica 38. Estado general del proyecto.

	Junio 2023			Julio 2023		
	Verde	Amarillo	Rojo	Verde	Amarillo	Rojo
Avance General del Proyecto		√		√		
Estado Entregables Principales		√		√		
Estado Cronograma de Actividades		√		√		
Avance Documentación Contractual	√			√		
Gestión de Riesgos	√			√		
Gestión de Calidad	√			√		
Gestión de Cambios y reclamos	√			√		

Fuente: Autores 2022

Durante el periodo del presente informe se realizaron las siguientes actividades:

### Cronograma:

- Los reactores secos fueron entregados en cada una de las dos subestaciones, la entrega en la subestación caño limón se realizó con el acompañamiento del ejército nacional



- La puesta en servicio de los reactores secos en la subestación Chinú se realizó acorde a los tiempos indicados en el cronograma, la desconexión eléctrica por alta se realizó teniendo presente las cinco reglas de oro eléctricas y sin incidentes o accidentes eléctricos
- La puesta en servicio de los reactores secos en la subestación caño limón, presento un ligero retraso de 3 días en la puesta en operación de los equipos debido a condiciones climáticas y de seguridad en la subestación que impidieron la ejecución continua de las actividades
- Los informes finales de fabrica ya fueron enviados al cliente final y aprobados sin comentarios
- Las pruebas FAT que son las pruebas realizadas en fabrica fueron desarrolladas satisfactoriamente en la presencia del cliente final de forma remota, se firmó el acta de conformidad por el cliente final

**Actividades Pendientes:**

- recepción de ingeniería rojo verde enviada por el ingeniero de protecciones y el ingeniero de montaje para finalizar los ajustes a la ingeniería
- Envío de ingeniería en planos Asbuilt como construido en formato físico y digital al cliente final
- Envío de pruebas SAT realizadas con los reactores energizados en cada una de las subestaciones firmadas por el cliente final en sitio
- envió de facturación para cierre de proyecto
- Realización de lecciones aprendidas y reunión con todos los interesados para socializarlas

**Costos del Proyecto:**

- Se genero no conformidad con costo para las fábricas debido a demoras en las fabricaciones de los reactores secos, debido a esto el costo de las pruebas FAT fue cero para la fábrica de Canadá y Brasil
- El costo asociado a la gestión de transporte marítimo de Canadá fue por menor costo del estimado
- Los costos estimados para los paquetes de trabajo a excepción de los ya mencionados se encuentran ajustados de acuerdo con el plan
- Se debe contemplar que se puede generar un sobre costo por el ingreso de equipos a ciudades con presencia de GAO debido que se deben tener condiciones seguras para el ingreso

**Riesgos:**

- La oportunidad O01 relacionada con el reconocimiento del valor de facturas por mejor TRM a la estimada en etapa de oferta se materializo debido que cuando se realizó el pago la TRM fue mayor a la estimada en la etapa inicial beneficiando la rentabilidad del proyecto
- el riesgo R04 relacionado con el retraso de la entrega de los reactores secos en Arauca se materializo debido que se requería el acompañamiento de la fuerza pública para ingresar a la subestación sin mayor riesgo
- el riesgo R01 relaciono con un posible retraso de la fabricas en la entrega de los reactores secos se materializo parcialmente debido que las fábricas se retrasaron en las entregas sin embargo se logró mitigar el riesgo con la

reserva temprana de buques y la gestión de no conformidad con costo, donde las fábricas asumieron el costo de las pruebas FAT.

Facturación del proyecto:

Nombre del Hito	Factura	Fecha de facturación	Monto	Estado
Acta N°1	R00323	01/09/2022	\$ 757.934.930	Cancelado
Acta N°2	R00334	01/01/2023	\$ 378.967.465	Cancelado
Acta N°3	R00354	01/03/2023	\$ 1.136.902.395	Cancelado
Acta N°4	R00387	01/05/2023	\$ 378.967.465	Cancelado
Acta N°5	R00398	01/07/2023	\$ 1.136.902.395	Cancelado
Acta N°6	R00312	31/08/2023	542.436.934COP	Pendiente

## 20. Conclusiones

- La propuesta presentada para el diseño, fabricación y puesta en servicio de reactores secos en las subestaciones de caño limón y Chinú fue luego de la evaluación de alternativas la más ajustada a las necesidades del cliente final y las comunidades cercanas.
- El diseño eléctrico de los reactores secos, el suministro y la puesta en servicio cumple las necesidades solicitadas por el cliente final en el presupuesto indicado.
- El cronograma planteado para el desarrollo del proyecto se encuentra en tiempos aceptables y posibles para el patrocinador y los desarrolladores de cada paquete de trabajo.
- La financiación del proyecto representa un objetivo atractivo para el ingreso de pedidos y rentabilidad en la unidad de negocio.
- La modernización de las subestaciones Chinú y Caño Limón representa un avance tecnológico eléctrico para el patrocinador y condiciones económicas más favorables para las comunidades cercanas.
- Basándose en los validación, verificación e información del proyecto que se obtiene desde el área técnica, socio ambiental, financiero, mercadeo y de calidad, el proyecto diseño, fabricación y puesta en servicio de reactores secos en las subestaciones de caño limón y Chinú, es viable para su ejecución.

- La aplicación de buenas prácticas de gestión de proyectos en la planeación y ejecución permitieron dar una mejor estructura y trazabilidad a cada uno de los entregables y paquetes de trabajo
- Se debe tener al margen los riesgos que puedan causar retrasos o demoras al plan de trabajo, al tener un marco de trabajo Scrum los riesgos en su mayoría serán tratados antes de que sucedan con el fin de prevenirlos.

## 21.Recomendaciones

- El desarrollo de la ingeniería debe ser con una visita en campo previo al inicio del desarrollo de este entregable para minimizar los ajustes posteriores en los planos Asbuilt
- Se debe indicar a las fábricas el posible ingreso de una nueva solicitud de fabricación en la etapa de oferta y vincular en esta etapa al director de proyecto posible que dirigirá el proyecto
- Adoptar guías como la del PMBOK para el desarrollo de los proyectos permitirá minimizar las desviaciones económicas, técnicas y cualquier tipo de riesgo asociado a estas.
- En los proyectos se deben contemplar variables ambientales y la mitigación que se debe desarrollar en el ciclo de vida del proyecto, así como la mitigación posterior al cierre de estos
- Se debería realizar un estudio de seguridad y mercado en zonas del territorio nacional con presencia de GAO y conflictos sociales debido que esto podría impactar el desarrollo del proyecto y ser considerado en la oferta presupuestal al patrocinador como un costo.
- Se debe garantizar el cumplimiento de la matriz de las comunicaciones, para certificar que se cumpla con el objetivo de asegurar el involucramiento de los interesados mediante diferentes medios o herramientas tecnológicas.
- Para la ejecución del proyecto, se deben tener medidas, métodos y técnicas de elección del talento humano, para garantizar la capacidad de los

profesionales y cumplir con los modelos de calidad, satisfaciendo las necesidades de los interesados y garantizando el éxito del proyecto.

## 22 Bibliografía

- Actualidad Empresa. (22 de Noviembre de 2017). *Actualidad empresa* . Obtenido de METODOLOGÍA SISTÉMICA PARA UN PROCESO ESTRATÉGICO EMPRESARIAL: <http://actualidadempresa.com/metodologia-sistemica-proceso-estrategico-empresarial/>
- Alcaldía Chinu*. (Febrero de 2022). Obtenido de <https://www.chinucordoba.gov.co/Paginas/Inicio.aspx>
- Alcaldía Municipal de Chinu. (2019). *Plan de desarrollo municipal Gobierno de la gente dignidad,gestion y transparencia*. Montería.
- Anaya Velasco, A. (2017). Modelo de Salud y Seguridad en el Trabajo con Gestión Integral para la Sustentabilidad de las organizaciones . *Ciencia & Trabajo Vol 19 No 59*, 95-104.
- ANIF. (15 de 11 de 2019). *Anif.co* . Obtenido de Desempeño reciente del sector construcción y perspectivas: <http://anif.co/sites>
- Arauca, A. d. (Febrero de 2022). *Alcaldía de Arauca*. Obtenido de <https://www.arauca-arauca.gov.co/Paginas/default.aspx>
- aston, B. (s.f.). *The digital project manager*. Obtenido de Como estimar proyectos : La guia completa de la estimacion de costos de un proyecto: <https://thedigitalprojectmanager.com/es/guia-estimacion-presupuesto-costos/>
- Bertalanffy, L. (1989). *Teoría general de los sistemas. Fundamentos, desarrollos, aplicaciones*. Mexico : Fondo de Cultura Economica .



- Del Valle, J. (11 de abril de 2020). *EL ENFOQUE DE SISTEMAS: UNA HERRAMIENTA DE LA PLANEACION*. Obtenido de Ingenieria UNAM,MX:  
<https://www.ingenieria.unam.mx/javica1/planeacion/Planeacion/MarcoSistemas.htm>
- Giraldo, D. B. (2010). Metodología para la selección y evaluación de proveedores en una empresa. *Metodología para la selección y evaluación de proveedores en una empresa*. Medellín, Colombia: Universidad EAFIT.
- Gómez, R. (2015). *Condiciones de trabajo y salud en el sector de la construcción. ¿Cuestión de Jerarquias?* Pamplona: Universidad de Navarra.
- Indepaz. (2019). *Informe sobre presencia de grupos armados en Colombia*. Colombia: Indepaz.
- Institute, P. M. (2017). *La guía de los fundamentos para la dirección de proyectos(Guia del PMBOK)*. Newtown Square: Project Management institute.
- Llarena, M., Villodre, S., Pontoriero, F., & Cattapan, A. (2014). Modelo de Sistema de Gestión de Calidad para la Puesta en Marcha de Cursos no Presenciales: Instrumentos de Seguimiento y Evaluación. *Formación Universitaria Vol 7 (6)* , 3-16.
- Lledo, P. (2017). *Como aprobar el examen PMP sin morir en el intento*. USA: Pablo Lledo.

- Ministerio del Trabajo. (2014). *Sistema de Gestión de la Seguridad y salud en el trabajo. Guía Técnica de implementación para Mipymes*. Bogotá: MIN Trabajo.
- Paulus, N. (2004). Del concepto de riesgo: Conceptualización del Riesgo en Luhmann y Beck . *Revista Mad. No 10*, 1-63.
- Rincón, J., & Mejía, M. (2016). *metodología para la implementación del sistema de gestión de la seguridad y salud en el trabajo sg-sst bajo los lineamientos del PMI, en empresas medianas de la ciudad de Bogotá*. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander .
- Rodriguez, L. (2012). *Estrategias para el mejoramiento de la gestión de la salud y seguridad en el trabajo frente a las formas de vinculación en plantas de un grupo empresarial del sector industrial de Bogotá D.C*. Obtenido de Repositorio Institucional UN:  
<https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/11431>
- UPME-Unidad de planeacion minero energetica. (2015). *Integracion de las energias renovables no convencionales en Colombia*. Bogota: Ministerio de minas y energia.

## 23. Apéndice

### Apéndice A Amortización

Amortización Préstamo Completo Pagando conforme tengo flujo					
Periodo	Valor Crédito	Abono capital	Intereses	Renta	Saldo
0	\$ 2.359.653.353				\$ 2.359.653.353
1	\$ 2.359.653.353	\$ 214.513.941	\$ 1.137.353	\$ 215.651.294	\$ 2.145.139.412
2	\$ 2.145.139.412	\$ 757.934.930	\$ 1.033.957	\$ 758.968.887	\$ 1.387.204.482
3	\$ 1.387.204.482	\$ 214.513.941	\$ 668.633	\$ 215.182.574	\$ 1.172.690.541
4	\$ 1.172.690.541	\$ 214.513.941	\$ 565.237	\$ 215.079.178	\$ 958.176.600
5	\$ 958.176.600	\$ 214.513.941	\$ 461.841	\$ 214.975.782	\$ 743.662.659
6	\$ 743.662.659	\$ 378.967.465	\$ 358.445	\$ 379.325.910	\$ 364.695.194
7	\$ 364.695.194	\$ 214.513.941	\$ 175.783	\$ 214.689.724	\$ 150.181.252

	\$	\$	\$	\$	\$
8	150.181.252	150.181.252	72.387	150.253.640	-
9					

Fuente: Autores 2022

Apéndice B Capitalización

Periodo	Ahorro	Interés	Nuevo saldo
1	\$ 2.359.653.353	\$ 8.707.120,87	\$ 2.368.360.473,97
2	\$ -	\$ 17.446.371,02	\$ 2.385.806.844,99
4	\$ -	\$ 17.510.748,13	\$ 2.403.317.593,13
5	\$ -	\$ 17.575.362,79	\$ 2.420.892.955,92
6	\$ -	\$ 17.640.215,88	\$ 2.438.533.171,80
7	\$ -	\$ 17.705.308,28	\$ 2.456.238.480,07
8	\$ -	\$ 17.770.640,86	\$ 2.474.009.120,94
9	\$ -	\$ 17.836.214,53	\$ 2.491.845.335,47
10	\$ -	\$ 17.902.030,16	\$ 2.509.747.365,63
11	\$ -	\$ 17.968.088,65	\$ 2.527.715.454,28

Fuente: Autores 2022

Apéndice C Capitalización con abonos fijos.

n	VP	Interés	Nuevo saldo
1	\$ 214.513.941	\$ 791.556	\$ 215.305.498
2	\$ 214.513.941	\$ 1.586.034	\$ 431.405.473
3	\$ 214.513.941	\$ 2.383.443	\$ 648.302.856

4	\$	214.513.941	\$	3.183.794	\$	866.000.592
5	\$	214.513.941	\$	3.987.099	\$	1.084.501.631
6	\$	214.513.941	\$	4.793.367	\$	1.303.808.940
7	\$	214.513.941	\$	5.602.611	\$	1.523.925.493
8	\$	214.513.941	\$	6.414.842	\$	1.744.854.275
9	\$	214.513.941	\$	7.230.069	\$	1.966.598.285
10	\$	214.513.941	\$	8.048.304	\$	2.189.160.531
11	\$	214.513.941	\$	8.869.559	\$	2.412.544.031
11	\$	209.836.536	\$	8.711.910	\$	2.364.985.607

*Fuente: Autores 2022.*

Apéndice D Flujo de Caja.

	Periodo 1	Periodo 2	Periodo 3	Periodo 4	Periodo 5	Periodo 6	Periodo 7	Periodo 8	Periodo 9	Periodo 10	Periodo 11
Ingresos											
Préstamo Compañía	\$ 2.359.653. 353										
Pago Cliente final #1		\$ 757.934.9 30									
Pago Cliente final #2						\$ 378.967. 465		\$ 1.136.90 2.395		\$ 378.967.4 65	
Pago Cliente final #3											\$ 1.136.902 .395

	\$	\$				\$		\$		\$	\$
	2.359.653.	757.934.9	\$	\$	\$	378.967.	\$	1.136.90	\$	378.967.4	1.136.902
Total, Ingresos	353	30	-	-	-	465	-	2.395	-	65	.395
Gastos											
Pago de préstamo	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$			
	214.513.9	757.934.9	214.513.	214.513.9	214.513.9	378.967.	214.513.9	150.181.			
Compañía	41	30	941	41	41	465	41	252			
Intereses	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$			
Compañía	1.137.353	1.033.957	668.633	565.237	461.841	358.445	175.783	72.387			
	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$			
	215.651.2	758.968.8	215.182.	215.079.1	214.975.7	379.325.	214.689.7	150.253.	\$	\$	\$
Total, Gastos	94	87	574	78	82	910	24	640	-	-	-
	\$		-\$	-\$	-\$		-\$	\$		\$	\$
Flujo neto del periodo	2.144.002.	-\$	215.182.	215.079.1	214.975.7	-\$	214.689.7	986.648.	\$	378.967.4	1.136.902
	059	1.033.957	574	78	82	358.445	24	755	-	65	.395

		\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$
Saldo inicial		2.144.002.	2.142.96	1.927.785	1.712.706	1.497.73	1.497.372	1.282.68	2.269.331	2.269.331	2.648.298
efectivo		059	8.102	.528	.350	0.568	.122	2.398	.153	.153	.618
	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$
Saldo final caja	2.144.002.059	2.142.968.102	1.927.785.528	1.712.706.350	1.497.730.568	1.497.372.122	1.282.682.398	2.269.331.153	2.269.331.153	2.648.298.618	3.785.201.013

Fuente: Autores 2022.

Apéndice E Indicador VAN

TASA CDT	0,369%	Efectiva mensual									
	Periodo 1	Periodo 2	Periodo 3	Periodo 4	Periodo 5	Periodo 6	Periodo 7	Periodo 8	Periodo 9	Periodo 10	Periodo 11
VAN POR PERIODO	\$ 2.136.119.777	-\$ 1.026.369	-\$ 212.817.975	-\$ 211.933.680	-\$ 211.053.011	-\$ 350.611.242	-\$ 209.225.242	\$ 958.000.630	\$ -	\$ 365.263.229	\$ 1.091.761.090
VAN SUMATORIA	\$ 3.704.737.840										

Fuente: Autores 2022.



Apéndice F Matriz de valoración e impacto (RAM).

PROYECTO	DISEÑO, FABRICACION Y PUESTA EN SERVICIO DE REACTORES SECOS EN LAS SUBESTACIONES DE CAÑO LIMON, ARAUCA Y CHINU, MONTERIA	GERENCIA DEL PROYECTO									ESTIMADO DE COSTOS (\$COP)	M	17 - 23								
											DURACION (DIAS)	L	6 - 16								
		VALORACION DE IMPACTO Y PROBABILIDAD									PLAN DE TRATAMIENTO A LOS RIESGOS		N	1 - 5							
CATEGORIA	RIESGO	PERSONAS	DAÑOS A INSTALACIONES	AMBIENTAL	ECONOMICOS (COSTOS)	TIEMPO	IMAGEN Y CLIENTES	OTROS	VALORACION IMPACTO / PROBABILIDAD	VALORACION GLOBAL	PLAN DE RESPUESTA	ACCION DE TRATAMIENTO	PERSONAS	DAÑOS A INSTALACIONES	AMBIENTAL	ECONOMICOS (COSTOS)	TIEMPO	IMAGEN Y CLIENTES	OTROS		
POLITICO (RELACIONES DE PODER)	PRESENCIA DE GRUPOS ARMADOS AL MARGEN DE LA LEY	5C	5B	1A	4C	3B	3B	10	27	H	Mitigar	1. Establecer canales de comunicación directos con el ejército nacional 2. Socializar constantemente estado de la carga con el cliente final	27	26	8	22	16	16	8		
POLITICO EXPECTATIVAS DE LA COMUNIDAD	INCLUSION DE TRABAJOS DE LA COMUNIDAD CERCANA A LOS TRABAJOS	3C	2B	0A	1A	1A	1A	10	18	M	Mitigar	1. Socializar constantemente el proyecto, previo al desplazamiento, durante y posterior 2. Evaluar el personal que se puede admitir teniendo presente sus conocimientos y tareas por asignar	18	12	0	8	8	8	8		
ECONOMICO/INFRA ESTRUCTURA	MEJORA EN LA CALIDAD DE VIDA DE SUS HABITANTES POR CAMBIOS EN EL SISTEMA ELECTRICO	3A	1A	0	1A	1A	1A	10	15	L	Mitigar	1. Realizar las bitacoras y permisos de trabajo de SST 2. Charla de seguridad e inicio todos los días	15	8	0	8	8	8	8		
SOCIAL/CULTURAL	BLOQUEOS DE COMUNIDADES INDIGENAS EN VIAS DE ACCESO AL PROYECTO	4B	1A	1C	3C	3C	2A	10	21	M	Mitigar	1. Socializar el proyecto constantemente 2. Apoyarse en el cliente final que conoce la zona y los líderes de las comunidades 3. retirar el personal si los bloqueos persisten	21	8	9	18	18	5	8		
TECNOLOGICO/REDES DE CONEXION	MODERNIZACION EN LAS REDES DE ALTA TENSION DE LAS SUBESTACION	3A	1A	0	1A	1A	1A	10	15	L	Mitigar	1. Informar en la charla diaria las 5 reglas de oro 2. Todo el personal al ingreso de la SE debe tener sus EPP completos sin excepción	15	8	0	8	8	8	8		
AMBIENTAL (CLIMA)	INCREMENTO DE LLUVIAS Y ALTAS TEMPERATURAS	4C	1A	0	3C	3C	1A	10	22	M	Mitigar	1. Instalar puntos de hidratación potable para el personal y carros 2. Sugerir al personal el uso de capuchon para el sol al personal con el casco	22	8	0	18	18	8	8		

Fuente: Autores 2022.

Apéndice G Análisis PESTEL

Componente	Factor	Descripción del factor en el entorno del proyecto	Fase de análisis					Nivel de incidencia					¿Describa cómo incide en el proyecto?	¿Cómo potenciaría los efectos positivos y disminuiría los negativos?	
			I	P	Im	C	Cr	Mn	N	I	P	M			
Político	Relaciones de poder	En la ciudad de Arauca se evidencian presencia de grupos armados al margen de la ley			X					X				Presentar retrasos en el ingreso de las bobinas o personal a la ciudad	Se establecerán canales de comunicación con el ejército nacional para que brinden acompañamiento en el ingreso hasta caño limón, Arauca
Político	Relaciones de poder		X						X				Es un intangible para estimar por los costos asociados a los días de standby de vehículo	se adoptarán las recomendaciones de transportistas que conocen la zona y en el plan de costos de	

																			cargados o seguridad del personal	realizar una provisión de riesgos por standby
Político	Expectativas de la comunidad	La comunidad indígena exige la inclusión de la comunidad en los trabajos			X														Se pueden reducir costos de traslado y viáticos de personal	Se vincula de forma directa a las comunidades en actividades básicas o que impliquen mínima capacitación
Económico	Infraestructura, cobertura y calidad de los servicios públicos (acueducto, alcantarillado, recolección de residuos, electrificación, comunicación,	Potenciar la calidad de servicio eléctrico en Chinú y Caño limón			X														Las ubicaciones del proyecto Chinú y Arauquita son zonas donde de estratos 1 y 2, se presentan cortes de energía debida a la irregularidad de servicios y problemas de orden público que	Las bobinas se encontrarán en subestaciones eléctricas las cuales se encuentran vigiladas 24 horas por operadores de la subestación y en caso de presentar una variación el mantenimiento se ejecuta en un tiempo menor

	vivienda, educación, entre otros.)																			afectan el fluido eléctrico	
Social	Cultural	La comunidad indígena puede realizar bloqueos o exigencias de trabajos			X															La ejecución se retrasa por los bloqueos y asumir riesgos por el ingreso de persona no capacitadas	Se realizará una reunión de socialización apoyada con el cliente en zona y las comunidades para explicar el proyecto y sus beneficios
Tecnológico	Redes de conexión	Las redes de alta tensión en Chinú y Arauquita presentaran mejoría en la prestación del servicio			X															Las redes de electrificación de alta tensión prestaran servicio continuo y de alta calidad para las poblaciones cercanas y para las subestaciones líneas abajo y líneas abajo	La instalación de unidades que modernizaran las subestaciones permitirá la continuidad del servicio eléctrico y mejora en la calidad de vida de los habitantes, la instalación y control serán bajo el seguimiento de la CREG (Comisión de regulación de energía, gas y combustibles

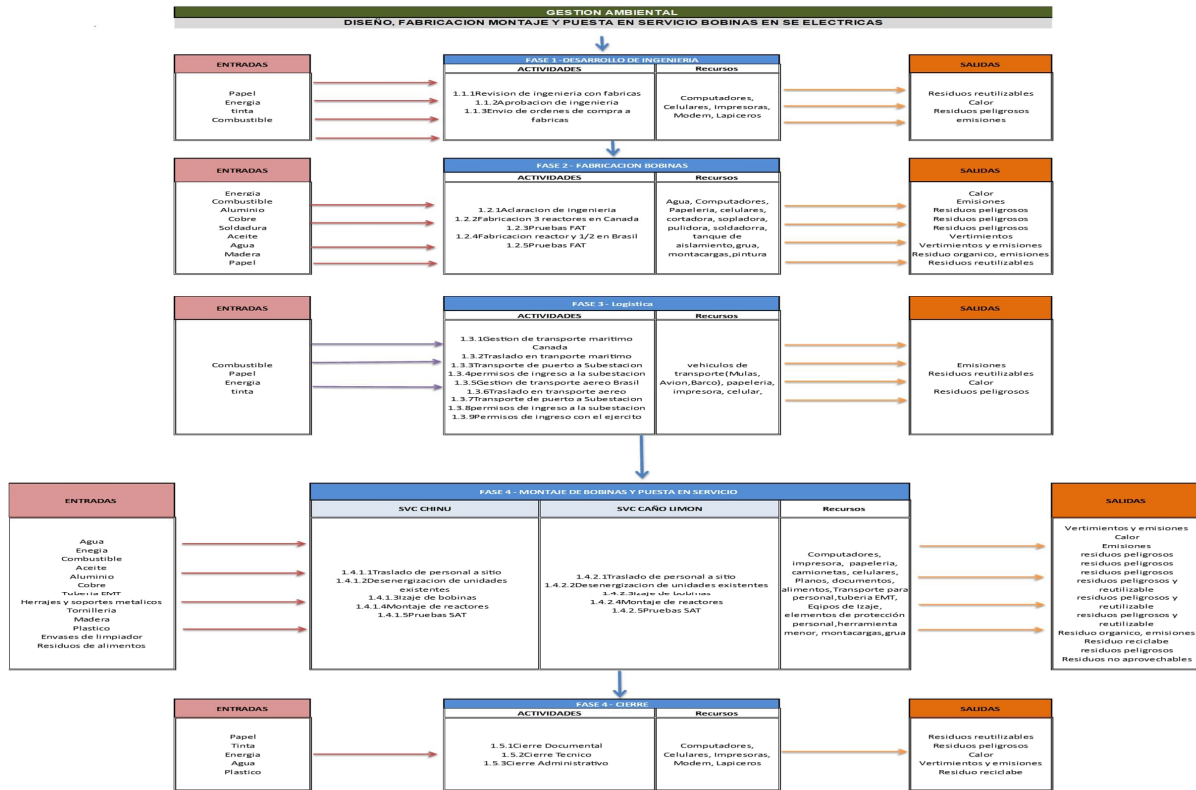
Ambiental	Clima	Precipitación			X								X	<p>Las precipitaciones en Arauca para los meses de junio y Julio son desde los 300mm para la zona norte que es la ubicación de Caño limón y en Chinú en los meses de septiembre llegan a los 180mm</p>	<p>Debido que las condiciones climáticas para las dos localizaciones deben ser expuestos todo el día a la intemperie, se debe estimar la ejecución en el cronograma en los meses donde los efectos climáticos sean menos adversos y provisionar al personal de carpas e hidratación constante para evitar efectos en su salud.</p>
Ambiental		Temperatura			X					X			<p>La temperatura en Arauca para enero-marzo registra 34°C y para Chinú tiene una media todo el año de 32°C</p>		

Ambiental	Brillo solar			X					X																			En Arauca para los meses de enero y diciembre registra 8horas/día y en Chinú en los mismos meses 7horas/día
-----------	--------------	--	--	---	--	--	--	--	---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	---

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

Fuente: Autores 2022.

Apéndice H Eco balance



Fuente: Autores 2022.

Apéndice I Matriz P5.

Integradores del P5		Indicadores	Categorías de sostenibilidad	Sub-Categorías	Elementos	Fase 1 Desarrollo de Ingeniería	Justificación	Fase 2 Montaje de bobinas	Justificación	Total	Acciones de mejora/respuesta
Producto	Objetivos y metas	Vida útil del producto Servicio posventa del producto	Sostenibilidad económica	Retorno de la inversión	Beneficios financieros directos	-2	El desarrollo y aprobación de la ingeniería permitirá solicitar un anticipo al cliente final	-3	la puesta en servicio de las bobinas es el hito de mayor retribución económica para la empresa ejecutora la finalización de esta actividad implica una retribución de más del 60% del contrato	-5	se debe garantizar la aprobación del cliente final para evitar cambios en la fabricación y de efectuarse cambios cobrar factores adicionales por esto, la puesta en servicio debe ser acorde a la solicita del cliente y cumplimiento las características de calidad propias de este proyecto



Proceso	Impactos	Madurez del proceso Eficiencia y estabilidad del proceso		Valor presente neto	-2	la inversión del proyecto es importante en su fase inicial, sin embargo, el modelo de pagos permite amortizar esta inversión en un tiempo muy corto también porque el VSP del proyecto tiene un margen de dos unidades superior al 20%	-3	En esta fase el proyecto ya supero el punto de equilibrio y deberá estar recibiendo rentabilidades por la ejecución	-5	el modelo de pagos debe ser claro en el contrato y pliego con el cliente para permitir su financiación, si no se tiene financiación completa se puede acudir a entidades financieras para esto, pero evaluando los riesgos
			Sostenibilidad económica	Agilidad del negocio	Flexibilidad/Opción en el proyecto	1	La ingeniería debe ser desarrollada por las fábricas para garantizar que el diseñador y el fabricante sea el mismo y evitar flujo de información sensible con entidades externas, sin	0	la empresa que realice el montaje es por subcontratación, pero siempre contara con la supervisión y direccionamiento de la empresa ejecutora	1

						embargo, se puede evaluar que el área de ingeniería desarrolle la misma en caso de que las fábricas no tengan disponibilidad					
			Sostenibilidad económica	Flexibilidad creciente del negocio	-1	este tipo de aplicación es única sin embargo los clientes de generación se pueden ver atraídos por esta	-2	la puesta en servicio y entrega en operación en los tiempos señalados permite el reconocimiento del cliente y posibles clientes futuros	-3	Evaluar la especialización de ingenieros en este tipo de aplicaciones, así como la experiencia de técnicos en la praxis	
			Sostenibilidad económica	Estimulación económica	Impacto local económico	-3	El departamento de ingeniería local tiene un beneficio importante en el desarrollo de la ingeniería y	-3	la vinculación de personal en la zona permite el apoyo a las poblaciones adicionales que un	-6	investigar en las cajas de compensación de Arauca y Chinú sobre personal disponible para realizar los trabajos

					adquisición de experiencia		proyecto de este tipo requerirá también una logística que dinamiza las economías locales			
				Beneficios indirectos	-3	las unidades de negocio de Canadá y Brasil obtendrán reconocimiento por el desarrollo de ingeniería vinculada con bobinas en zonas de difícil acceso	-3	las economías locales se dinamizarán debido a la ejecución y obtendrán mejores condiciones de vida al tener suministros eléctricos de larga duración	-6	realizar un cronograma que se ajuste a las necesidades de los involucrados pero que también garanticen las condiciones contractuales
Sostenibilidad ambiental	Transporte	Proveedores locales	1	No se realizar con proveedores locales	1	No se realizar con proveedores locales	2	No Aplica		

								las comunicaciones en Arauca son limitadas, sin embargo, se realizarán por medio de celular, correo electrónico, y en obra por radio comunicador			Se realizará reuniones de inicio y cierre para informar los alcances		
								Las comunicaciones se desarrollarán por medio de correo electrónico o videollamada	-3			-1	
								Los viajes de los funcionarios se realizarán vía aérea desde sus lugares de origen a los lugares de ejecución	0	No Aplica		-1	Se debe garantizar que todos los aliados cuenten con esquemas de vacunación COVID
								Los trayectos del personal se realizarán vía aérea y los locales por transporte	0	No Aplica		-3	No Aplica

						terrestre tercerizado				
			Energía	Energía usada	1	En esta fase la energía usada serán los equipos de cómputo, fotocopiadoras no se involucran grandes equipos debido que es desarrollo	2	en el montaje es una de las fases que más usos de equipos eléctricos se van a requerir pulidora, CMC. CPC 100 y se realizaran cortes de energía, pero también puesta en servicio de subestación completa	3	Se optimizará los tiempos fuera de servicio y puesta en marcha
				Emisiones /CO2 por la energía usada	1		3		4	
				Retorno de energía limpia	0	No Aplica	0	No Aplica	0	No Aplica

						Durante la ejecución de las actividades de los procesos administrativos se establece la política de reciclaje de papel, siendo el único producto reutilizable que se tendría.	-1	En el montaje se tiene un EHS en obra para realizar los procesos de disposición de residuos de forma correcta	-4	Se dispondrán en el montaje ubicaciones debidamente marcadas para realizar las disposiciones
			Residuos			Durante la ejecución de las actividades de los procesos administrativos se establece la política de reciclaje de papel, siendo el único producto reutilizable que se tendría.	-1	para materiales que lo requieran se realizara la disposición apoyados con empresas especializada en realizar esta disposición	-3	Realizar la disposición de residuos asesorado por el EHS
						No aplica	-1	todos los materiales sobrantes deben ser entregados al cliente final	-1	realizar un inventario de entrega

				Energía incorporada	0	No Aplica	0	No Aplica	0	No Aplica
				Residuos	1	Durante la ejecución de las actividades de los procesos administrativos los residuos sólidos que requieren de disposición final son mínimos por lo tanto no tiene afectación al ambiente y se entregan a las empresas de aseo público.	2	los residuos peligrosos o que requieran una disposición especial se realizara a través de empresas terceras especializadas en estos procesos	3	garantizar la vigencia de los permisos ambientales de las empresas contratadas para la disposición
			Agua	Calidad del agua	0	No Aplica	1	Se realizará la compra de agua mediante las empresas que suministran este insumo, no se puede consumir del grifo debido	1	Garantizar los permisos de obtención y calidad del subcontratista

							que en la localización no es potable			
			Consumo del agua	0	No Aplica	1	el consumo de agua ara el personal es vital debido a las altas temperaturas registradas	1	se establecerán más de dos puntos por subestación para realizar la hidratación del personal	
		Sostenibilidad social	Prácticas laborales y trabajo decente	Empleo	-1	En esta fase será la generación de horas hombre para el personal que ya se encuentra vinculado con la compañía en ingeniería	-3	se prevé generación de empleo en Arauca y Chinú por personal con aptitudes técnicas básicas	-4	Se contactarán las cajas de compensación para realizar el filtro de hojas de vida



								Se aplicarán los esquemas de vinculación definidos en el plan de gestión de recursos humanos y el modelo de formalización, esta vinculación será a través del aliado que realizará el montaje			
					Relaciones laborales	-1	el relacionamiento con los ingenieros y técnicos en fábricas siempre será por videollamada	-3		-4	
					Salud y seguridad	-1	Los procesos de seguridad y salud en el trabajo son responsabilidad de Canadá y Brasil en los casos que aplique	-2	las condiciones de los trabajadores de la empresa ejecutora están definidas con anterioridad y los de la empresa aliada están regidos bajo la modalidad de	-3	garantizar que las vinculaciones de personal de la empresa aliada sean acordes a la legislación colombiana

							contratación que esta determine		
							La capacitación al personal que realizara la ejecución de trabajos se realizara en el inicio, intermedio y finalización de las actividades	-3	realizar la divulgación al personal de las capacitaciones y exigencias académicas para estar vinculado a los proyectos
							Socializar los principios sociales del proyecto definidos en el modelo de operación para su interiorización por todos los	-2	realizar la divulgación al personal de las capacitaciones y exigencias académicas para estar vinculado a los proyectos
							Educación y capacitación	0	NO APLICA
							Aprendizaje organizacional	0	NO APLICA

								miembros del equipo.		
			Diversidad e igualdad de oportunidades	-1	La solicitud de ingeniería es enviada a cada una de las fábricas y es asignada al diseñador que cuente con mayor disponibilidad	-3		El personal seleccionado sería primero filtrado por las cajas de compensación y posterior se revisará la experiencia técnica	-4	Se informarán los parámetros para la selección del personal
		Derechos humanos	No discriminación	-3	Las políticas de la compañía apoyan e incentivan la NO discriminación de ninguna personal bajo ningún concepto	-3		Las políticas de la compañía apoyan e incentivan la NO discriminación de ninguna personal bajo ningún concepto	-6	Se realizará divulgación en las charlas diarias de seguridad
			Libre asociación	0	NO APLICA	0		NO APLICA	0	NO APLICA

				Trabajo infantil	0	NO APLICA	0	NO APLICA	0	NO APLICA
				Trabajo forzoso y obligatorio	-2	El número de horas de trabajo del personal es acorde a la legislación de cada país	-2	El número de horas de trabajo del personal será acorde a legislación colombiana	-4	Las empresas que laboren horas extras se exigirá el certificado que apruebe esta extensión de horario
			Sociedad y consumidores	Apoyo de la comunidad	0	NO APLICA	-3	Se realizará vigilancia y control en el proceso de contratación del personal y se brindaran las herramientas necesarias para la divulgación del proyecto en las comunidades que se puedan ver afectadas	-3	Se realizará la divulgación de los proyectos en las comunidades, así como las opciones de empleo
				Políticas públicas/cumplimiento	-3	El proyecto debe cumplir a cabalidad con la ley, normas y	-3	El proyecto debe cumplir a cabalidad con la	-6	Fortalecer control y seguimiento a la ejecución.

					demás reglamentación vigente.		ley, normas y demás reglamentación vigente.			
				Salud y seguridad del consumidor	-3	No Aplica	-3	Se controlará durante la ejecución que se cumpla con el objeto del proyecto	-6	Fortalecer control y seguimiento a la ejecución.
				Etiquetas de productos y servicios	0	No Aplica	0	No Aplica	0	No Aplica
				Mercadeo y publicidad	0	No Aplica	0	No Aplica	0	No Aplica
				Privacidad del consumidor	-3	Toda la documentación que sea cruzada con las fábricas es de carácter confidencial	-3	toda la información que sea cruzada con las personas que intervienen en el proyecto es confidencial	-6	matriz de comunicaciones

						la inversión del proyecto es importante en su fase inicial, sin embargo, el modelo de pagos permite amortizar esta inversión en un tiempo muy corto también porque el VSP del proyecto tiene un margen de dos unidades superior al 20%		En esta fase el proyecto ya supero el punto de equilibrio y deberá estar recibiendo rentabilidades por la ejecución		El modelo de sostenibilidad se asegurará con la vinculación y permanencia de patrocinadores y/o padrinos que garanticen el flujo de aportes que permitan dar continuidad al proceso de formación de los niños.	
				Comportamiento ético	Prácticas de inversión y abastecimiento	-3			-3	-6	
					Soborno y corrupción	-2	No se tolerará ninguna practica de soborno o corrupción	No se tolerará ninguna practica de soborno o corrupción	-2	-4	Máxima divulgación que estas prácticas no se toleraran
					Comportamiento antiético	-2	No se tolerará ninguna practica antiética	No se tolerará ninguna practica antiética	-2	-4	Máxima divulgación que estas prácticas no se toleraran
					<b>TOTAL</b>	<b>-38</b>			<b>-53</b>	<b>-91</b>	

Fuente: Autores 2022.

Apéndice J Formato solicitud de cambios

TITULO DEL PROYECTO			
Código del proyecto		Fecha	
Director del proyecto	Persona		
	Departamento		
1. PROPUESTA DE GESTION DE CAMBIO			
2. DEFINICION DEL CAMBIO			
Aspecto		Descripción	
Alcance			
Costo			
Plazo			
Otro			
3. PROCEDIMIENTO DE CONTROL DE CAMBIO (COMO, CUANDO Y QUIEN)			
4. RIESGOS			

5. NIVELES DE APROBACION PARA AUTORIZAR EL CAMBIO			
Nombre	Rol	Responsabilidad	Autoridad
6. PROCESO DE CONTROL DE CAMBIOS			
Solicitud de cambio			
Requisitos de trazabilidad del cambio			
Requisitos revisión del cambio			
Requisitos de seguimiento y control			

*Fuente: Autores 2022.*



## Apéndice K Matriz de involucramiento de interesados.

N°	Interesado	Rol	Niveles de compromiso					Estrategia	Frecuencia de comunicaciones
			Desconocedor	Reticente	Neutral	Apoyo	líder		
1	Siemens	Ejecutor					CD	Gestiona la comunicación interna, establecer foco en los intereses del cliente final y sus requerimientos. Monitorear y controlar el alcance y presupuesto asignado al proyecto. Disponer del equipo humano y material necesario	Diaria
2	ISA-Inter Colombia	Cliente final				C	D	Gestionar el cumplimiento del alcance y el presupuesto asignado al proyecto, prestar atención a sus necesidades y expectativas	Semanal
3	CREG	Verificador/Aprobador		C	D			Mantener informados de cualquier cambio que pueda afectar las fechas de puesta en servicio de las Subestaciones	Mensual

4	Gobernaciones	Beneficiario	CD					Informar y orientar a las poblaciones sobre los beneficios del proyecto y las oportunidades futuras de trabajo	Mensual
5	Comunidades	Beneficiario			D	C		Monitorear y auditar constantemente los tiempos de entrega y los entregables particulares, así como transferir la importancia del objetivo principal	Mensual
6	Proveedores	Apoyo			CD				Diaria
7	Fabricas	Apoyo				CD			Diaria
8	Ejecito Nacional	Apoyo	C			D			Quincenal

Fuente: Autores 2022.

## Apéndice L Matriz de requisitos.

Nombre del proyecto		DISEÑO, FABRICACION, MONTAJE Y PUESTA EN SERVICIO DE REACTORES SECOS EN LAS SUBESTACIONES DE CAÑO LIMON, ARAUCA Y CHINU, MONTERIA					
ID	Descripción del requisito	Estado	Objetivo	Entregable	Prioridad	Complejidad	Interesado/Stakeholders
1	Desarrollo de Ingeniería						
	Información de diseños	AC	Definición de ingeniería para plantear las soluciones en las subestaciones	CTG'S de las bobinas y Planos dimensionales y eléctricos	3	A	PM Proyecto y PM's Plantas
	Oferta formal de las fabricas	AC	Definir el costo estimado de cada una de las fábricas y el tiempo de entrega	Oferta y cronograma	3	M	Comerciales y BID Managers
	Emisión de orden de compra	AC	Formalizar por contrato compromisos contractuales con	Órdenes de compra	2	B	PM Proyecto

			clausulas por incumplimiento y periodos de garantía				
2	Fabricación reactores						
	Ingeniería Básica	AS	Garantizar que la ingeniería emitida sea conforme para el cliente final con su VoBo	Planos dimensionales, eléctricos, placa de características	3	A	Diseñador, PM Proyecto, Cliente final
	Ingeniería de detalle	AS		Detalle puesto a tierra, Detalle de conexionado	3	A	Diseñador, PM Proyecto, Cliente final
	Informes de avance	AC	Realizar seguimiento a la fabricación, monitoreo y control a fabricas	Informe semanal	3	M	Cliente final, PM Proyecto
	Inicio de fabricación	AC	Formalizar el inicio con fabrica para el control del tiempo de entrega del suministro	Acta de inicio entre PM fabrica y técnicos	3	A	PM Plantas, Técnicos plantas y PM Proyecto

	Pruebas FAT		Validar correcto funcionamiento antes de embalar	Pruebas funcionales y pruebas de tiempos	3	A	PM Proyecto, PM Plantas y cliente final
3	Logística						
	RFQ a Transportadoras	AC	Definición de alcance de transportadoras	Ofertas transportadoras	3	M	Coordinadores de transportes, PM Proyecto
	Emisión de órdenes de compra	AC	Formalizar por contrato compromisos contractuales con clausulas por incumplimiento y aseguramiento	Órdenes de compra	2	B	Comercial proyecto, PM proyecto
	Comunicado al ejercito	AC	Informar del ingreso de vehiculo atípicos en la zona	Carta firmada por representantes legales	2	B	Comercial proyecto, PM proyecto
	Pago al ejercito	AC	Confirmación de acompañamiento militar necesario	Giro realizado a la cuenta del ejercito con acta formal	2	M	Comercial proyecto, PM proyecto

4	Montaje de bobinas y puesta en servicio						
	RFO para el personal tercero	AC	Definición de alcance con las empresas contratistas	Ofertas de proveedores	2	M	Contratistas, PM Proyecto
	Reserva de personal propio y equipos de prueba	AC	Confirmar disponibilidad de recursos para la PES	Comunicado confirmando fecha de reservas	3	M	Coordinador de personal, PM Proyecto
	Acta de inicio en sitio	AC	Fecha de inicio para la PES y cronograma para los días de consignaciones	Acta firmada con cliente final	3	B	Ing. Protecciones, Supervisor montaje, Técnicos, PM Proyecto, Cliente final
	Pruebas SAT	AC	Validar correcto funcionamiento en la PES	Pruebas Resistencia contactos y tiempos	3	A	Ing. Protecciones, Supervisor montaje, Técnicos, PM Proyecto, Cliente final
5	Cierre						

Cierre técnico con cliente	AC	Dar cierre a la gestión de cambios, alcance e inicio de garantía técnica	Informe final y entrega de sobrantes	3	A	Ing. Protecciones, Supervisor Montaje, PM Proyecto
Cierre técnico interno	AC		Lecciones aprendidas, NC y NCC	3	A	PM Proyecto, Comercial Proyecto
Liquidación	AC	Validar el flujo de caja del proyecto y el VSP	Acta final de facturación y emisión de factura	3	A	PM Proyecto, Comercial Proyecto, Cliente final

Fuente: Autores 2022.

Apéndice M Listado de actividades con análisis PERT.

Cuenta de control	Ultimo nivel de la EDT		Nombre de la actividad	duración optimista	duración esperada	duración Pesimista	estimación Beta	desviación Beta	Varianza Beta
3. Desarrollo de la ingeniería	Paquete de trabajo 3.1 ingeniería básica	A	revisión de CTG's con fabricas	5,6	7	8,4	7,0	0,467	0,218
		B	aprobación de CTG's	5,6	7	8,4	7,0	0,467	0,218
		C	recepción de ofertas y pliegos	3,2	4	4,8	4,0	0,267	0,071

	Paquete de trabajo 3.2									
	Órdenes de compra a fabrica	D	generación de órdenes de compra y aceptación	1,6	2	2,4	2,0	0,133	0,018	
4. Gerencia de proyectos	Paquete de trabajo 4.1	E	Plan de gestión de cronograma	0,8	1	1,2	1,0	0,067	0,004	
	Plan de dirección del proyecto	F	Plan de gestión de costos	0,8	1	1,2	1,0	0,067	0,004	
	Paquete de trabajo 4.2	G	Informe fábrica de Canadá	1,6	2	2,4	2,0	0,133	0,018	
	Informes de seguimiento		H	Informe de fábrica de Brasil	1,6	2	2,4	2,0	0,133	0,018
			I	Informe de puesta en servicio Chinú	0,8	1	1,2	1,0	0,067	0,004
			J	Informe puesto en servicio Caño limón	0,8	1	1,2	1,0	0,067	0,004
		K	aclaración de ingeniería	2,4	3	3,6	3,0	0,200	0,040	



5. fabricación de reactores	Paquete de trabajo 5.1	L	fabricación de 3 reactores en Canadá	95,2	119	142,8	119,0	7,933	62,938
	ingeniería Detalle	M	fabricación de reactor 1/2 en Brasil	112	140	168	140,0	9,333	87,111
	Paquete de trabajo 5.2	N	Pruebas FAT Canadá	1,6	2	2,4	2,0	0,133	0,018
	Pruebas FAT	Ñ	Pruebas FAT Brasil	1,6	2	2,4	2,0	0,133	0,018

Cuenta de control	Ultimo nivel de la EDT		Nombre de la actividad	duración optimista	duración esperada	duración Pesimista	estimación Beta	desviación Beta	Varianza Beta
6. logistica	Paquete de trabajo 6.1	O	gestión de transporte marítimo Canadá	3,2	4	4,8	4,0	0,267	0,071
	Traslado de reactores	P	Traslado en transporte marítimo desde Canadá	16	20	24	20,0	1,333	1,778
		Q	gestión de transporte aéreo Brasil	4	5	6	5,0	0,333	0,111

		R	Traslado en transporte aéreo	12	15	18	15,0	1,000	1,000
	Paquete de trabajo 6.2	S	Transporte de puerto a SE Chinú	5,6	7	8,4	7,0	0,467	0,218
		T	Permiso ingreso SE Chinú	1,6	2	2,4	2,0	0,133	0,018
	Permisos de ingreso	U	Transporte de puerto a SE Caño limón	4	5	6	5,0	0,333	0,111
		V	Permisos de ingreso a SE Caño limón	1,6	2	2,4	2,0	0,133	0,018
		W	Permisos de ingreso con el ejercito	5,6	7	8,4	7,0	0,467	0,218
7.Montaje de bobinas y puesta en servicio	Paquete de trabajo 7.1	X	Traslado de personal a sitio	1,6	2	2,4	2,0	0,133	0,018
	SVC CHINU, 7.1.1	Y							
	Desconexión eléctrica		Des energización de unidades existentes	0,8	1	1,2	1,0	0,067	0,004
	Paquete de trabajo 7.1	Z	lzaje de bobinas	1,6	2	2,4	2,0	0,133	0,018
		AB	Montaje de reactores	4,8	6	7,2	6,0	0,400	0,160
	SVC CHINU, 7.1.2	AC	Pruebas SAT	1,6	2	2,4	2,0	0,133	0,018

energización de reactores								
---------------------------	--	--	--	--	--	--	--	--

Cuenta de control	Ultimo nivel de la EDT		Nombre de la actividad	duración optimista	duración esperada	duración Pesimista	estimación Beta	desviación Beta	Varianza Beta
7.Montaje de bobinas y puesta en servicio	Paquete de trabajo 7.2	AD	Traslado de personal a sitio	1,6	2	2,4	2,0	0,133	0,018
	SVC CAÑO LIMON 7.2.1	AE							
	Desconexión eléctrica		Des energización de unidades existentes	0,8	1	1,2	1,0	0,067	0,004
	Paquete de trabajo 7.2	AF	Izaje de bobinas	1,6	2	2,4	2,0	0,133	0,018
	SVC CAÑO LIMON 7.2.2	AG	Montaje de reactores	4,8	6	7,2	6,0	0,400	0,160
		AH	Pruebas SAT	1,6	2	2,4	2,0	0,133	0,018

	energización de reactores								
8. Cierre	Paquete de trabajo 8.1	AI	Acta de entorno	0,8	1	1,2	1,0	0,067	0,004
	Cierre documental	AJ	Cierre O.C con proveedores	3,2	4	4,8	4,0	0,267	0,071
		AK	Generar lecciones aprendidas y no conformidad	0,8	1	1,2	1,0	0,067	0,004
	Paquete de trabajo 8.2	AL	recepción rojo verde de obra Chinú	1,6	2	2,4	2,0	0,133	0,018
		AM	recepción rojo verde de obra Caño limón	1,6	2	2,4	2,0	0,133	0,018
	Cierre técnico	AN	actualización ingeniería final	6,4	8	9,6	8,0	0,533	0,284
	Paquete de trabajo 8.3	AN	Entrega de Dossier	2,4	3	3,6	3,0	0,200	0,040
	Cierre Administrativo	AO	facturación final	1,6	2	2,4	2,0	0,133	0,018

Fuente: Autores 2021.

Apéndice N Presupuesto.

Cuenta de control	Paquete de trabajo		Nombre de la actividad	Costo por actividad	Costo por paquete de trabajo	Costo por cuenta de Control
3. Desarrollo de la ingeniería	Paquete de trabajo 3.1	A	revisión de CTG's con fabricas	\$ 16.520.000	\$ 21.980.000	\$ 28.540.000
	ingeniería básica	B	aprobación de CTG's	\$ 5.460.000		
	Paquete de trabajo 3.2	C	recepción de ofertas y pliegos	\$ 3.360.000	\$ 6.560.000	
	Órdenes de compra a fabrica	D	generación de órdenes de compra y aceptación	\$ 3.200.000		
4. Gerencia de proyectos	Paquete de trabajo 4.1 Plan de dirección del proyecto	E	Plan de gestión de cronograma	\$ 4.396.000	\$ 5.236.000	\$ 16.308.000
		F	Plan de gestión de costos	\$ 840.000		
		G	Informe fábrica de Canadá	\$ 3.680.000		

	Paquete de trabajo 4.2	H	Informe de fábrica de Brasil	\$ 3.680.000	\$ 11.072.000	
	Informes de seguimiento	I	Informe de puesta en servicio Chinú	\$ 1.856.000		
		J	Informe puesto en servicio Caño limón	\$ 1.856.000		
5. fabricación de reactores	Paquete de trabajo 5.1	K	aclaración de ingeniería	\$ 12.960.000	\$ 1.948.480.000	\$ 1.955.040.000
	ingeniería Detalle	L	fabricación de 3 reactores en Canadá	\$ 1.108.320.000		
		M	fabricación de reactor 1/2 en Brasil	\$ 827.200.000		
	Paquete de trabajo 5.2	N	Pruebas FAT Canadá	\$ 2.720.000	\$ 6.560.000	
	Pruebas FAT	Ñ	Pruebas FAT Brasil	\$ 3.840.000		
6. logística	Paquete de trabajo 6.1	O	gestión de transporte marítimo	\$	\$78.280.000	\$121.100.000
	Traslado de reactores		Canadá	14.880.000		
		P	Traslado en transporte marítimo desde Canadá	\$ 25.600.000		

Cuenta de control	Paquete de trabajo		Nombre de la actividad	Costo por actividad	Costo por paquete de trabajo	Costo por cuenta de Control
6. logística	Paquete de trabajo 6.1	Q	gestión de transporte aéreo Brasil	\$ 18.600.000	\$78.280.000	\$121.100.000
	Traslado de reactores	R	Traslado en transporte aéreo	\$ 19.200.000		
	Paquete de trabajo 6.2	S	Transporte de puerto a SE Chinú	\$ 2.520.000	\$42.820.000	
		T	Permiso ingreso SE Chinú	\$ 1.680.000		
	Permisos de ingreso	U	Transporte de puerto a SE Caño limón	\$ 1.800.000		
		V	Permisos de ingreso a SE Caño limón	\$ 1.680.000		
		W	Permisos de ingreso con el ejercito	\$ 35.140.000		
7.Montaje de bobinas y puesta en servicio	Paquete de trabajo 7.1	X	Traslado de personal a sitio	\$ 6.912.000	\$ 77.549.000	\$ 145.278.000
	SVC CHINU, 7.1.1	Y	Des energización de unidades existentes	\$ 4.974.000		

Desconexión eléctrica				
Paquete de trabajo 7.1	Z	Izaje de bobinas	\$ 12.648.000	
SVC CHINU, 7.1.2 energización de reactores	AB	Montaje de reactores	\$ 45.384.000	
	AC	Pruebas SAT	\$ 7.631.000	
Paquete de trabajo 7.2	AD	Traslado de personal a sitio	\$ 6.912.000	
SVC CAÑO LIMON 7.2.1	AE	Desenergización de unidades existentes	\$ 4.974.000	\$ 67.729.000



Cuenta de control	Paquete de trabajo		Nombre de la actividad	Costo por actividad	Costo por paquete de trabajo	Costo por cuenta de Control
7.Montaje de bobinas y puesta en servicio	Paquete de trabajo 7.2 SVC CAÑO LIMON 7.2.2 energización de reactores	AF	Izaje de bobinas	\$ 12.648.000	\$ 67.729.000	\$ 145.278.000
		AG	Montaje de reactores	\$ 35.564.000		
		AH	Pruebas SAT	\$ 7.631.000		
8. Cierre	Paquete de trabajo 8.1 Cierre documental	AI	Acta de entorno	\$ 3.088.000	\$ 11.488.000	\$ 49.528.000
		AJ	Cierre O.C con proveedores	\$ 6.720.000		
		AK	Generar lecciones aprendidas y no conformidad	\$ 1.680.000		
	AL	recepción rojo verde de obra Chinú	\$ 3.216.000	\$ 38.040.000		
	Paquete de trabajo 8.2 Cierre técnico					

	AM	recepción rojo verde de obra Caño limón	\$ 3.216.000		
	AN	actualización ingeniería final	\$ 25.728.000		
Paquete de trabajo	AÑ	Entrega de Dossier	\$ 2.520.000		
8.3 Cierre Administrativo	AO	facturación final	\$ 3.360.000		
				Sumatorias cuentas de control	\$ 2.315.794.000
				Reserva de contingencia	\$ 22.811.900
				Línea base de costos	\$ 2.338.605.900
				Reserva de gestión	\$ 21.047.453
				<b>PRESUPUESTO</b>	<b>\$ 2.359.653.353</b>

Fuente: Autores 2022.

## Apéndice O Matriz de comunicaciones.

información	Frecuencia	Informe/Soporte	Medio de Comunicación	EMISOR								RECEPTOR				
				Gerente del BU	Director del	Ingeniero de	Comercial del	Coordinador de	Proveedor	Ejército nacional	Compras	Cliente		Otros		
												Gerente del	Gerente Técnico	Comunidades	Gobernaciones	CREG
E = elabora / R = Revisa/A = Aprueba/C = Colabora								I = Información/ A =Aprobación								
Acta de inicio	Una sola vez	Acta de inicio presentación del equipo de trabajo	F	R/A	E		C					A	A		I	
Alcance del proyecto	Una sola vez	Contrato, pliegos	F	R	E		C					A	A			



				E = elabora /R = Revisa/A = Aprueba/C =							I = Información/ A =Aprobación					
				Colabora												
Traslado de reactores/logística	Dos veces por semana	fotografías de traslado en informe	F/T		E				R	A	C	R/A		A	I	
reunión de seguimiento	una vez por semana	LOPXX	F		E	R							A	A		
planeación detallada para el montaje	Dos veces por semana	Informe de avance	F/T		E	R				A	C	C		A	I	I
Montaje y puesta en servicio	Diario	Informe de avance	R/F		R/A	E					C	C		A	I	
pruebas SAT	Una sola vez	Protocolos de pruebas realizados	R		R/A	E							A	A		I A
Acta de entrega de equipos	Una sola vez	Acta en sitio firmada	R/F		R/A	E								A		
Dossier técnico	Diario	ingeniería Asbuilt	R	R/A	E	E							A	A		

Acta de finalización de servicios	Una sola vez	Acta firmada entre las partes	R/F		E		C							A				
Acta de liquidación para la facturación	Una sola vez	Factura y Acta de cierre	R/F	A	R		E					A	A					

Fuente: Autores 2022.

Apéndice P Requisitos de calidad por paquete de trabajo

Paquete de trabajo	Norma Aplicable	Requisito Técnico	Requisito de calidad
1.1. Ingeniería básica	Resolución Nacional R2020037361	Matricula profesional emitida por el consejo profesional nacional de ingenierías Eléctrica, mecánica y profesiones afines	Que el profesional está acreditado para ejercer su profesión y ejercer dichas funciones.
1.2. Órdenes de compra a fabricas	Normas de compras y compliance de la organización	Emisión de órdenes de compra en la herramienta SAP	Indicar precios unitarios y totales, nombres comerciales de los

			bienes, incoterms y fecha de entrega
2.1. Plan de dirección del proyecto	Código sustantivo del trabajo o código laboral, en sus artículos 22 a 75	Generar contrato con las regulaciones que rige la ley colombiana	Cumplir con las mínimas normas de contratación en Colombia.
2.2. Informes de seguimiento	Ley 594 de 2000 en su Artículo 22	Gestionar la producción, recepción distribución, consulta, organización y disposición final de documentos	Cumplir con los requerimientos establecidos en la ley
3.1. Ingeniería de detalle	Resolución Nacional R2020037361	Matricula profesional emitida por el consejo profesional nacional de ingenierías Eléctrica, mecánica y profesiones afines	Que el profesional está acreditado para ejercer su profesión y ejercer dichas funciones.

	ley 1072 de 2015; Decreto No 1443 de 2014	Implementación y evidencia de nivel de cumplimiento mínimo del sistema SGSST	Documentos soporte para alcanzar la implementación del sistema
3.2. Pruebas fat	Normatividades aplicables en pruebas eléctricas para Canadá y Brasil	Certificaciones propias de cada uno de los países para las fábricas y los técnicos vinculados al proyecto.	Documentos de las pruebas FAT donde se indiquen los resultados de las pruebas realizadas.
4.1. Traslado de reactores	Decreto número 173 de 2001	Curso de manejo defensivo	Vehículos y conductores con la totalidad de la documentación al día (SOAT, Tecno mecánica, tarjeta de propiedad, parafiscales)
4.2. Permisos de ingreso	código sustantivo del trabajo o código laboral, en sus artículos 22 a 75; Decreto 284 de 2018 - Ministerio de ambiente y Desarrollo sostenible	Generar contrato con las regulaciones que rige la ley colombiana; Gestionar Integralmente los Residuos de	Cumplir con las mínimas normas de contratación en Colombia; Cumplir con la adecuada disposición final de aparatos electrónicos –RAEE.



		Aparatos Eléctricos y Electrónicos - RAEE Y se dictan otras disposiciones.	
5.1. SVC Chinú	Resolución Nacional R2020037361	Matricula profesional emitida por el COPNIA	Que el profesional está acreditado para ejercer su profesión y ejercer dichas funciones.
5.1.1. Desconexión eléctrica	RETIE RESOLUCIÓN 90708 DE AGOSTO 30 DE 2013	Reglamento técnico de instalaciones eléctricas (RETIE)	Garantiza los requisitos para la protección de los riesgos de origen eléctrico.
5.1.2. Energización de reactores	RETIE RESOLUCIÓN 90708 DE AGOSTO 30 DE 2013	Reglamento técnico de instalaciones eléctricas (RETIE)	Garantiza los requisitos para la protección de los riesgos de origen eléctrico.

5.2. SVC Caño limón	Resolución Nacional R2020037361	Matricula profesional emitida por el COPNIA	Que el profesional está acreditado para ejercer su profesión y ejercer dichas funciones.
5.2.1. Desconexión eléctrica	RETIE RESOLUCIÓN 90708 DE AGOSTO 30 DE 2013	Reglamento técnico de instalaciones eléctricas (RETIE)	Garantiza los requisitos para la protección de los riesgos de origen eléctrico.
5.2.2. Energización de reactores	RETIE RESOLUCIÓN 90708 DE AGOSTO 30 DE 2013	Reglamento técnico de instalaciones eléctricas (RETIE)	Garantiza los requisitos para la protección de los riesgos de origen eléctrico.
6.1. Cierre documental	Artículo 61 del código sustantivo del trabajo	Finalización y cierre del proyecto	Dar cierre al proyecto como inicia el Artículo 61
6.2. Cierre técnico			
6.3. Cierre administrativo			

Fuente: Autores 2022.

## Apéndice Q Roles y responsabilidad del proyecto

Patrocinador	Objetivos del rol: Monitoreo, control y aprobación de decisiones vitales
	Funciones del rol: Indicar el alcance y resultados esperados de la empresa
	Niveles de autoridad: Alta
	Reporta a: N/A
	Supervisa a: director De proyecto
	Requisitos de conocimientos: Financieros altos y algo de conocimientos
	Requisitos de habilidades: Liderazgo, seguimiento, manejo de equipos, negociación, Comunicación asertiva
	Requisitos de experiencia: superior a 10 años
Director de proyectos	Objetivos del rol: Dirigir el equipo de trabajo y ciclo de vida del proyecto, monitoreando y controlando la calidad en cada uno de los entregables.
	Funciones del rol: Lograr que el proyecto se desarrolle dentro de los plazos, costos y calidad establecidos en los planes de gestión
	Niveles de autoridad: Alta
	Reporta a: Patrocinador
	Supervisa a: Ingeniero de protecciones, Ingeniero de montaje y
	Requisitos de conocimientos: Gestión de proyectos, ingeniería
	Requisitos de habilidades: Negociación, Comunicación asertiva, Manejo
Requisitos de experiencia: Mínimo 5 años en gestión de proyectos	
Comercial de proyectos	Objetivos del rol: Administrar financieramente el proyecto desde su fase
	Funciones del rol: Realizar los informes de seguimiento financiero e
	Niveles de autoridad: Media
	Reporta a: director de proyecto

	Supervisa a: NA
	Requisitos de conocimientos: Financieros, Gestión de proyectos
	Requisitos de habilidades: Negociación
	Requisitos de experiencia: Mínimo 5 años administrando proyectos
Diseñador	Objetivos del rol: Realizar el diseño de la ingeniería básica y de detalle
	Funciones del rol: Realizar la ingeniería de cada reactor y la de puesta en servicio, así como atender los comentarios del patrocinador y las posibles
	Niveles de autoridad: Medio
	Reporta a: director de proyectos
	Supervisa a: Ingeniero de montaje
	Requisitos de conocimientos: ingeniería eléctrica, Conocimientos en
	Requisitos de habilidades: Comunicación asertiva y manejo emocional
	Requisitos de experiencia: Superior a 5 años de experiencia en manejo
Ingeniero de protecciones	Objetivos del rol: Dirigir y ser responsable de las protecciones para cada equipo en la puesta en servicio
	Funciones del rol: Ingresar los settings en cada relé y verificar que los
	Niveles de autoridad: Alto en la puesta en servicio
	Reporta a: director de proyecto
	Supervisa a: Técnicos
	Requisitos de conocimientos: Ingeniería eléctrica, EL CAD, protecciones
	Requisitos de habilidades: Comunicación asertiva, Trabajo en equipo
	Requisitos de experiencia: Superior a 5 años en estudios de control y
	Objetivos del rol: Supervisión de montajes estructurales en subestación

Ingeniero de montaje	Funciones del rol: Coordinar todo el equipo de trabajo en la puesta en
	Niveles de autoridad: Alto en la puesta en servicio
	Reporta a: director de proyecto
	Supervisa a: Técnicos
	Requisitos de conocimientos: ingeniería Eléctrica y mecánica
	Requisitos de habilidades: Manejo de equipos, liderazgo, comunicación
	Requisitos de experiencia: Superior a 3 años en puestas en servicio
técnicos	Objetivos del rol: Cumplir con la puesta en servicio indicada
	Funciones del rol: Ejecutar las indicaciones señaladas por el ingeniero de
	Niveles de autoridad: Bajo
	Reporta a: Ingeniero de protecciones e ingeniero de montaje
	Supervisa a: NA
	Requisitos de conocimientos: técnico eléctrico con CONTE
	Requisitos de habilidades: Escucha activa, comunicación asertiva
Requisitos de experiencia: Mínimo 3 años en proyectos eléctricos	

Fuente: Autores 2022.





3.1	Ingeniería Detalle	mar 25/10/22								
3.1.1	Aclaración de ingeniería	mar 25/10/22								
3.1.2	Fabricación 3 reactores en Canadá	vie 28/10/22								
3.1.3	Fabricación reactor y 1/2 en Brasil	vie 28/10/22								
3.2.1	Pruebas FAT	jue 13/04/23								
3.2.2	Pruebas FAT Canadá	jue 13/04/23								
3.2.3	Pruebas FAT Brasil	vie 12/05/23								
<b>4</b>	<b>Logística</b>									
4.1	Traslado de reactores	mié 19/04/23								
4.1.1	Gestión de transporte marítimo Canadá	mié 19/04/23								



4.1.2	Traslado en transporte marítimo desde Canadá	mar 25/04/23								
4.1.3	Gestión de transporte aéreo Brasil	jue 18/05/23								
4.1.4	Traslado en transporte aéreo	jue 25/05/23								
<b>5</b>	<b>Montaje de bobinas y puesta en servicio</b>									
5.1	SVC CHINU	lun 5/06/23								
5.1.1	Desconexión eléctrica	lun 5/06/23								
5.1.2	Traslado de personal a sitio	lun 5/06/23								
5.1.3	Desenergización de unidades existentes	mié 7/06/23								
5.1.4	Energización de reactores	jue 8/06/23								
5.1.5	Izaje de bobinas	jue 8/06/23								
5.1.6	Montaje de reactores	lun 12/06/23								



6.1	Cierre Documental	<b>lun</b> <b>24/07/23</b>								
6.1.2	Acta de entorno	lun 24/07/23								
6.1.3	Cierre O.C con proveedores	mar 25/07/23								
6.1.4	Generar lecciones aprendidas y no conformidad	lun 31/07/23								
6.2	Cierre Técnico	<b>vie</b> <b>23/06/23</b>								
6.2.1	Recepción rojo verde Chinú	vie 23/06/23								
6.2.2	Recepción rojo verde Caño Limón	mar 25/07/23								
6.2.3	Actualización Ingeniería final	jue 27/07/23								
6.3	Cierre Administrativo	<b>mar</b> <b>8/08/23</b>								
6.3.1	Entrega de Dossier	mar 8/08/23								

6.3.2	Facturación final	vie 11/08/23							
-------	-------------------	-----------------	--	--	--	--	--	--	--

*Apéndice S Identificación de riesgos*

R01	Debido a la alta demanda de solicitudes a fabricas es posible un retraso en la entrega para los reactores secos y por lo tanto se puede presentar un incumplimiento del cronograma	-	Técnico/Alcance	Director de proyecto y directores de proyecto de las plantas	Se realizará reuniones de seguimiento con las fábricas y cualquier retraso que cause una multa por el cliente por este concepto será trasladada a cada una de las fabricas	Amenaza	Modificación del cronograma y posible multa del cliente
-----	--	---	-----------------	--	--	---------	---

R02	Debido a la crisis de los contenedores es posible que la reserva de vuelos y barco se retrase y por lo tanto se presente sobre costos e incumplimiento del cronograma	-	Técnico/Supuestos	Gestor de compras	Se mantendrá una constante comunicación con el proveedor, adicional se realizarán los tramites de gestión un tiempo antes del indicado en el cronograma	Amenaza	Modificación del cronograma y posible multa del cliente
R03	Debido a la guerra en ucrania es posible que el dólar suba y por lo tanto se presente un aumento en el costo final de los reactores secos	-	Externo/Tipo de cambio	Gestor de compras, director de proyecto	Se establece con el proveedor de los reactores un contrato en el cual no se podrá modificar el precio de venta, y no se	Amenaza	Multa por rompimiento de clausulas

				tendrá modificación de este			
O01	Debido a que el proyecto estará asegurado el valor del contrato es posible que el reconocimiento de facturas sea beneficioso por la TRM y por lo tanto se presente un aumento de ingresos para el proyecto	+	Externo/Tipo de cambio	Comercial del proyecto	Se realizarán reuniones periódicas para mantener al tanto de la variabilidad económica	Oportunidad	Mayor ganancia del proyecto

R04	Debido a los conflictos sociales en Arauca es posible que se retrase la entrega de los reactores secos y por lo tanto se presente un incumplimiento del cronograma	- Externo/Comunidades	Cliente final, director de proyecto	Se mantendrá una constante comunicación con la alcaldía y la fuerza pública con el fin de monitorear los conflictos sociales	Amenaza	Multas por incumplimiento de términos del contrato
R05	Debido a la volatilidad del dólar es posible se presente un incremento de costos y por lo tanto una afectación en el presupuesto	- Externo/Tipo de cambio	Comercial del proyecto	Se establece con el proveedor de los reactores un contrato en el cual no se podrá modificar el precio de venta, y no se	Amenaza	Multa por rompimiento de clausulas

				tendrá modificación de este			
O02	Debido a la amplia experiencia del departamento de ingeniería es posible que se adelanten los planos finales y por tanto se presente una optimización de tiempos en este entregable	+	Técnico/Alcance	Diseñadores	Al darse este caso, se adelantarán todas las actividades que se puedan sin llegar a tener afectación por tiempos muertos	Oportunidad	Mayor ganancia del proyecto



R06	Debido a condiciones climáticas adversas en las subestaciones eléctricas es posible que la ejecución de actividades se retrase y por lo tanto se presente aumento de costos	-	Externo/Medio ambiente	Ingenieros de protecciones y montaje	Se realizarán continuas sesiones de predicción de tiempo, se trabajará en conjunto con el Ilean con el fin de distribuir tareas	Amenaza	Modificación del cronograma
R07	Debido a la guerra en ucrania es posible que sean insuficientes los insumos y por lo tanto se presente aumento en los costos	-	dirección de proyectos/Recursos	Gestor de compras, director de proyecto	Se debe realizar la planeación anticipada de los elemento e insumos vitales para el correcto	Amenaza	Modificación del cronograma

				funcionamiento del proyecto		
R08	Debido a la insuficiente demanda de proveedores logísticos en Arauca es posible que se adquieran proveedores de ciudades cercanas y por lo tanto se presente aumento en los costos e insatisfacción de la comunidad	-	Comercial/Contratos	Gestor de compras	Se realizará un estudio de mercado donde se planeen todos los transportes necesarios, los cuales presentaran una cotización y se escogerá el más indicado	Amenaza Multa por rompimiento de clausulas

O03	Debido a condiciones de los equipos existentes en las subestaciones es posible que se requieran actividades adicionales y por lo tanto se presenten otros si al contrato	+	Técnico/Alcance	Director del proyecto e Ingenieros en sitio	Se debe realizar un estudio exhaustivo a cada equipo en la estación con el fin de dar un diagnóstico claro a cada uno de ellos	Oportunidad	Mayor ganancia del proyecto
O04	Debido al beneficio que otorga el proyecto a las comunidades, se puede presentar una buena acogida del proyecto, lo que ocasionaría que no se	+	Externo/Comunidades	Cliente final, director de proyecto	Socializar con todo el personal de la zona los beneficios del proyecto para una mayor aceptación y	Oportunidad	Mayor ganancia del proyecto

	presenten suspensiones en el proyecto por problemas con la comunidad.			acompañamiento de la comunidad.			
R09	Debido a la demora en la gestión de documentos por parte de la fuerza pública, se pueden presentar demoras en la adquisición de licencias lo que ocasionaría retrasos en el inicio del proyecto.	-	dirección de proyectos/Recursos	Gestor de compras, director de proyecto	Acercamiento con la alcaldía y el ejército para solicitar priorización de la documentación necesaria para el inicio del proyecto.	Amenaza	Modificación del cronograma

R10	Debido a la dificultad por el mal estado de las vías, se pueden necesitar vehículos 4x4 para transportar el personal de obra, lo que ocasionaría sobre costos para el proyecto.	-	dirección de proyectos/Recursos	Gestor de compras, director de proyecto	Conversación y planeación con la alcaldía	Amenaza	Modificación del cronograma
R11	Debido a la delincuencia común en la zona, se puede necesitar vigilancia las 24 horas del día, lo que ocasionaría	-	dirección de proyectos/Recursos	Gestor de compras, director de proyecto	Se mantendrán constantes comunicaciones con la policía local y su acompañamiento	Amenaza	Mayores costos

	aumento en los gastos del proyecto.						
R12	Debido a fuertes lluvias presentadas constantemente en la zona, puede ocurrir que se presenten inundaciones que no permitan la ejecución continua del proyecto, lo que ocasionaría demora y pérdidas económicas.	-	Externo/Medio ambiente	Cliente final, director de proyecto	Conversación y planeación con la alcaldía	Amenaza	Mayores costos

R13	Debido a demoras de entregables por parte de subcontratistas, puede ocurrir que el inicio de otras actividades que dependen de dichos entregables se retrase, lo que ocasionaría aumento en el tiempo de ejecución del proyecto.	- Comercial/Contratos	Gestor de compras	Incumplimiento por parte de subcontratistas, cobro de cláusulas.	Amenaza	Modificación del cronograma
-----	--	-----------------------	-------------------	--	---------	-----------------------------

R14	Debido al desconocimiento de las normas ambientales del personal administrativo, puede ocurrir que se presenten violaciones ambientales dentro del proyecto, que puedan ocasionar multas causando sobrecostos a l proyecto o suspensiones que aumenten su ejecución.	-	Dirección de proyectos/Recursos	Director de proyecto	Personal no idóneo y poco capacitado para el proyecto. Plan de contratación	Amenaza	Mayores costos
-----	--	---	---------------------------------	----------------------	--	---------	----------------



R15	Debido a la falta de control y seguimiento en la obra, podría haber deficiencia en la calidad de los materiales, generando sobrecosto.	-	Dirección de proyectos/Recursos	Director de proyecto	Exigir al personal de obra reuniones de seguimiento semanales, entrega de informes semanales y mensuales.	Amenaza	Modificación del cronograma
R16	Debido a problemas en la inadecuada selección del tipo de contratos, puede ocurrir que se presenten inconvenientes en la ejecución de estos, y por tanto sobre costos	-	Dirección de proyectos/Recursos	Talento Humano, director de proyecto	Contratar personal idóneo para la evaluación y selección de contratos, esto será revisado y supervisado por el director de obra.	Amenaza	Mayores costos

o demoras en el proyecto.					
---------------------------	--	--	--	--	--

Fuente: Autores 2022

## Apéndice T Plan de respuesta a los riesgos.

<b>Riesgo</b>	<b>Riesgos priorizados</b>	<b>Estrategia</b>	<b>Plan específico</b>	<b>Dueño</b>	<b>Costo</b>	<b>Fecha</b>
Debido a la alta demanda de solicitudes a fabrica es posible un retraso en la entrega para los reactores secos y por lo tanto se puede presentar un incumplimiento del cronograma	R01	Escalar y Mitigar	Realizar una reunión inicial con las gerencias de las fábricas para exponer la prioridad de la fabricación e indiquen cualquier desfase que sea soportado	Director de proyecto y Gerente de la unidad de negocio	\$ 3.500.000	26/09/2022
Debido a la crisis de los contenedores es posible que la reserva de vuelos y barco se retrase y por lo tanto se presente sobre costos e incumplimiento del cronograma	R02	Mitigar	Gestionar las reservas de los buques y vuelo con el máximo tiempo de anticipación tan pronto fabricas generen las listas de empaque	Gestor de compras y director de proyecto	\$ -	19/04/2023

Debido a los conflictos sociales en Arauca es posible que se retrase la entrega de los reactores secos y por lo tanto se presente un incumplimiento del cronograma	R04	Transferir	Informar al cliente que cualquier retraso relacionado con conflicto social no puede ser causal de incumplimiento debido que es "Fuerza Mayor"	Ciente, director de proyecto y Ejercito nacional	\$ 7.000.000	23/05/2023
Debido a la amplia experiencia del departamento de ingeniería es posible que se adelanten los planos finales y por tanto se presente una optimización de tiempos en este entregable	O02	Explotar	Realizar una reunión interna con el equipo de diseño y brindar todo el soporte que requieran para mejorar los tiempos de entrega de ingeniería	Diseñador	-\$ 2.160.000	27/10/2022
Debido a condiciones climáticas adversas en las subestaciones eléctricas es posible que la ejecución de actividades se retrase y por lo tanto se presente aumento de costos	R06	Aceptar, Transferir	El proyecto tiene estimado un retraso por tres días en este aspecto si supera este margen, los costos serán transferidos al cliente final	Ingeniero de protecciones e Ingeniero de montaje	\$ 7.167.000	21/06/2023

Debido a la insuficiente demanda de proveedores logísticos en Arauca es posible que se adquieran proveedores de ciudades cercanas y por lo tanto se presente aumento en los costos e insatisfacción de la comunidad	R08	Mitigar	Realizar la cotización con mínimo tres oferentes de compañías cercanas a Arauca e informar a compras para que realice la creación de los proveedores	Gestor de compras y director de proyecto	\$ 700.000	5/07/2023
Debido a condiciones de los equipos existentes en las subestaciones es posible que se requieran actividades adicionales y por lo tanto se presenten otros si al contrato	O03	Explotar y mejorar	Indicar en las reuniones de seguimiento con el cliente las oportunidades de mejora que se detecten en las subestaciones	Director de proyecto e Ingenieros en sitio	-\$ 3.298.400	21/07/2023

Debido al beneficio que otorga el proyecto a las comunidades, se puede presentar una buena acogida del proyecto, lo que ocasionaría que no se presenten suspensiones en el proyecto por problemas con la comunidad.	O04	Explotar	Involucrar al representante de la comunidad que el cliente final indique en las reuniones de seguimiento que se considere pertinente	Cliente, director de proyecto	-\$ 27.200.000	5/06/2023
Debido a la demora en la gestión de documentos por parte de la fuerza pública, se pueden presentar demoras en la adquisición de licencias lo que ocasionaría retrasos en el inicio del proyecto.	R09	Mitigar	Informar con anterioridad al ejército la movilización del personal y los reactores secos, realizar los trámites de pago para la movilización e informar al cliente para que localmente nos apoye con el trámite de ser necesario	Ejército Nacional y director de proyecto	\$ 7.689.000	22/06/2023
Debido a la delincuencia común en la zona, se puede necesitar vigilancia las 24 horas del día, lo	R11	Mitigar	Realizar la cotización de vigilancia con empresas del	Gestor de compras	\$ 450.000	5/06/2023

que ocasionaría aumento en los gastos del proyecto.			territorio y empresas cercanas en otras ciudades.			
Debido a fuertes lluvias presentadas constantemente en la zona, puede ocurrir que se presenten inundaciones que no permitan la ejecución continua del proyecto, lo que ocasionaría demora y pérdidas económicas.	R12	Mitigar	Conversación y planeación con la alcaldía	Director de proyecto y Gerente de la unidad de negocio	\$ 938.106	5/07/2023
Debido a demoras de entregables por parte de subcontratistas, puede ocurrir que el inicio de otras actividades que dependen de dichos entregables se retrase, lo que ocasionaría aumento en el	R13	Mitigar	Incumplimiento por parte de subcontratistas, cobro de cláusulas.	Cliente, director de proyecto	\$ 915.791	21/07/2023

tiempo de ejecución del proyecto.						
Debido al desconocimiento de las normas ambientales del personal administrativo, puede ocurrir que se presenten violaciones ambientales dentro del proyecto, que puedan ocasionar multas causando sobrecostos a l proyecto o suspensiones que aumenten su ejecución.	R14	Mitigar	Personal no idóneo y poco capacitado para el proyecto. Plan de contratación	Cliente, director de proyecto	\$ 654.358	5/06/2023
Debido a la falta de control y seguimiento en la obra, podría haber deficiencia en la calidad de los materiales, generando sobrecosto.	R15	Mitigar	Exigir al personal de obra reuniones de seguimiento semanales, entrega de informes semanales y mensuales.	Cliente, director de proyecto	\$ 902.794	22/06/2023



Debido a problemas en la inadecuada selección del tipo de contratos, puede ocurrir que se presenten inconvenientes en la ejecución de estos, y por tanto sobre costos o demoras en el proyecto.	R16	Mitigar	Contratar personal idóneo para la evaluación y selección de contratos, esto será revisado y supervisado por el director de obra.	Director de proyecto y Gerente de la unidad de negocio	\$ 405.245	5/06/2023
---	-----	---------	--	--	---------------	-----------

Fuente: Autores 2022