

FABRICACIÓN Y MONTAJE DE LOS EQUIPOS PARA UNA PLANTA EXTRACTORA DE
ACEITE DE PALMA

HÉCTOR ANDRÉS MESA
LUIS H. PIÑEROS BELTRÁN

UNIVERSIDAD PILOTO DE COLOMBIA
FACULTAD DE CIENCIAS SOCIALES Y EMPRESARIALES
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE PROYECTOS
BOGOTÁ D.C., 2018

FABRICACIÓN Y MONTAJE DE LOS EQUIPOS PARA UNA PLANTA EXTRACTORA DE
ACEITE DE PALMA

HÉCTOR ANDRÉS MESA
LUIS H. PIÑEROS BELTRÁN

Trabajo de grado presentado como requisito para obtener el título de ESPECIALISTA EN
GERENCIA DE PROYECTOS.

Asesor: ING. MARÍA CRISTINA ZAPATA

UNIVERSIDAD PILOTO DE COLOMBIA
FACULTAD DE CIENCIAS SOCIALES Y EMPRESARIALES
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE PROYECTOS
BOGOTÁ D.C., 2018

Contenido

Lista de tablas vii

1. Antecedentes 11

 1.1. Descripción de la organización fuente del problema o necesidad. 11

 1.1.1. Descripción general, marco histórico de la Organización..... 11

 1.1.2. Direccionamiento estratégico de la Organización..... 11

 1.1.3. Objetivos estratégicos de la Organización. 11

 1.1.4. Políticas institucionales. 12

 1.1.5. Misión, Visión, Valores. 12

 1.1.6. Estructura organizacional..... 13

 1.1.7. Mapa estratégico de la Organización. 13

 1.1.8. Cadena de valor de la Organización..... 14

 1.2. Formulación. 14

 1.2.1. Antecedentes del problema. 14

 1.2.2. Descripción del problema..... 17

 1.2.3. Objetivos del proyecto. 18

 1.2.6. Descripción de alternativas. 19

 1.2.7. Criterios de selección de alternativas..... 20

 1.2.8. Análisis de alternativas..... 20

1.2.9. Selección de alternativas.....	21
1.2.10. Justificación del proyecto.....	21
1.3. Marco metodológico.....	22
1.3.1. Herramientas para la recolección de información.....	23
1.3.2. Fuentes de información.....	23
1.3.3. Supuestos y restricciones.....	23
1.3.4. Marco conceptual referencial.....	24
2. Estudios y evaluaciones.....	26
2.1. Estudio de mercado.....	26
2.1.1. Población.....	26
2.1.2. Dimensionamiento de la demanda.....	27
2.1.3. Dimensionamiento oferta.....	28
2.1.4. Precios.....	30
2.1.5. Punto de equilibrio.....	30
2.2. Estudio técnico.....	32
2.2.1. Diseño conceptual.....	32
2.2.2. Descripción del proceso.....	33
2.2.3. Análisis del ciclo de vida del producto.....	35
2.2.4. Definición, tamaño y localización del proyecto.....	37
2.2.5. Requerimientos para el desarrollo.....	38

2.2.6.	Mapa de procesos de la Organización.....	41
2.2.7.	Técnicas de predicción de producción.....	42
2.3.	Estudio económico-financiero.....	43
2.3.1.	Estimación de costos de inversión.....	43
2.3.2.	Definición de costos de operación.....	44
2.3.3.	Flujo de caja del proyecto.....	44
2.3.4.	Fuentes de financiación.....	45
2.3.5.	Evaluación financiera.....	46
2.3.6.	Análisis de sensibilidad.....	48
2.4.	Estudio ambiental.....	49
2.4.1.	Análisis de impactos ambientales.....	49
2.4.2.	Entradas y salidas.....	50
2.4.3.	Cálculo del impacto ambiental.....	50
2.4.4.	Cálculo de la huella de carbono.....	53
2.4.5.	Estrategias de mitigación.....	55
3.	Inicio y planeación del proyecto.....	56
3.1.	Project charter.....	56
3.1.1.	Project Purpose or Justification.....	56
3.2.	Identificación de interesados.....	58
3.3.	Plan de gestión del proyecto.....	58

3.3.1. Plan de gestión del alcance.....	59
3.3.2. Plan de gestión del cronograma.	68
3.3.2.1. <i>Recursos.</i>	77
3.3.3. Plan de gestión del costo.	78
3.3.4. Plan de gestión de calidad.	85
3.3.5. Plan de recursos humanos.	98
3.3.6. Plan de comunicaciones.	106
3.3.7. Plan de riesgos.....	109
3.3.8. Plan de adquisiciones.	115
3.3.9. Plan de gestión de interesados.....	119
3.3.10. Plan de cambios.....	122
3.3.11. Gestión de requerimientos.....	123
3.3.12. Gestión de mejoras de proceso.....	125
4. Conclusiones y recomendaciones	126
5. Referencias.....	127

Lista de tablas

Tabla 1. Tamaño Planta Extractora	15
Tabla 2. Distribución del área sembrada de palma de aceite en Colombia por zonas	16
Tabla 3. Análisis de alternativas por el método multi-criterio	20
Tabla 4. Análisis de alternativas	20
Tabla 5. Ingresos anuales estimados	22
Tabla 6: Supuestos y restricciones	23
Tabla 7: Secciones planta extractora	24
Tabla 8. Regulación de precios del aceite de palma en Colombia.	30
Tabla 9. Punto de equilibrio productos planta	32
Tabla 10. Descripción del proceso de extracción de aceite de palma	33
Tabla 11. Inventario de flujos y modelo de daños	35
Tabla 12. Cálculo huella de carbono	36
Tabla 13. Características técnicas de la planta	38
Tabla 14. Equipos planta extractora	38
Tabla 15. Presupuesto del proyecto por fase	43
Tabla 16. Gastos operativos planta extractora	44
Tabla 17. Flujo de caja proyecto	44
Tabla 18. Fuentes de financiación	45
Tabla 19. Condiciones crediticias	45
Tabla 20. Tabla de amortización del crédito	45
Tabla 21. Valor presente neto	46

Tabla 22. TIR Planta Extractora	47
Tabla 23. Período de recuperación descontado	47
Tabla 24. Análisis de sensibilidad - Pesimista	48
Tabla 25. Análisis de sensibilidad - optimista	48
Tabla 26. Análisis de sensibilidad - Más probable	48
Tabla 27. Matriz de sostenibilidad "P5"	50
Tabla 28. Resultados cálculo huella de carbono	53
Tabla 29. Project Charter	56
Tabla 30. Análisis de interesados	58
Tabla 31. Plan de gestión del alcance	59
Tabla 32. Declaración de alcance del proyecto	61
Tabla 33. Diccionario de la EDT	62
Tabla 34. Matriz de trazabilidad de requisitos planta extractora	65
Tabla 35. Acta de cierre de proyecto	67
Tabla 36. Plan de gestión del cronograma	68
Tabla 37. Formato de control del cronograma	69
Tabla 38. Duración actividades	70
Tabla 39. Plan de gestión de costos del proyecto	78
Tabla 40. Presupuesto y reservas	79
Tabla 41. Costos del proyecto por fase	80
Tabla 42. Línea base de costo	84
Tabla 43. Métricas de calidad	86
Tabla 44. Entradas plan de calidad	86

Tabla 45: Provisión de recursos de calidad	89
Tabla 46. Requisitos planta extractora	90
Tabla 47. Control de registros	90
Tabla 48. Formato de auditoría	97
Tabla 49. Formato prueba equipos	97
Tabla 50. Formato de inspección	98
Tabla 51. Matriz de responsabilidades de los interesados	100
Tabla 52. Matriz de responsabilidades (RACI)	101
Tabla 53. Plan de capacitación de personal	103
Tabla 54. Indicadores de evaluación del equipo de proyecto	104
Tabla 55. Matriz de roles y responsabilidades	104
Tabla 56. Identificación de interesados	107
Tabla 57. Matriz de comunicaciones	107
Tabla 58. Entregables documentales de primer nivel	108
Tabla 59. Entregables documentales de segundo nivel	108
Tabla 60. Plan de gestión de riesgos del proyecto	109
Tabla 61. Registro de riesgos con análisis, planta extractora	111
Tabla 62. Matriz de registro de riesgos	113
Tabla 63. Criterios de aceptación de proveedores	116
Tabla 64. Métricas de desempeño compras	118
Tabla 65. Cronograma general de compras	119
Tabla 66. Análisis de interesados	119
Tabla 67. Matriz de interesados (poder - Interés)	120

Tabla 68. Matriz de temas y respuestas	121
Tabla 69. Formato solución de conflictos	122
Tabla 70. Definiciones de cambios	122
Tabla 71. Responsabilidades gestión de cambios	123
Tabla 72. Proceso de control de cambios	123
Tabla 73. Gestión de requerimientos	123
Tabla 74. Gestión de mejoras de proceso	125

Lista de figuras

Figura 1. Estructura de la Organización. 13

Figura 2. Mapa estratégico de la empresa..... 13

Figura 3. Cadena de valor Empresa 14

Figura 4. Ventas anuales de aceite de palma 16

Figura 5. Árbol de problemas 17

Figura 6. Árbol de objetivos 18

Figura 7. Alternativa seleccionada..... 21

Figura 8. Ventas de aceite de palma al mercado local. 26

Figura 9. Compradores internos de aceite de palma 27

Figura 10. Distribución de ventas según el mercado de destino..... 28

Figura 11. Producción de aceite de palma en Colombia..... 29

Figura 12. Participación porcentual en producción de aceite por zonas..... 29

Figura 13. Punto de equilibrio CPO..... 31

Figura 14. Punto de equilibrio PKO 31

Figura 15. Punto de equilibrio PKC..... 31

Figura 16. Vista general Planta Extractora 33

Figura 17. Flujo de proceso de una planta extractora 35

Figura 18. Balance de masa 42

Figura 19. EDT Planta extractora 60

Figura 20. EDR proyecto planta extractora 61

Figura 21. Diagrama de red del proyecto..... 75

Figura 22. Cronograma proyecto planta 76

Figura 23: Uso de recursos	77
Figura 24: Nivelación de recursos	77
Figura 25: Línea base del costo	79
Figura 26. EDR (Estructura de desglose de recursos)	83
Figura 27. Estructura de desglose de costos	84
Figura 28. EDR Planta extractora	89
Figura 29. Verificación de producto	94
Figura 30: Organigrama del proyecto	98
Figura 31. Histograma de recursos proyecto planta extractora.....	103
Figura 32. Matriz de probabilidad e impacto de riesgos.....	111
Figura 33. Escalas de impacto de riesgos en el proyecto.....	110
Figura 34. Estructura de desglose de riesgos	112
Figura 35. Proceso de compras	115
Figura 36. Aprobación de contratos.....	117
Figura 37. Análisis dependencia - influencia de interesados	121

RESUMEN

La Organización dueña del proyecto, se dedica a la extracción de aceite de palma; posee más de 7.000 Ha sembradas en Mapiripán (Meta). Fue creada en 2008, y fundamenta su direccionamiento estratégico en la sostenibilidad ambiental. Se busca aumentar la producción de aceite de palma ya que se desaprovecha gran parte de las cosechas. Actualmente se vende fruto a extractoras distantes, con altos costos de transporte y dificultades logísticas, propias de la zona. Como solución, se elige implementar una planta de 30 TRFF/H. La población fundamental a impactar es la comunidad de Mapiripán (empleo, e inversión en programas sociales); y, las empresas procesadoras de aceite. La planta incluye equipos para todas las secciones del proceso. El presupuesto del proyecto es de 24,682M, para: Gerencia de proyecto; fabricación; transporte; obras civiles; montaje; cierre de proyecto; reservas de contingencia y gestión. Se establecen los costos de operación del proyecto una vez puesto en marcha, considerando varios escenarios a fin de estimar su viabilidad. El proyecto se financiará con 9,682M de recursos propios, y 15,000M de préstamos bancarios. La planeación incluye: *Project charter*; identificación de interesados; y planes de gestión asociados.

Palabras clave: *Planta Extractora; proceso; efluentes; gerencia de proyectos; aceite de palma.*

1. Antecedentes

1.1. Descripción de la organización fuente del problema o necesidad.

A continuación, se muestran aspectos de la organización como: Descripción, direccionamiento estratégico, objetivos estratégicos, políticas institucionales, misión, visión; valores corporativos, estructura organizacional, mapa estratégico y cadena de valor.

1.1.1. Descripción general, marco histórico de la Organización.

Poligrow, la Organización fuente del problema del que trata este proyecto, es una empresa que se dedica a la producción de aceite de palma. Fue creada en 2008 con el propósito de desarrollar un proyecto de tipo agroindustrial rentable y sostenible en el municipio de Mapiripán, departamento del Meta (Poligrow, 2016).

1.1.2. Direccionamiento estratégico de la Organización.

La Organización fundamenta su direccionamiento estratégico en la sostenibilidad ambiental, económica y social. El perfil corporativo (Poligrow, 2016) se basa en los siguientes principios: Eco-innovación, innovación social, innovación energética.

1.1.3. Objetivos estratégicos de la Organización.

- “Eco-innovación: Generar riqueza y desarrollo a partir de la conservación y el manejo responsable de recursos naturales”.
- “Innovación social: Crear oportunidades para transformar problemas sociales de forma efectiva, eficiente, inclusiva y sostenible”.
- “Innovación energética: Desarrollar energías alternativas con tecnologías de talla mundial para comunidades no interconectadas”.

1.1.4. Políticas institucionales.

- Política ambiental: “Altos estándares de responsabilidad ambiental, cumpliendo la normatividad nacional, y la normativa de la RSPO” (RSPO, 2012).
- Responsabilidad y compromiso en busca de un desarrollo sostenible.
- Búsqueda e implementación de tecnologías innovadoras que mitiguen el impacto de las actividades de la Organización sobre el medio ambiente.
- Protección y recuperación de los ecosistemas prioritarios.

1.1.5. Misión, Visión, Valores.

A continuación, se presentan tres factores primordiales con los que se deben familiarizar y adoptar, cada uno de los integrantes de la compañía:

- **Misión:**” Innovar para el desarrollo” (Poligrow, 2016).
- **Visión:** “Ser líderes en la producción de aceite de palma de forma agronómica, ambiental, económica y socialmente sostenible” (Poligrow, 2016).
- **Valores corporativos**
 - **Responsabilidad:** “Responsabilidad y compromiso en busca de un desarrollo sostenible.”
 - **Respeto:** Respetar la libertad y la dignidad de cada individuo (Poligrow, 2016).
 - **Honestidad:** Poseemos una base ética, sólida para la ejecución de nuestros proyectos y la negociación de los mismos.

1.1.6. Estructura organizacional.

En este numeral se muestra la estructura de la Organización fuente del problema **Figura 1.**

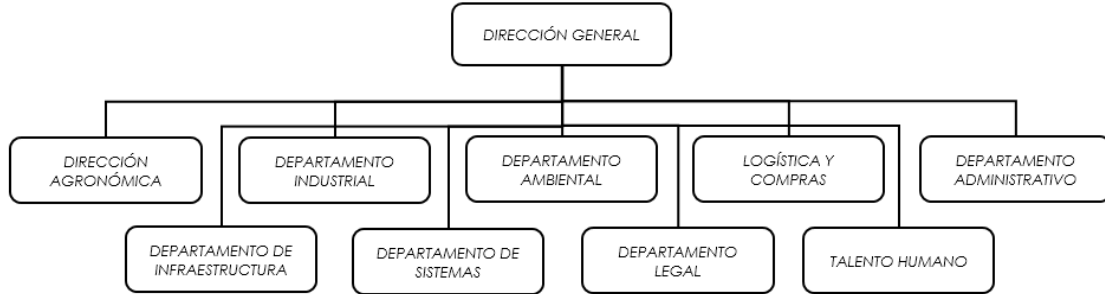


Figura 1. Estructura de la Organización.

Fuente: (Poligrow, 2016)

1.1.7. Mapa estratégico de la Organización.

El mapa estratégico (**Figura 2**), contiene los aspectos a considerar para desarrollar, y por medio de ellos ejecutar y mejorar los diferentes procesos internos con el fin de crear los productos a ofrecer a los clientes, obteniendo rentabilidad para la Empresa.

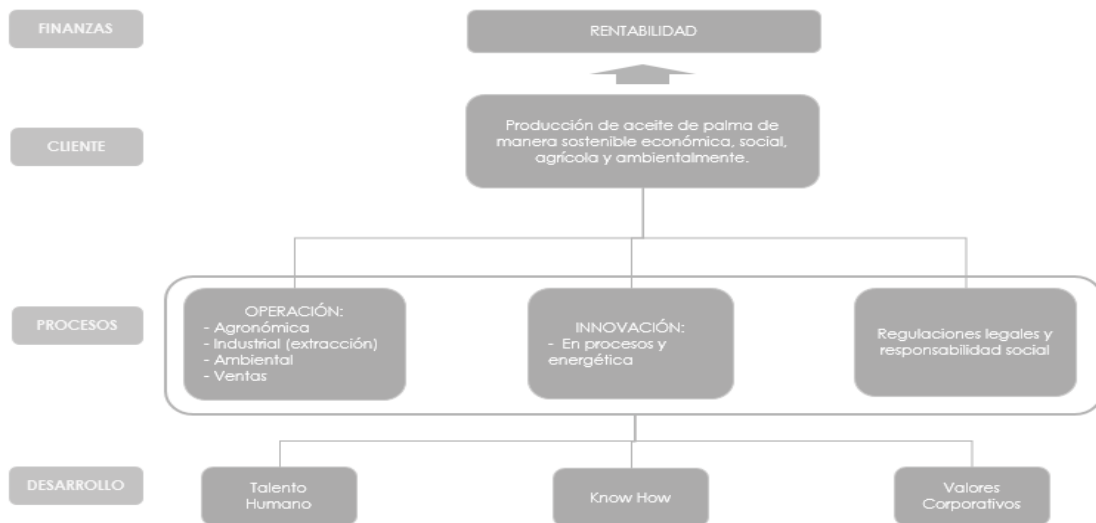


Figura 2. Mapa estratégico de la empresa

Fuente: Los autores, con base en (Poligrow, 2016)

1.1.8. Cadena de valor de la Organización.

En la **Figura 3** se muestran las actividades más importantes que al ser desarrolladas por la Empresa generan valor tanto para los clientes como para la Empresa misma.



Figura 3. Cadena de valor Empresa

Fuente: Los autores, con base en (Poligrow, 2016)

1.2. Formulación.

En este numeral, se abordan los aspectos que influyeron en la identificación de las necesidades y el planteamiento del problema que se presenta en la región, para luego establecer la finalidad del proyecto y su respectivo impacto.

1.2.1. Antecedentes del problema.

Los cultivos de palma aceitera están en constante crecimiento en los llanos orientales, magdalena medio, costa norte y sur del país, debido a las condiciones climáticas favorables con que cuentan estas regiones. Los sitios en que se desarrollan las plantaciones generalmente están

alejados de las concentraciones urbanas, por lo cual es difícil la implantación de unidades industriales que permitan aprovechar el crecimiento de los cultivos, así como la ubicación de personal calificado para desempeñar las tareas que implica cultivar y procesar la palma africana.

Actualmente, existe en la región una planta extractora piloto de baja capacidad, insuficiente para cubrir la oferta de fruto actual, esto hace que sea necesario vender el fruto a otras extractoras ubicadas a grandes distancias, con los consecuentes costos de transporte y demás dificultades logísticas, propias de las condiciones de infraestructura vial.

Por otra parte, se está desaprovechando el potencial económico que significa contar con una instalación industrial adecuada en cercanías a las plantaciones, no solo para la compañía dueña de los cultivos; sino que también para la región.

El problema se presenta en la zona de Mapiripán, Meta, donde existen sembrados que superan las siete mil hectáreas (7,000 ha), y cuyo procesamiento requiere de una instalación industrial de gran capacidad, ya que la planta piloto que funciona actualmente, no basta para atender los requerimientos de la zona. En la **Tabla 1** se muestran los parámetros considerados para establecer el tamaño adecuado de la planta extractora.

Tabla 1. Tamaño Planta Extractora

CÁLCULO DEL TAMAÑO DE LA PLANTA		
Área sembrada	ha	7.000
Producción por ha	Ton	22
Producción mes pico (+)	%	12%
Producción anual fruto	Ton	221.760
Horas de trabajo día	ha	22
Días de trabajo mes	d	26
Tamaño requerido Planta	TRFF/h	30

Fuente: Los autores

La región de los llanos orientales cuenta con un gran potencial de desarrollo de cultivos y plantas extractoras de aceite de palma, como se muestra en la **Tabla 2**.

Tabla 2. Distribución del área sembrada de palma de aceite en Colombia por zonas

Año	Área	Oriental		Norte		Central		Suroccidental		Total	
		ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
2010	Sembrada	139,515	36.8%	92,683	24.4%	130,623	34.4%	16,789	4.4%	379,610	100.0%
	En producción	99,021	38.7%	67,689	26.5%	84,889	33.2%	4,167	1.6%	255,766	100.0%
	En desarrollo	40,495	32.7%	24,994	20.2%	45,734	36.9%	12,622	10.2%	123,845	100.0%
2011	Sembrada	148,871	36.7%	99,964	24.6%	139,183	34.3%	17,637	4.3%	405,655	100.0%
	En producción	105,931	38.8%	70,017	25.6%	94,181	34.5%	3,063	1.1%	273,192	100.0%
	En desarrollo	42,941	32.4%	29,947	22.6%	45,002	34.0%	14,574	11.0%	132,464	100.0%
2012	Sembrada	155,713	37.1%	102,105	24.3%	144,116	34.3%	17,936	4.3%	419,870	100.0%
	En producción	115,687	38.3%	75,974	25.1%	107,000	35.4%	3,720	1.2%	302,381	100.0%
	En desarrollo	40,027	34.1%	26,131	22.2%	37,116	31.6%	14,216	12.1%	117,490	100.0%
2013	Sembrada	164,436	36.8%	112,480	25.2%	152,993	34.3%	16,466	3.7%	446,375	100.0%
	En producción	127,884	37.8%	85,976	25.4%	117,775	34.8%	7,058	2.1%	338,693	100.0%
	En desarrollo	36,553	33.9%	26,503	24.6%	35,218	32.7%	9,408	8.7%	107,682	100.0%
2014	Sembrada	173,861	38.6%	116,923	26.0%	142,493	31.7%	16,854	3.7%	450,131	100.0%
	En producción	138,457	39.2%	89,653	25.4%	112,732	31.9%	12,724	3.6%	353,566	100.0%
	En desarrollo	35,404	36.7%	27,270	28.2%	29,761	30.8%	4,130	4.3%	96,565	100.0%

Fuente: (Fedepalma, 2015)

La producción nacional de aceite de palma presenta un aumento creciente en las ventas como se muestra en la **Figura 4**.

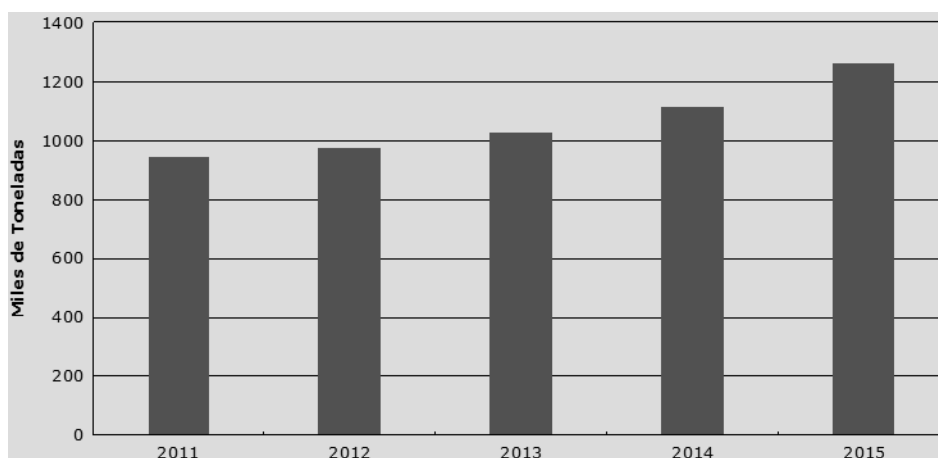


Figura 4. Ventas anuales de aceite de palma

Fuente: (Fedepalma, 2016)

1.2.2. Descripción del problema.

El problema central a resolver, es mejorar la capacidad de producción de aceite de palma por parte de la empresa propietaria de los cultivos de la zona de Mapiripán, Dpto. del Meta. Actualmente se tiene en operación una planta extractora piloto de quince toneladas (15 TRFF/H), la cual es insuficiente para procesar el fruto producido en las áreas sembradas, como se evidencia en la **Tabla 1**.

Debido a que la capacidad de extracción de aceite es limitada, se generan costos elevados al tener que transportar parte del fruto cosechado a otras extractoras, teniendo que afrontar las difíciles condiciones de las vías de la región, las cuales se tornan más precarias en la época de lluvias. Para desarrollar el proyecto se genera el árbol de problemas de la **Figura 5**.

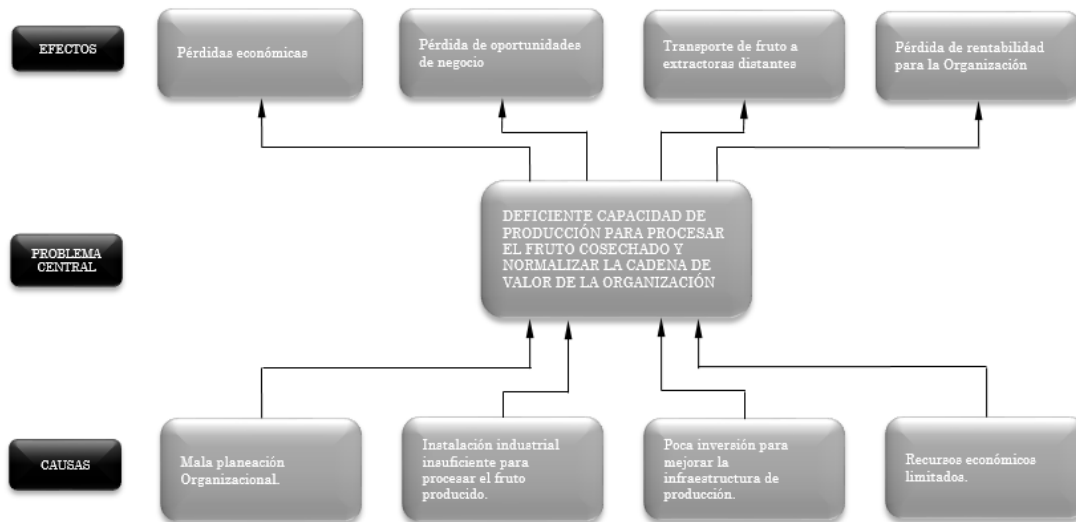


Figura 5. Árbol de problemas

Fuente: Los autores

1.2.3. Objetivos del proyecto.

1.1.1.1. Objetivo general.

Aumentar la capacidad de producción de aceite de palma por parte de la Organización. Para materializar este objetivo es necesario instalar una planta de producción con capacidad de 30 TRFF/H (Tabla 1). El objetivo general y los demás se presentan en el árbol de objetivos Figura 6.

1.1.1.2. Objetivos específicos.

Para generar el árbol de objetivos se parte del árbol de problemas. De este modo se considera cada uno de los requerimientos sin descuidar los objetivos planteados para la culminación exitosa del proyecto (Figura 6). Como objetivos específicos se plantean:

- Aumentar la rentabilidad de la Organización al duplicar la capacidad de producción.
- Generar empleo para los habitantes de la zona (“se genera un empleo directo por cada 8 ha sembradas; y, 1.5 empleos indirectos por cada empleo directo”: (Fedepalma, 2016)).

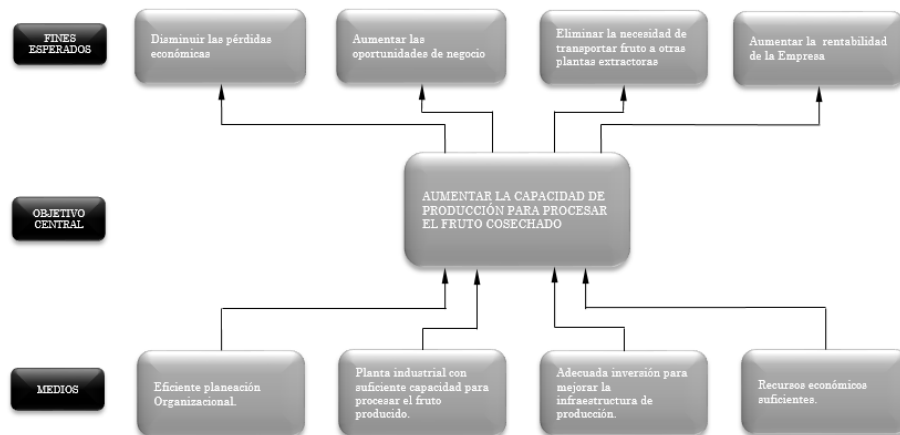


Figura 6. Árbol de objetivos

Fuente: Los autores

1.2.6. Descripción de alternativas.

En el presente numeral se plantean las posibles alternativas, identificadas para resolver el problema central.

1.1.1.3. Implementar una nueva unidad industrial con mayor capacidad.

Con esta opción se obtienen varios beneficios para la empresa y la comunidad de la región. Se aumenta la capacidad de producción de aceite rojo; se genera empleo, se mejora la calidad de vida y se da la oportunidad para un mejor crecimiento personal y laboral de la comunidad. Adicionalmente, se aumentan las utilidades de la compañía, ya que se aprovecha la totalidad del producto y sus derivados. No es necesario el desplazamiento de grandes distancias con la materia prima. Los productos que se obtienen con la planta de 30 TRFF/H son:

- Aceite rojo.
- Aceite y torta de palmiste.
- Concentrados para nutrición animal.
- Aceite de racimos vacíos.
- Energía eléctrica, al aprovechar la fibra de palma y los gases recuperados de la descomposición de residuos sólidos y líquidos.

1.1.1.4. Establecer alianzas para colocar el fruto en otras extractoras de la región.

Esta opción, aunque permite comercializar el fruto, genera un desgaste no solo administrativo al tener que buscar compradores, sino que no se obtiene la ganancia total de la

producción, porque en el traslado del fruto se puede incurrir en gastos mayores, no se impactaría de forma positiva la región y no se aprovecharían los productos derivados.

1.2.7. Criterios de selección de alternativas.

Como herramienta de análisis para la toma de decisión sobre la alternativa más adecuada se utiliza el método multicriterio (Tabla 3).

Tabla 3. Análisis de alternativas por el método multi-criterio

MÉTODO MULTI-CRITERIO "SCORING"			
CRITERIO	PONDERACIÓN	CALIFICACIÓN ALTERNATIVA	
		Implementar Planta	Alianzas estratégicas
	W_i	r_{i1}	r_{i2}
Rentabilidad para la Organización	5	9	8
Desarrollo social y económico	5	8	2
Progreso tecnológico	5	7	1
Localización	2	3	1
Empleo permanente	5	5	1
	Total Score: ri	151	62

1: Extra bajo; 2: Muy bajo; 3: Bajo; 4: Poco bajo; 5: Medio; 6: Poco alto; 7: Alto; 8: Muy alto; 9: Extra alto.
La alternativa con mejor puntaje es la elegida.

Fuente: Los autores

1.2.8. Análisis de alternativas.

Una vez identificadas las dos posibles alternativas y definido el criterio de selección, en la Tabla 4 se presentan los aspectos tenidos en cuenta para el análisis de dichas opciones

Tabla 4. Análisis de alternativas

ALTERNATIVA	ANÁLISIS		
	SOCIAL	TECNOLÓGICA	ECONÓMICA
Implementación de una planta extractora de aceite de palma africana, con capacidad inicial de 30 TRFF/H.	Generación de empleo y desarrollo personal, incluyente para toda la población.	Se empleará tecnología de punta, alineada con la sostenibilidad ambiental.	Apoyo al desarrollo económico para la región e incremento en la rentabilidad de la compañía.

ANÁLISIS			
ALTERNATIVA	ASPECTO		
	SOCIAL	TECNOLÓGICA	ECONÓMICA
Hacer alianzas estratégicas para colocar el fruto sobrante en extractoras de la región oriental.	Beneficios sociales mínimos, debido a un solo campo de acción y no se apoya a la región de forma directa.	No genera ningún crecimiento tecnológico para la compañía.	Beneficios reducidos debido a que solo se emplearía mano de obra para cargue y transporte de fruto y no se aprovecharía la totalidad de la producción.

Fuente: Los autores

1.2.9. Selección de alternativas.

Una vez analizadas las opciones para la solución del problema central del proyecto, aplicando criterios económicos, ambientales y de ingeniería, se selecciona la primera alternativa, “implementar una unidad industrial con mayor capacidad”. En la **Figura 7**, se muestra esquemáticamente la alternativa con los fines esperados al hacer la correspondiente implementación.



Figura 7. Alternativa seleccionada
Fuente: Los autores

1.2.10. Justificación del proyecto.

Actualmente existe una planta piloto de 15 TRFF/H, cuya capacidad es insuficiente para procesar el fruto producido por las 7,000 ha que hay sembradas.

Con la implantación de una planta extractora de aceite de palma con capacidad de 30 TRFF/H, se soluciona el problema de infraestructura inadecuada que tiene la Organización para la producción de aceite de palma; se aumenta la rentabilidad; se genera empleo para los habitantes de la región y se normaliza la cadena de valor.

Adicionalmente se producen aportes como: reducción en el impacto ambiental debido al uso de tecnología de punta en la maquinaria de proceso (reducción de emisiones de material particulado, reducción de consumo de agua en el proceso, sostenibilidad ambiental).

El tamaño adecuado (Tabla 1) de planta extractora es 30 TRFF/H (Toneladas de racimos por hora).

De acuerdo con los rendimientos de producción que se obtienen por hectárea y por tonelada, se presenta el estimado de ingresos y costos de producción por año (Tabla 5).

Tabla 5. Ingresos anuales estimados

CÁLCULO DE INGRESOS										
DESCRIPCIÓN	PRODUCCIÓN, Ton						Precio Ton.	INGRESO		
	Ton/h	%	h	d	m	a		MES	AÑO	
Eficiencia planta		69.0%		22	26	12				
Aceite rojo	30	20.0%	4.14	91.08	2,368	28,417	1.925M	4,582M	54,987M	
Aceite de palmiste		1.9%	0.39	8.65	225	2,700	2.421M	545M	6,536M	
Torta de palmiste		2.9%	0.60	13.21	343	4,120	0.304M	104M	1,253M	
TOTAL								5,231M	62,775M	
COSTOS DE PRODUCCIÓN						INGRESO TOTAL / AÑO				
Costo de producción tonelada ACP						UNITARIO	MES	AÑO	MES	AÑO
						1.295M	3,067M	36,810M	2,164M	25,965M

Fuente: Los autores

1.3. Marco metodológico.

En este apartado se busca mostrar las fases que fueron tenidas en cuenta para el desarrollo de la metodología de investigación.

Debido al contexto educativo de este proyecto, se realizó un trabajo de tipo documental de investigación, la cual se trata en consultar información de terceros, para luego analizarla y después de eso plasmarla en el documento.

1.3.1. Herramientas para la recolección de información.

- **Primarias:** Colegas profesionales que se desempeña en el área de la palma aceitera en Colombia, empresas y proyectos en las que ha trabajado el equipo del proyecto.
- **Secundarias:** Libros técnicos, revistas, videos e internet.

1.3.2. Fuentes de información.

Como punto de partida se consultó: Información extraída de internet; Proveedores industriales en el mercado colombiano; Información propia del equipo del proyecto.

1.3.3. Supuestos y restricciones.

La **Tabla 6**, muestra los supuestos para realizar el proyecto, y que son pieza fundamental para el correcto desarrollo del mismo; así mismo, se muestran las restricciones, que de presentarse podrían afectar de forma negativa, variado de manera significativa la planeación del proyecto:

Tabla 6: Supuestos y restricciones

SUPUESTOS
<ul style="list-style-type: none"> • Se cuenta con créditos necesarios para desarrollar el proyecto. • La TRM no variará por fuera del rango $2,900 \pm 20\%$. • Se cuenta con suficiente suministro de agua y energía en el sitio del proyecto. • No se presentan alteraciones de orden público en la zona del proyecto. • Se cuenta con disponibilidad suficiente de materiales en el mercado nacional. • Las condiciones climáticas son las mejores para el transporte de material. • Las obras civiles necesarias para el proyecto ya están construidas.
RESTRICCIONES
<ul style="list-style-type: none"> • El proyecto no debe superar los \$24,682M. • La tecnología a usar debe estar alineada con la sostenibilidad ambiental. • Emisiones de material particulado a la atmósfera: inferiores a 150 mg/m^3 • Se debe contratar personal de la zona para trabajar durante el desarrollo del proyecto.

Fuente: Los autores

1.3.4. Marco conceptual referencial.

La implementación de una planta extractora de aceite de palma africana consiste en la fabricación y montaje de los equipos para la unidad industrial necesaria para el proceso del fruto cosechado de palma; y contará con las secciones mostradas en la **Tabla 7**.

Tabla 7: Secciones planta extractora

SECCIONES PLANTA EXTRACTORA	
N°	DESCRIPCIÓN
1	Recepción
2	Esterilización
3	Desfrutación
4	Prensado
5	Clarificación
6	Desfibración
7	Palmistería
8	Extracción de aceite de palmiste
9	Almacenamiento de aceite
10	Estación de despacho
11	Manejo de racimos vacíos
12	Manejo de efluentes y compostaje
13	Generación de vapor y energía
14	Instalaciones administrativas y patio de camiones

Fuente: Los autores

Las zonas aptas para el cultivo y de palma aceitera y su explotación en Colombia están distribuidas en sectores de clima cálido ubicados en la parte norte del país, los llanos orientales y algunos sectores del sur en el departamento de Nariño. Para llevar a cabo los procesos de extracción del aceite se utilizan tecnologías como las siguientes:

- **Esterilización horizontal y clarificación estática:** La cocción del fruto se hace en equipos horizontales llamados esterilizadores, cuyos tamaños van de Ø1.7m x 10m hasta Ø2.5m x 30m. La clarificación, que es el proceso de limpieza del agua aceitosa, se realiza por medio de tanques a través del proceso de decantación y sedimentación de lodos.

- **Esterilización horizontal y clarificación dinámica:** El proceso de esterilización es igual al descrito en el apartado anterior, la clarificación se hace por medio de máquinas separadoras llamadas tricanter, las cuales son de alta tecnología, y aunque requieren de una inversión inicial mayor, son más eficientes debido a que el consumo de agua es mucho menor, comparado con el proceso estático.
- **Esterilización Vertical:** Los esterilizadores son verticales, sus capacidades son muy similares a las descritas en la esterilización horizontal, la ventaja significativa sobre la esterilización horizontal es la disminución del espacio requerido para instalar los equipos.
- **Esterilización continua:** Esta tecnología consiste en aplicar vapor a baja presión al fruto desde la desfrutación, los esterilizadores utilizados son de forma rectangular.

La tecnología a utilizar en el proyecto, consiste en esterilización vertical, clarificación dinámica, generación de vapor con caldera de alta presión y turbina de una etapa.

En cuanto al manejo de efluentes de la planta, se propone el uso del sistema conocido como MDL (Mecanismo de Desarrollo Limpio), el cual está orientado a mitigar el impacto en el medio ambiente, ya que “permite un mayor nivel de eliminación de residuos orgánicos en el agua utilizada y evitará que el metano producido suba a la atmósfera al capturarlo en lagunas carpadas, para luego depurarlo y utilizarlo en la generación de energía eléctrica” (Daabon, 2016).

2. Estudios y evaluaciones

2.1. Estudio de mercado.

La viabilidad del proyecto se determina de modo, que se identifican los aspectos más relevantes, que ayudarán a establecer la población impactada (Clientes potenciales), los posibles compradores o compañías que se interesarían en el producto final, que se puede ofrecer a dichas compañías o a los nuevos clientes, precios con los que se entraría a competir en el mercado; y, con el punto de equilibrio donde se vería el momento donde se iniciaría a recibir ganancias.

2.1.1. Población.

De acuerdo con el anuario estadístico publicado por FEDEPALMA, en 2016, las ventas de aceite de palma fueron de 844,415 toneladas en el mercado local, donde la mayor participación se obtuvo de las industrias relacionadas al Biodiesel y al proceso de aceites y grasas respectivamente **Figura 8** (Fedepalma, 2016). La población a impactar directamente con el desarrollo del proyecto es la comunidad de mapiripán, zona en que se desarrolla el mismo.

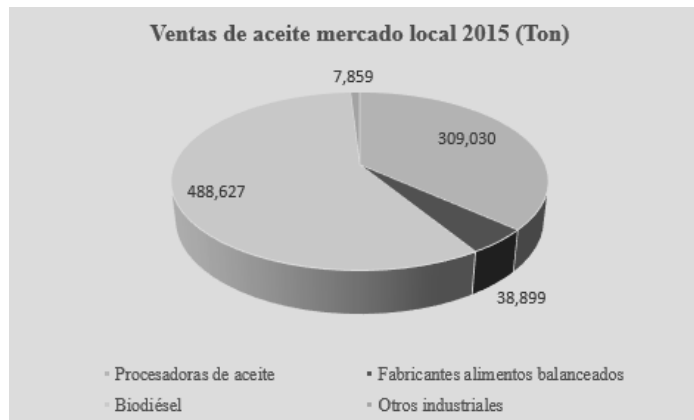


Figura 8. Ventas de aceite de palma al mercado local

Fuente: Los autores

Según el anuario estadístico mencionado anteriormente, las ventas de aceite de palma a los mercados de exportación, fueron de 419.258 toneladas. En la **Figura 9**, se muestran las organizaciones que conformaron el consumo interno: Acepalma, Biocosta, Tequendama, Grasco y Gradesa principalmente.

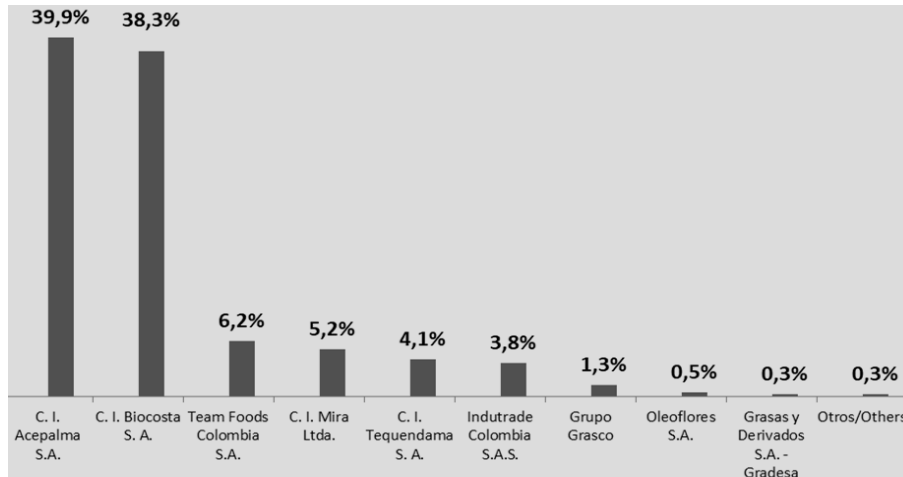


Figura 9. Compradores internos de aceite de palma

Fuente: Anuario estadístico Fedepalma, 2015

Del análisis de las dos figuras anteriores, se establece que el mercado con mayor potencial de explotación es el de las compañías de consumo interno (teniendo en cuenta que consumen el doble de lo que consumen las compañías de exportación).

2.1.2. Dimensionamiento de la demanda.

Según datos recopilados por SISPA-FEDEPALMA y UGCE, en 2015, el 39% de la producción fue adquirida por el mercado local de biodiesel, 28% por el mercado tradicional (Procesadoras de aceites y grasas, Fabricantes de alimentos balanceados y otros) y el 33% por el mercado de exportación, los anteriores resultados fueron calculados del total de la producción vendida durante el año (**Figura 10**).

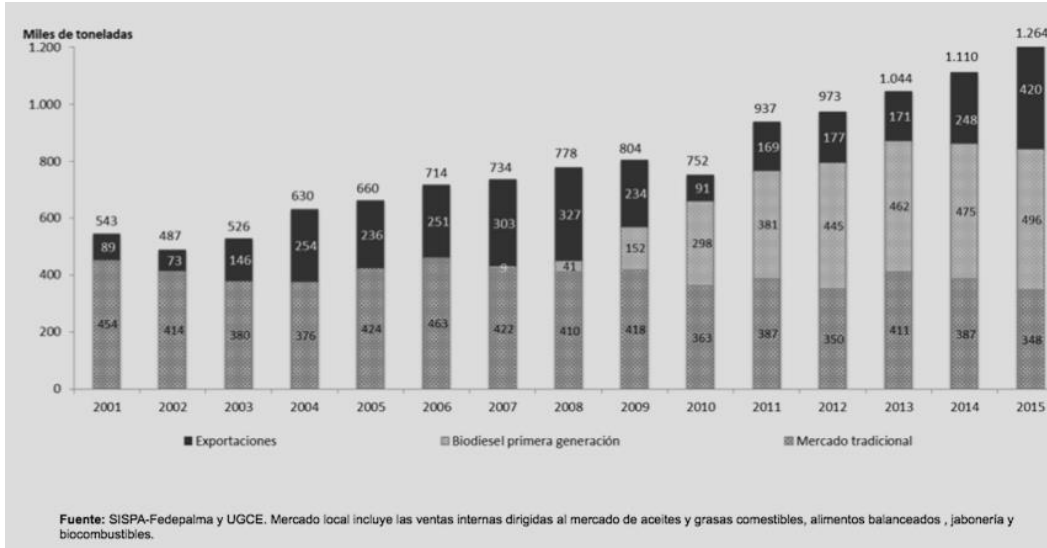


Figura 10. Distribución de ventas según el mercado de destino

Fuente: (Fedepalma, 2016)

2.1.3. Dimensionamiento oferta.

El proyecto de construcción y puesta en marcha de una planta extractora de aceite de palma con capacidad inicial de 30 Ton/h, se ejecutará para aumentar la capacidad de producción y venta de aceite (aproximadamente 100%) de la Organización a la cual pertenecen las plantaciones de fruto de la zona de Mapiripán, Meta.

De acuerdo con lo reportado por SISPA-FEDEPALMA, entre 2000 y 2015, la producción de aceite crudo de palma se ha incrementado de 500,000 Toneladas a 1'272,522 Toneladas, donde solo en los años 2002 y 2010, se presentaron mínimas disminuciones en la producción, tomando como referencia cada uno de los años inmediatamente anteriores.

El crecimiento de producción entre 2014 y 2015, fue de 14,7%. Dicho crecimiento y el aumento de producción desde el año 2000 hasta el año 2015, se representa en la **Figura 11**.

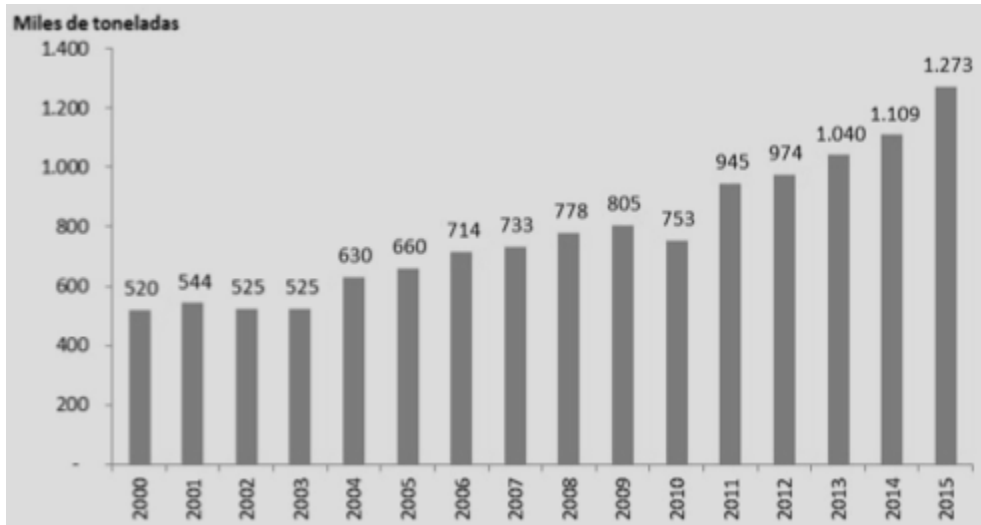


Figura 11. Producción de aceite de palma en Colombia

Fuente: (Fedepalma, 2016)

En 2015, la producción de aceite de palma en la región Suroccidental fue de 23,334 Ton; en la región Central de 354,162 Ton; en la región Norte de 370,285 Ton. La mayor parte de producción se presentó en la región Oriental con 524,741 Ton, para un total de 1'272,522 toneladas (Figura 12).

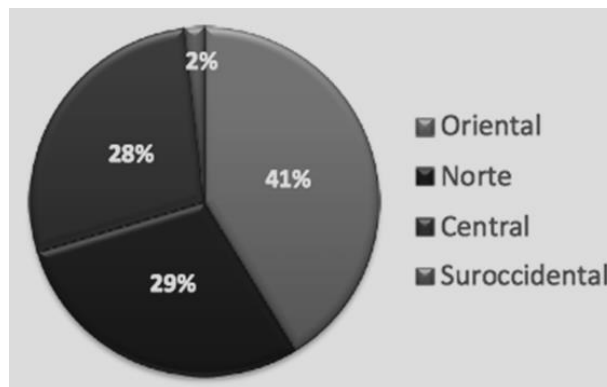


Figura 12. Participación porcentual en producción de aceite por zonas

Fuente: (Fedepalma, 2016)

2.1.4. Precios.

Los precios de la palma de aceite, son establecidos mediante resoluciones emitidas por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, el cual se basa en un estudio técnico y en el análisis de los indicadores de precios (Fedepalma, 2016); en la **Tabla 8**, se aprecia el comportamiento de precios desde el primer semestre de 2010, hasta el primer semestre de 2016.

Tabla 8. Regulación de precios del aceite de palma en Colombia.

PERIODO	ACEITE DE PALMA CRUDO	RESOLUCIÓN DEL MINISTERIO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL
Primer semestre de 2016	\$1.935.000	Nº 000476 de 2015
Segundo semestre de 2015	\$1.936.000	Nº 000185 de junio de 2015
Primer semestre de 2015	\$1.671.000	Nº 000505 de diciembre de 2014
Segundo semestre de 2014	\$1.794.000	Nº 000273 de junio de 2014
Primer semestre de 2014	\$1.700.000	Nº 000472 de diciembre de 2013
Segundo semestre de 2013	\$1.573.000	Nº 00245 del 30 de julio de 2012
Primer semestre de 2013	\$1.822.000	Nº 00469 del 26 de diciembre de 2012
Segundo semestre de 2012	\$1.981.000	Nº 00224 del 29 de junio de 2012
Primer semestre de 2012	\$1.948.000	Nº 00395 del 29 de diciembre de 2011
Segundo semestre de 2011	\$2.225.000	Nº 000182 de 2011 del 30 de junio de 2011
Primer semestre de 2011	\$1.770.000	Nº 00460 del 29 de diciembre de 2010
Segundo semestre de 2010	\$1.640.000	Nº 00206 del 28 de junio de 2010
Primer semestre de 2010	\$1.590.000	Nº 00376 del 21 de diciembre de 2009

Fuente: Los autores

2.1.5. Punto de equilibrio.

Con el fin de evaluar la factibilidad del proyecto de la planta extractora, se utiliza como herramienta el punto de equilibrio (**Figura 13, Figura 14, Figura 15, y Tabla 9**).

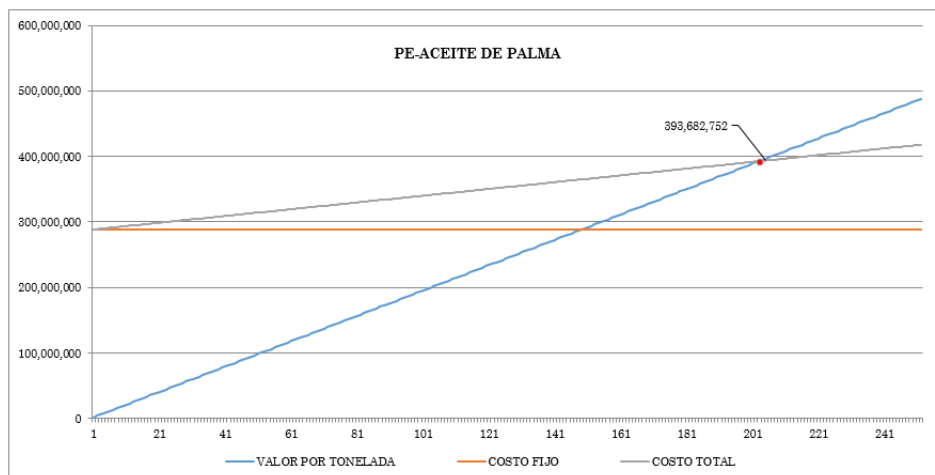


Figura 13. Punto de equilibrio CPO

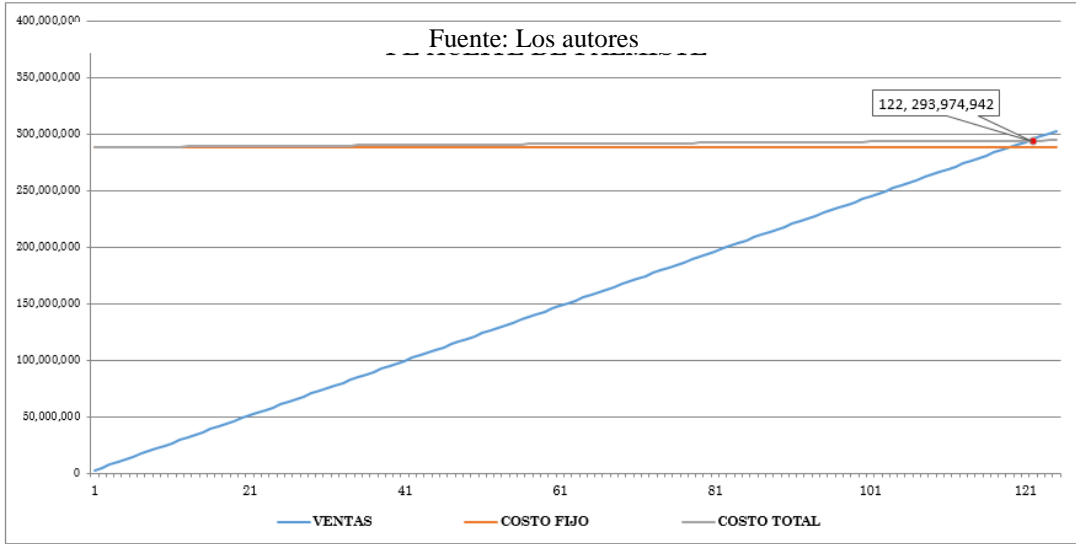


Figura 14. Punto de equilibrio PKO

Fuente: Los autores

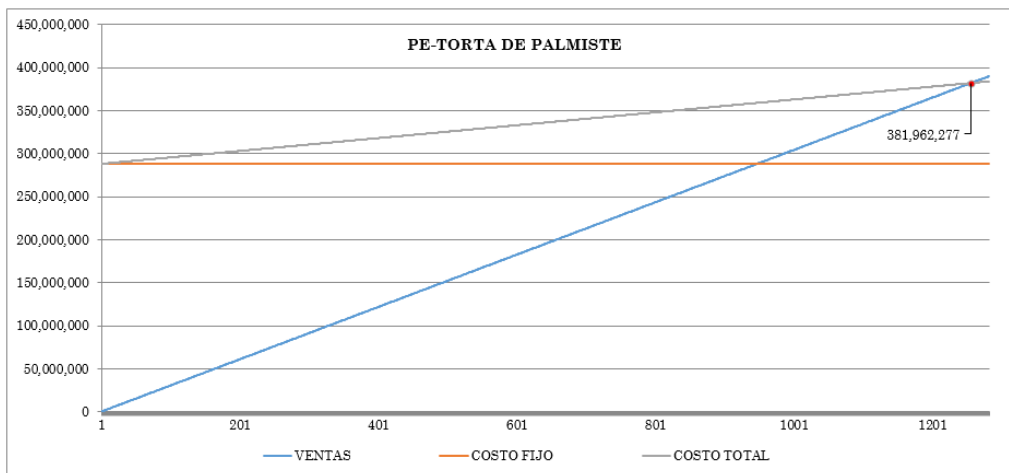


Figura 15. Punto de equilibrio PKC

Fuente: Los autores

Las anteriores gráficas de punto de equilibrio muestran el momento a partir del cual se empiezan a dar resultados positivos, con ganancias para la organización, al vender aceite crudo de palma, aceite de palmiste y torta de palmiste.

Tabla 9. Punto de equilibrio productos planta

PARÁMETRO	PUNTO DE EQUILIBRIO		
	CPO	PKO	PKC
Costo Fijo	288,000,000	288,000,000	288,000,000
Precio de venta unitario	1,935,000	2,421,000	304,000
Costo variable unitario	515,526	48,975	74,751
Número de unidades	203	121	1,256
Costo variable total	104,596,026	5,946,304	93,908,240
Ingreso total	392,596,026	293,946,304	381,908,240

Fuente: Los autores

2.2. Estudio técnico.

2.2.1. Diseño conceptual.

Para cumplir con el propósito del proyecto que es mejorar la capacidad de producción de aceite de palma de la Organización, cuyas plantaciones se encuentran en Mapiripán, se considera la implementación de una planta extractora de aceite de palma con capacidad de 30 ton/h, suficiente para procesar el fruto producido en las áreas sembradas. La planta contará con área de recepción de materia prima; área de proceso (recepción de racimos, esterilización, prensado, clarificación, manejo de racimos vacíos, palmistería, extracción de aceite de palmiste, generación de vapor y energía, tratamiento de efluentes, almacenamiento y despacho de aceite); área administrativa; y, patio de camiones. En la **Figura 16**, se muestra la distribución de equipos y áreas de proceso de la planta. Se utilizan equipos de última generación (por ejemplo, separadores de tornillo centrífugos, para la zona de clarificación; caldera de alta presión y turbina, para generar energía eléctrica y vapor necesarios para la operación de la planta; esterilizadores verticales, para optimizar el proceso de cocción de frutos reduciendo tiempos de proceso y

minimizando los tamaños de áreas requeridas para su instalación) para tener un proceso eficiente en operación, desempeño y, con bajos requerimientos de mantenimiento.

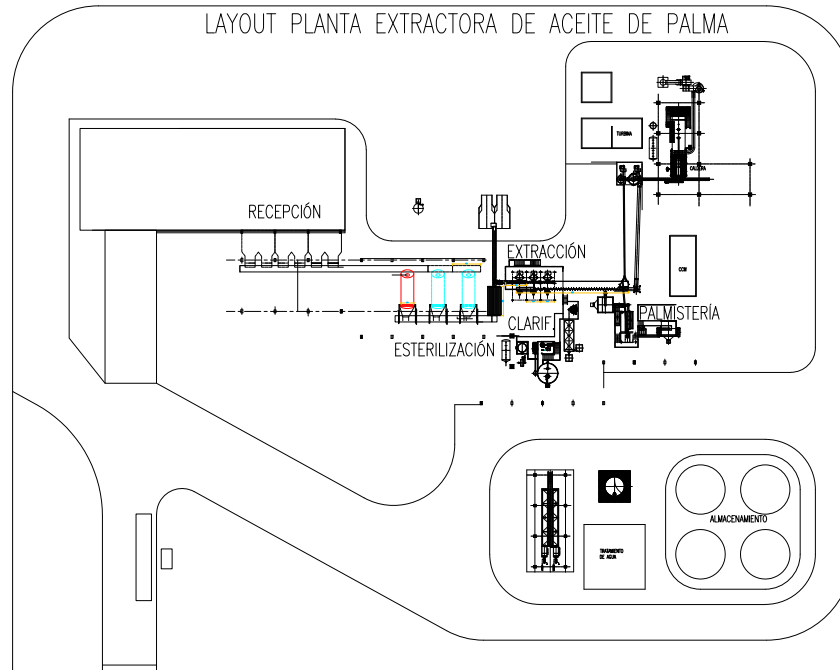


Figura 16. Vista general Planta Extractora

Fuente: Los autores












2.2.2. Descripción del proceso.

El seguimiento de los procesos y su adecuada consecución, son parte fundamental en la producción de aceite de palma. Esto garantiza el correcto funcionamiento de la planta y la calidad óptima del producto final, en la **Figura 17**, se muestra la circulación y el paso a paso de los procesos. A continuación se describe el proceso de extracción del aceite de palma (**Tabla 10**):

Tabla 10. Descripción del proceso de extracción de aceite de palma

PROCESO DE EXTRACCIÓN DE ACEITE DE PALMA	
ETAPA	DESCRIPCIÓN
RECEPCIÓN	El fruto recolectado en las plantaciones es llevado a la extractora por medio de camiones; el material que ingresa es pesado en una báscula ubicada en la entrada de la planta para establecer cuanto entra y posteriormente comparar contra el producto obtenido del proceso de extracción. A continuación, se deposita el fruto en tolvas que permiten la carga de material a transportadores que llevan el fruto a la sección de esterilización.



PROCESO DE EXTRACCIÓN DE ACEITE DE PALMA		
ETAPA	DESCRIPCIÓN	
ESTERILIZACIÓN	El fruto se somete a un proceso de cocción durante 90 minutos a una presión de 3 Bares (45 PSI) en equipos llamados esterilizadores, con el fin de ablandarlo y facilitar la separación del racimo.	
DESFROTACIÓN	Una vez cocinado el fruto; se lleva desde el esterilizador hasta el desfrutador, el cual es un equipo rotatorio cuya función es separar el fruto del racimo. El fruto separado, pasa a la sección de prensado. Los racimos vacíos son conducidos a la sección de manejo de raquis, para su procesamiento.	
EXTRACCIÓN	El material separado del racimo es conducido por medio de transportadores sinfín y elevadores de cangilones a los digestores, que son equipos utilizados para malaxar el fruto durante 28 a 30 minutos antes de suministrarlos a la prensa de extracción. Después de lo anterior, se procede al prensado; en donde se extrae aceite que posteriormente se somete a procesos de limpieza, previos al almacenamiento. Como subproducto de esta etapa se obtienen nueces y fibra de palma.	
CLARIFICACIÓN	En esta sección se libera el aceite obtenido de lodos y otras impurezas, por medio de equipos especializados.	
DESFIBRACIÓN	Consiste en separar las nueces de la fibra obtenidas en la etapa de prensado. A través de un sistema de separación neumática se logra este propósito cuyos efectos son nueces adecuadas para la fase de palmistería y fibra libre de humedad lista para ser utilizada como combustible de caldera.	
PALMISTERÍA	En esta etapa se procesan las nueces clasificándolas por tamaños y triturándolas para extraer almendras y cascarilla. Esta última se utiliza como combustible de caldera adicional a la fibra.	
EXTRACCIÓN DE ACEITE DE PALMISTE	En esta etapa se presanan las nueces y almendras obtenidas en los procesos precedentes. Como subproducto se obtiene torta de palmiste que es utilizada como complemento alimenticio para animales principalmente.	
MANEJO DE RACIMOS VACÍOS	Los racimos vacíos obtenidos en la etapa de desfrutación se someten a un proceso de picado y prensado con el fin de extraer e aceite remanente que contienen, y paralelamente, adecuarlos para los procesos de compostaje utilizados para producir fertilizantes para las plantaciones.	
ALMACENAMIENTO Y DESPACHO DE ACEITE	Comprende tanques y equipos complementarios para almacenar y despachar el aceite obtenido en el proceso productivo. Generalmente, y en función de la eficiencia logística con que se cuente, el aceite puede permanecer almacenado de 5 a 30 días antes de ser despachado a las refinadoras.	
GENERACIÓN DE VAPOR Y ENERGÍA	En esta etapa se utiliza una caldera acuotubular de biomasa en conjunto con una turbina mono etapa de alta presión. Como combustible se utiliza una mezcla de fibra y cascarilla. El vapor generado es recalentado (25 Bar; 330°C), y se utiliza para impulsar la turbina, a fin de generar energía eléctrica. Luego de pasar por la turbina, el vapor sufre una baja de presión de 25 Bar a 3 Bar con el fin de utilizarlo en la zona de esterilización y demás secciones del proceso.	
MANEJO DE EFLUENTES	En esta etapa se recogen los efluentes líquidos y sólidos generados por el proceso productivo de la extractora. Se utilizan grandes depósitos llamados lagunas de oxidación, con cubiertas para retener el metano y luego de un proceso de ajuste, poder utilizarlo como fuente alternativa de energía eléctrica. Un sistema eficiente de manejo de efluentes ayuda en un alto porcentaje a disminuir el impacto ambiental negativo que produce el proceso de extracción de aceite de palma en el entorno ecológico de la región circundante.	

Fuente: Los autores

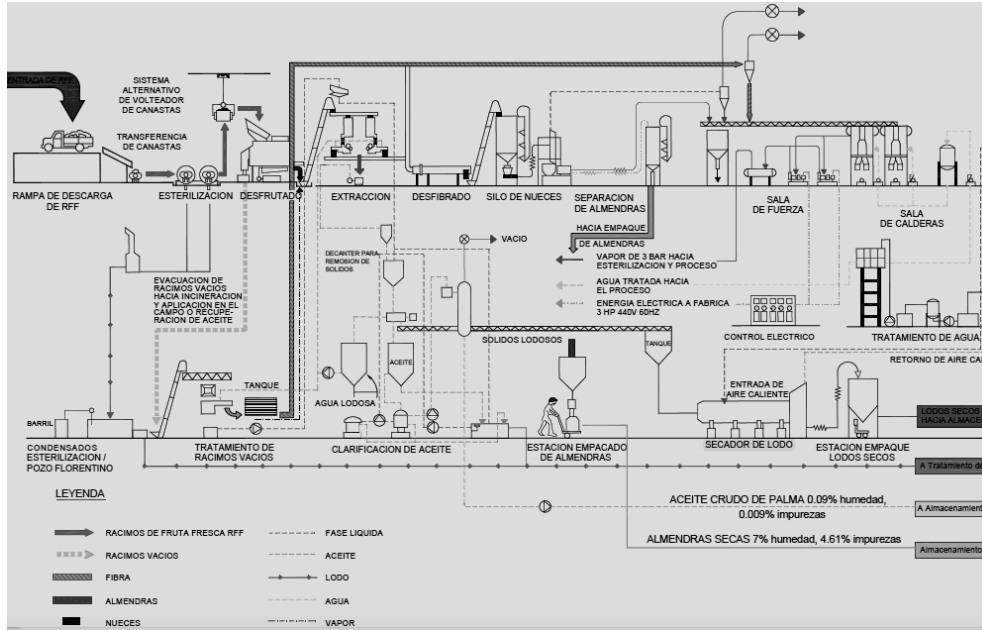


Figura 17. Flujo de proceso de una planta extractora
 Fuente: (Wambeck, Sinopsis del aceite de palma de aceite, 2005)

2.2.3. Análisis del ciclo de vida del producto.

- **Eco-indicador 99** (huella de carbono): Consta de tres pasos, (1) Inventario de procesos; (2) Modelo de daños; y (3) ponderación. Una vez puesto en marcha el proyecto, la extractora tendrá las condiciones de flujos mostradas en la **Tabla 11**.

Tabla 11. Inventario de flujos y modelo de daños

INVENTARIO DE FLUJOS		
ENTRADA	Agua	30 m ³
	Energía eléctrica	750 KW/h
	Vapor	15 Ton/h
SALIDA	Lodos	18 Ton/h
	Racimos vacíos	6 Ton/h
	Aceite de palma	6.3 Ton/h
	Aceite de palmist	0.57 Ton/h
	Fibra de palma	3.9 Ton/h
	Cascarilla	2.7 Ton/h

MODELO DE DAÑOS POR:	
EMISIONES	Emisiones de material particulado a la atmósfera
USO DEL SUELO	El mono cultivo a largo plazo es perjudicial para el ecosistema
RECURSOS CONSUMIDOS	Se consumen recursos renovables y no renovables. El mayor impacto se presenta en los recursos no renovables (agua) debido a la contaminación generada por el proceso

Fuente: (Wambeck, Sinopsis del aceite de palma, 2005)

La huella de carbono del proyecto se calcula con base en el cuadro de presupuesto de emisiones generadas en las diferentes etapas de desarrollo del proyecto de construcción de la planta extractora. Los resultados del cálculo de la huella de carbono se presentan en la *Tabla 12*.

Tabla 12. Cálculo huella de carbono

HUELLA DE CARBONO PLANTA EXTRACTORA								
FASE	DESCRIPCIÓN	CAN	Días		CONSUMO		Factor Emisión Kg CO ₂ e/KWh	Huella Carbono
			h/día	d _{TOT}	KW-h	KW-h tot		
VALIDACIÓN DISEÑO	Laptop	3	8	35	0.0635	53	0.1360	7.25
	PC	3	8	35	0.1300	109		14.85
	Impresora	1	8	35	0.4950	139		18.85
	Lámparas	10	8	35	0.0540	151		20.56
	Plotter	1	8	35	0.0650	18		2.48
	Teléfono	2	8	35	0.0250	14		1.90
	Celular	3	8	35	0.0250	21		2.86
	Fotocopiadora	1	8	35	1.1000	308		41.89
HUELLA DE CARBONO EN KgCO₂e								
FABRICACIÓN	Laptop	3	8	180	0.0635	274	0.1360	37.31
	PC	7	8	180	0.1300	1,310		178.21
	Impresora	2	8	180	0.4950	1,426		193.88
	Lámparas	20	8	180	0.0540	1,555		211.51
	Plotter	1	8	180	0.0650	94		12.73
	Teléfono	3	8	180	0.0250	108		14.69
	Celular	7	8	180	0.0250	252		34.27
	Fotocopiadora	1	8	180	1.1000	1,584		215.42
	Torno CNC	1	8	180	9.0000	12,960	0.136	1,763
	Centro mecanizado	1	8	180	11.0000	15,840	0.136	2,154
	Equipo soldadura	4	8	180	26.4000	152,064	0.136	20,681
	Torno convencional	3	8	180	12.0000	51,840	0.136	7,050
32,546								
		CAN	USO		CONSUMO		Factor Emisión	Huella
			km/día	d _{TOT}	Gal/d	Gal tot	Kg CO ₂ e/KWh	Carbono
		40	500	2	3,250	260,000	10.15	2,639,000
		1	14	90	91	8,190	10.15	83,129
		1	15	15	98	1,463	10.15	14,844
		1	5	120	5	555	10.15	5,631
2,742,604								
HUELLA DE CARBONO EN KgCO₂e								
2,775,150.08								
Y PUESTA EN			Días		CONSUMO		Factor Emisión	Huella
			h/día	d _{TOT}	KW-h	KW-h tot	Kg CO ₂ e/KWh	Carbono
		1	1.50	290	0.0635	28	0.136	3.76
		1	0.25	290	0.4950	36	0.136	4.88

HUELLA DE CARBONO PLANTA EXTRACTORA								
FASE	DESCRIPCIÓN	CAN	Días		CONSUMO		Factor Emisión Kg CO ₂ e/KWh	Huella Carbono
			h/día	d _{TOT}	KW-h	KW-h tot		
	Pulidora	8	10	320	1.3500	34,560	0.136	4,700.16
	Equipo soldadura	8	10	320	26.400	675,840	0.136	91,914.24
	Equipos extractora	1	10	15	750	112,500	0.136	15,300.00
								111,923
		CAN	USO		CONSUMO		Factor Emisión Kg CO ₂ e/KWh	Huella Carbono
			km/día	d _{TOT}	Gal/d	Gal tot		
	Retroexcavadora	2	5	30	8.2500	495	10.15	5,024
	Compactadora	2	8	20	11.6800	467	10.15	4,742
	Grúa	1	3	55	4.3800	241	10.15	2,445
	Bulldozer CAT D6HII	1	7	15	38.0100	570	10.15	5,787
								17,998
HUELLA DE CARBONO EN KgCO₂e								129,921.52
HUELLA DE CARBONO EN KgCO₂e								2,905,182

Fuente: Los autores

2.2.4. Definición, tamaño y localización del proyecto.

El proyecto que soluciona la deficiencia de capacidad de producción de aceite de palma de la Empresa palmera requiere que la capacidad inicial sea de 30 TRFF/H (Toneladas de racimos de fruto por hora) según se muestra en la **Tabla 1**; y, estará localizado en el municipio de Mapiripán, Meta. La tecnología que se propone incluye:

- **Esterilización vertical:** Permite reducir el tiempo de proceso en 30 minutos aproximadamente.
- **Clarificación dinámica:** Reducción de los efluentes líquidos generados por una planta extractora convencional.
- **Manejo de racimos vacíos:** Picado y prensado de racimos vacíos. Permite recuperar aceite remanente impregnado en estos.
- **Generación de energía:** Por medio de una caldera de vapor de alta presión y una turbina de una etapa se genera energía eléctrica que asegura autonomía energética para la planta. Los residuos de la combustión son filtrados por medio de un precipitador electrostático,

cuya tasa de emisión es considerablemente menor que la obtenida por los sistemas de depuración de gases convencionales.

2.2.5. Requerimientos para el desarrollo.

En este numeral se presentan las especificaciones técnicas de la planta **Tabla 13**, así como la maquinaria que hace parte de cada uno de los procesos:

Tabla 13. Características técnicas de la planta

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS	
Descripción	Especificación
Capacidad	30 Ton/h
Consumo de agua	1 m ³ /TRFF
Consumo de energía	25 KW/TRFF
DBO	< 25.000
DQO	< 53.000
Generación de vapor	733 Kg/Ton
Generación de energía	25 KW/Ton
Efluentes generados	0.6 Ton / TRFF
Racimos vacíos producidos	6 Ton/h
Consumo de vapor	0.5 Ton/TRFF

Fuente: Los autores, con base en (Wambeck, Sinopsis del aceite de palma, 2005)

El proyecto debe ser ambientalmente sostenible; por tanto, todos los efluentes y desechos generados deben tratarse para mitigar su impacto en la zona. Como una manera de optimizar el uso de subproductos del proceso, se emplearán la fibra y la cascarilla obtenidas como combustible de caldera; y esta a su vez generará vapor a alta presión, el cual será utilizado para la generación de energía por medio de un turbo generador.

En la **Tabla 14** se relacionan los equipos de proceso que hacen parte de una planta de extracción de palma de aceite:

Tabla 14. Equipos planta extractora

PLANTA EXTRACTORA DE ACEITE DE PALMA AFRICANA 30-90 Ton/h		
DESCRIPCIÓN	ESPECIFICACIONES	CAN
RECEPCION		
Báscula camionera	Capacidad 60 Ton; base metálica	1
Tolva de recepción de frutos y cargue de vagonetas de esterilización	Capacidad 20 Ton; fabricada en acero al carbono; 3 x 7 x 1.5 m	6
Transportador redler de fruto a esterilización	1.2 m x 30 m; fabricación en acero al carbono; Potencia, 15HP	2

PLANTA EXTRACTORA DE ACEITE DE PALMA AFRICANA 30-90 Ton/h		
DESCRIPCIÓN	ESPECIFICACIONES	CAN
ESTERILIZACION		
Esterilizador vertical Ø2,7 m x 10 m	Capacidad 22.5 Ton; fabricación en lámina de acero inoxidable 5/8"; aislamiento térmico de 2"; tuberías y accesorios en acero inoxidable; presión de trabajo 45 PSI; Compuertas de admisión y descarga con accionamiento hidráulico. Sinfín de descarga Ø0.4 m x 3 m, en acero inoxidable.	2
Sistema de condensados	Capacidad 30 Ton/h	1
Automatización de la esterilización	Control de apertura y cierre de puertas; accionamiento de sinfín de descarga; control de presión y temperatura de operación	1
Bomba centrífuga para condensados	Caudal 30m ³ /h; partes en contacto con el fluido en acero inoxidable	2
Tanque condensados de esterilización	Fabricación en lámina HR-1/4"; capacidad 2m ³ ; sección rectangular	1
Chimenea desfogue esterilización	Fabricación en lámina de acero al carbono HR-1/4"; Ø _{INT} 1940 x 10,5 m	1
DESEFRUTACION		
Redler alimentación a desfrutador	Redler alimentación a desfrutador: 1,2m x 23m; en lámina y perfiles de acero al carbono; 12 HP	1
Desfrutador	Ø2,3m x 6m, sin eje; fabricación en acero al carbono; potencia, 7HP; sinfín inferior 0,4 x 7 m	1
Elevador de cangilones para fruto	Distancia entre ejes 14 m; cangilones de 14L; en lámina y perfiles de acero al carbono; pot. 5HP	1
Sinfín distribuidor de frutos	Ø0.5 x 7m; en lámina de acero al carbono; eje en tubería estructural 3" SCH-40; cubierta; pot. 3HP	1
MANEJO DE RACIMOS VACIOS		
Tamiz circular Ø60"	Una malla; en acero inoxidable	1
Tanque para aceite recuperado en racimos vacíos: 1,7m ³		1
Bomba para aceite recuperado en racimos vacíos	5HP; Q=12m ³	2
Destrozadora de racimos vacíos	Capacidad 10 Ton/h; potencia 120 HP	1
Redler para evacuación de racimos vacíos a camión: 1,2m x 30m		1
Tamiz circular Ø60" simple deck para aceite crudo		1
Transportador de rechazo de tamiz	Ø0.3 x 6m en acero inoxidable	1
Transportador horizontal de banda para raquis	24" x 13m	1
Transportador inclinado de banda para raquis	24" x 29 m; Ø=20°; Tacos para evitar retorno de raquis vacíos	1
Prensa de racimos vacíos	Capacidad 10 Ton/h; potencia 120 HP	1
Estructura soporte + plataforma para prensa de racimos vacíos	Fabricación en lámina y perfiles estructurales de acero al carbono	1
EXTRACCION ACEITE ROJO		
Digestor 4500L	Capacidad 4.500L; En acero al carbono con camisa interna en acero inoxidable de 1/4"; eje en acero al carbono con camisa en acero inoxidable; Aletas en fundición de acero; velocidad, 28 RPM @ 10 HP	1
Prensa P-15	Capacidad nominal 15 Ton/h; doble tornillo en fundición de acero; sistema hidráulico; sistema de transmisión; potencia 40 HP @ 11 RPM	1
Estructura metálica de extracción	Fabricación en lámina y perfiles estructurales de acero al carbono	1
Sinfín de retorno de fruto	Ø0.4 m x 6 m; en acero al carbono de 1/4"; potencia 3 HP @ 60 RPM	1
CLARIFICACION DINAMICA		
Tamiz circular doble malla, Ø60" (lodos)	Mallas N°20 y 30 en acero inoxidable	1
Estructura metálica para tamiz circular	Fabricación en lámina y perfiles estructurales de acero al carbono	1
Primera etapa de desarenación: SSC-451-150	Fabricación estándar	1
Segunda etapa de desarenación: STC-452-100	Fabricación estándar	1
Bomba Orbit-2	Capacidad 30 m ³ /h	1
Tricanter para separación de lodos aceitosos	Capacidad 30 TRFF/H	1
Secador de vacío: VD-10	Presión de vacío 250 mbar	1
Tanque receptor de aguas lodosas desarenadas: 1,7m ³	Fabricación en lámina de acero al carbono de 1/4"	1
Bomba de lodos aceitosos a columna recalentadora: 12m ³ /h	Partes en contacto con e fluido en acero inoxidable; 4 HP	2
Tanque de alimentación a tricanter: Ø2,32 x 2m: 8m ³	Fabricación en lámina de acero al carbono de 1/4"	1
Sinfín de lodos de tricanter: Ø0,2m x 8m	Fabricación en lámina de acero inoxidable de 3/16"; 3 HP	1
Bomba de aceite terminado: 12m ³ /h	Partes en contacto con e fluido en acero inoxidable; 4 HP	2

PLANTA EXTRACTORA DE ACEITE DE PALMA AFRICANA 30-90 Ton/h		
DESCRIPCIÓN	ESPECIFICACIONES	CAN
Estructura y plataformas de clarificación	Fabricación en láminas y perfiles de acero al carbono	
Bomba para aguas de desecho, 30m ³ /h; 20mca Florentino, 50m ³	Partes en contacto con e fluido en acero inoxidable; 4 HP	2
Bomba aceite recuperado florentinos, 3m ³ /h; 20mca	Fabricación en lámina de acero al carbono de 1/4"	1
Bomba para aguas lodosas a lagunas, 30m ³ /h; 30mca	Partes en contacto con e fluido en acero inoxidable; 4 HP	2
DESFIBRACION		
Transportador secador de torta + camisa calefacción: Ø750mm x 23m		1
Desfibrador Neumático completo. 45.000 m ³ /h; 75 HP	Con ventilador centrífugo de 60HP, 24.000m ³ /h; esclusa 600mm; conductos y codos en acero alcarbono	1
Estructura ciclones	Fabricación en lámina y perfiles estructurales de acero al carbono	1
Transportador de combustible bajo ciclones	Ø0.6 m x 30 m, en lámina de acero al carbono de 1/4"; 7 HP	1
Transportador de combustible a caldera	Ø0.6 m x 20 m, en lámina de acero al carbono de 1/4"; 6 HP	1
Tambor pulidor de nueces	Ø1,3 m x 6 m; enn lámina y perfiles de acero al carbono	1
PALMISTERIA		
Transportador de nueces a elevador	Transportador de nueces a elevador: Ø300mm x 3m	1
Elevador para nueces frescas a silo	Elevador para nueces frescas hacia el silo: Y _C = 10m	1
Silo para almacenamiento y secado de nueces	Silo para almacenamiento y secado de nueces: 60m ³	1
Transportador de nueces a elevador	Transportador de nueces a elevador: Ø300mm x 3m	1
Elevador de nueces a silo	Elevador para nueces frescas hacia el silo: Y _C = 8m	1
Tambor clasificador de nueces	Tambor clasificador de nueces: Ø1,2m x 3,3m	1
Tolvas y conductos de descarga	Tolvas y conductos de descarga provistos con imán para alimentar molinos	3
Molino de nueces	Capacidad 3 Ton/h	3
Transportador mezcla triturada	Transportador mezcla triturada: Ø300mm x 4m	1
Separador neumático de tres fases	Separador neumático de tres fases (7000Kg.h ⁻¹)	1
Columna separación neumática	Con esclusa 325; ventilador 24 HP; Ciclón de 1.5 m; conductos y codos en acero al carbono	1
EXTRACCIÓN ACEITE Y TORTA PALMISTE		
Transportador almendras secas descarga silo secado	400 mm x 20000 mm, en lámina de acero al carbono de 1/4"	1
Elevador de almendras al transportador a tolvas. 10 m.	Distancia entre centros 10 m; con imán permanente 14K Gauss	10
Transportador de almendras	0.4 m x 6m, en acero al carbono	1
Prensa para extracción de aceite de almendra	Capacidad 10 Ton/d	1
Sinfín de torta extractada	0.25 m x 14 m, en acero al carbono	1
Molino de martillos para torta extractada	Capacidad 10 Ton/d	1
Sinfín de aceite turbio bajo prensa	0.2 m x 10 m, en acero inoxidable de 3/16"	1
Tanque colector de aceite turbio de prensas, con agitador	En acero inoxidable; capacidad 2 m ³	1
Bomba aceite turbio a tamiz	En acero inoxidable; capacidad 12 m ³	2
Tamiz circular doble malla, Ø60" (lodos)	Mallas N°20 y 30 en acero inoxidable	1
Tanque aceite tamizado	En acero inoxidable; capacidad 2 m ³	2
Estructura metálica planta aceite de palmiste	Fabricación en perfiles y lámina de acero al carbono	1
GENERACIÓN DE VAPOR		
Caldera vapor alta presión	25 Ton/h; 30 Barg; 310°C; con transportadores de ceniza; parrilla reciprocante; casing HR-1/4"; Panel de control; aislamiento térmico; sistema de alimentación de combustible; ventiladores: tiro inducido, aire primario, distribución de combustible.	1
Precipitador electrostático	Capacidad 30 Ton/h; emisiones, 50 mg/m ³ ; Campos en serie; aislamiento térmico; panel de control	1
Turbina de vapor	1.2 MW; 1800 RPM; 60 Hz; una etapa; paro de emergencia por velocidad, temperatura, lubricación presión de vapor de entrada	1
Conductos de transporte Ø400mm	En lámina de acero al carbono HR-3/16"	1
Distribuidor de vapor alta presión: Ø1,5m x 6m	En lámina de acero al carbono A516 G70, según código ASME	1
INSTALACIONES ELÉCTRICAS		
Equipo para corrección de factor de potencia		1
Tablero eléctrico principal		1
Subtableros para control de motores		1

PLANTA EXTRACTORA DE ACEITE DE PALMA AFRICANA 30-90 Ton/h		
DESCRIPCIÓN	ESPECIFICACIONES	CAN
Pantallas y componentes para el cuarto de control		1
Sistema de monitoreo del proceso		1
Tablero y elementos eléctricos extracción aceite y torta palmiste		1
Consolas para arranque y operación de los equipos		1
Alumbrado interior, tomas a tierra y sistema de pararrayos		1
Planta de emergencia de 600Kw		1
Tanque combustible planta de emergencia 10000 al		1
EDIFICIOS (Suministro del Cliente)		
Estructura y cubiertas edificio principal (L=60m; A=42m; H=12m)		1
Estructura y cubiertas edificio esterilización: (L=24m; A=24m; H=14m)		1
Estructura y cubiertas edificio calderas: (L=30; A=18; H=10m)		1
Estructura y cubiertas edificio florentino		1
Estructura y cubiertas edificio aceite palmiste		1
Cubierta tolvas de recepción: (L=24m; A=10m; H=8m)		1
Válvulas y accesorios para agua, vapor, aceite, aguas lodosas, etc.		1
Tuberías de vapor, agua, aceite, lodos, etc.		1
Aislamientos térmicos		1
Tanque de almacenamiento aceite rojo		1
Tanque de almacenamiento de 1000Ton de aceite rojo		1
Bomba despacho aceite rojo		1
Sistema despacho aceite rojo		1
Compresor de aire: 160CFM; 100PSI		1
Protecciones		1
Tomas de servicio		1
TRATAMIENTO DE AGUA		
Planta tratamiento agua, 20 LPS filtrada y 15 LPS desmineralizada		1
Tratamiento agua caldera		1
Tanque elevado de agua. 60m ³		1
Bomba de agua cruda: 60m ³ .h ⁻¹		1
ALMACENAMIENTO DE ACEITE		
Tanque de almacenamiento de 1000 Ton	Fabricado en lámina de acero según norma API 650; Ø10 m x 10 m	2
Bomba de despacho de aceite	En acero inoxidable; 40 m ³ /h	2
Sistema de despacho de aceite		2
SISTEMA DE MANEJO DE EFLUENTES		

Fuente: Los autores

2.2.6. Mapa de procesos de la Organización.

El mapa de procesos de la Organización, con el proyecto implementado se muestra en la

Figura 2.

2.2.7. Técnicas de predicción de producción.

Como técnicas de predicción para la producción de aceite luego de implementada la planta se utilizan métodos cuantitativos que permiten obtener resultados como el tamaño requerido de la planta (Tabla 1), los flujos esperados de materiales en cada etapa del proceso de extracción (Figura 18).

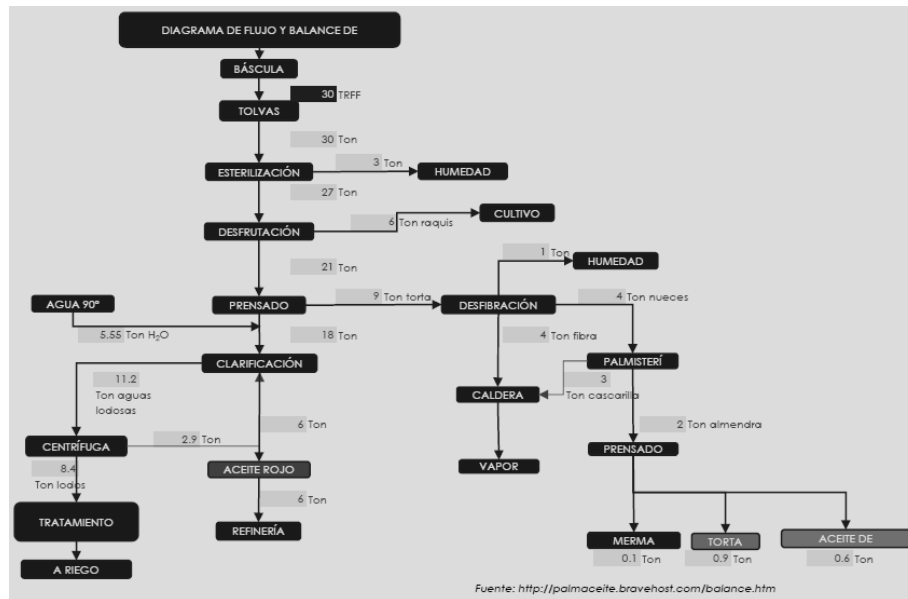


Figura 18. Balance de masa

Fuente: Los autores, con base en (Beltrán, 1985)

A través del tiempo se han hecho análisis y seguimiento al proceso de extracción de aceite de palma por parte de los ingenieros de planta, llegando de este modo a establecer el balance de masa que se presenta en la Figura 18, de la cual se desprende que del material que entra a la extractora, la distribución en el proceso es la siguiente:

- Tolvas de recepción: Entra un 100% de material.
- Esterilización: 90% es material de proceso; 10% es humedad.
- Desfrutación: Del 90% anterior, 78% es fruto a procesar; 22% racimos vacíos.

- Prensado: Se obtiene, en relación al 100% de material de entrada, un 58% de aceite que va a clarificación; 30% de torta de palmiste.
- Clarificación: Finalmente, de este proceso se obtiene de 20% a 21% de aceite listo para comercializar.
- Palmiste: Del 30% de torta obtenido en prensado, se extrae finalmente un 2.9% de torta de palmiste y 1.9% de aceite de palmiste.

2.3. Estudio económico-financiero.

A continuación se presenta un análisis financiero y económico, para definir la viabilidad del proyecto; la estimación de los costos del mismo, y las posibles alternativas de financiación con que cuenta la compañía, para llevar a cabo la implementación de la planta.

2.3.1. Estimación de costos de inversión.

La estimación de costos del proyecto se hace considerando las fases del proyecto con base en juicio de expertos, e información de proyectos anteriores en que han intervenido los autores del mismo. En la estructura de desagregación se analizarán los costos y gastos asociados a cada una de las fases internas de elaboración del proyecto y adicionalmente se tendrán en cuenta todas las adquisiciones que se requieren para el proyecto los cuales serán solicitados de acuerdo con el cronograma, en la **Tabla 15** se muestra el presupuesto estimado para la ejecución de cada fase:

Tabla 15. Presupuesto del proyecto por fase

PLANTA EXTRACTORA	
FASE	PRESUPUESTO
Gerencia de proyecto	290M
Fabricación	18,214M
Transporte	34M
Obras civiles	2M
Montaje	3,637M
Cierre de proyecto	5M

Reserva de contingencia	1,265M
Reserva de Gestión	1,234M
TOTAL PRESUPUESTO	24,682M

Fuente: Los autores

2.3.2. Definición de costos de operación.

Los gastos operativos de la planta se presentan en la **Tabla 16**.

Tabla 16. Gastos operativos planta extractora

GASTOS OPERATIVOS DE LA PLANTA		
DESCRIPCIÓN	CANT	COSTO
Operarios	27	37,800,000
Director de Mantenimiento	1	4,375,000
Director de compras	1	4,375,000
Director de planta	1	7,875,000
Seguridad	4	12,600,000
Mantenimiento	1	149,414,200
Otros gastos	1	71,560,800
APROXIMADO MENSUAL		288'000,000

Fuente: Los autores

2.3.3. Flujo de caja del proyecto.

El monto de la inversión para el proyecto es de \$24,682M; y, la Organización debe pagarlo según se muestra en la **Tabla 15** y **Tabla 17**.

Tabla 17. Flujo de caja proyecto

PERÍODO DESCRIPCIÓN	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Aceite rojo			54,987M	55,577M	56,173M	56,775M	57,384M	57,999M	58,621M	59,250M	59,886M
Aceite de palmiste			6,536M	6,606M	6,677M	6,748M	6,821M	6,894M	6,968M	7,043M	7,118M
Torta de palmiste			1,253M	1,266M	1,280M	1,293M	1,307M	1,321M	1,335M	1,350M	1,364M
TOTAL INGRESOS	0M	0M	62,775M	63,448M	64,129M	64,817M	65,512M	66,215M	66,925M	67,642M	68,368M
Inversión proyecto (ACPEX)		24,682M									
Costos de operación (OPEX)			53,347M	54,505M	55,688M	56,896M	58,131M	59,392M	60,681M	61,998M	63,343M
TOTAL EGRESOS		24,682M	53,347M	54,505M	55,688M	56,896M	58,131M	59,392M	60,681M	61,998M	63,343M
Saldo anual flujo de caja		-24,682M	9,428M	8,943M	8,441M	7,921M	7,381M	6,823M	6,244M	5,644M	5,025M
Saldo acumulado flujo de caja		-24,682M	-15,254M	-6,311M	2,130M	10,051M	17,432M	24,255M	30,499M	36,143M	41,168M
TIR 10 períodos: 30%		TIO: 10%	TIR: 30%	VPN:	17667000000						

Fuente: Los autores

2.3.4. Fuentes de financiación.

Para el financiamiento del proyecto, la Organización se apalancará en dos opciones. Una es la financiación con recursos propios (39%) y la otra con créditos suministrados por entidades bancarias (61%), en la *Tabla 18*, se detallan los valores.

Tabla 18. Fuentes de financiación

PLANTA EXTRACTORA	
Fuente de financiación	Valor
Préstamo Banco	15,000M
Recursos propios	9,682M
Costo Proyecto	24,682M

Fuente: Los autores

2.3.4.1. Recursos bancarios.

Para los recursos de entidades bancarias se acudirá a un crédito de \$15,000M pactado a 8 años, con una tasa efectiva anual de 4%. Las condiciones del crédito aparecen en la *Tabla 19*:

Tabla 19. Condiciones crediticias

CRÉDITO	\$ 15.000.000.000
TASA EFECTIVA ANUAL	4%
PLAZO EN AÑOS	8
MESES	96
TASA MENSUAL	0,3274%
CUOTA MENSUAL	\$ 182.340.552,20

Fuente: Los autores

En la *Tabla 20*, se presenta la amortización proyectada para cancelar el crédito:

Tabla 20. Tabla de amortización del crédito

PERÍODO	CUOTA	AMORTIZACIÓN		
		ABONO A CAPITAL	INTERÉS	SALDO
0				15,000,000,000
1	182,340,552	133,234,455	49,106,097	14,866,765,545
2	182,340,552	133,670,630	48,669,922	14,733,094,914
3	182,340,552	134,108,233	48,232,319	14,598,986,681
4	182,340,552	134,547,269	47,793,283	14,464,439,412
5	182,340,552	134,987,741	47,352,811	14,329,451,671
6	182,340,552	135,429,656	46,910,896	14,194,022,014
7	182,340,552	135,873,018	46,467,535	14,058,148,997
8	182,340,552	136,317,831	46,022,722	13,921,831,166

AMORTIZACIÓN				
PERÍODO	CUOTA	ABONO A CAPITAL	INTERÉS	SALDO
9	182,340,552	136,764,100	45,576,453	13,785,067,067
10	182,340,552	137,211,830	45,128,722	13,647,855,237
15	182,340,552	139,472,563	42,867,990	12,955,028,667
20	182,340,552	141,770,544	40,570,008	12,250,786,932
25	182,340,552	144,106,387	38,234,165	11,534,941,952
30	182,340,552	146,480,716	35,859,836	10,807,302,550
35	182,340,552	148,894,165	33,446,387	10,067,674,398
40	182,340,552	151,347,379	30,993,173	9,315,859,967
45	182,340,552	153,841,012	28,499,540	8,551,658,473
50	182,340,552	156,375,731	25,964,821	7,774,865,824
55	182,340,552	158,952,213	23,388,339	6,985,274,565
60	182,340,552	161,571,145	20,769,407	6,182,673,823
65	182,340,552	164,233,227	18,107,325	5,366,849,252
70	182,340,552	166,939,171	15,401,381	4,537,582,973
75	182,340,552	169,689,698	12,650,854	3,694,653,516
80	182,340,552	172,485,544	9,855,009	2,837,835,765
85	182,340,552	175,327,454	7,013,098	1,966,900,893
90	182,340,552	178,216,188	4,124,364	1,081,616,302
91	182,340,552	178,799,622	3,540,930	902,816,680
92	182,340,552	179,384,965	2,955,587	723,431,715
93	182,340,552	179,972,225	2,368,327	543,459,490
94	182,340,552	180,561,407	1,779,145	362,898,083
95	182,340,552	181,152,518	1,188,034	181,745,565
96	182,340,552	181,745,565	594,988	0

Fuente: Los autores

2.3.5. Evaluación financiera.

Dentro del análisis financiero realizado, se tuvieron en cuenta el cálculo de conceptos financieros tales como valor presente neto (VPN), tasa interna de retorno (TIR) y período de recuperación descontado. En las tablas: **Tabla 21**, **Tabla 22**, y **Tabla 23** se muestran los cálculos de VPN, TIR, y período de recuperación descontado de la inversión para el proyecto.

Tabla 21. Valor presente neto

VPN	
TIO	10%
Año	Flujos de efectivo
0	(\$ 24,682,156,000)
1	\$ 8,000,000,000
2	\$ 8,000,000,000
3	\$ 8,000,000,000
4	\$ 8,000,000,000
5	\$ 8,000,000,000
6	\$ 8,000,000,000
7	\$ 8,000,000,000

8	\$ 8,000,000,000
9	\$ 8,000,000,000
10	\$ 8,000,000,000
VPN	\$ 24,474,380,846

Fuente: Los autores

Tabla 22. TIR Planta Extractora

TIR PLANTA EXTRACTORA	
TIO	10.00%
Año	Flujos de efectivo
0	(\$ 24,682,156,000)
1	\$8,000,000,000
2	\$8,000,000,000
3	\$8,000,000,000
4	\$8,000,000,000
5	\$8,000,000,000
6	\$8,000,000,000
7	\$8,000,000,000
8	\$8,000,000,000
9	\$8,000,000,000
10	\$8,000,000,000
TIR	30.07%
VPN	\$24,474,380,846

Fuente: Los autores

Tabla 23. Período de recuperación descontado

AÑO	FLUJO DE EFECTIVO	VPN FLUJO	PERÍODO RECUPERACIÓN
0	-24,682M	-24,682M	-24,682M
1	8,000M	7,272,727,273	-17,409,428,727
2	8,000M	6,611,570,248	-10,797,858,479
3	8,000M	6,010,518,407	-4,787,340,072
4	8,000M	5,464,107,643	676,767,571
5	8,000M	4,967,370,584	5,644,138,155
6	8,000M	4,515,791,440	10,159,929,596
7	8,000M	4,105,264,946	14,265,194,542
8	8,000M	3,732,059,042	17,997,253,583
9	8,000M	3,392,780,947	21,390,034,530
10	8,000M	3,084,346,315	24,474,380,846
PERÍODO DE RECUPERACIÓN DESCONTADO			3.88

Fuente: Los autores

De acuerdo con los resultados anteriores, se puede afirmar que el proyecto es viable de llevar a cabo, dado que en un el resultado del cálculo del VPN, muestra que, en 10 años a partir de la puesta en marcha de la planta, ingresaran a la compañía \$ 24,474M.

En la **Tabla 23**, se evidencia que a partir del 6° año, se iniciará a recuperar la inversión utilizada para la ejecución del proyecto, esto teniendo en cuenta que nuestra TIO es del 10%.

2.3.6. Análisis de sensibilidad.

Como herramienta de ayuda para la toma de decisiones en la inversión del proyecto se utiliza el análisis de sensibilidad, considerando las siguientes condiciones: pesimista, probable, y optimista. Los escenarios considerados se presentan en la **Tabla 24**, **Tabla 25**, y **Tabla 26**.

Tabla 24. Análisis de sensibilidad - Pesimista

ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD										
Período	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Inversión	24,682M	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Precio de venta	0	1.935M	1.858M	1.783M	1.712M	1.643M	1.578M	1.515M	1.454M	1.396M
Ingreso / año	0	52,237M	50,148M	48,142M	46,216M	44,368M	42,593M	40,889M	39,254M	37,684M
Costo operación	0	34,969M	36,718M	38,554M	40,481M	42,505M	44,631M	46,862M	49,205M	51,665M
Flujo neto caja	-24,682M	17,268M	13,430M	9,588M	5,735M	1,862M	-2,038M	-5,973M	-9,951M	-13,982M

ESCENARIO-01: Pesimista: Bajan los precios de venta (5%); Baja la producción de fruto (4%); aumentan los costos (5%)
TIO: 10%; TIR: 11%; VPN: -358M

Fuente: Los autores

Tabla 25. Análisis de sensibilidad - optimista

ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD										
Período	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Inversión	24,682M	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Precio de venta	0	1.935M	1.954M	1.974M	1.994M	2.014M	2.034M	2.054M	2.075M	2.095M
Ingreso / año	0	57,736M	58,314M	58,897M	59,486M	60,080M	60,681M	61,289M	61,901M	62,520M
Costo operación	0	38,650M	37,104M	35,620M	34,195M	32,827M	31,514M	30,254M	29,044M	27,882M
Flujo neto caja	-24,682M	19,086M	21,209M	23,277M	25,290M	27,253M	29,167M	31,034M	32,857M	34,638M

ESCENARIO-02: Optimista: Suben los precios de venta (5%); Aumenta la producción de fruto (1%); Bajan los costos (4%)
TIO: 10%; TIR: 86%; VPN: 112,990M

Fuente: Los autores

Tabla 26. Análisis de sensibilidad - Más probable

ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD										
Período	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Inversión	24,682M	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Precio de venta	0	1.935M	1.954M	1.974M	1.994M	2.014M	2.034M	2.054M	2.075M	2.095M
Ingreso / año	0	57,736M	58,314M	58,897M	59,486M	60,080M	60,681M	61,289M	61,901M	62,520M
Costo operación	0	38,650M	40,583M	42,612M	44,742M	46,980M	49,329M	51,795M	54,385M	57,104M
Flujo neto caja	-24,682M	19,086M	17,731M	16,285M	14,743M	13,101M	11,353M	9,493M	7,516M	5,416M

ESCENARIO-03: Más probable: Suben los precios de venta (5%); Aumenta la producción de fruto (1%); Suben los costos (5%)
TIO: 10%; TIR: 68%; VPN: 49,859M

Fuente: Los autores

2.4. Estudio ambiental.

La finalidad del estudio ambiental es proteger el entorno en que nos desenvolvemos, de los efectos perjudiciales que puedan generarse como consecuencia del desarrollo del proyecto, buscando el equilibrio social, ambiental y económico.

El proyecto de la planta se desarrollará teniendo en cuenta los aspectos de sostenibilidad y sustentabilidad. Para asegurar su sostenibilidad, se utilizarán equipos y métodos de proceso con el mayor desarrollo conocido actualmente en el mercado. Esto permitirá reducir notablemente el consumo de agua de proceso, el nivel de emisiones a la atmósfera, el nivel de contaminación de cuerpos hídricos al reducir los vertimientos y sus grados de polución.

2.4.1. Análisis de impactos ambientales.

La definición de cada uno de los impactos ambientales se realizó analizando los aspectos más relevantes del proyecto.

- **Huella de carbono:** Para nuestro caso muestra un impacto ambiental bastante fuerte. Sin embargo, es mitigable a través de la implementación de estrategias orientadas a disminuir la generación de gases efecto invernadero.
- **Generación de metano:** A partir de la entrega del producto (planta extractora). Se requieren estrategias para mitigar su impacto. La más adecuada es capturarlo en lagunas de biodegradación; y utilizarlo para generar energía eléctrica, previa eliminación de algunos componentes nocivos.
- **Generación de CO₂:** La mayor contribución a su generación son los vehículos y maquinaria utilizados en las etapas de fabricación y montaje. Se puede minimizar

utilizando métodos como aprovechar al máximo la capacidad de carga de los vehículos a fin de efectuar menos recorridos.

2.4.2. Entradas y salidas.

En la **Tabla 11**, se presentan los elementos que hacen parte de la entrada y salida del proceso de producción:

2.4.3. Cálculo del impacto ambiental.

La matriz de sostenibilidad P5 vincula la parte social, ambiental y financiera de un proyecto con los procesos del mismo y los productos o servicios resultantes. El análisis correspondiente a esta matriz se presenta en la **Tabla 27**.

Tabla 27. Matriz de sostenibilidad "P5"

MATRIZ DE SOSTENIBILIDAD "P5"				
CATEGORÍAS DE SOSTENIBILIDAD	SUB-CATEGORÍAS	ELEMENTOS	FASE 1	JUSTIFICACIÓN
Sostenibilidad ambiental	Transporte	Proveedores locales	+3	Dado la complejidad de alguna maquinaria, es necesario adquirirla mediante importación.
		Comunicación digital	-2	El uso de las TIC, permite realizar informes de avance y entrega de resultados de manera digital, sin necesidad de desplazamientos de personal teniendo en cuenta la ubicación geográfica del proyecto.
		Viajes	-1	No es necesario realizar desplazamientos largos
		Transporte	+3	Debido a la localización del sitio del proyecto, se hace necesario adquirir materiales y realizar fabricaciones en zonas distantes a la ejecución del proyecto.
	Energía	Energía usada	+2	Ya que la labor en gran parte es de fabricación y montaje, la mayoría de herramientas tienen un alto consumo de energía hasta la entrega conforme del producto.
		Emisiones /CO ₂ por la energía usada	+3	Las actividades asociadas a la ejecución del proyecto (transporte de personal, trabajos de montaje de maquinaria y puesta en marcha) implican alto consumo de combustibles y energía.
		Retorno de energía limpia	+3	La infraestructura necesaria para el aprovechamiento de energía y reasignación, será implantada hasta la entrada en operación de la Planta.
Residuos	Reciclaje	+1	Desde el inicio del proyecto se tienen establecidas políticas de reciclaje y capacitaciones, para una correcta clasificación de materiales, así como, estrategias de control a estas actividades.	

MATRIZ DE SOSTENIBILIDAD “P5”

CATEGORÍAS DE SOSTENIBILIDAD	SUB-CATEGORÍAS	ELEMENTOS	FASE 1	JUSTIFICACIÓN	
		Disposición final	+1	La compañía contempla la logística necesaria para trasladar los recursos o activos que se van dando de baja en la ejecución del proyecto y finalización de aprovechamiento, para no impactar el medio donde se lleva a cabo el proyecto.	
		Reusabilidad	+1	Dentro de las políticas de la compañía no solo por el desarrollo de la sostenibilidad sino también por aprovechamiento de recursos, existen algunos tipos de materiales que antes de desecharlos se evalúan, para definir si pueden ser reutilizados.	
		Energía incorporada	0	NA	
		Residuos	+1	Dentro de las políticas establecidas para el reciclaje, están determinadas zonas para la disponibilidad de almacenamiento y resguardo de desechos, así como actividades de control.	
	Agua	Calidad del agua	+2	En el diseño de infraestructura de la planta y en la fase de planeación de ejecución de actividades, se tiene definido la construcción de pozos sépticos donde se almacenen las aguas residuales y posteriormente sean tratadas para que causen el menor impacto negativo posible. Se definieron políticas de seguimiento y control.	
		Consumo del agua	+3	El consumo de agua asociado a las actividades del producto es de gran impacto ya que existen varias labores de obra civil y/o consumo humano, entre otras.	
	Sostenibilidad social	Prácticas laborales y trabajo decente	Empleo	+3	Debido a la importancia de las actividades, el reclutamiento de personal requiere de una metodología rigurosa y bien elaborada teniendo en cuenta lo siguiente: 1. Perfil profesional. 2. Experiencia. 3. Capacitaciones. 4. Aptitudes.
			Relaciones laborales	+1	Dentro del plan del Sistema Integrado de Gestión y el Plan de Recursos Humanos, se tienen incorporadas metodologías para definir los diferentes aspectos que puedan afectar a los involucrados en el proyecto, con el fin de identificar: 1. Necesidades. 2. Derechos. 3. Debilidades. 4. Aspectos de mejora. 5. Incentivos. 6. Causas de conflictos. 7. Herramientas de comunicación. 8. Responsabilidades. Así como, las diferentes estrategias y actividades de control y seguimiento.
			Salud y seguridad	+1	Para la atención garantizar el bienestar en cuanto a la salud y seguridad se tiene una empresa ajena a la nuestra organización, esto con el ánimo de realizar una supervisión con un mayor grado de compromiso y seguimiento, los planes implementados por dicha empresa serán elaborados conjunta mente con nuestro departamento de Calidad y de Gestión ambiental, para que se trabaje de la mano y no vayan en contra de las políticas internas.
			Educación y	-1	Se realizaran capacitaciones en el uso de materiales, herramientas, políticas ambientales, seguridad y relaciones personales, todo en

MATRIZ DE SOSTENIBILIDAD “P5”				
CATEGORÍAS DE SOSTENIBILIDAD	SUB-CATEGORÍAS	ELEMENTOS	FASE 1	JUSTIFICACIÓN
		capacitación		busca de mejorar los procesos, relaciones laborales y con la comunidad.
		Aprendizaje organizacional	+2	Dentro de los procesos documentales esta implementada una actividad denominada gestión del cambio, la cual es la encargada de velar por resguardar y registrar los documentos o metodologías que han sido objeto de cambios ya sea por actualizaciones o por mejoras, y estas serán las entradas para alimentar los procesos de mejora continua y actualización de planes.
		Diversidad e igualdad de oportunidades	+1	La compañía no tiene ningún tipo de restricción o impedimento enfocado en la no contratación de personal basado en cualquier tipo de discriminación o exclusión. Así mismo, el ascenso o asignación de nuevas responsabilidades se puede dar a cualquier integrante de la compañía, primando los recursos humanos que ya hacen parte de ella, siempre y cuando cumplan con las especificaciones requeridas para las nuevas actividades a llevar a cabo.
	Derechos humanos	No discriminación	+2	Las políticas de la compañía se encaminan en el cumplimiento expreso del Artículo 13 de la Constitución Política de Colombia “Todas las personas nacen libres e iguales ante la ley, recibirán la misma protección y trato de las autoridades y gozarán de los mismos derechos, libertades y oportunidades sin ninguna discriminación por razones de sexo, raza, origen nacional o familiar, lengua, religión, opinión política o filosófica. El Estado promoverá las condiciones para que la igualdad sea real y efectiva y adoptará medidas en favor de grupos discriminados o marginados. El Estado protegerá especialmente a aquellas personas que por su condición económica, física o mental, se encuentren en circunstancia de debilidad manifiesta y sancionará los abusos o maltratos que contra ellas se cometan.”. Así como, “La Declaración Internacional de Derechos Humanos.”, y demás Leyes que cubran su protección.
		Libre asociación	+1	La compañía confía en el criterio de su personal, por eso mismo considera que cada uno goza de libre albedrío.
		Trabajo infantil	0	Solo se contratan personas mayores de edad.
		Trabajo forzoso y obligatorio	0	NA
		Apoyo de la comunidad	+2	La aceptación de la comunidad del proyecto es de vital importancia, y para esto se implementaran actividades de acercamiento con los pobladores de la zona e identificación de necesidades.
		Políticas públicas/ cumplimiento	+2	Para la iniciación del proyecto se cuenta con los permisos, licencias autorizaciones reglamentarias.
	Sociedad y consumidores	Salud y seguridad del consumidor	0	NA
		Etiquetas de productos y servicios	0	NA
		Mercadeo y publicidad	0	NA
		Privacidad del	0	NA

MATRIZ DE SOSTENIBILIDAD "P5"				
CATEGORÍAS DE SOSTENIBILIDAD	SUB-CATEGORÍAS	ELEMENTOS	FASE 1	JUSTIFICACIÓN
		consumidor		
	Comportamiento ético	Prácticas de inversión y abastecimiento	0	NA
		Soborno y corrupción	-3	Las actividades de la organización están sujetas a la legalidad y abiertas a cualquier ente de control.
		Comportamiento anti ético	-3	Las actividades de la organización están sujetas a la legalidad y abiertas a cualquier ente de control.
TOTAL			48	

Fuente: Los autores

2.4.4. Cálculo de la huella de carbono.

La huella de carbono es un indicador que se utiliza para establecer el impacto de una actividad sobre el calentamiento global. Los resultados obtenidos para el proyecto de la planta extractora se presentan en la **Tabla 28**.

Tabla 28. Resultados cálculo huella de carbono

HUELLA DE CARBONO PLANTA EXTRACTORA								
FASE	DESCRIPCIÓN	CAN	Días		CONSUMO		Factor Emisión Kg CO ₂ e/KWh	Huella Carbono
			h/día	d _{TOT}	KW-h	KW-h tot		
VALIDACIÓN DISEÑO	Laptop	3	8	35	0.0635	53	0.1360	7.25
	PC	3	8	35	0.1300	109		14.85
	Impresora	1	8	35	0.4950	139		18.85
	Lámparas	10	8	35	0.0540	151		20.56
	Plotter	1	8	35	0.0650	18		2.48
	Teléfono	2	8	35	0.0250	14		1.90
	Celular	3	8	35	0.0250	21		2.86
	Fotocopiadora	1	8	35	1.1000	308		41.89
HUELLA DE CARBONO EN KgCO₂e								110.64
FABRICACIÓN	Laptop	3	8	180	0.0635	274	0.1360	37.31
	PC	7	8	180	0.1300	1,310		178.21
	Impresora	2	8	180	0.4950	1,426		193.88
	Lámparas	20	8	180	0.0540	1,555		211.51
	Plotter	1	8	180	0.0650	94		12.73
	Teléfono	3	8	180	0.0250	108		14.69
	Celular	7	8	180	0.0250	252		34.27
	Fotocopiadora	1	8	180	1.1000	1,584		215.42
	Torno CNC	1	8	180	9.0000	12,960	0.136	1,763
	Centro mecanizado	1	8	180	11.0000	15,840	0.136	2,154
	Equipo soldadura	4	8	180	26.4000	152,064	0.136	20,681
Torno convencional	3	8	180	12.0000	51,840	0.136	7,050	

HUELLA DE CARBONO PLANTA EXTRACTORA								
FASE	DESCRIPCIÓN	CAN	Días		CONSUMO		Factor Emisión	Huella
			h/día	d _{TOT}	KW-h	KW-h tot		
			USO		CONSUMO		Huella	
		CAN	km/día	d _{TOT}	Gal/d	Gal tot	Kg CO ₂ e/KWh	Carbono
								32,546
	Tractomula	40	500	2	3,250	260,000	10.15	2,639,000
	Furgón	1	14	90	91	8,190	10.15	83,129
	Camioneta	1	15	15	98	1,463	10.15	14,844
	Montacargas	1	5	120	5	555	10.15	5,631
								2,742,604
								2,775,150.08
	HUELLA DE CARBONO EN KgCO₂e							2,775,150.08
MONTAJE Y PUESTA EN MARCHA	DESCRIPCIÓN	CAN	Días		CONSUMO		Factor Emisión	Huella
			h/día	d _{TOT}	KW-h	KW-h tot		
			USO		CONSUMO		Huella	
		CAN	km/día	d _{TOT}	Gal/d	Gal tot	Kg CO ₂ e/KWh	Carbono
	Laptop	1	1.50	290	0.0635	28	0.136	3.76
	Impresora	1	0.25	290	0.4950	36	0.136	4.88
	Pulidora	8	10	320	1.3500	34,560	0.136	4,700.16
	Equipo soldadura	8	10	320	26.400	675,840	0.136	91,914.24
	Equipos extractora	1	10	15	750	112,500	0.136	15,300.00
								111,923
	Retroexcavadora	2	5	30	8.2500	495	10.15	5,024
	Compactadora	2	8	20	11.6800	467	10.15	4,742
	Grúa	1	3	55	4.3800	241	10.15	2,445
	Bulldozer CAT D6HII	1	7	15	38.0100	570	10.15	5,787
								17,998
								129,921.52
	HUELLA DE CARBONO EN KgCO₂e							129,921.52
	HUELLA DE CARBONO EN KgCO₂e							2,905,182

Fuente: Los autores

Del cálculo se desprende lo siguiente:

- El cálculo de la huella de carbono permite establecer los orígenes de las toneladas de CO₂e producidas durante las etapas del proyecto, y de esta manera plantear los puntos que ameritan prioridad para tomar estrategias de mitigación.
- La huella de carbono de las actividades de diseño, fabricación, montaje y puesta en marcha de la planta es 2'905.467 Kg CO₂e

- El 94.39% de las emisiones de CO₂ se producen por los vehículos utilizados en las etapas de fabricación y montaje; 0.01% de tareas de oficina; 1.12%, del uso de equipos de oficina y maquinaria de fabricación; 3.85% de los equipos utilizados en el montaje.
- La mayor contribución a la huella de carbono está en los vehículos utilizados.

2.4.5. Estrategias de mitigación.

Para lo relacionado con residuos sólidos y líquidos, la planta contará con un sistema de manejo de efluentes que consiste en tratar las aguas residuales disminuyendo la cantidad de DQO muy por debajo de 25,000, dejándola en condiciones de ser trasegada a los afluentes de la región sin detrimento de las condiciones de consumo para la comunidad. Respecto de los residuos sólidos, se cuenta con un sistema de manejo conocido como MDL (Mecanismo de Desarrollo Limpio), el cual aprovecha los desechos para generar abono y metano (Daabon, 2016). El abono se utiliza en los cultivos. El metano, se utiliza, luego de un proceso de purificación primario como combustible para generar energía eléctrica. Por último, para disminuir el impacto ambiental de las emisiones de material particulado a la atmósfera se cuenta con un Precipitador Electrostático, capaz de reducir las emisiones a 45 mg/m³, cumpliendo la ley ambiental colombiana.

3. Inicio y planeación del proyecto

3.1. Project charter.

3.1.1. Project Purpose or Justification.

Con la fabricación y montaje de los equipos para una planta extractora de aceite de palma con capacidad de 30 TRFF/H en la zona de Mapiripán, Meta, se aumentará la capacidad de producción de aceite de palma de la Empresa Poligrow, propietaria de los cultivos de región (Tabla 29).

Actualmente existe una planta piloto de 15 TRFF/H, cuya capacidad es insuficiente para procesar el fruto producido por las 7,000 ha que hay sembradas.

Tabla 29. Project Charter

<i>Project Charter</i>	
Título del proyecto: Fabricación y montaje de una planta extractora de aceite de palma africana.	
Patrocinador proyecto: Poligrow Colombia (Organización Cliente)	Fecha: Junio 4 de 2018
Gerente de Proyecto: Luis Piñeros; Héctor Mesa	Cliente: Poligrow Colombia
Justificación del proyecto: Con la construcción de una planta extractora de aceite de palma con capacidad de 30 TRFF/H en la zona de Mapiripán, Meta, se busca mejorar la capacidad de producción de aceite de palma de la Organización propietaria de los cultivos de región. Actualmente existe una planta piloto de 15 TRFF/H, cuya capacidad es insuficiente para procesar el fruto producido por las 7,000 ha que hay sembradas. La construcción de la extractora permitirá duplicar la capacidad de producción de aceite de palma y de igual manera, aumentará la rentabilidad de la Organización.	
Descripción del proyecto: El proyecto consiste en la fabricación, y montaje de los equipos para una planta extractora de aceite de palma con capacidad de 30 TRFF/H—esto es como si el proyecto fuera construir la planta --- (Toneladas de racimos de fruto por hora). Los diseños son suministrados por el cliente. En la fabricación se producirán las máquinas, estructuras y demás elementos requeridos. En la etapa de montaje se instalarán los elementos mencionados anteriormente, se realizarán pruebas de funcionamiento y al mismo tiempo se capacitará al personal de operarios en el manejo de los equipos y el proceso industrial.	
Requerimientos de alto nivel:	
De Proyecto: El proyecto debe desarrollarse por medio de profesionales expertos en ingeniería de proyectos para plantas industriales.	
De Producto: La planta debe tener la capacidad suficiente para procesar el fruto producido en las plantaciones, con rendimientos de productividad entre 22 y 25%.	
De la organización:	
El proyecto no debe superar en más de 20% el presupuesto estimado.	
<ul style="list-style-type: none"> • La planta debe ser ambientalmente sostenible. • La rentabilidad de la Empresa debe aumentar proporcionalmente a las mejoras en producción. 	
Riesgos de Alto Nivel:	
<ul style="list-style-type: none"> • Alteraciones de orden público en la región • Prolongados períodos de lluvias o sequía • Crisis en la agroindustria de la palma aceitera • Complicaciones legales por el origen de la propiedad de los terrenos 	

Objetivo del Proyecto	Criterio de éxito	Persona que aprueba
Fabricar y montar los equipos para una planta extractora para aumentar la capacidad de producción de aceite de palma africana.	Que se pueda procesar el fruto producido y adicionalmente se aumente proporcionalmente la eficiencia y rentabilidad de la Organización.	Patrocinador del proyecto
Objetivo de fabricación: Fabricar los equipos de la planta aplicando altos parámetros de calidad. De igual manera, los componentes fabricados deben suministrarse a tiempo en el sitio del proyecto.	<ul style="list-style-type: none"> Los equipos son entregados a tiempo en el sitio del proyecto. Se cumple con los estándares de calidad de ingeniería aplicables a esta clase de proyectos. 	<ul style="list-style-type: none"> Jefe de calidad Director de montaje
Objetivo de montaje:		
<ul style="list-style-type: none"> Instalar los equipos requeridos para la planta. Probar equipos y demás componentes en vacío y con carga. Hacer los ajustes de proceso requeridos para que la planta funcione adecuadamente. 	<ul style="list-style-type: none"> Los equipos quedan instalados en las secuencias y con las características de operatividad y confort adecuados para este tipo de proyectos. 	<ul style="list-style-type: none"> Director de montaje Director de Ingeniería Gerente de Proyecto
Objetivo de tiempo: El proyecto tendrá una duración de 568 ±45 días	<ul style="list-style-type: none"> Gerencia de proyecto: 354 días Fabricación: 394.8 días Validación obra civil: 6 días Montaje: 388 días Cierre del proyecto: 2 días 	<ul style="list-style-type: none"> Patrocinador Gerente de Proyecto
Objetivo de costo: Realizar el proyecto sin exceder el presupuesto estimado para el mismo.	<ul style="list-style-type: none"> Gerencia de proyecto: 290,41M Fabricación: 20,713.68M Validación obra civil: 2.38M Montaje: 3,636.6M Cierre del proyecto: 5.2M 	Gerente de Proyecto
Restricciones:		
Presupuesto estimado: El presupuesto establecido para este proyecto es de \$24,682M.		
Duración máxima del proyecto: El proyecto debe ejecutarse en un lapso de tiempo no superior a dos años y medio.		
Criterios de aceptación:		
<ul style="list-style-type: none"> Desarrollar el proyecto dentro del presupuesto financiero y de tiempo establecidos cumpliendo con los requisitos de calidad de funcionamiento; y regulaciones ambientales colombianas. Los resultados de las pruebas de funcionamiento de la planta están de acuerdo con los estándares de eficiencia y desempeño de las instalaciones industriales para la agroindustria de palma aceitera en Colombia. 		
INTERESADO		"ROL"
Héctor Andrés Mesa		Gerente de Proyecto
Luis H. Piñeros Beltrán		Gerente de Proyecto
Empresa fabricante		Patrocinador
Cliente		Dueño del proyecto
Niveles de autoridad del Gerente de Proyecto		
<ul style="list-style-type: none"> Decisiones sobre el personal: El Gerente de Proyecto es quien establece los perfiles del recurso humano, teniendo en cuenta los siguientes aspectos: <ul style="list-style-type: none"> Contratación Asignación de salarios Gestión de interesados Administración del presupuesto y variación: El Gerente de Proyecto decide si se deben hacer cambios al presupuesto hasta montos, menores o iguales al 5% del presupuesto total que se estimó para la ejecución del Proyecto, para cambios mayores al porcentaje anterior se debe realizar un cambio autorizado por la junta directiva de la empresa. Decisiones Técnicas: El Gerente de Proyecto es quien evalúa si es necesario ajustar aspectos técnicos de nivel medio, para los temas de alta ingeniería se apoyara en el equipo de ingeniería del Proyecto. Resolución de conflictos: El Gerente de Proyecto es quien se encarga de definir las áreas que intervienen en la solución de conflictos dependiendo de la gravedad de los mismos. 		
Firma Gerente de Proyecto:		Firma del patrocinador:

Nombre Gerente de Proyecto:	Nombre del patrocinador:
Fecha:	Fecha:

Alineación estratégica del Proyecto:

El proyecto "Fabricación y montaje de los equipos para una planta extractora de aceite de palma está alineado con los objetivos estratégicos de la Organización, ya que contribuye con **el uso racional de los recursos naturales**; brinda oportunidades laborales que permiten mejorar la calidad de vida de los habitantes de la zona; Además, con el uso de equipos para generación de energía, incluidos en el proyecto, permite la generación de energía eléctrica sin utilizar combustibles fósiles , contribuyendo así con la innovación energética que es otro de los objetivos estratégicos.

Fuente: Los autores

3.2. Identificación de interesados.

El objetivo de esta actividad es identificar todas las personas u organizaciones que se verán afectadas con la realización del proyecto de la planta extractora.

Tabla 30. Análisis de interesados

ANÁLISIS DE INTERESADOS: IMPACTO				
	INTERESADO	ROL	ANÁLISIS	
			IMPACTO	ESTRATEGIA
EQUIPO DEL PROYECTO	Cliente	Dueño del proyecto	Inconformidad con el producto final	Gestión cuidadosa; alcance no ambiguo
	Gerente de Proyecto	Integrar esfuerzos para el éxito del proyecto	Fallas de comunicación	Capacitación
	Director de Ingeniería	Manejo de aspectos técnicos	Atrazos en especificaciones	Motivar; empoderar
	Dpto. de compras	Gestión de adquisiciones	Adquisiciones tardías	Motivar; empoderar
	Dpto. de producción	Gestión de fabricación	Demora en producción	Motivar; empoderar
	Dpto. de despachos	Gestión de envíos de materiales y equipos	Atrazos	Motivar; empoderar
	Dpto. de diseño	Gestión de diseño de planta	Atrazos en diseños	Motivar; empoderar
	Dpto. RR.HH.	Gestión de RR.HH.	Demoras en gestión de contratos	Motivar; empoderar
	Diseñador	Diseño de planta	Demora en diseños	Motivar; empoderar
	Auxiliar de compras	Ejecución de actividades de compra	Falencias en gestión adquisiciones	Motivar; empoderar.
EXTERNO	Operario de montaje	Ejecución de tareas de montaje	Motivación	Motivar; empoderar
	Personal de montaje de la zona	Ejecución de tareas de montaje	Motivación	Motivar; empoderar
	Logística	Servicio de transporte y envíos	Servicios tardíos	Contar con varios proveedores
	Proveedor-1 equipos importados	Suministro, asesoría de montaje; commissioning	Demora en entregas	Gestionar cuidadosamente; empoderar
	Proveedor-2 equipos importados	Suministro, asesoría de montaje; commissioning	Demora en entregas	Gestionar cuidadosamente; empoderar
	Proveedor-3 equipos importados	Suministro, asesoría de montaje; commissioning	Demora en entregas	Gestionar cuidadosamente; empoderar
	Proveedores materia prima e insumos	Suministro de materiales e insumos	Demora en entregas	Gestionar cuidadosamente; empoderar
	Proveedores equipos locales	Suministro de equipos nacionales	Demora en entregas	Seleccionar varios proveedores

Fuente: Los autores

3.3. Plan de gestión del proyecto.

En este apartado se incluyen los planes subsidiarios y auxiliares de las áreas del conocimiento (Project Management Institute, 2013).

3.3.1. Plan de gestión del alcance.

El Plan de Gestión del Alcance (**Tabla 31**), indica como será definido, desarrollado y verificado el alcance. Sirve de guía y define claramente quien es responsable de gestionarlo y controlarlo.

Tabla 31. Plan de gestión del alcance

PLAN DE GESTIÓN DEL ALCANCE	
Título del proyecto: FABRICACIÓN Y MONTAJE DE LOS EQUIPOS PARA UNA PLANTA EXTRACTORA DE ACEITE DE PALMA	Fecha: Junio 26 de 2018
1. Proceso para elaborar la declaración del Alcance:	
<p>La Organización dueña del proyecto, tiene la necesidad de contar con la capacidad necesaria y suficiente para procesar el fruto de palma aceitera que cultiva en sus plantaciones.</p> <p>El proyecto de la fabricación y montaje de los equipos para una planta que garantice esta capacidad surge como solución al problema, luego de una evaluación técnica de alternativas de solución. Para definir el alcance del proyecto, se realizaron las actividades que se enuncian a continuación:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Construcción de un árbol de problemas para establecer la causa raíz. 2. Construcción de un árbol de objetivos para identificar las posibles alternativas de solución. 3. Identificación de las alternativas más adecuadas para dar solución al problema central. 4. Selección de la mejor alternativa por medio del método multi criterio. 5. Definición del alcance del proyecto 	
2. Proceso para crear la EDT del proyecto:	
<ul style="list-style-type: none"> • Se identifica plenamente el producto final del proyecto. • Se definen los paquetes de trabajo necesarios para cumplir con el alcance del proyecto <p>Con base en los dos ítems anteriores, se establecen las etapas de: Fabricación, transporte, recibo de obras civiles; y, montaje. Se incluye el cierre del proyecto y las correspondientes etapas de la Gerencia de proyecto (Figura 19).</p>	
3. Proceso para gestión de cambios relacionados con el alcance:	
<ul style="list-style-type: none"> • Las solicitudes de cambio deben dirigirse al Gerente de Proyecto. • Luego de recibidas las solicitudes, se analizan estableciendo su impacto en tiempo, costo y calidad. Posteriormente se gestiona su aprobación por medio del comité de control de cambios. • Una vez analizados los cambios, serán aprobados en concenso con el patrocinador; y se actualizará la línea base. • El alcance se validará a través de: 1) Inspecciones (para ver si el trabajo realizado cumple con los criterios de aceptación del producto); esto conduce a la aceptación de los entregables al cumplirse los criterios de aceptación. 2) Los entregables que no sean aceptados, se gestionarán por medio de solicitudes de cambio en las cuales se documenta por qué no se han aceptado; se analizarán y gestionarán por parte del equipo de proyecto. El alcance se controlará por medio de informes de desempeño del trabajo; solicitudes de cambio, y, actualizaciones de las líneas base. 	

Fuente: Los autores

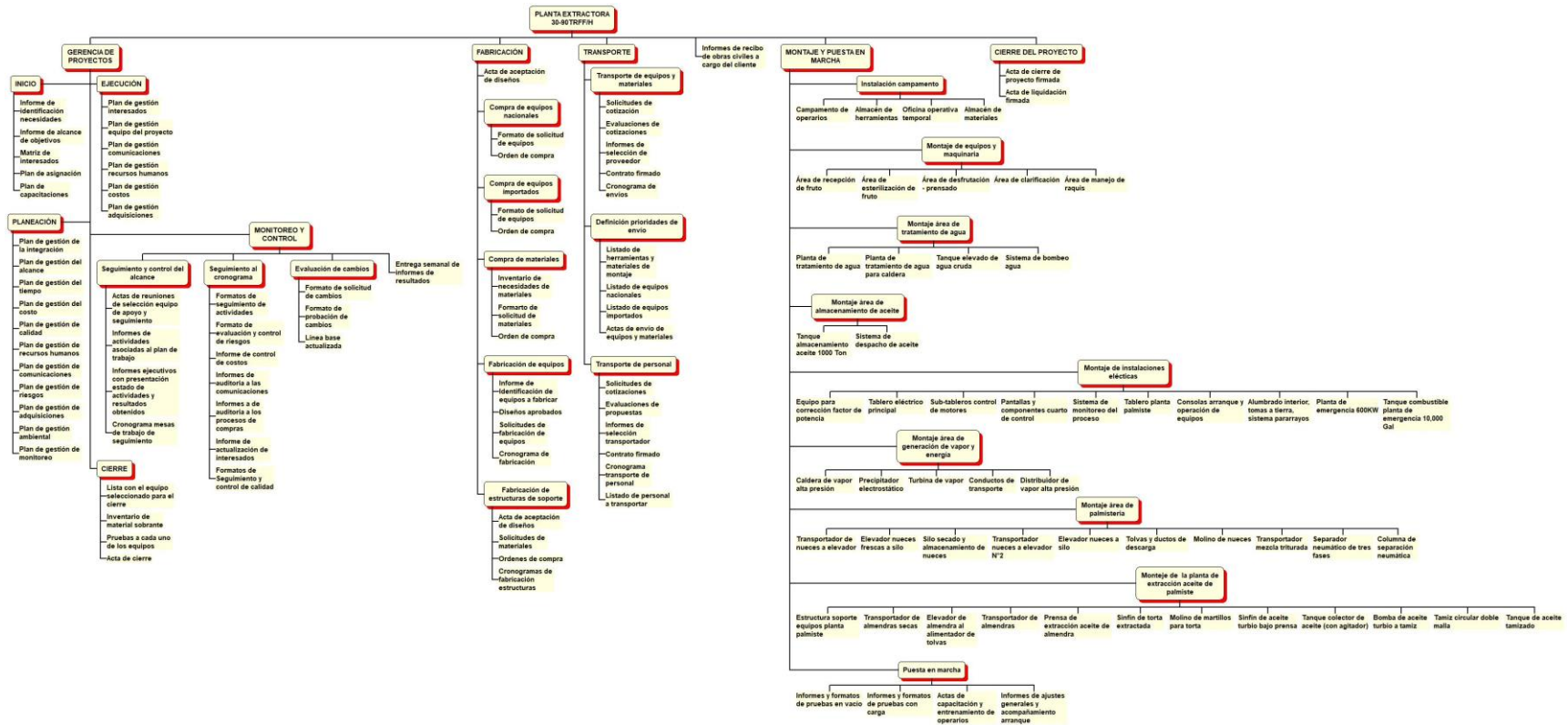


Figura 19. EDT Planta extractora

Fuente: Los autores

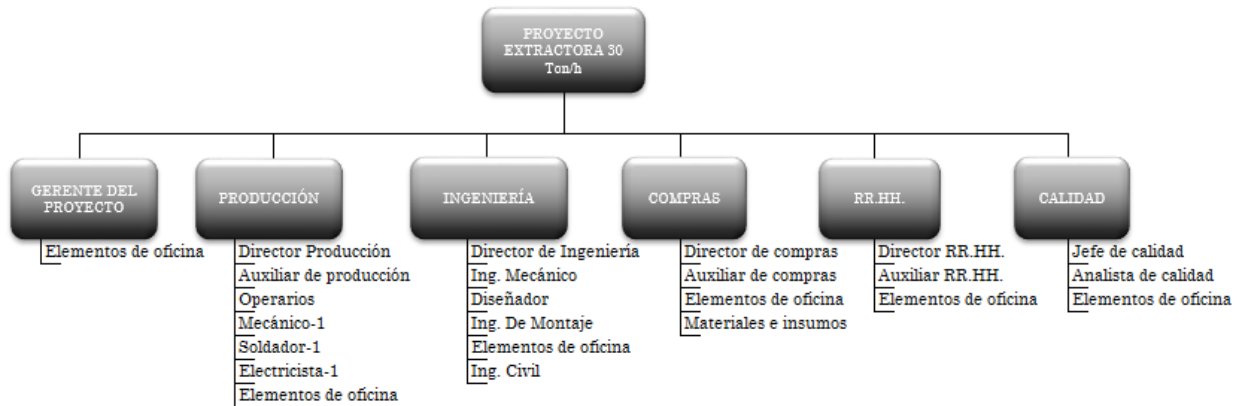


Figura 20. EDR proyecto planta extractora

Fuente: Los autores.

3.3.1.1. Línea base del alcance.

La línea base del alcance la conforman la EDT (Figura 19), la declaración de alcance del proyecto y el diccionario de la EDT:

- **“Project Scope Statement”**: Permite definir los límites del proyecto y los resultados esperados del mismo; también es útil para definir restricciones, supuestos y factores de éxito (Tabla 32).

Tabla 32. Declaración de alcance del proyecto

DECLARACIÓN DE ALCANCE DEL PROYECTO
<p>Título del proyecto: FABRICACIÓN Y MONTAJE DE LOS EQUIPOS PARA UNA PLANTA EXTRACTORA DE ACEITE DE PALMA</p>
<p>Descripción del producto: Descripción del producto: El producto del proyecto es una planta extractora con capacidad para procesar 30Ton/h de fruto de palma africana. Con esta capacidad instalada, se garantiza el procesamiento de los frutos cosechados en las áreas sembradas que tiene la empresa dueña del proyecto en Mapiripán (Meta). Los subproductos obtenidos en el proceso de extracción permitirán obtener beneficios como: Posibilidad de generación de energía; producción de bases alimenticias para concentrados animales; abonos, al utilizar los desechos en el proceso de compostaje. La planta extractora operará 22 horas al día, 26 días al mes, ya que se destinan los restantes para efectuar labores de mantenimiento y acondicionamiento de equipos e instalaciones. El área que ocupa una instalación de este tipo es aproximadamente 2 ha, en las cuales se instalan los equipos de proceso; el sistema de tratamiento de agua cruda; el reservorio; las zonas administrativas; el patio de camiones; almacén; rampas de entrada de fruto y sistema de báscula. Como aspectos adicionales podemos mencionar que todas las estructuras de soporte se fabrican en acero</p>

ASTM A-36; las tuberías de manejo de aceite son en acero inoxidable SCH-40; las tuberías de manejo de vapor en acero SCH-80 sin costura; los aislamientos térmicos requeridos serán en lana de vidrio con recubrimiento en lámina de acero inoxidable calibre 16; todas las escaleras de acceso son de acero, con peldaños en rejilla antideslizante. Finalmente, con la tecnología instalada, la planta está en capacidad de ser autónoma energéticamente; ya que, se puede producir energía eléctrica para el proceso; y, la restante se puede vender al estado.

Entregables del proyecto:

- Gerencia del Proyecto (con los correspondientes planes subsidiarios)
- Fabricación de equipos
- Transporte de equipos al sitio del proyecto
- --- esto pueden dejarlo mas bien como supuesto, que las obras civiles estan ya listas y aprobadas.
- Montaje de los equipos para la planta extractora

Criterios de aceptación:

- Obtención de la capacidad de proceso estipulada (verificación en las pruebas de puesta en marcha)
- Validación del cumplimiento de las regulaciones ambientales en cuanto a emisiones a la atmósfera
- Ejecución del proceso manteniéndose dentro de los presupuestos de tiempo, costo, calidad y alcance

Exclusiones del proyecto:

- Diseño mecánico de equipos y estructuras.
- Obras civiles: Requeridas para instalar los equipos de proceso.
- Estructuras de soporte de equipos y edificios.
- Edificios.
- Administración del proceso de extracción; es decir, la operación de la planta extractora.

Restricciones del proyecto:

- El proyecto no debe superar los \$24,682M ± 20%
- La tecnología a usar debe estar alineada con la sostenibilidad ambiental.
- Emisiones de material particulado a la atmósfera: inferiores a 150 mg/m3
- Se debe contratar personal de la zona para trabajar durante el desarrollo del proyecto.

Supuestos del proyecto:

- Se cuenta con las obras civiles necesarias para el proyecto, debidamente aprobadas.
- Se cuenta con los edificios apropiados para albergar los equipos que se fabricarán.
- Se cuenta con créditos necesarios para desarrollar el proyecto.
- La TRM no variará por fuera del rango 2,900 ± 20%.
- Se cuenta con suficiente suministro de agua y energía en el sitio del proyecto.
- No se presentan alteraciones de orden público en la zona del proyecto.
- Se cuenta con disponibilidad suficiente de materiales en el mercado nacional.
- Las condiciones climáticas son las mejores para el transporte de material.

Fuente: Los autores

- **Diccionario de la EDT:** Describe los paquetes de trabajo establecidos en la EDT, asignando responsable, costo, y entregables (Tabla 33).

Tabla 33. Diccionario de la EDT

DICCIONARIO EDT PLANTA EXTRACTORA	
Título del proyecto: Fabricación y montaje de los equipos para una planta extractora de aceite de palma	
1.2.	Gerencia del proyecto
Descripción	Es la unión de esfuerzos y conocimientos de profesionales en diferencias especialidades, para establecer como se gestionara el proyecto y la forma de llevar a cabo el objeto y alcance del mismo.

DICCIONARIO EDT PLANTA EXTRACTORA

Actividades	<ul style="list-style-type: none"> • INICIACIÓN: Identificación necesidades de gerenciamiento, definición de objetivos, identificación de interesados, asignación de roles y socialización de roles. • PLANEACIÓN: Gestión de la integración, gestión del alcance, gestión del tiempo, gestión del costo, gestión de calidad, gestión de recursos humanos, gestión de comunicaciones, gestión de riesgos, Gestión de adquisiciones, gestión ambiental y gestión de monitoreo. • EJECUCIÓN: Es donde se llevan a cabo las actividades establecidas en la etapa de planeación. • MONITOREO Y CONTROL: Seguimiento y control del alcance, seguimiento al cronograma y evaluación de cambios. • CIERRE: Selección equipo de cierre, inventario de material sobrante, pruebas a cada uno de los equipos y documentos de cierre.
Duración	354d
Costos	290.41M
Responsable	Equipo gerencial y de planeación
1.3.	Fabricación
Descripción	Es la etapa donde se desarrollan y ejecutan las actividades de producción de los elementos físicos y técnicos requeridos, apoyándose en personal calificado.
Actividades	<p>Se realiza la validación de los diseños entregados por el cliente y que hacen parte de las obras civiles, adicional a esto se realizan las siguientes actividades:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Compra de equipos nacionales. • Compra de equipos importados. • Compra de materiales. • Fabricación de equipos. • Fabricación de estructuras de soporte. • Fabricación de cubiertas metálicas.
Duración	394.8d
Costos	21,822.55M
Responsable	Director de producción, diseñador, auxiliar de compras y personal técnico
1.4.	Transporte
Descripción	Es la etapa donde se procede a desarrollar la logística necesaria para trasladar al sitio de construcción, los elementos necesarios para la fabricación e implementación de la misma.
Actividades	<ul style="list-style-type: none"> • Transporte de equipos y materiales. • Definición prioridades de envío. • Transporte de personal.
Duración	46.5d
Costos	33.99M
Responsable	Director de producción, auxiliar de compras
1.5.	Obras civiles
Descripción	En este momento es donde el departamento de ingeniería y de diseño, validan que las obras civiles entregadas por el cliente, cumplan con los requerimientos técnicos y sean viables para la construcción de la planta.
Actividades	<ul style="list-style-type: none"> • Se verifica que los diseños finales coincidan con los diseños aprobados para la construcción de las obras civiles. • Una vez validada la viabilidad de la parte civil, se procede a hacer el recibimiento formal por parte del equipo del proyecto.
Duración	6d
Costos	2.38M

DICCIONARIO EDT PLANTA EXTRACTORA	
Responsable	Gerente de proyecto; Ing. Civil.
2.3.	Preparar el documento de alcance del proyecto
Descripción	Se define el alcance del proyecto en cuanto a requerimientos y productos entregables.
Actividades	Definir los criterios de aceptación Definir los requerimientos del proyecto Definir los entregables del proyecto
Duración	10d
Costos	
Responsable	Equipo del proyecto
2.4.	Preparar la EDT
Descripción	Se establecen los paquetes de trabajo
Actividades	Identificar los paquetes de trabajo Establecer el enfoque adoptado para la EDT Realizar la EDT
Duración	4d
Costos	0.96M
Responsable	Equipo del proyecto
2.4.1.	Determinar los recursos de las tareas
Descripción	Se asignan recursos humanos, financieros, de tiempo a las tareas
Actividades	Se estiman las duraciones de cada tarea del proyecto
Duración	5d
Costos	0.96M
Responsable	Equipo del proyecto
2.4.2.	Determinar las duraciones de las tareas
Descripción	Se estiman las duraciones de las tareas del proyecto
Actividades	Se estima la duración de cada tarea del proyecto
Duración	5d
Costos	0.96M
Responsable	Equipo del proyecto
2.4.3.	Determinar dependencias de las tareas
Descripción	Se establecen los predecesores y sucesores de cada una de las tareas del proyecto
Actividades	Establecer predecesores de las tareas Establecer sucesores de las tareas Asignación de predecesores y sucesores a las tareas
Duración	2d
Costos	0.96M
Responsable	Equipo del proyecto
2.4.4.	Crear diagrama de Gannt
Descripción	Se crea el diagrama de Gannt con la información obtenida de los puntos anteriores
Actividades	Identificar las tareas del proyecto Asignar responsables a las tareas Asignar costos Asignar la duración de las tareas Asignar predecesores y sucesores a las tareas Identificar los Hitos del proyecto Establecer los calendarios laborales
Duración	2d
Costos	0.96M
Responsable	Equipo del proyecto
2.6.	Listado de riesgos

DICCIONARIO EDT PLANTA EXTRACTORA	
Descripción	Se analizan los principales riesgos del proyecto
Actividades	Identificar los riesgos potenciales del proyecto Discutir sobre su impacto en el proyecto Priorizar los riesgos Cualificar los riesgos
Duración	3d
Costos	0.96M
Responsable	Equipo del proyecto
2.7.	Matriz probabilidad - impacto
Descripción	Identificación y ubicación de los riesgos según su probabilidad e impacto
Actividades	Estimar la probabilidad de cada riesgo Estimar el impacto del riesgo Construir la matriz según la cualificación de los riesgos
Duración	3d
Costos	0.96M
Responsable	Equipo del proyecto
3.1.1.	Exploración de incentivos
Descripción	Obtener la información sobre los incentivos aplicables al proyecto
Actividades	Investigar sobre las políticas necesarias para la aplicación de incentivos Analizar los principales objetivos a ofrecer a los empleados de la compañía
Duración	3d
Costos	0.96M
Responsable	Gerente de proyecto
4.0.	Solicitud de cambios
Descripción	Se establece el cambio correspondiente al nuevo alcance y los documentos que deben actualizarse
Actividades	Definir el cambio. Analizar los documentos a actualizarse. Diligenciar la solicitud del cambio.
Duración	1d
Costos	
Responsable	Equipo del proyecto

Fuente: Los autores

3.3.1.2. *Matriz de trazabilidad de requisitos.*

Es una herramienta muy útil para hacer seguimiento a los requisitos del proyecto y permite asegurar que se cumplan. La matriz de trazabilidad de requisitos de la planta extractora se presenta en la **Tabla 34**.

Tabla 34. Matriz de trazabilidad de requisitos planta extractora

MATRIZ DE TRAZABILIDAD DE REQUISITOS									
FABRICACIÓN Y MONTAJE DE LOS EQUIPOS PARA UNA PLANTA EXTRACTORA DE ACEITE DE PALMA									
ID	CÓD. EDT	Descripción	Necesidades de negocio, oportunidades, metas y objetivos	Entregable EDT	Producto		Prueba		Requerimiento de alto nivel
					Diseño	Desarrollo	Estrategia	Escenario	

MATRIZ DE TRAZABILIDAD DE REQUISITOS									
FABRICACIÓN Y MONTAJE DE LOS EQUIPOS PARA UNA PLANTA EXTRACTORA DE ACEITE DE PALMA									
ID	CÓD. EDT	Descripción	Necesidades de negocio, oportunidades, metas y objetivos	Entregable EDT	Producto		Prueba		Requerimiento de alto nivel
					Diseño	Desarrollo	Estrategia	Escenario	
3	1.3.2	Compra de equipos nacionales	Motores, motorreductores, acoples, equipos de control electrónico.	Motores, motorreductores, acoples, equipos de control electrónico.	N.A.	N.A.	N.A.	Pruebas de ajuste de proceso	Factor de servicio > 1.5
4	1.3.3	Compra de equipos importados	Caldera de alta presión, turbina de una etapa, precipitador electrostático, tricanter.	Caldera de alta presión, turbina de una etapa, precipitador electrostático, tricanter.	N.A.	N.A.	Arranques y paradas durante la puesta en marcha	Pruebas de ajuste de proceso	30 Barg, 27 Ton/h vapor
5	1.3.5	Fabricación de equipos	Fabricación aplicando procesos estandarizados para optimizar tiempos y costos.	Equipos de proceso de acuerdo con los requisitos de ingeniería para una planta de 30 Ton/h	N.A.	N.A.	Control de calidad en proceso y en montaje	Pruebas de ajuste de proceso	N.A.
8	1.4	TRANSPORTE	Movilizar los equipos, herramientas, estructuras y personal de montaje sin exceder los tiempos y presupuestos establecidos. Adicionalmente, mantener las frecuencias de despachos proyectadas. Realizar el montaje de los equipos y estructuras en los tiempos y con los presupuestos establecidos.	Equipos y materiales en sitio	N.A.	N.A.	N.A.	Pruebas de ajuste de proceso	En los tiempos y costos calculados.
10	1.6	MONTAJE	Realizar el montaje de los equipos y estructuras en los tiempos y con los presupuestos establecidos.	Equipos, edificios y estructuras instalados.	N.A.	N.A.	N.A.	Pruebas de ajuste de proceso	Ajustado al cronograma.
11	1.6.3	Tratamiento de agua	Sistema de tratamiento de agua adecuado para una planta de 30 Ton/h	Sistema de tratamiento de agua para 30 Ton/h, con tanque elevado y bombas de alimentación.	N.A.	N.A.	Durante la puesta en marcha de la planta.	Pruebas de ajuste de proceso	Para 30 Ton/h
12	1.6.4.1	Tanque almacenamiento de 1000 Ton	Capacidad a obtener: 1000 Ton	Tanque de almacenamiento de 1000 Ton, con sistema de despacho de aceite	N.A.	N.A.	N.A.	Pruebas de ajuste de proceso	1000 Ton
13	1.6.5	Instalaciones eléctricas	Entregar las instalaciones eléctricas para la operación de los equipos.	Planta eléctrica de emergencia 600KW, con tanque de 10.000 galones para diesel; sistema de iluminación de la planta; cuarto de control de motores, tableros de control por secciones. Todo esto se entrega debidamente probado.	N.A.	N.A.	Durante la puesta en marcha de la planta.	Pruebas de ajuste de proceso	Sistema que permita operar la planta semi automáticamente.
14	1.6.6	Generación de vapor	Generar vapor y energía para la autonomía energética de la planta.	Caldera de alta presión, turbina mono etapa de 1600 Kw, precipitador electrostático; distribuidor de vapor de alta presión.	N.A.	N.A.	Durante la puesta en marcha de la planta.	Pruebas de ajuste de proceso	Autonomía energética de la planta.
15	1.6.7	Palmistería	Equipos para proceso de almendra	Equipos y estructuras para la recuperación de almendra: Transportadores, sistemas de elevación, silos, sistemas neumáticos, molinos.	N.A.	N.A.	Durante la puesta en marcha de la planta.	Pruebas de ajuste de proceso	Procesar toda la almendra generada en el proceso.
16	1.6.8	Extracción aceite y torta palmiste	Equipos para extracción de aceite PKO	Entrega de los siguientes equipos instalados y funcionando: Transportadores de almendras, prensas de extracción PKO, molino de martillos, tanque colector de aceite, bombas, tamiz circular doble malla, Tanque de aceite tamizado, estructuras de soporte.	N.A.	N.A.	Durante la puesta en marcha de la planta.	Pruebas de ajuste de proceso	Extraer aceite de palmiste de alta calidad.
17	1.6.9	Puesta en	Equipos operando.	Planta y sus equipos	N.A.	N.A.	Durante la	Pruebas	Operación de

MATRIZ DE TRAZABILIDAD DE REQUISITOS									
FABRICACIÓN Y MONTAJE DE LOS EQUIPOS PARA UNA PLANTA EXTRACTORA DE ACEITE DE PALMA									
ID	CÓD. EDT	Descripción	Necesidades de negocio, oportunidades, metas y objetivos	Entregable EDT	Producto		Prueba		Requerimiento de alto nivel
					Diseño	Desarrollo	Estrategia	Escenario	
		marcha		debidamente probados y funcionando. Se incluye el entrenamiento del personal durante las pruebas de operación de la planta.			puesta en marcha de la planta.	de ajuste de proceso	la planta dando los rendimientos proyectados.

Fuente: Los autores

3.3.1.3. Acta de cierre de proyecto.

Como parte integral y primordial del proyecto se realiza el cierre del mismo. La *Tabla 35* muestra el formato de acta de cierre de proyecto.

Tabla 35. Acta de cierre de proyecto

FABRICACIÓN Y MONTAJE DE LOS EQUIPOS PARA UNA PLANTA EXTRACTORA DE ACEITE DE PALMA			
"Ingeniería amigable con el medio ambiente"			CODIGO: VERSIÓN: FECHA:
EL PRESENTE DOCUMENTO CONTIENE CADA UNO DE LOS HITOS QUE HICIERON PARTE INTEGRAL DE LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO, RELACIONANDO LA FECHA DE ACEPTACIÓN Y CIERRE DE CADA UNO DE ELLOS.			
FECHA DE FIRMA	ACTA NÚMERO		
RESPONSABLES	CARGO		
	CARGO		
	CARGO		
HITOS			
DETALLE	FECHA ENTREGA	RECIBIDA A SATISFACCIÓN SI/NO	OBSERVACIONES
Validación diseños del cliente			
Fabricación			
RECIBO OBRAS CIVILES			
MONTAJE			
COSTOS ASOCIADOS			
DETALLE	COSTO PLANEADO	COSTO REAL	OBSERVACIONES
VALIDACIÓN DE LOS DISEÑOS DEL CLIENTE			
FABRICACIÓN			
RECIBO DE OBRAS CIVILES			
MONTAJE			
PARTICIPANTES			

NOMBRE	CARGO	ORGANIZACIÓN	CORREO	FIRMA
OBSERVACIONES				

FIRMAS

REPRESENTATE ORGANIZACIÓN CONTRATANTE

CC
CARGO

REPRESENTATE ORGANIZACIÓN CONTRATADA

CC
CARGO

Fuente: Los autores

3.3.2. Plan de gestión del cronograma.

En este se establecen políticas, documentos y procedimientos para planear, ejecutar y controlar el cronograma del proyecto (Tabla 36). Incluye el listado de actividades y la línea base del tiempo.

Tabla 36. Plan de gestión del cronograma

PLAN DE GESTIÓN DEL CRONOGRAMA	
<p>Título del proyecto: FABRICACIÓN Y MONTAJE DE LOS EQUIPOS PARA UNA PLANTA EXTRACTORA DE ACEITE DE PALMA</p>	<p>Fecha: Junio 26 de 2018</p>
<p>1. Metodología para desarrollar el cronograma</p> <p>El método usado para establecer la programación del proyecto es la siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Definir la EDT del proyecto considerando las etapas para el desarrollo del proyecto. • Identificar las tareas a ejecutar; Secuenciar tareas. • Definir duraciones (se utiliza el método "PERT"). • Asignar recursos a las tareas. • Construir el cronograma del proyecto; Establecer la ruta crítica. 	
<p>2. Herramientas para gestión del cronograma</p> <p>El cronograma del proyecto se digitalizará utilizando como herramienta el "software" de gestión de proyectos "Microsoft Project" ®.</p> <p>Las duraciones se establecen empleando juicio de expertos; y, se calculan mediante la metodología de tres puntos: $T_{ESTIMADO} = (T.OPTIMISTA + 4T.ESPERADO + T.PESIMISTA) / 6$.</p> <p>Como herramientas para controlar el cronograma se usarán: Curva "S" del tiempo; el índice de desempeño del cronograma (SPI=EV/PV).</p> <p>La frecuencia de seguimiento al cronograma será semanal.</p>	

PLAN DE GESTIÓN DEL CRONOGRAMA

3. Niveles de precisión y unidades de medida

NIVEL DE PRECISIÓN	UNIDAD DE MEDIDA	UMBRAL
Para efectos prácticos en la gestión del cronograma, se estimarán las duraciones de las tareas en días.	Como unidades de medida se usarán días; y día/hombre.	Con el propósito de establecer el nivel de retraso o adelanto de una tarea del cronograma se utilizará el índice de desempeño del cronograma ("SPI"). $SPI = EV/PV$ $SPI > 1$: Actividad o proyecto con adelanto. $SPI < 1$: Actividad, o proyecto con atraso. $SPI = 1$: Actividad o proyecto ejecutándose según lo planeado.

4. Informes, reportes y formatos

Se manejarán reportes semanales que permitan visualizar el avance de las tareas respecto del tiempo esperado de ejecución. Como formato de control de cronograma se utilizará el mostrado en la **Tabla 37**.

5. Proceso de gestión del cronograma

Identificar tareas: Se hará con base en el desarrollo de la EDT, la cual se creará utilizando el enunciado del alcance del proyecto. **Secuencia de tareas:** El equipo del proyecto las establecerá, apoyándose en juicio de expertos. **Duraciones:** Se utilizará el juicio de expertos, y adicionalmente, el método de tres puntos ($T_E = (T_o + 4T_E + T_p)/6$). **Actualizar, monitorear y controlar el cronograma:** El Gerente de proyecto será el responsable de actualizar el cronograma, tomando como referencia los índices CPI y SPI. El monitoreo tendrá una frecuencia semanal. Para efectos de control se utilizarán el PV (Planned Value) y el EV (Earned Value), para obtener la variación del cronograma SV (Schedule Variance): $SV = EV - PV$, teniendo en cuenta que: **Variación del cronograma (Schedule Variance):** $SV > 0$: La tarea o el proyecto están adelantados. $SV < 0$: La tarea o el proyecto están atrasados. $SV = 0$: La tarea o el proyecto avanzan de acuerdo con lo planeado. **Índice de variación del cronograma (Schedule Performance Index):** $SPI = EV/PV$
 $SPI > 0$: Proyecto adelantado.
 $SPI < 0$: Proyecto atrasado.
 $SPI = 0$: Proyecto ejecutándose de acuerdo con lo planeado.

Fuente: Los autores

Tabla 37. Formato de control del cronograma

Tarea	SEMANA-01			SEMANA-02			SEMANA-...			SEMANA-N		
	PV	EV	AC	PV	EV	AC	PV	EV	AC	PV	EV	AC
1												
2												
3												
...												
N												
Total proyecto												
SPI												
CPI												

AC: Actual Cost; PV: Planned Value; EV: Earned Value; CPI: Cost Performance Index; SPI: Schedule Performance Index.

Fuente: los autores

- **Actividades:** Se presentan las actividades y duraciones estimadas por el método Pert (Tabla 38).

Tabla 38. Duración actividades

ESTIMACIÓN DE DURACIONES POR EL MÉTODO PERT						
Nombre de tarea	Duración	DURACIÓN				RED
		O	M	P	T _E	
EXTRACTORA	568.8 d				0.0	
INICIO	0 d					
GERENCIA DE PROYECTO	357 d					
INICIACIÓN	30 d					
Identificación necesidades de gerenciamiento	7 d	3	7	10	6.8	7
Definición de objetivos	9 d	5	9	12	8.8	9
Identificación de interesados	9 d	5	9	12	8.8	9
Asignación de roles	3 d	2	2	7	2.8	3
Socialización de roles	2 d	1	2	3	2.0	2
PLANEACIÓN	147 d					
Gestión de la integración	35 d	25	35	45	35.0	35
Gestión del alcance	21 d	12	21	30	21.0	21
Gestión del tiempo	12 d	9	12	14	11.8	12
Gestión del costo	9 d	5	9	12	8.8	9
Gestión de calicad	7 d	3	7	10	6.8	7
Gestión de recursos humanos	11 d	7	11	14	10.8	11
Gestión de comunicaciones	11 d	7	11	14	10.8	11
Gestión de riesgos	12 d	9	12	14	11.8	12
Gestión de adquisiciones	10 d	5	10	14	9.8	10
Gestión ambiental	15 d	12	14	21	14.8	15
Gestión de monitoreo	4 d	2	4	6	4.0	4
EJECUCIÓN	77 d					
Gestión interesados	8 d	5	8	11	8.0	8
Gestión equipo del proyecto	6 d	3	6	9	6.0	6
Gestión comunicaciones	7 d	3	7	10	6.8	7
Gestión recursos humanos	7 d	3	7	10	6.8	7
Gestión costos	15 d	12	14	21	14.8	15
Gestión adquisiciones	34 d	22	34	45	33.8	34
MONITOREO Y CONTROL	84 d					
Seguimiento y control del alcance	49 d					
Selección equipo de apoyo y seguimiento	8 d	5	8	11	8.0	8
Realización plan de trabajo	10 d	5	10	14	9.8	10
Generación de informes periódicos	24 d	15	22	40	23.8	24
Cronograma mesas de trabajo de seguimiento	7 d	3	7	10	6.8	7
Seguimiento al cronograma	24 d					
Control a ejecución de actividades	3 d	2	2	7	2.8	3
Control a duración de actividades	3 d	2	2	7	2.8	3
Seguimiento y control de riesgos	3 d	2	2	7	2.8	3
Seguimiento y control de costos	3 d	2	2	7	2.8	3
Seguimiento y control comunicaciones	3 d	2	2	7	2.8	3
Seguimiento y control compras	3 d	2	2	7	2.8	3
Seguimiento y control interesados	3 d	2	2	7	2.8	3
Seguimiento y control calidad	3 d	2	2	7	2.8	3
Evaluación de cambios	10 d	5	10	14		
Solicitud de cambios	5 d	3	5	7	5.0	5
Aprobación de cambios	3 d	2	2	7	2.8	3
Actualización línea base	2 d	1	2	3	2.0	2
Entrega semanal informe de resultados	1 d	0.5	1	1	0.9	1
CIERRE	19 d					
Selección equipo de cierre	2 d	1	2	3	2.0	2
Inventario de material sobrante	6 d	3	6	9	6.0	6
Pruebas a cada uno de los equipos	4 d	2	4	6	4.0	4
Documentos de cierre	7 d	3	7	10	6.8	7
FABRICACIÓN	391.8 d					

ESTIMACIÓN DE DURACIONES POR EL MÉTODO PERT						
Nombre de tarea	Duración	DURACIÓN				
		O	M	P	T _E	RED
Validación de diseños del cliente	60 d	47	58	83	60.3	60.5
Compra de equipos nacionales	83 d					
Solicitud de equipos	63 d	47	62	83	63.0	63
Orden de compra	36 d	28	33	55	35.8	36
Compra de equipos importados	25 d					
Solicitud de equipos	25 d	15	24	40	25.2	25
Orden de compra	11 d	7	11	14	10.8	11
Compra de materiales	40.8 d					
Inventario de necesidades de materiales	5 d	3	5	7	5.0	5
Solicitud de materiales	32 d	27	29	50	32.2	32
Orden de compra	15 d	12	14	21	14.8	15
Fabricación de equipos	183 d					
Identificación necesidad de fabricación de equipos	12 d	9	12	14	11.8	12
Entrega de diseños aprobados	9 d	5	9	12	8.8	9
Solicitud fabricación de equipos	4 d	2	4	6	4.0	4
Tareas de fabricación	170 d	128	167	220	169.3	170
Fabricación de estructuras de soporte	90 d					
Identificación necesidad de estructuras	3 d	2	2	7	2.8	3
Solicitud de materiales	9 d	5	9	12	8.8	9
Orden de compra	6 d	3	6	9	6.0	6
Tareas fabricación estructuras	75 d	59	73	98	74.8	75
TRANSPORTE	41 d					
Transporte de equipos y materiales	41 d					
Solicitud de cotizaciones	1 d	0.5	1	1	0.9	1
Evaluación	3 d	2	2	7	2.8	3
Selección	1 d	0.5	1	1	0.9	1
Firma del contrato	1 d	0.5	1	1	0.9	1
Establecimiento cronograma de envíos	2 d	1	2	3	2.0	2
Definición prioridades de envío	33 d					
Herramientas y materiales de montaje	1 d	0.5	1	1	0.9	1
Equipos nacionales	1 d	0.5	1	1	0.9	1
Equipos importados	1 d	0.5	1	1	0.9	1
Envío de equipos y materiales	31 d	20	30	45	30.8	31
Transporte de personal	18 d					
Solicitud cotizaciones	1 d	0.5	1	1	0.9	1
Evaluación propuestas	3 d	2	2	7	2.8	3
Selección transportador	1 d	0.5	1	1	0.9	1
Firma del contrato	1 d	0.5	1	1	0.9	1
Cronograma transporte de personal	2 d	1	2	3	2.0	2
Envío de personal	10 d	5	10	14	9.8	10
OBRAS CIVILES	7 d					
Verificación y recibo de obras civiles cliente	7 d	3	7	10	6.8	7
MONTAJE	388 d					
Instalación de campamento	4 d					
Área operarios	1 d	0.5	1	1	0.9	1
Almacén de herramientas	1 d	0.5	1	1	0.9	1
Oficina operativa temporal	1 d	0.5	1	1	0.9	1
Almacén de materiales	1 d	0.5	1	1	0.9	1
Equipos	88 d					
Recepción	24 d	15	22	40	23.8	24
Esterilización	35 d	28	33	50	35.0	35
Desfrutación - prensado	14 d	8	14	21	14.2	14
Clarificación	18 d	8	18	27	17.8	18
Manejo de raquis	14 d	8	14	21	14.2	14
Tratamiento de agua cruda	24 d					

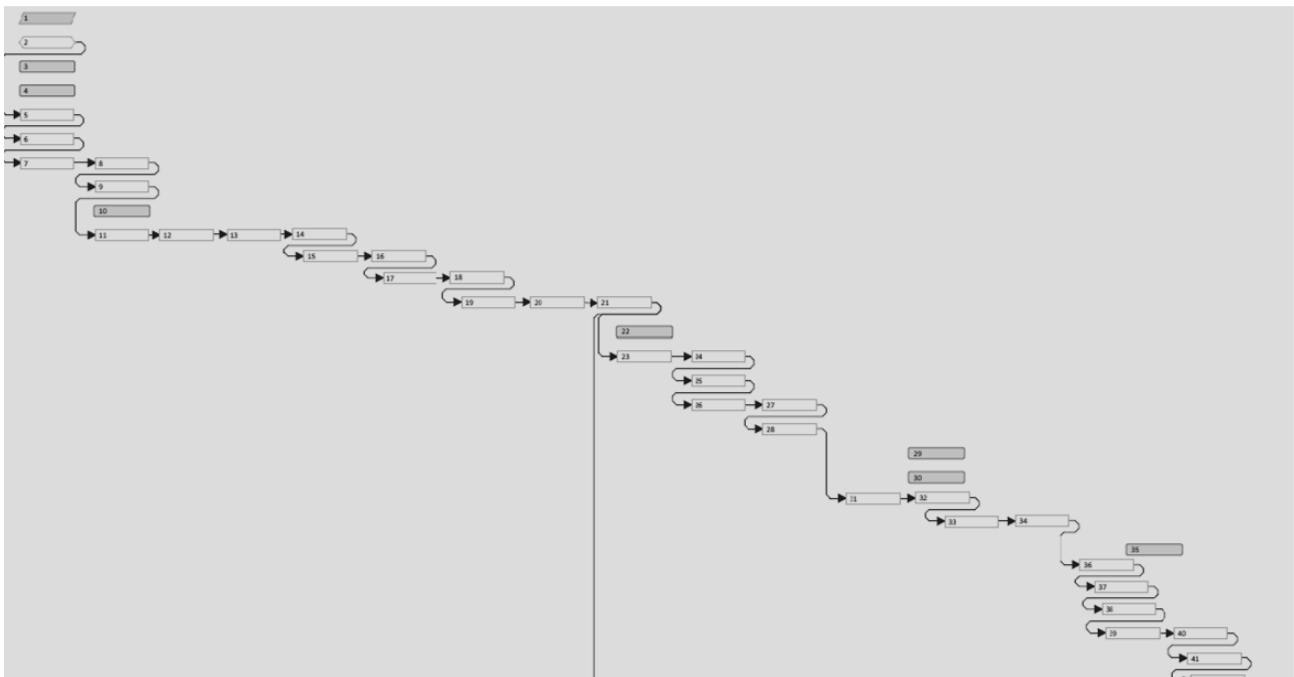
ESTIMACIÓN DE DURACIONES POR EL MÉTODO PERT						
Nombre de tarea	Duración	DURACIÓN				
		O	M	P	T _E	RED
Planta de tratamiento de agua	15 d	12	14	21	14.8	15
Tratamiento de agua para caldera	1 d	0.5	1	1	0.9	1
Tanque elevado de agua cruda	10 d	5	10	14	9.8	10
Sistema de bombeo agua	3 d	2	2	7	2.8	3
Almacenamiento de aceite	27 d					
Tanque almacenamiento aceite 1000 Ton	25 d	15	23	42	24.8	25
Sistema de despacho de aceite	2 d	1	2	3	2.0	2
Instalaciones eléctricas	51 d					
Equipo para corrección factor de potencia	3 d	2	2	7	2.8	3
Tablero eléctrico principal	11 d	7	11	14	10.8	11
Sub-tableros control de motores	7 d	3	7	10	6.8	7
Pantallas y componentes cuarto de control	7 d	3	7	10	6.8	7
Sistema de monitoreo del proceso	10 d	5	10	14	9.8	10
Tablero planta palmiste	5 d	3	5	7	5.0	5
Consolas arranque y operación de equipos	8 d	5	8	11	8.0	8
Alumbrado interior, tomas a tierra, sistema pararrayos	19 d	10	19	27	18.8	19
Planta de emergencia 600KW	3 d	2	2	7	2.8	3
Tanque combustible planta de emergencia 10,000Gal	3 d	2	2	7	2.8	3
Generación de vapor y energía	248 d					
Caldera de vapor alta presión	160 d	131	154	210	159.5	160
Precipitador electrostático	56 d	45	53	79	56.0	56
Turbina de vapor	5 d	3	5	7	5.0	5
Conductos de transporte	4 d	2	4	6	4.0	4
Distribuidor de vapor alta presión	6 d	3	6	9	6.0	6
Palmistería	31 d					
Transportador de nueces a elevador	1 d	0.5	1	1	0.9	1
Elevador nueces frescas a silo	3 d	2	2	7	2.8	3
Silo secado y almacenamiento de nueces	7 d	3	7	10	6.8	7
Transportador nueces a elevador N°2	1 d	0.5	1	1	0.9	1
Elevador nueces a silo	3 d	2	2	7	2.8	3
Tolvas y ductos de descarga	3 d	2	2	7	2.8	3
Molino de nueces	5 d	3	5	7	5.0	5
Transportador mezcla triturada	1 d	0.5	1	1	0.9	1
Separador neumático de tres fases	3 d	2	2	7	2.8	3
Columna de separación neumática	4 d	2	4	6	4.0	4
Planta de extracción aceite de palmiste	32 d					
Estructura soporte equipos planta palmiste	15 d	12	14	21	14.8	15
Transportador de almendras secas	1 d	0.5	1	1	0.9	1
Elevador de almendra al alimentador de tolvas	1 d	0.5	1	1	0.9	1
Transportador de almendras	1 d	0.5	1	1	0.9	1
Prensa de extracción aceite de almendra	5 d	3	5	7	5.0	5
Sinfín de torta extractada	1 d	0.5	1	1	0.9	1
Molino de martillos para torta	2 d	1	2	3	2.0	2
Sinfín de aceite turbio bajo prensa	1 d	0.5	1	1	0.9	1
Tanque colector de aceite (con agitador)	2 d	1	2	3	2.0	2
Bomba de aceite turbio a tamiz	1 d	0.5	1	1	0.9	1
Tamiz circular doble malla	1 d	0.5	1	1	0.9	1
Tanque de aceite tamizado	1 d	0.5	1	1	0.9	1
Puesta en marcha	53 d					
Pruebas en vacío	14 d	8	14	21	14.2	14
Pruebas con carga	17 d	8	18	23	17.2	17
Entrenamiento operarios	17 d	8	18	23	17.2	17
Ajustes generales y acompañamiento arranque	22 d	12	22	31	21.8	22
CIERRE DEL PROYECTO	2 d					
Firma Acta de cierre del proyecto	1 d	0.5	1	1	0.9	1

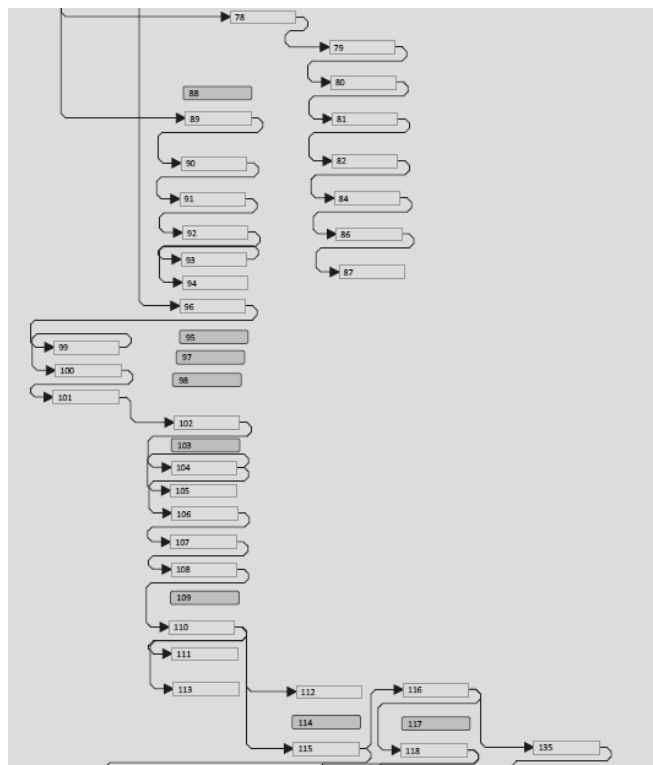
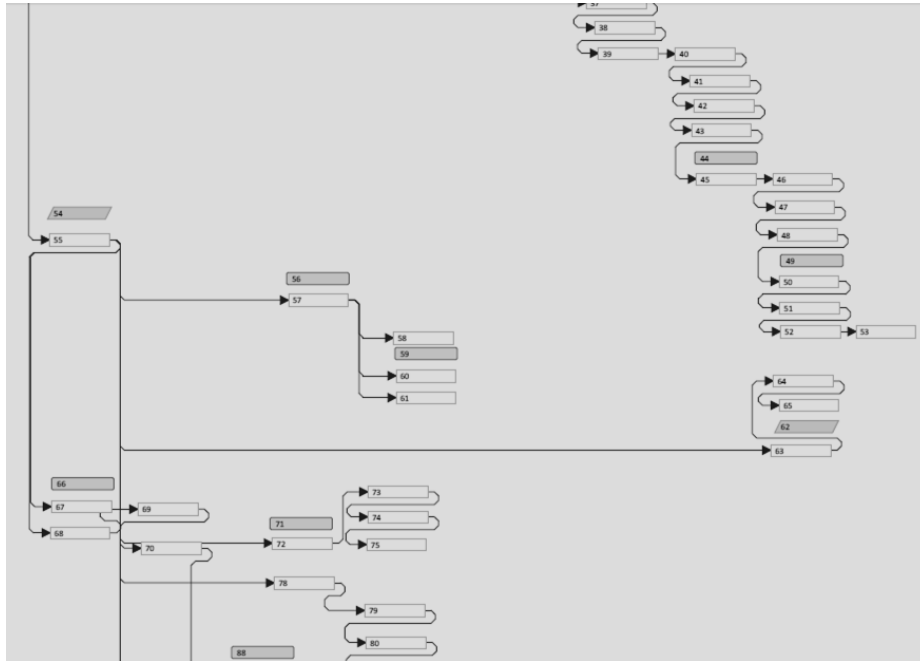
ESTIMACIÓN DE DURACIONES POR EL MÉTODO PERT						
Nombre de tarea	Duración	DURACIÓN				
		O	M	P	T _E	RED
Acta de liquidación	1 d	0.5	1	1	0.9	1
FIN	0d					0

Fuente: Los autores

- Línea base del tiempo:** Incluye el diagrama de red, el cronograma y la nivelación de recursos.

En la **Figura 21** se presenta el diagrama de red correspondiente al proyecto. El Cronograma del proyecto se presenta en la **Figura 22**.





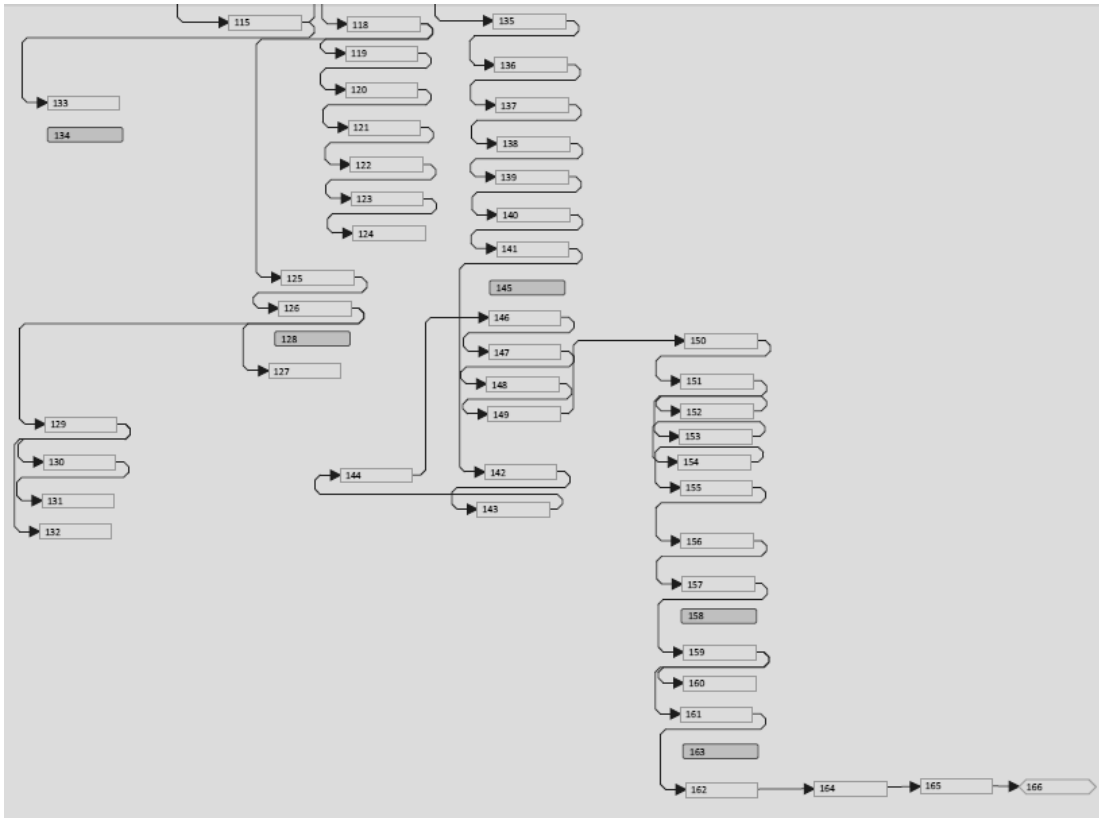


Figura 21. Diagrama de red del proyecto

Fuente: Los autores.

3.3.2.1. Recursos.

Los aspectos relativos a los recursos, su uso, asignación y nivelación se muestran en la Figura 23 y Figura 24.



Fuente: Los autores

Figura 23: Uso de recursos

	i	Nombre del recurso	Tipo	Iniciales	Capacidad máxima	Tasa estándar	Tasa horas extra	Costo/Us	Acumula	Calendario base
	1	Patrocinador	Trabajo	P	100%	\$ 125.000/h	\$ 0/h	\$ 0	Prorrateo	Extractora
	2	Gte. Organización	Trabajo	G	100%	\$ 93.800/h	\$ 0/h	\$ 0	Prorrateo	Extractora
	3	Gte. Proyecto	Trabajo	G	100%	\$ 41.700/h	\$ 0/h	\$ 0	Prorrateo	Extractora
	4	Ing. Proyectos	Trabajo	I	100%	\$ 36.500/h	\$ 0/h	\$ 0	Prorrateo	Extractora
	5	Jefe Producción	Trabajo	J	100%	\$ 36.500/h	\$ 0/h	\$ 0	Prorrateo	Extractora
	6	Jefe Compras	Trabajo	J	100%	\$ 20.900/h	\$ 0/h	\$ 0	Prorrateo	Extractora
	7	Dtor. Ingeniería	Trabajo	D	100%	\$ 41.700/h	\$ 0/h	\$ 0	Prorrateo	Extractora
	8	Dtor. RR.HH	Trabajo	D	100%	\$ 31.300/h	\$ 0/h	\$ 0	Prorrateo	Extractora
	9	Jefe de Calidad	Trabajo	J	100%	\$ 31.300/h	\$ 0/h	\$ 0	Prorrateo	Extractora
	10	Ing. Civil	Trabajo	I	100%	\$ 35.500/h	\$ 0/h	\$ 0	Prorrateo	Extractora
	11	Ing. Mecánico	Trabajo	I	100%	\$ 36.500/h	\$ 0/h	\$ 0	Prorrateo	Extractora
	12	Ing. Montaje	Trabajo	I	100%	\$ 26.100/h	\$ 0/h	\$ 0	Prorrateo	Extractora
	13	Aux. Compras	Trabajo	A	100%	\$ 9.400/h	\$ 0/h	\$ 0	Prorrateo	Extractora
	14	Aux. Calidad	Trabajo	A	200%	\$ 12.500/h	\$ 0/h	\$ 0	Prorrateo	Extractora
	15	Diseñador	Trabajo	D	100%	\$ 18.000/h	\$ 0/h	\$ 0	Prorrateo	Extractora
	16	Operario1	Trabajo	O	2.000%	\$ 10.500/h	\$ 0/h	\$ 0	Prorrateo	Extractora
	17	Operario2	Trabajo	O	2.000%	\$ 10.500/h	\$ 0/h	\$ 0	Prorrateo	Extractora
	18	Operario3	Trabajo	O	2.000%	\$ 10.500/h	\$ 0/h	\$ 0	Prorrateo	Extractora
	19	Mecánico1	Trabajo	M	1.000%	\$ 15.700/h	\$ 0/h	\$ 0	Prorrateo	Extractora
	20	Mecánico2	Trabajo	M	1.000%	\$ 15.700/h	\$ 0/h	\$ 0	Prorrateo	Extractora
	21	Electricista 1	Trabajo	E	200%	\$ 15.700/h	\$ 0/h	\$ 0	Prorrateo	Extractora
	22	Electricista 2	Trabajo	E	200%	\$ 15.700/h	\$ 0/h	\$ 0	Prorrateo	Extractora
	23	Electricista 3	Trabajo	E	200%	\$ 15.700/h	\$ 0/h	\$ 0	Prorrateo	Extractora
	24	Acero fab.1	Material	A		\$ 0		\$ 7.311.150.000	Prorrateo	

Figura 24: Nivelación de recursos

Fuente: Los autores

3.3.3. Plan de gestión del costo.

El plan de gestión de costos indica como se planearán, estructurarán y controlarán los costos del proyecto de la planta extractora. El contenido general se presenta en la **Tabla 39**.

Tabla 39. Plan de gestión de costos del proyecto

PLAN DE GESTIÓN DE COSTOS							
Título del proyecto: FABRICACIÓN Y MONTAJE DE LOS EQUIPOS PARA UNA PLANTA EXTRACTORA DE ACEITE DE PALMA						Fecha: Junio 26 de 2018	
UNIDAD DE MEDIDA	NIVEL DE PRECISIÓN			UMBRAL DE CONTROL			
Se utilizarán: Pesos Colombianos Costo / hora Costo / día	Se utilizarán dos decimales de precisión en las estimaciones.			El costo del proyecto no debe desviarse en más de 10% respecto del valor presupuestado.			
Reglas para medir el desempeño:							
Para medir el desempeño de los costos del proyecto durante su ejecución, se emplea la gestión del valor ganado, EVM (Earned Value Management), obteniendo los siguientes resultados: CV = EV - AC (variación de costo) CPI = EV / AC (Índice de desempeño del costo) EAC = BAC/ CPI							
Formato de reporte de desempeño de costos:							
Proyecto:						Fecha:	
EDT	DESCRIPCIÓN	PLANEADO	AVANCE	COSTO	VARIACIÓN		
		PV	EV	AC	TIEMPO		COSTO
					SV=EV-PV	SPI=EV/PV	CV=EV-AC
AC: Actual Cost		PV: Planned Value		SPI: Schedule Performance Index			
EV: Earned Value		SV: Schedule Variance		CPI: Cost Performance Index			
ÍNDICE		CPI	SPI				
> 1		Bajo Costo	Adelantado				
= 1		En Costo	A tiempo				
< 1		Sobre Costo	Retrasado				
Estimación de costos:							
Se utilizan para su estimación el método de "tres valores" y el juicio de expertos. Como base se utilizan: _ Línea base del alcance. Plan de gestión de costos. Plan de recursos humanos. Plan de gestión de riesgos.							
Monitoreo, control y actualización de costos:							
El responsable es el Gerente de Proyecto. Debe apoyarse en los cálculos de CPI y SPI. La frecuencia de seguimiento será semanal. El control se hará con base en el método de valor ganado.							

Fuente: Los autores

3.3.3.1. Línea base de costos.

Se fundamenta en monitorear y controlar los costos del proyecto con el objetivo de que se mantengan dentro de los presupuestos establecidos (*Figura 25*).

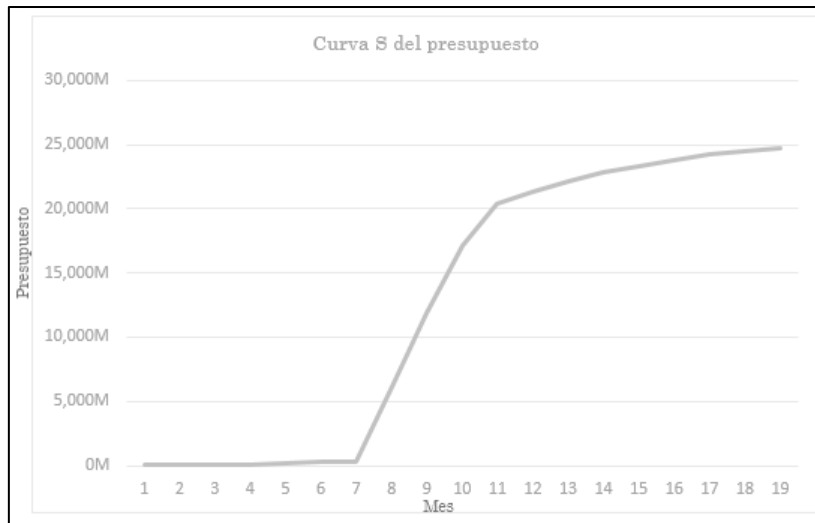


Figura 25: Línea base del costo
Fuente: Los autores

3.3.3.1. Presupuesto por actividades y desagregación de costos.

El presupuesto por actividades del proyecto, se muestra en la **Tabla 40**; los costos del proyecto por fases se presentan en la **Tabla 41**. De igual manera, se presenta la curva “S” del presupuesto en la **Figura 25**, y para esta, se ha tomado como base la información de la **Tabla 42**. La estructura de desagregación de recursos se presenta en la **Figura 26**.

Tabla 40. Presupuesto y reservas

PLANTA EXTRACTORA	
FASE	PRESUPUESTO
Gerencia de proyecto	290M
Fabricación	18,214M
Transporte	34M
Obras civiles	2M
Montaje	3,637M
Cierre de proyecto	5M

PLANTA EXTRACTORA	
FASE	PRESUPUESTO
Reserva de contingencia	1,265M
Reserva de gestión	1,234M
TOTAL PRESUPUESTO	24,682M

Fuente: Los autores

Tabla 41. Costos del proyecto por fase

COSTOS PROYECTO PLANTA EXTRACTORA 30 TRFF/H					
EDT	TAREA	Duración	Comienzo	Fin	Costo (\$)
1	EXTRACTORA	568.8 d	2017-06-01	2020-01-02	24,682M
1.1	INICIO	0 d	2017-06-01	2017-06-01	0.00M
1.2	GERENCIA DE PROYECTO	354 d	2017-06-01	2019-01-15	290.41M
1.2.1	INICIACIÓN	27 d	2017-06-01	2017-07-17	15.01M
1.2.1.1	Identificación necesidades de gerenciamiento	4 d	2017-06-01	2017-06-07	5.42M
1.2.1.2	Definición de objetivos	9 d	2017-06-07	2017-06-22	3.75M
1.2.1.3	Identificación de interesados	9 d	2017-06-22	2017-07-10	3.75M
1.2.1.4	Asignación de roles	3 d	2017-07-10	2017-07-13	1.25M
1.2.1.5	Socialización de roles	2 d	2017-07-13	2017-07-17	0.83M
1.2.2	PLANEACIÓN	147 d	2017-07-18	2018-03-16	121.58M
1.2.2.1	Gestión de la integración	35 d	2017-07-18	2017-09-13	27.37M
1.2.2.2	Gestión del alcance	21 d	2017-09-13	2017-10-18	16.42M
1.2.2.3	Gestión del tiempo	12 d	2017-10-18	2017-11-07	9.38M
1.2.2.4	Gestión del costo	9 d	2017-11-07	2017-11-22	7.04M
1.2.2.5	Gestión de calicad	7 d	2017-11-22	2017-12-04	10.58M
1.2.2.6	Gestión de recursos humanos	11 d	2017-12-04	2017-12-21	8.03M
1.2.2.7	Gestión de comunicaciones	11 d	2017-12-21	2018-01-11	8.60M
1.2.2.8	Gestión de riesgos	12 d	2018-01-11	2018-01-31	9.38M
1.2.2.9	Gestión de adquisiciones	10 d	2018-01-31	2018-02-15	9.91M
1.2.2.10	Gestión ambiental	15 d	2018-02-15	2018-03-09	11.73M
1.2.2.11	Gestión de monitoreo	4 d	2018-03-09	2018-03-16	3.13M
1.2.3	EJECUCIÓN	77 d	2018-03-16	2018-07-26	51.89M
1.2.3.1	Gestión interesados	8 d	2018-03-16	2018-04-03	3.34M
1.2.3.2	Gestión equipo del proyecto	6 d	2018-04-03	2018-04-11	4.38M
1.2.3.3	Gestión comunicaciones	7 d	2018-04-11	2018-04-23	2.92M
1.2.3.4	Gestión recursos humanos	7 d	2018-04-23	2018-05-04	5.11M
1.2.3.5	Gestión costos	15 d	2018-05-04	2018-05-30	14.87M
1.2.3.6	Gestión adquisiciones	34 d	2018-05-30	2018-07-26	21.28M
1.2.4	MONITOREO Y CONTROL	84 d	2018-07-26	2018-12-12	89.87M
1.2.4.1	Seguimiento y control del alcance	49 d	2018-07-26	2018-10-16	52.60M
1.2.4.1.1	Selección equipo de apoyo y seguimiento	8 d	2018-07-26	2018-08-09	3.34M
1.2.4.1.2	Realización plan de trabajo	10 d	2018-08-09	2018-08-27	25.02M
1.2.4.1.3	Generación de informes periódicos	24 d	2018-08-27	2018-10-03	18.77M
1.2.4.1.4	Cronograma mesas de trabajo de seguimiento	7 d	2018-10-03	2018-10-16	5.47M
1.2.4.2	Seguimiento al cronograma	24 d	2018-10-16	2018-11-23	23.62M
1.2.4.2.1	Control a ejecución de actividades	3 d	2018-10-16	2018-10-19	3.13M
1.2.4.2.2	Control a duración de actividades	3 d	2018-10-19	2018-10-24	4.85M
1.2.4.2.3	Seguimiento y control de riesgos	3 d	2018-10-25	2018-10-30	2.35M
1.2.4.2.4	Seguimiento y control de costos	3 d	2018-10-30	2018-11-02	5.79M
1.2.4.2.5	Seguimiento y control comunicaciones	3 d	2018-11-02	2018-11-08	2.35M
1.2.4.2.6	Seguimiento y control compras	3 d	2018-11-09	2018-11-15	2.97M
1.2.4.2.7	Seguimiento y control interesados	3 d	2018-11-15	2018-11-20	1.25M

COSTOS PROYECTO PLANTA EXTRACTORA 30 TRFF/H					
EDT	TAREA	Duración	Comienzo	Fin	Costo (\$)
1.2.4.2.8	Seguimiento y control calidad	3 d	2018-11-20	2018-11-23	0.94M
1.2.4.3	Evaluación de cambios	10 d	2018-11-26	2018-12-11	13.29M
1.2.4.3.1	Solicitud de cambios	5 d	2018-11-26	2018-12-03	3.91M
1.2.4.3.2	Aprobación de cambios	3 d	2018-12-03	2018-12-06	7.82M
1.2.4.3.3	Actualización línea base	2 d	2018-12-06	2018-12-11	1.56M
1.2.4.4	Entrega semanal informe de resultados	1 d	2018-12-11	2018-12-12	0.37M
1.2.5	CIERRE	19 d	2018-12-12	2019-01-15	12.05M
1.2.5.1	Selección equipo de cierre	2 d	2018-12-12	2018-12-14	0.83M
1.2.5.2	Inventario de material sobrante	6 d	2018-12-14	2018-12-26	1.57M
1.2.5.3	Pruebas a cada uno de los equipos	4 d	2018-12-26	2019-01-02	4.17M
1.2.5.4	Documentos de cierre	7 d	2019-01-02	2019-01-15	5.47M
1.3	FABRICACIÓN	394.8 d	2018-03-16	2020-01-02	20,713.68M
1.3.1	Validación de diseños del cliente	60 d	2018-03-16	2018-06-27	79.62M
1.3.2	Compra de equipos nacionales	83 d	2018-06-28	2018-11-14	52.65M
1.3.2.1	Solicitud de equipos	63 d	2018-06-28	2018-10-09	49.27M
1.3.2.2	Orden de compra	36 d	2018-09-14	2018-11-14	3.38M
1.3.3	Compra de equipos importados	25 d	2018-10-10	2018-11-21	11,070.70M
1.3.3.1	Solicitud de equipos	25 d	2018-10-10	2018-11-21	26.08M
1.3.3.2	Orden de compra	11 d	2018-10-10	2018-10-29	11,044.62M
1.3.4	Compra de materiales	40.8 d	2019-10-25	2020-01-02	14.92M
1.3.4.1	Inventario de necesidades de materiales	5 d	2019-10-25	2019-11-05	1.83M
1.3.4.2	Solicitud de materiales	32 d	2019-11-05	2019-12-26	11.68M
1.3.4.3	Orden de compra	15 d	2019-11-07	2019-12-03	1.41M
1.3.5	Fabricación de equipos	183 d	2018-03-21	2019-01-22	9,327.88M
1.3.5.1	Identificación necesidad de fabricación de equipos	12 d	2018-03-21	2018-04-11	9.38M
1.3.5.2	Entrega de diseños aprobados	9 d	2018-03-26	2018-04-11	7.04M
1.3.5.3	Solicitud fabricación de equipos	4 d	2018-04-11	2018-04-18	1.46M
1.3.5.4	Tareas de fabricación	170 d	2018-04-13	2019-01-22	9,310.00M
1.3.6	Fabricación de estructuras de soporte	90 d	2018-06-28	2018-11-23	167.92M
1.3.6.1	Identificación necesidad de estructuras	3 d	2018-06-28	2018-07-04	2.35M
1.3.6.2	Solicitud de materiales	9 d	2018-07-04	2018-07-18	1.88M
1.3.6.3	Orden de compra	6 d	2018-07-13	2018-07-24	0.56M
1.3.6.4	Tareas fabricación estructuras	75 d	2018-07-24	2018-11-23	163.13M
1.4	TRANSPORTE	280.5 d	2017-06-01	2018-09-13	33.86M
1.4.1	Transporte de equipos y materiales	280.5 d	2017-06-01	2018-09-13	27.08M
1.4.1.1	Solicitud de cotizaciones	2 d	2018-06-28	2018-07-03	0.30M
1.4.1.2	Evaluación	3 d	2018-07-03	2018-07-06	0.63M
1.4.1.3	Selección	1 d	2018-07-06	2018-07-09	0.21M
1.4.1.4	Firma del contrato	1 d	2018-07-09	2018-07-10	0.65M
1.4.1.5	Establecimiento cronograma de envíos	4 d	2018-07-10	2018-07-17	2.92M
1.4.1.6	Definición prioridades de envío	280.5 d	2017-06-01	2018-09-13	22.37M
1.4.1.6.1	Herramientas y materiales de montaje	4 d	2018-07-17	2018-07-24	0.68M
1.4.1.6.2	Equipos nacionales	0.5 d	2017-06-01	2017-06-01	0.34M
1.4.1.6.3	Equipos importados	0.5 d	2018-07-24	2018-07-25	0.34M
1.4.1.6.4	Envío de equipos y materiales	31 d	2018-07-25	2018-09-13	21.02M
1.4.2	Transporte de personal	20 d	2018-06-28	2018-08-01	6.77M
1.4.2.1	Solicitud cotizaciones	1 d	2018-06-28	2018-06-29	0.09M
1.4.2.2	Evaluación propuestas	3 d	2018-06-29	2018-07-05	0.63M
1.4.2.3	Selección transportador	1 d	2018-07-05	2018-07-06	0.52M
1.4.2.4	Firma del contrato	1 d	2018-07-06	2018-07-09	1.15M
1.4.2.5	Cronograma transporte de personal	4 d	2018-07-09	2018-07-16	1.25M

COSTOS PROYECTO PLANTA EXTRACTORA 30 TRFF/H					
EDT	TAREA	Duración	Comienzo	Fin	Costo (\$)
1.4.2.6	Envío de personal	10 d	2018-07-16	2018-08-01	3.13M
1.5	OBRAS CIVILES	6 d	2018-10-08	2018-10-18	2.38M
1.5.1	Verificación y recibo de obras civiles cliente	6 d	2018-10-08	2018-10-18	2.38M
1.6	MONTAJE	324 d	2017-06-01	2018-11-23	3,636.62M
1.6.1	Instalación de campamento	4 d	2017-06-01	2017-06-07	54.91M
1.6.1.1	Área operarios	1 d	2017-06-01	2017-06-02	47.30M
1.6.1.2	Almacén de herramientas	1 d	2017-06-02	2017-06-05	3.11M
1.6.1.3	Oficina operativa temporal	1 d	2017-06-05	2017-06-06	2.15M
1.6.1.4	Almacén de materiales	1 d	2017-06-06	2017-06-07	2.36M
1.6.2	Equipos	35 d	2017-06-01	2017-07-31	516.08M
1.6.2.1	Recepción	24 d	2017-06-01	2017-07-12	19.67M
1.6.2.2	Esterilización	35 d	2017-06-01	2017-07-31	252.50M
1.6.2.3	Desfrutación - prensado	14 d	2017-06-01	2017-06-23	43.56M
1.6.2.4	Clarificación	18 d	2017-06-01	2017-06-30	95.83M
1.6.2.5	Manejo de raquis	14 d	2017-07-04	2017-07-26	104.51M
1.6.3	Tratamiento de agua cruda	24 d	2017-07-18	2017-08-28	55.70M
1.6.3.1	Planta de tratamiento de agua	15 d	2017-07-18	2017-08-11	13.51M
1.6.3.2	Tratamiento de agua para caldera	1 d	2017-08-11	2017-08-14	3.00M
1.6.3.3	Tanque elevado de agua cruda	10 d	2017-08-04	2017-08-23	37.62M
1.6.3.4	Sistema de bombeo agua	3 d	2017-08-23	2017-08-28	1.57M
1.6.4	Almacenamiento de aceite	27 d	2017-08-28	2017-10-09	108.79M
1.6.4.1	Tanque almacenamiento aceite 1000 Ton	25 d	2017-08-28	2017-10-05	98.35M
1.6.4.2	Sistema de despacho de aceite	2 d	2017-10-05	2017-10-09	10.44M
1.6.5	Instalaciones eléctricas	51 d	2017-10-09	2018-01-04	404.07M
1.6.5.1	Equipo para corrección factor de potencia	3 d	2017-10-09	2017-10-12	14.57M
1.6.5.2	Tablero eléctrico principal	11 d	2017-10-13	2017-11-01	45.70M
1.6.5.3	Sub-tableros control de motores	7 d	2017-11-01	2017-11-14	36.85M
1.6.5.4	Pantallas y componentes cuarto de control	7 d	2017-11-15	2017-11-24	25.00M
1.6.5.5	Sistema de monitoreo del proceso	10 d	2017-11-24	2017-12-12	78.95M
1.6.5.6	Tablero planta palmiste	5 d	2017-12-12	2017-12-20	14.56M
1.6.5.7	Consolas arranque y operación de equipos	8 d	2017-12-20	2018-01-04	5.89M
1.6.5.8	Alumbrado interior, tomas a tierra, sistema pararrayos	19 d	2017-10-13	2017-11-16	168.22M
1.6.5.9	Planta de emergencia 600KW	3 d	2017-11-16	2017-11-21	5.43M
1.6.5.10	Tanque combustible planta de emergencia 10,000Gal	3 d	2017-11-21	2017-11-24	8.90M
1.6.6	Generación de vapor y energía	248 d	2017-10-05	2018-11-23	2,173.44M
1.6.6.1	Caldera de vapor alta presión	160 d	2017-11-21	2018-08-16	2,000.00M
1.6.6.2	Precipitador electrostático	56 d	2018-08-16	2018-11-16	147.50M
1.6.6.3	Turbina de vapor	5 d	2018-11-16	2018-11-23	8.79M
1.6.6.4	Conductos de transporte	2 d	2018-08-16	2018-08-21	4.50M
1.6.6.5	Distribuidor de vapor alta presión	6 d	2017-10-05	2017-10-17	12.65M
1.6.7	Palmistería	31 d	2017-10-09	2017-11-30	47.93M
1.6.7.1	Transportador de nueces a elevador	1 d	2017-10-09	2017-10-10	0.52M
1.6.7.2	Elevador nueces frescas a silo	3 d	2017-10-10	2017-10-17	4.61M
1.6.7.3	Silo secado y almacenamiento de nueces	7 d	2017-10-17	2017-10-26	4.30M
1.6.7.4	Transportador nueces a elevador N°2	1 d	2017-10-26	2017-10-27	0.90M
1.6.7.5	Elevador nueces a silo	3 d	2017-10-30	2017-11-02	4.61M
1.6.7.6	Tolvas y ductos de descarga	3 d	2017-11-02	2017-11-08	8.83M
1.6.7.7	Molino de nueces	5 d	2017-11-08	2017-11-17	3.22M
1.6.7.8	Transportador mezcla triturada	1 d	2017-11-17	2017-11-20	0.82M
1.6.7.9	Separador neumático de tres fases	3 d	2017-11-20	2017-11-23	10.00M
1.6.7.10	Columna de separación neumática	4 d	2017-11-23	2017-11-30	10.13M

COSTOS PROYECTO PLANTA EXTRACTORA 30 TRFF/H					
EDT	TAREA	Duración	Comienzo	Fin	Costo (\$)
1.6.8	Planta de extracción aceite de palmiste	32 d	2017-11-30	2018-01-24	115.71M
1.6.8.1	Estructura soporte equipos planta palmiste	15 d	2017-11-30	2017-12-26	74.55M
1.6.8.2	Transportador de almendras secas	1 d	2017-12-26	2017-12-27	3.41M
1.6.8.3	Elevador de almendra al alimentador de tolvas	1 d	2017-12-27	2017-12-28	3.20M
1.6.8.4	Transportador de almendras	1 d	2017-12-29	2018-01-02	5.00M
1.6.8.5	Prensa de extracción aceite de almendra	5 d	2018-01-02	2018-01-10	2.90M
1.6.8.6	Sinfín de torta extractada	1 d	2018-01-10	2018-01-11	4.71M
1.6.8.7	Molino de martillos para torta	2 d	2018-01-11	2018-01-15	4.32M
1.6.8.8	Sinfín de aceite turbio bajo prensa	1 d	2018-01-16	2018-01-17	1.25M
1.6.8.9	Tanque colector de aceite (con agitador)	2 d	2018-01-17	2018-01-19	10.00M
1.6.8.10	Bomba de aceite turbio a tamiz	1 d	2018-01-19	2018-01-22	1.30M
1.6.8.11	Tamiz circular doble malla	1 d	2018-01-22	2018-01-23	1.40M
1.6.8.12	Tanque de aceite tamizado	1 d	2018-01-23	2018-01-24	3.67M
1.6.9	Puesta en marcha	53 d	2018-01-24	2018-04-20	160.00M
1.6.9.1	Pruebas en vacío	14 d	2018-01-24	2018-02-15	50.00M
1.6.9.2	Pruebas con carga	17 d	2018-02-15	2018-03-14	40.00M
1.6.9.3	Entrenamiento operarios	17 d	2018-02-15	2018-03-14	35.00M
1.6.9.4	Ajustes generales y acompañamiento arranque	22 d	2018-03-14	2018-04-20	35.00M
1.7	CIERRE DEL PROYECTO	2 d	2018-04-20	2018-04-24	5.21M
1.7.1	Firma Acta de cierre del proyecto	1 d	2018-04-20	2018-04-23	2.61M
1.7.2	Acta de liquidación	1 d	2018-04-23	2018-04-24	2.61M
1.8	FIN	0 d	2018-04-24	2018-04-24	0.00M

Fuente: Los autores

El presupuesto del proyecto y las correspondientes reservas se presetan en la **Tabla 40**.

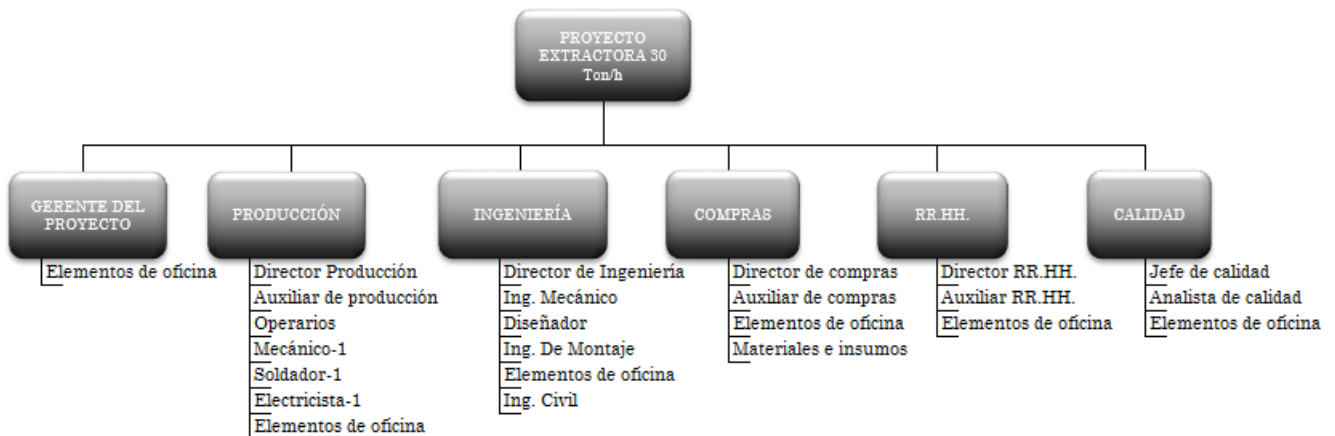


Figura 26. EDR (Estructura de desglose de recursos)

Fuente: Los autores

Tabla 42. Línea base de costo

PROYECTO PLANTA EXTRACTORA: LÍNEA BASE DE COSTO																						
EDT	TAREA	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14	M15	M16	M17	M18	M19	TOTAL	
1.2	Gerencia de proyecto																					
1.2.1	Iniciación	15M																			15M	
1.2.2	Planeación		44M	16M	19M	18M	25M														122M	
1.2.3	Ejecución							8M	8M	36M											52M	
1.2.4	Monitoreo y control										28M	24M	24M	14M							90M	
1.2.5	Cierre														12M						12M	
1.3	Fabricación						88M	29M	5,767M	5,721M	5,211M	2,966M	466M	466M							20,714M	
1.4	Transporte						34M														34M	
1.5	Obras civiles														2M						2M	
1.6	Montaje										75M	296M	413M	317M	703M	513M	400M	503M	234M	183M	3,637M	
1.7	Cierre de proyecto																			5M	5M	
1.8	FIN																				TOTAL	24,682M

Fuente: Los autores

La estructura de desglose de costos para el proyecto se muestra en la **Figura 27.**

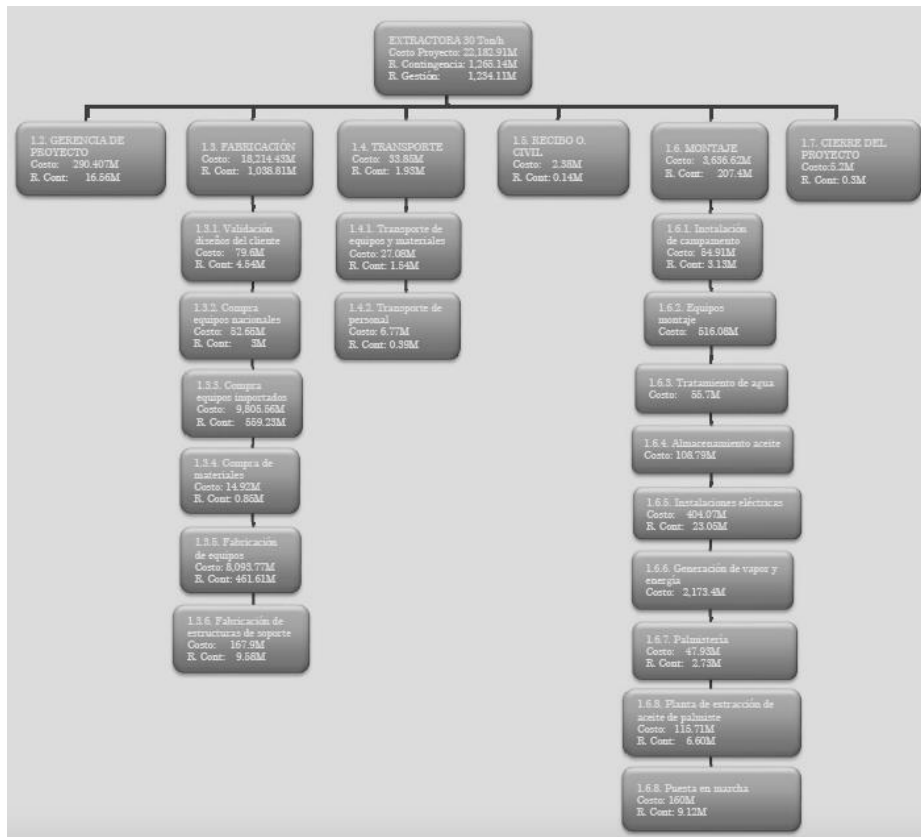


Figura 27. Estructura de desglose de costos

Fuente: Los autores

3.3.4. Plan de gestión de calidad.

Como parte importante en el desarrollo del proyecto se incluye un plan de calidad cuyas métricas de desempeño se muestran en la **Tabla 43**.

La finalidad del proyecto, es mejorar los índices económicos y de productividad de una empresa dedicada a la extracción de aceite de palma, implementando una nueva planta.

El proyecto se llevará a cabo en el municipio de Mapiripán, departamento del Meta, cuyos límites son: al occidente la cordillera Oriental; al norte con los departamentos de Cundinamarca y Casanare; al sur con Guaviare y Caquetá, al oriente con Vichada y Guaviare y al occidente con Caquetá, Huila y Cundinamarca; el acceso al municipio puede ser vía aérea, terrestre o fluvial.

Este municipio tiene una población aproximada de 1.305 habitantes en su cabecera y 14.274 en zona rural, su economía se basa en la (Alcaldía de Mapiripán, 2016) ganadería, la siembra de yuca, maíz, plátano y caña.

- **Alcance:** El plan de calidad es aplicable a cada una de las etapas del proyecto (Inicio, Planeación, Ejecución, Monitoreo y control; Cierre); así como a cada uno de los entregables, de acuerdo con lo expresado en la EDT: Fabricación y montaje.
- **Procesos:** En el plan de calidad se incluyen los siguientes procesos:
 - Planificación de la gestión del alcance: Como se va a definir, validar y controlar el alcance del proyecto (de acuerdo con el alcance del proyecto).
 - Recopilación de requisitos: Determinar, documentar y gestionar las necesidades y requisitos de los interesados (cliente y demás interesados externos o internos).
 - Definición del alcance: Descripción detallada del proyecto y del producto.

- EDT: Estructura de desglose del trabajo, la cual muestra las diferentes tareas necesarias y suficientes para cumplir con cada uno de los entregables del proyecto.
- Validación del alcance: Formalizar la aceptación de los entregables del proyecto a medida que se completan (Actas de aceptación de entregables).
- Control del alcance: Monitorear el estado del proyecto y la línea base del alcance del producto.
- **Elementos de entrada:** Dentro de la gestión de calidad, es necesario realizar un monitoreo y control de cada una de las actividades a ejecutar en el proyecto, para lo cual, a continuación se listan las entradas del plan de calidad acuerdo a las siguientes etapas (**Tabla 44**):

Tabla 43. Métricas de calidad

MÉTRICAS DE CALIDAD PLANTA EXTRACTORA		
EDT	NOMBRE TAREA	PRUEBA
		Método de medición
1.3	FABRICACIÓN	Tiempo de entrega; costo
1.3.1	Validación de diseños del cliente	Tiempo de entrega
1.3.2	Compra de equipos nacionales	Tiempo de entrega, costo
1.3.3	Compra de equipos importados	Tiempo de entrega, costo
1.3.4	Compra de materiales	Tiempo de entrega, costo
1.3.5	Fabricación de equipos	Tiempo de entrega, costo
1.3.6	Fabricación de estructuras de soporte	Tiempo de entrega, costo
1.3.7	Fabricación de edificios y cubiertas	Tiempo de entrega, costo
1.4	TRANSPORTE	Oportunidad del servicio; precio
1.5	OBRAS CIVILES	Verificación contra especificaciones aplicables
1.6	MONTAJE	Tiempo, calidad, costo

Fuente: Los autores

Tabla 44. Entradas plan de calidad

ENTRADAS PLAN DE CALIDAD		
ENTRADA	DESCRIPCIÓN	TIPO
Gerencia del Proyecto	• Términos de referencia de licitación.	• Cliente
	• Contrato. Documentos de planeación.	• Legal. Organizacional
	• Fichas técnicas de equipos.	• Normas de ingeniería
	• Cronogramas. Línea base de costos.	• Organizacional. Legal
	• Alcance del contrato.	
ETAPAS DEL PROYECTO	DESCRIPCIÓN	TIPO

ENTRADAS PLAN DE CALIDAD		
ENTRADA	DESCRIPCIÓN	TIPO
Diseño	<ul style="list-style-type: none"> Requerimientos del área a construir. Especificaciones técnicas de equipos y materiales. Condiciones geográficas. 	<ul style="list-style-type: none"> Cliente Normas de ingeniería Cliente
Fabricación	<ul style="list-style-type: none"> Control de equipos y herramientas. Reglamento HSEQ. Fichas técnicas de equipos. Protocolos de pruebas. Registro de riesgos. 	<ul style="list-style-type: none"> Organizacional Organizacional Normas de ingeniería ISO ISO
Montaje	<ul style="list-style-type: none"> Control de herramientas y equipos. Reglamento HSEQ. Protocolos de pruebas. Procedimientos de montajes especiales. Formatos de inspección de equipos. Formato de inspección de elementos personales. Formato de inspección de seguridad industrial. Procedimientos de trabajos eléctricos. Formato de seguimiento de actividades. Formato de inspección de vehículos. 	<ul style="list-style-type: none"> Organizacional Organizacional Organizacional Organizacional Organizacional, ISO ISO Organizacional Organizacional, ISO Organizacional, ISO Organizacional
Requerimientos del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> Planta extractora de aceite de palma con capacidad de 30 Ton/h. Diseño amigable con el medio ambiente, cumpliendo regulaciones ambientales (emisiones a la atmósfera; disminución de la contaminación al ecosistema). Que involucre los habitantes de la zona de ejecución del proyecto. Que sea auto sostenible y auto sustentable. Tecnología moderna. 	<ul style="list-style-type: none"> Cliente ISO, Organizacional; normas de ingeniería. Organizacional, Reglamentario. Reglamentario Organizacional, Cliente.
Requisitos y disponibilidad de recursos	Aplicable a los recursos humanos, naturales, técnicos y financieros necesarios para la ejecución del proyecto.	Organizacional
Requisitos del S.I.G. de la Organización	Al ser desarrollado por la Organización, este proyecto, el plan de calidad correspondiente se convierte en parte del S.I.G. de la Empresa y se rige por sus principios.	Organizacional, ISO.
Evaluación de riesgos	Análisis cuantitativo y cualitativo de riesgos particulares del proyecto.	ISO, PMBOK
Información sobre los encargados de ejecutar las actividades cubiertas por el plan de calidad; y demás interesados.	Perfiles profesionales, nivel de capacitación, experiencia, etc. Correspondientes al equipo encargado de ejecutar el plan de calidad.	Organizacional
Registro de interesados	Matriz de interesados, responsabilidades, impacto en el desarrollo del proyecto.	Organizacional, PMBOK.
Factores ambientales de la Organización	<ul style="list-style-type: none"> Misión, Visión, Valores organizacionales. Recursos humanos de la Organización. Regulaciones gubernamentales. Normas de ingeniería aplicables a la agroindustria de la palma aceitera. 	<ul style="list-style-type: none"> Organizacional

Fuente: Los autores

Las anteriores entradas se apoyan y complementan como sigue:

- La disponibilidad de recursos va en función del avance del proyecto; se cuenta con un cronograma de recursos y adquisiciones.
- La información sobre necesidades de los interesados se muestra en la matriz de stakeholders, presentada en el plan de comunicaciones del proyecto.
- Las tareas de montaje se apoyarán en el sistema HSEQ, procedimientos de trabajo en alturas y cronograma de proyecto.

Objetivo del plan:

La estrategia para el cumplimiento de los objetivos, será gestionada por los integrantes del equipo de calidad, donde se seguirá minuciosamente cada uno de los procesos descritos en este documento, los cuales se definieron una vez analizados los entornos sociocultural, económico y organizacional de la compañía; Así como, las características fundamentales de los interesados tanto externos como internos.

Los siguientes son los objetivos de la calidad:

- Garantizar el cumplimiento de los estándares técnicos en el diseño de la planta.
- Atender de forma precisa los requerimientos del cliente.
- Cumplir con los cronogramas establecidos.
- Usar nuevas tecnologías para el mejoramiento del proyecto.
- Controlar que la línea base de costos no sufra alteraciones.
- Identificar nuevos posibles riesgos e informarlos a la gestión del riesgo.
- Garantizar que se lleven a cabo cada uno de los planes.

- Consolidar la información necesaria para el cierre del proyecto.

Provisión de recursos: Con el propósito de asegurar el buen desempeño del plan de calidad en el proyecto se utilizarán los siguientes recursos (**Tabla 45**):

Tabla 45: Provisión de recursos de calidad

	RECURSO	CAN	FUNCIÓN	ETAPA		
				Diseño	Compras, Fabric.	Montaje
HUMANOS	Gerente de Proyecto	1	Integrar esfuerzos para el éxito del proyecto	X	X	X
	Coordinador de calidad	1	Coordinar recursos y esfuerzos y equipo humano	X	X	X
	Director de Ingeniería	1	Responsable de la gestión de calidad en el Dpto.	X		X
	Inspector de calidad fabricación	2	Gestión operativa de calidad		X	
	Inspector de calidad montaje	2	Gestión operativa de calidad			X
	Ingeniero de Montaje	1	Responsable de la gestión de calidad en Montaje			X
EQUIPOS Y MATERIALES	Computador de escritorio	2	Digitalización de información	X	X	
	Computador portátil	6	Digitalización de información			X
	Impresora	2	Salida de información	X	X	
	Calibrador pie de rey	2	Verificación de dimensiones		X	X
	Flexómetro	6	Verificación de dimensiones		X	X
	Equipo análisis de soldaduras ultrasonido	1	Control de soldaduras		X	X
	Grasa para mantenimiento	1	Control de soldaduras		X	X
	Medidor de nivel	10	Control de horizontalidad y verticalidad			
	Oficina en las instalaciones de la Cía.	1	Base de operaciones	X	X	
	Análisis de soldaduras por rayos X	1	Subcontratado		X	X

Fuente: Los autores

Los recursos se distribuyen de acuerdo con la EDT y la EDR (**Figura 28**):

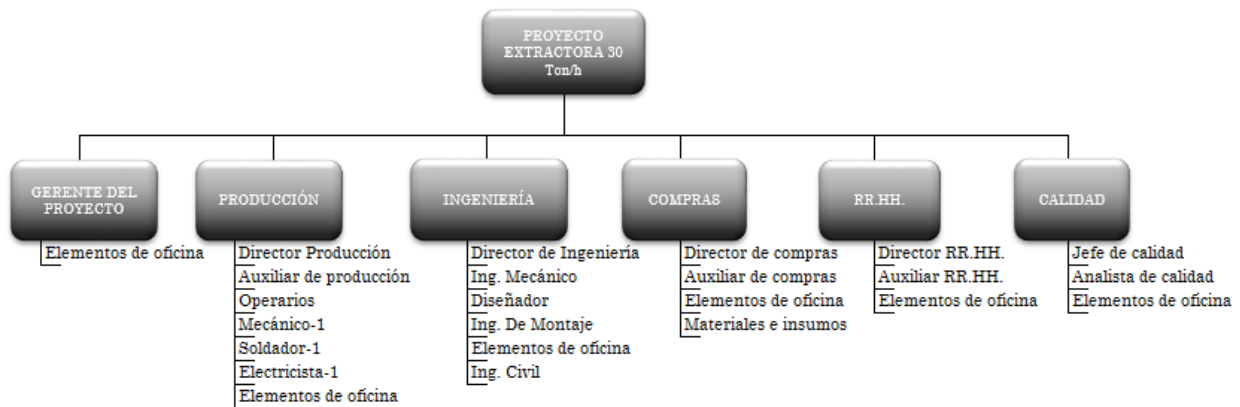


Figura 28. EDR Planta extractora

Fuente: los autores

- **Requisitos:**
- Los requisitos que debe cumplir el proyecto en cuanto a funcionalidad y operación, así como cumplimiento de normas, se listan en la **Tabla 46:**

Tabla 46. Requisitos planta extractora

REQUISITOS PLANTA EXTRACTORA			
REQUISITO	REVISIÓN	REGISTRO	TIPO
Capacidad de la planta: 30 Ton/h	Aunque los equipos están diseñados para esta capacidad; se revisa el cumplimiento de esta capacidad desde las pruebas de puesta en marcha, por parte del Ingeniero de montaje en conjunto con el Director del proyecto.	Actas de aceptación de requisitos.	Cliente
Consumo de energía eléctrica < 800Kw	Durante las pruebas de puesta en marcha, por medio de instrumentos adecuados para tal fin y en coordinación con el representante del cliente. Esta labor está a cargo del Ingeniero de montaje.	Mediante actas de aceptación de requisitos.	Cliente
Emissiones de material particulado a la atmósfera	Durante las pruebas de puesta en marcha, el cliente debe contratar el servicio de ensayos isocinéticos para verificar la conformidad con la norma 909 de 2008, la cual exige que las emisiones máximas sean de 50 mg/m ³ .	Copia electrónica del informe de ensayos isocinéticos contratado por el cliente.	Legal
Generación de energía de 1.5MW	Durante las pruebas de puesta en marcha, mediante la operación de la caldera con plena carga y demanda de vapor. Se hace a través de inspección visual de los elementos electrónicos ubicados en el cuarto de control. Esta comprobación se hace en presencia del representante del cliente.	Mediante actas de aceptación de requisitos.	Cliente
DBO (Demanda Biológica de Oxígeno) inferior a 25.000ppm en efluentes	Por medio de análisis de laboratorio ejecutados por el laboratorio del cliente. (Los equipos de manejo de efluentes están diseñados para tal fin)	Copia electrónica del informe de laboratorio del cliente.	Legal
Tasa de extracción de aceite entre 22 y 25%	Se cumplirá en función de la correcta operación de la planta de acuerdo con acertadas condiciones de proceso. Igualmente, depende de la variedad de fruto que posea el cliente. La verificación la hace el laboratorio de la planta extractora, y se hace gradualmente durante los días de ajuste de proceso para la operación final de la planta.	Copia electrónica del informe de laboratorio del cliente.	Cliente

Las diferencias o conflictos de requisitos se resolverán por medio de ajustes de proceso, siempre que se deban a razones atribuibles a los equipos instalados; o sean responsabilidad del proveedor. Se excluye lo relacionado con la clase de fruto de que disponga el cliente.

Fuente: Los autores

- **Control de registros:** Para el proyecto se utilizarán los siguientes registros (**Tabla 47**):

Tabla 47. Control de registros

PROYECTO: CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE DE UNA PLANTA EXTRACTORA DE ACEITE DE PALMA PLAN DE CALIDAD		
LISTADO MAESTRO DE REGISTROS		
Nº	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
1	RC-PEAP-001	Entrega de planos
2	RC-PEAP-002	Registro de modificaciones a diseños de ingeniería
3	RC-PEAP-003	Registro de actas de reunión semanal de seguimiento al proyecto
4	RC-PEAP-004	Registro de proveedores
5	RC-PEAP-005	Listado de órdenes de producción
6	RC-PEAP-006	Registro de inspección de soldaduras

7	RC-PEAP-007	Registro de inspección de componentes en la etapa de fabricación
8	RC-PEAP-008	Registro de certificados de calidad suministrados por proveedores
9	RC-PEAP-009	Registro de acciones correctivas y preventivas
10	RC-PEAP-011	Registro de información suministrada por el cliente
11	RC-PEAP-012	Registro de avance semanal de trabajos de montaje
12	RC-PEAP-013	Registro de capacitación
13	RC-PEAP-014	Registro de actas de aceptación de entregables del proyecto
14	RC-PEAP-015	Registro de pruebas de puesta en marcha de equipos
15	RC-PEAP-016	Listado maestro de manuales de operación y mantenimiento de equipos
16	RC-PEAP-017	Listado maestro de equipos de la planta extractora

Fuente: Los autores

- **Manejo y disposición de los registros de calidad:** El manejo y disposición de los registros de calidad del proyecto se hará de la siguiente manera:

Almacenamiento en medio magnético en el departamento de calidad durante dos años a partir de la fecha de firma del acta de entrega de la planta extractora.

- Almacenamiento en físico, en el archivo del departamento de calidad durante un año a partir de la fecha de firma del acta de entrega de la planta extractora. Una vez transcurrido el período de almacenamiento estipulado, se procederá a su eliminación por parte del personal asignado para tal fin por el coordinador de calidad.
- El manejo y administración de los registros estarán a cargo del coordinador de calidad, bajo la dirección del Gerente del Proyecto.
- El manejo de la información plasmada en los registros de calidad es confidencial, de uso exclusivo de la organización. Su divulgación es restringida y se hará bajo la dirección del Gerente del Proyecto.
- Una vez generados los registros, se procederá a crear copia magnética de los mismos. Así mismo, se almacenarán en el servidor del departamento de calidad. De este modo se

asegura su almacenamiento en un solo lugar y la disponibilidad en cualquier momento dada la naturaleza electrónica de los mismos.

- El suministro de registros de calidad a suministrar al cliente se hará por medios electrónicos, cuando sea solicitado por este, y previa autorización por la Dirección del proyecto. Los registros a suministrar corresponden a certificados de calidad de materiales, ensayos de equipos y componentes y, pruebas de puesta en marcha de equipos; en todos los casos se hará en español o inglés, según corresponda con el país de origen de los equipos o suministros.

Control de documentos y datos: Los documentos pertinentes serán controlados así:

- **Emisión:** Para documentos originales, el departamento de calidad elabora, en coordinación con el director del departamento afectado; y bajo la supervisión del Gerente del Proyecto.
- **Versiones modificadas:** Para estas, el departamento de calidad ejecuta la acción; y el director del área afectada, en conjunto con el Gerente del proyecto, validan.
- **Copias controladas:** Se emitirán con la aprobación del Gerente del Proyecto.
- **Almacenamiento:** Los documentos del plan de calidad son utilizados solo por el personal involucrado en su implementación.
- Los documentos originales son almacenados en la Gerencia de la Organización.
- Todos los documentos controlados y datos relacionados con el proyecto son utilizados dentro de la Organización y solo por el personal autorizado.

Disposición de documentos obsoletos:

- Todo documento que sea considerado obsoleto, será destruido por el coordinador de calidad, previo almacenamiento de copia digital por un período de un año.

Identificación

- MPEAP-3090-XXX: Manuales
- PPEAP-3090-XXX: Procedimientos
- IPEAP-3090-XXX: Instructivo
- CC-XXX-XXXX: Copia controlada de documento

Revisión y aprobación

- Los documentos de calidad serán elaborados bajo la supervisión del representante de cada área de la organización.
- Serán revisados y aprobados por el director de calidad, en consenso con el representante del área afectada y el Gerente del proyecto.

Control del producto no conforme:

El objetivo de este capítulo es garantizar que el producto que no cuenta con las características definidas inicialmente y adecuadas, no llegue al cliente interno.

Este proceso aplica para cada uno de los responsables de la calidad de un producto, así como de detectar su no conformidad, verificar su corrección y realizar los ajustes necesarios a los procesos que ocasionan dicha no conformidad (**Figura 29**).

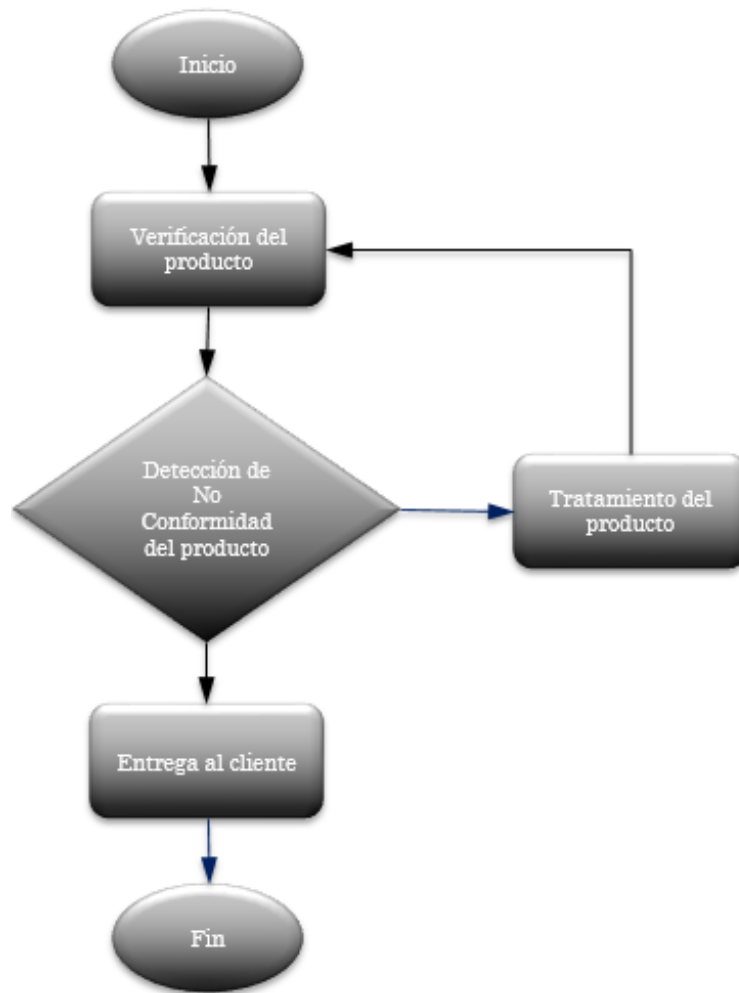


Figura 29. Verificación de producto

Fuente: Los autores

Producto no conforme:

- Verificación del producto: El producto será verificado por el responsable de la calidad del área, siguiendo los lineamientos de fabricación.

- Detección de no conformidad del producto: Este es el resultado del paso anterior; para lo que se debe apoyar en los controles especificados, comunicación del cliente interno y/o fuentes externas al proceso.

Durante este paso del proceso, se debe identificar el producto no conforme de forma clara, para lo que se debe llenar el control de registro para lo que se tendrá en cuenta:

- Nivel: Es la ubicación del producto, como área o departamento donde se detectó.
- Pruebas: documentación necesaria para soportar la no conformidad, fotos, descripción del hallazgo, persona que detecto que detecto el producto (**Tabla 49**).
- Especificación inicial: detalle del requerimiento inicial del producto, incluyendo especificación técnica.
- Generación: se debe identificar en donde inicio el proceso erróneo y que termino en un producto no conforme.
- Tratamiento del producto: Una vez detectado la generación en el proceso anterior, se debe evaluar cuál es la posible causa, y que acción o acciones se van a tomar para subsanar la no conformidad del producto, entre las que se encuentran:
 - Aceptación del producto.
 - Acciones de mejora.
 - Desechar y fabricación desde cero.

Una vez sea identificado el tratamiento a seguir, se deben realizar evaluaciones de lo sucedido y tomar acciones correctivas y preventivas para no continuar con la fabricación errónea del producto.

Luego de superar el proceso de tratamiento, se debe realizar una nueva verificación del producto y si es apto, ya se puede poner a disposición del cliente interno.

Auditorías:

Las mediciones implementadas tendrán como objetivo fundamental el de evaluar el grado de cumplimiento de los estándares de calidad de los productos generados para lo para los clientes internos, visto desde el plan de calidad (ver formato en la **Tabla 48**).

Los resultados de las Auditorías realizadas serán plasmados en informes, los cuales deben contener de forma clara cada una de las variables que se tomaron en cuenta para evaluar los procesos utilizados, así como conclusiones de lo encontrado y las posibles recomendaciones para realizar las mejoras necesarias; otro aspecto a resaltar de las Auditorías, es que se convertirán en una herramienta básica y de primera mano para evaluar si la gestión implementada está cumpliendo con los requisitos del Proyecto.

La realización de Auditorías, es una herramienta que busca detectar posibles falencias en los procesos y productos del Proyecto, en ningún momento es la de buscar culpables o responsables sobre los cuales puedan recaer acciones negativas.

Por lo anterior, los resultados esperados son:

- Conocimiento pleno del funcionamiento de Proyecto.
- Mejorar la eficiencia, productividad y calidad en los procesos implementados.

- Detectar posibles falencias de comunicación entre áreas.

Las auditorias se harán de manera mensual a cada proceso, sin que sea un impedimento para realizar Auditorías no programadas, en caso de que se evidencia ser necesario o en busca de la mejora continua, los hallazgos obtenidos en la Auditoría, serán calificados con los conceptos Conforme y No conforme, dependiendo el caso.

El equipo auditor, será quien se encargue del seguimiento de las mejoras de los procesos y de la socialización de resultados con a la Gerencia del Proyecto y el equipo de trabajo.

Tabla 48. Formato de auditoría

Proyecto:		Auditor:		Proceso:		Fecha:	
Área:		Auditado:		Hora inicio:		Hora final:	
Etapa	Actividad	Descripción del proceso		C	NC	Observación	

C: Conforme: Proceso con los requerimientos cumplidos.	Firma Auditor:
NC: No Conforme: Proceso no cumple los requisitos iniciales.	Firma Responsable proceso:

Fuente: Los autores

Tabla 49. Formato prueba equipos

FABRICACIÓN Y MONTAJE DE LOS EQUIPOS PARA UNA PLANTA EXTRACTORA DE ACEITE DE PALMA						Código:
						Versión:
						Fecha:
FORMATO DE PRUEBA DE EQUIPOS ("Commissioning")						
Equipo:						
Proveedor:						
Sección del proceso:						
Nº	Especificación	Valor	Medición	Aprobado		Observaciones
				Sí	No	
1						
2						
3						
4						
5						

Fuente: Los autores

Tabla 50. Formato de inspección

PLAN DE GESTIÓN DE CALIDAD						
PROYECTO:	FABRICACIÓN Y MONTAJE DE LOS EQUIPOS PARA UNA PLANTA EXTRACTORA DE ACEITE DE PALMA		Revisión			
			Fecha			
FASE:			Hoja			
Nº	Proceso / Tarea	Punto de control	Norma técnica	Criterio de aceptación	Concepto	
					C	NC
1						
2						
3						
4						
5						
6						

Fuente: Los autores

3.3.5. Plan de recursos humanos.

El plan de gestión de recursos humanos del proyecto, es el documento guía para la planeación, adquisición, desarrollo y gestión de los integrantes del equipo del proyecto, buscando que el desempeño sea el mejor, que los objetivos de los miembros estén alineados con los del proyecto, y por consiguiente con los de la Organización. Para desarrollar el plan, se tiene en cuenta el organigrama del proyecto, mostrado en la **Figura 30**.

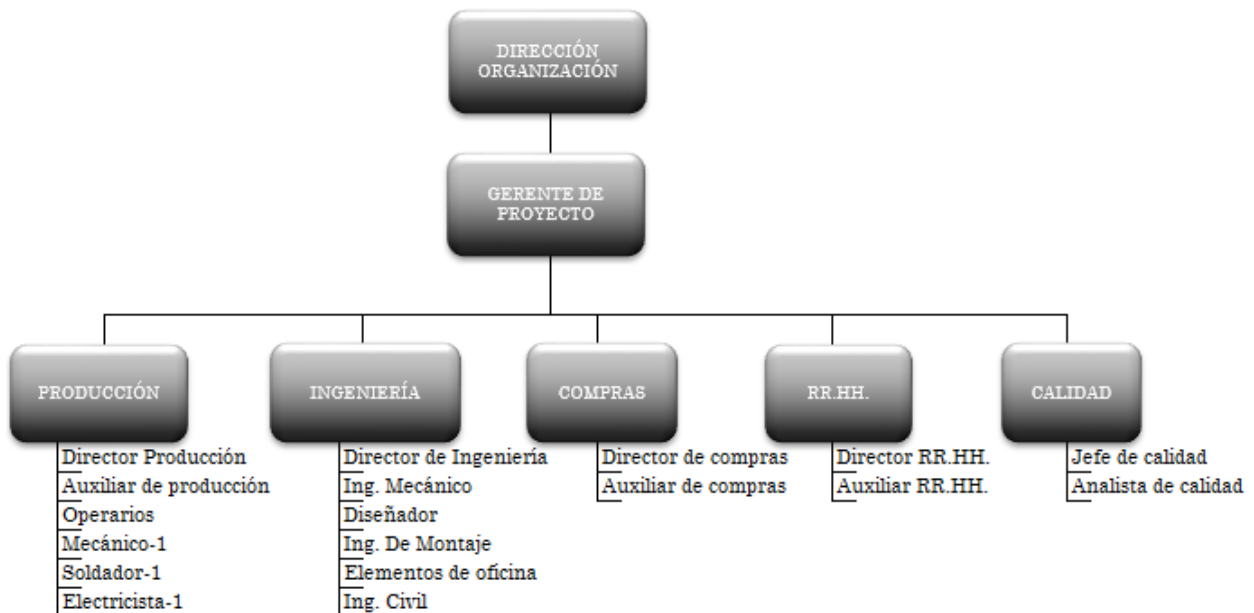


Figura 30: Organigrama del proyecto

Fuente: Los autores

Requerimientos: Para el buen desarrollo del proyecto es importante contar con un equipo humano motivado e integrado, que persiga objetivos comunes para el cumplimiento de los propósitos finales del proyecto.

Al requerirse de capital humano con diferentes características y niveles de preparación, dadas las características del proyecto, se hace necesario contar con un plan de gestión de recursos humanos metódico, ordenado, preciso y concreto en todas las etapas (planeación, adquisición, desarrollo y gestión). Para el correcto desarrollo del proyecto “Diseño, fabricación, montaje y puesta en marcha de una planta extractora de aceite de palma” es muy importante contar con un equipo humano altamente motivado e integrado, que persiga objetivos comunes para el cumplimiento de los propósitos finales del proyecto.

Al emplear capital humano con diferentes características y niveles de preparación, dadas las características del proyecto, se hace necesario contar con un plan de gestión de recursos humanos ordenado y preciso en todas las etapas (planeación, adquisición, desarrollo y gestión).

- **Estrategias de gestión:**

El plan de gestión de recursos humanos para el proyecto se desarrolla de la siguiente forma:

Planeación: se hace de acuerdo con la clase de proyecto (ingeniería mecánica aplicado al campo agroindustrial), y a la EDT. Se establecen las necesidades de recursos humanos en cuanto a cantidad y perfiles para la ejecución del mismo en función del organigrama de proyecto y de los requerimientos de cada etapa. Para facilitar el proceso, se elaboran las descripciones de puesto en conjunto con el director de cada área y el gerente del proyecto. Las descripciones de cargo incluyen aspectos como: nombre del cargo, área, objetivo, funciones, ambiente de trabajo, horario y entorno operativo.

Adquisición del equipo del proyecto: Establecidos los requerimientos de personal y tipos de contrato a utilizar, se desarrollan los procesos de reclutamiento y selección, teniendo en cuenta: factores ambientales, políticas, procesos y procedimientos de la organización, ubicación de esta y del sitio del proyecto. Se aplicarán pruebas profesionales, psicotécnicas y de personalidad cuando aplique.

Desarrollo del equipo del proyecto: Con el fin de mejorar las competencias e interacción de los miembros del equipo, y de acuerdo con los resultados de la selección de personal, se determinan los requerimientos de entrenamiento del personal que integrará el equipo del proyecto, según la necesidad y evolución de las diferentes etapas del proyecto.

La gestión del equipo de trabajo consiste en monitorear el desempeño de cada uno de los integrantes; resolver los conflictos que se presenten con el fin de mantener la cohesión e integración necesarias para asegurar el éxito del proyecto.

Matriz de responsabilidades: Se establecen los roles y responsabilidades para los siguientes interesados clave del proyecto (Tabla 51):

Tabla 51. Matriz de responsabilidades de los interesados

MATRIZ DE RESPONSABILIDADES				
INTERESADO	ROL	Diseño	Fabricación, Transporte	Montaje
Cliente	Dueño del proyecto (Patrocinador)	I, A	I, A	I, A
Gerente de Proyecto	Integrar esfuerzos para el éxito del proyecto	I	I	I
Director de Ingeniería	Manejo de aspectos técnicos	A	I	I, A
Dpto. de compras	Gestión de adquisiciones		E	
Dpto. de producción	Gestión de fabricación		E	I
Dpto. de despachos	Gestión de envíos de materiales y equipos		E	I
Dpto. de diseño	Gestión de diseño de planta	E		
Dpto. RR.HH.	Gestión de RR.HH.			
Diseñador	Diseño de planta	E		
Auxiliar de compras	Ejecución de actividades de compra		E	
Operario de montaje	Ejecución de tareas de montaje			E
Personal de montaje de la zona	Ejecución de tareas de montaje			E

A: Aprueba; I: Informado; E: Elabora

Fuente: Los autores

• **Matriz de asignación de responsabilidades (RACI):**

Para tener una visión precisa de cómo se gestionarán los recursos humanos del proyecto (Tabla 52), se toma como referencia la Estructura de Desglose del Trabajo y el diccionario de la EDT.

Tabla 52. Matriz de responsabilidades (RACI)

MATRIZ RACI		INTERESADO										
ACTIVIDAD	GG	GP	DI	DIS	DP	TH	ATH	DC	DQ	AQ	OM	IP
GERENCIA DEL PROYECTO												
INICIACIÓN												
Acta de constitución del proyecto	R	R	I	I	I	I	I	I	I			
Identificación de interesados	I	A	I	I	I	I	I	I	I			
PLANEACIÓN												
Desarrollo plan dirección del proyecto	I	A	I	I	I	I	I	I	I			
Planificación gestión del alcance	I	A	I	I	I	I	I	I	I			
Recolección de requisitos	I	A	I	I	I	I	I	I	I			
Definición del alcance	I	A	I	I	I	I	I	I	I			
Creación de la EDT	I	A	C	I	C	C	C	C	I			
Planear gestión del cronograma	I	A	I	I	I	I	I	I	I			
Definir y secuenciar actividades	I	A	C	I	I	I	I	C	I			
Estimar duraciones	I	A	C	I	C	I	I	C	I			
Estimar recursos	I	A	I	I	C	I	I	C	I			
Desarrollar cronograma	I	A	I	I	I	I	I	I	I			
Planificar gestión de costos	I	A	I	I	C	I	I	C	I			
Estimación de costos	I	A	I	I	C	I	I	C	I			
Determinación del presupuesto	I	A	I	I	C	I	I	C	I			
Planeación de la gestión de calidad	I	A	I	I	C	I	I	I	A			
Planeación de recursos humanos	I	A	I	I	C	A	I	I	I			
Planeación de comunicaciones	I	A	I	I	C	I	I	I	I			
Planeación de gestión de riesgos	I	A	I	I	C	I	I	I	I			
Identificación de riesgos	I	A	I	I	C	I	I	I	I			
Análisis cualitativo y cuantitativo de riesgos	I	A	I	I	C	I	I	C	I			
Planeación de respuesta a riesgos	I	A	I	I	C	I	I	C	C			
Planeación de adquisiciones	I	A	I	I	C	I	I	C	C			
Planeación de gestión de interesados	I	A	I	I	C	I	I	I	C			
EJECUCIÓN												
Dirección y gerencia del proyecto	I	A	I	I	I	I	I	I	I			
Ejecución del aseguramiento de la calidad	I	R	I	I	I	I	I	I	A	A		
Adquisición del equipo del proyecto	I	R	I	I	I	R	A	I	C			
Desarrollo del equipo del proyecto	I	R	I	I	I	C	I	I	I			
Dirección del equipo del proyecto	I	R	I	I	I	I	I	I	I			
Gestión de comunicaciones	I	R	I	I	I	I	I	I	I			
Ejecución de adquisiciones	I	R	I	I	C	I	I	A	I			
Gestión de participación de interesados	I	R	I	I	I	I	I	I	I			
MONITOREO Y CONTROL												
Monitoreo y control del proyecto	I	R	I	I	A	I	I	I	I	I		
Control integrado de cambios	I	R	I	I	I	I	I	I	I	I		
Validación y control de alcance	I	R	I	I	I	I	I	I	I	I		
Control del cronograma	I	R	I	I	I	I	I	I	I	I		
Control de costos	I	R	I	I	I	I	I	A	I	I		
Control de calidad	I	R	I	I	I	I	I	I	A	A		

MATRIZ RACI		INTERESADO											
ACTIVIDAD		GG	GP	DI	DIS	DP	TH	ATH	DC	DQ	AQ	OM	IP
Control de comunicaciones		I	R	I	I	I	I	I	I	I	I		
Control de costos		I	R	I	I	I	I	I	A	I	I		
Control de compras		I	R	I	I	I	I	I	A	I	I		
Control de participación de interesados		I	R	I	I	I	I	I	I	I	I		
CIERRE													
Cierre de etapas del proyecto		I	R	I	I	I	I	I	I	I			
Cierre de adquisiciones		I	R	I	I	I	I	I	I	I			
Análisis de información		I	I	R	A	I	I	I	I	I			
OBRAS CIVILES													
Recibo de obras civiles planta		I	I	R	I	I	I	I	I	I			
FABRICACIÓN													
Compra de materiales		I	I	I	I	C	I	I	A	C	I		I
Compra de equipos importados		I	I	I	I	C	I	I	A	C	I		I
Compra de equipos locales		I	I	I	I	C	I	I	A	C	I		I
Fabricación de equipos		I	I	I	I	C	I	I	I	C	I		I
Fabricación estructuras de soporte		I	I	I	I	C	I	I	I	C	I		I
Fabricación edificios y cubiertas		I	I	I	I	C	I	I	I	C	I		I
TRANSPORTE EQUIPOS													
Transporte de equipos locales		I	I	I	I	C	I	I	A	C	I		I
Transporte de equipos importados		I	I	I	I	C	I	I	A	C	I		I
Transporte estructuras de soporte		I	I	I	I	C	I	I	A	C	I		I
MONTAJE													
Instalación de campamento		I	I	I	I	C	I	I	I	I	I	A	R
Trabajos de montaje		I	I	R	I	C	I	I	I	I	I	A	R
Pruebas en vacío		I	I	R	I	I	I	I	I	C	I		R
Pruebas con carga		I	I	R	I	I	I	I	I	C	I		R
GG	Gerente Organización	DI	Director de Ingeniería			DP	Director de producción						
GP	Gerente del proyecto	DIS	Diseñador				TH	Director Talento Humano					
DC	Director compras	DQ	Director de calidad				OM	Operario de montaje					
AC	Auxiliar compras	AQ	Auxiliar de calidad				IP	Ingeniero de proyectos					
ATH	Auxiliar Talento Humano	A	Responsable último				I	Persona a informar					
R	Responsable de ejecución	C	Persona a consultar										

Fuente: Los autores

Horario de los recursos: Como calendario de recursos se utilizará el generado en MS-Project ®, en el cual se establece una jornada diaria de 8 horas, cinco días a la semana para personal administrativo y de planta. Para el personal de montaje se maneja una jornada de trabajo de 8 horas día, seis días a la semana, se incluyen jornadas de trabajo extra para cumplir con los plazos establecidos en el cronograma del proyecto. El correspondiente histograma de recursos se muestra en la **Figura 31**.



Figura 31. Histograma de recursos proyecto planta extractora

Fuente: Los autores

Capacitación: Dadas las características del proyecto y los perfiles de los candidatos, se utilizará el método de capacitación informal, con el propósito de que los colaboradores que sean reentrenados avancen en sus destrezas a la vez que desarrollan el trabajo bajo supervisión directa de un colaborador experto. El esquema general del plan de capacitación aparece en la **Tabla 53**.

Tabla 53. Plan de capacitación de personal

PLAN DE CAPACITACIÓN DE PERSONAL		
TAREA	MEDIO	RESPONSABLE
Identificar necesidad de entrenamiento	Entrevista	Director talento humano
Programar sesiones de entrenamiento en sitio	MS-Project ®	Director talento humano
Supervisar tareas de entrenamiento en sitio	Observación	Director de área

Fuente: Los autores

Evaluación de desempeño: Dadas las características del proyecto y del cronograma disponible, se harán valoraciones informales del desempeño del equipo de proyecto, una vez se han culminado las tareas de capacitación. Se evaluará al equipo como conjunto, de modo que se perciba lo beneficioso del trabajo en equipo, la cooperación y aportes individuales; y de este modo, el reflejo de la evaluación sea una mayor integración entre los miembros del equipo.

De igual manera, se utilizará como sistema de recompensa, el otorgamiento de tiempo libre por logros en el cumplimiento de tareas en tiempos iguales o inferiores a los planeados, cumpliendo con los requisitos de calidad del proyecto. Así mismo, Se contará con estos colaboradores en futuros proyectos. Este es un estímulo bastante atractivo puesto que permite adquirir mayor experiencia y beneficios económicos (horas extras); así como la posibilidad de viajar y conocer diferentes regiones del país durante el ejercicio de las labores que implican los proyectos de la agroindustria de la palma aceitera en Colombia.

Dada la naturaleza del proyecto, se establecen como indicadores de evaluación de desempeño los mostrados en la **Tabla 54**.

Tabla 54. Indicadores de evaluación del equipo de proyecto

INDICADORES DE EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO DEL EQUIPO DE PROYECTO				
Componente	Resultado	Indicador de resultado	Unidad de medida	Meta
Equipo de ingeniería	Diseños revisados	Planos aprobados para fabricación	%	100%
Equipo de fabricación	Equipos terminados	Equipos listos para montar	%	100%
Equipo de compras	Compras totales	Compras terminadas	%	100%
Equipo de montaje	Equipos montados	Equipos listos para operar	%	100%

Fuente: Los autores

Criterios de liberación: Los recursos se liberarán en la medida en que se cumplan los plazos para los entregables del proyecto en que estén involucrados.

Definición de roles y responsabilidades: Estas se encuentran distribuidas como se muestra en la **Tabla 52** y **Tabla 55**.

Tabla 55. Matriz de roles y responsabilidades

INTERESADO	ROL	MATRIZ DE RESPONSABILIDADES	
		Fabricación, Transporte	Montaje
Cliente	Dueño del proyecto (Patrocinador)	I, A	I, A
Gerente de Proyecto	Integrar esfuerzos para el éxito del proyecto	I	I

MATRIZ DE RESPONSABILIDADES			
INTERESADO	ROL	Fabricación, Transporte	Montaje
Director de Ingeniería	Manejo de aspectos técnicos	I	I, A
Dpto. de compras	Gestión de adquisiciones	E	
Dpto. de producción	Gestión de fabricación	E	I
Dpto. de despachos	Gestión de envíos de materiales y equipos	E	I
Dpto. de diseño	Gestión de diseño de planta		
Dpto. RR.HH.	Gestión de RR.HH.		
Diseñador	Diseño de planta		
Auxiliar de compras	Ejecución de actividades de compra	E	
Operario de montaje	Ejecución de tareas de montaje		E
Personal de montaje de la zona	Ejecución de tareas de montaje		E

A: Aprueba / I: Informado / E: Elabora

Fuente: Los autores

Necesidades de capacitación y adquisición de personal:

Las necesidades de capacitación relacionadas con el proyecto de la planta son las siguientes:

- Actualización de los cursos avanzados de trabajo en alturas para el personal de montaje.
- Capacitación de los colaboradores en HSEQ, particularmente los involucrados en procesos productivos y de montaje.
- Entrenamiento del personal del departamento de calidad en manejo de elementos de medición y programas de control de procesos.
- Actualización al personal de fabricación y montaje en normas ANSI.

De manera análoga, las necesidades de adquisición de recursos humanos son:

- Operarios para montaje, con formación en mecánica industrial; conocimientos en procesos de soldadura; calderería y carpintería metálica; experiencia en montajes.
- Coordinador HSEQ para desempeñarse en el sitio del proyecto.

Estrategia para adquirir el equipo del proyecto:

El proceso de adquisición del equipo del proyecto se fundamenta en la información obtenida del plan para la dirección del proyecto, el organigrama de la organización, y los activos de los

procesos de la misma. En el momento en que se determine que es preciso adquirir recursos nuevos, se aplica un procedimiento de reclutamiento, selección y contratación que se desarrolla coordinadamente entre el Dpto. de recursos humanos y el Gerente del Proyecto. El proceso de reclutamiento incluye la descripción detallada de los cargos requeridos, sus obligaciones, entorno de trabajo e interacción dentro del proyecto, así como los requerimientos de formación académica y experiencia profesional en el cargo o cargos afines.

El proceso de selección incluye pruebas profesionales, psicotécnicas y de personalidad que se aplicarán a los candidatos de acuerdo con el perfil requerido. La modalidad de contrato será por prestación de servicios y tendrá como vigencia la duración del proyecto correspondiente a la fase o fases para la que se contrata al personal.

Indicadores de medición de desempeño:

Son herramientas que brindan información cuantitativa sobre del resultado de la gestión de un colaborador, en función de los objetivos esperados al desempeñar una labor. Para evaluar el desempeño del equipo de proyecto, se considerarán: eficiencia en el trabajo; porcentaje de retrabajos, así como el aporte en calidad y tiempo al cumplimiento de los objetivos del proyecto.

3.3.6. Plan de comunicaciones.

El éxito del proyecto depende en gran medida de una comunicación efectiva. El plan de comunicaciones se elabora con el propósito de asegurar una gestión eficaz de las actividades de comunicación.

- **Identificación de interesados:** Con el fin de identificar los interesados del proyecto se elabora la **Tabla 56**, donde se especifica el tipo de interesado, la descripción y función del mismo dentro del proyecto.

Tabla 56. Identificación de interesados

IDENTIFICACIÓN DE INTERESADOS		
INTERESADO	FUNCIÓN	
EQUIPO DEL PROYECTO	Cliente	Dueño del proyecto
	Gerente de Proyecto	Integrar esfuerzos para el éxito del proyecto
	Director de Ingeniería	Manejo de aspectos técnicos
	Dpto. de compras	Gestión de adquisiciones
	Dpto. de producción	Gestión de fabricación
	Dpto. de despachos	Gestión de envíos de materiales y equipos
	Dpto. de diseño	Gestión de diseño de planta
	Dpto. RR.HH.	Gestión de RR.HH.
	Diseñador	Labores de diseño mecánico
	Auxiliar de compras	Ejecución de actividades de compra
	Operario de montaje	Ejecución de tareas de montaje
	Personal de montaje	Ejecución de tareas de montaje
EXTERNO	Logística	Servicio de transporte y envíos
	Proveedor-1 equipos importados	Suministro, asesoría de montaje; <i>commissioning</i>
	Proveedor-2 equipos importados	Suministro, asesoría de montaje; <i>commissioning</i>
	Proveedor-3 equipos importados	Suministro, asesoría de montaje; <i>commissioning</i>
	Proveedores materia prima e insumos	Suministro de materiales e insumos
Proveedores equipos locales	Suministro de equipos nacionales	

Fuente: Los autores

- **Matriz de comunicaciones:** Esta matriz se elabora con el propósito de visualizar rápidamente y con precisión, cuáles son los canales de comunicación y manera de interacción entre interesados del proyecto **Tabla 57.**

Tabla 57. Matriz de comunicaciones

ETAPA	Frecuencia de informe	Responsabilidad del interesado															Dpro		
		Medio	Cliente	GP	DI	DC	Des	Dis	RH	Ds	Ac	OM	Log	PI1	PI2	PI3		PL	
Fabricación	S	R		D															E
Transporte de equipos	S	e		D			E							E	E	E	E	E	D
Montaje	S	e	D		E														
Puesta en marcha	S	e	D		E														
Frecuencia:	Medio	Responsabilid	GP	Gerente proyecto	Dis	Dpto. diseño	Log	Logística											
S: semanal	I: informe	E: emisor	DI	Director Ing.	R.H.	RR.HH	PI1	Proveed import.-1											
M: mensual	e: e-mail	R: receptor	DC	Dpto. compras	Ds	Diseñador	PI2	Proveed import.-2											
Q: quincenal	R: reunión	A: aprueba	Dpro	Dpto. producción	Ac	Auxiliar compras	PI3	Proveed import.-3											
E: eventual	G: gráfico	S: soporte	Des	Despachos	OM	Operario montaje	PL	Proveedor local											

Fuente: Los autores

- **Entregables documentales de primer nivel:** Se establecen en esta categoría los elementos listados en la **Tabla 58:**

Tabla 58. Entregables documentales de primer nivel

ENTREGABLES DOCUMENTALES	
ENTREGABLES	TECNICA A UTILIZAR
Documentación de la gestión del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Reunión equipo del proyecto para detallar el alcance ✓ Distribución de documentación del proyecto a los miembros del equipo en versión impresa y digital
Reuniones de coordinación de tareas del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Reuniones solicitadas por el G.P. según la necesidad de las mismas ✓ Todas las decisiones tomadas en las reuniones deben documentarse
Reuniones informativas del estado del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Semanalmente: El G.P. informa al equipo del proyecto y al sponsor sobre el avance del proyecto
Informe de desempeño del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Se distribuye semanalmente al equipo del proyecto vía e-mail
Informe de desempeño del trabajo	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Se distribuye semanalmente al equipo del proyecto vía e-mail

Fuente: Los autores

- **Entregables documentales de segundo nivel:** Se consideran los siguientes (Tabla 59):

Tabla 59. Entregables documentales de segundo nivel

N°	ENTREGABLES DOCUMENTALES DE SEGUNDO NIVEL
1	Gestión de comunicaciones
2	Comunicados internos y externos
3	Actas de reuniones internas y externas
4	Listado maestro de control de salida de documentos
5	Control de documentos de salida

Fuente: Los autores

- **Número de canales:** Para establecer el número de canales de comunicación del proyecto se utiliza la fórmula planteada por Pablo Lledó en su libro, lo que da como resultado que para 18 interesados, son 153 canales de comunicación.
- **Gestión del flujo de información:**
 - La información enviada por correo electrónico será interesado a interesado directamente, con copia al nivel jerárquico superior.
 - La información documental física intercambiada entre los interesados ya sea internos en la organización o externos, se hará a través de una asistente documental encargada de direccionar al correspondiente interesado y guardarla en el repositorio.

- El repositorio de las comunicaciones estará ubicado en el servidor de la compañía y conservará la siguiente estructura.
- Los informes de avance de proyecto serán presentados en reuniones persona a persona.
- **Tecnología a utilizar**
 - Correo electrónico
 - Teleconferencias
 - Llamadas telefónicas
 - Correo certificado

3.3.7. Plan de riesgos.

El plan de gestión de riesgos se presenta en la **Tabla 60**. La evaluación de riesgos se basó en la metodología planteada en el PMBOK®, y estableciendo reuniones de trabajo con expertos en la industria de la palma, se identificaron los posibles riesgos, controles y las acciones de mitigación para cada uno. Se realizó un análisis cualitativo y cuantitativo de los mismos, finalizando con un plan de respuesta a riesgos:

Tabla 60. Plan de gestión de riesgos del proyecto

PLAN DE GESTIÓN DE RIESGOS	
Título del proyecto: FABRICACIÓN Y MONTAJE DE LOS EQUIPOS PARA UNA PLANTA EXTRACTORA DE ACEITE DE PALMA	Fecha: Junio 26 de 2018
Metodología: Para planificar los riesgos del proyecto "Fabricación y montaje de los equipos para una planta extractora de aceite de palma", se tomó como base lo expuesto en la Guía del PMBOK; por medio de reuniones y utilizando el juicio de expertos, se identificaron los riesgos del proyecto. Se genera el cuadro de análisis de riesgos considerando la probabilidad de ocurrencia y el impacto de los mismos en el proyecto.	
ROLES Y RESPONSABILIDADES	
Interesado	Función
Patrocinador	<ul style="list-style-type: none"> • Suministrar recursos para implementar las acciones asociadas a la gestión de riesgos del proyecto.

Gerente de Proyecto	<ul style="list-style-type: none"> • Apoyar al Gerente de Proyecto en la gestión de riesgos. • Gestionar los asuntos que están por encima de la autoridad del Gerente de Proyecto. • Planificar y ejecutar la gestión de riesgos. • Definir roles y asignarlos a los miembros del equipo del proyecto. • Dirigir y hacer seguimiento a la gestión de riesgos. • Resolución de conflictos.
Miembro del equipo del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> • Participar activamente en la identificación, definición de riesgos y en la definición de acciones para gestionarlos. • Participar en la implementación de acciones para gestión de riesgos.
Presupuesto	Se ha establecido un presupuesto de \$1.265M, para gestión de riesgos, luego de evaluar la probabilidad de ocurrencia del riesgo y su impacto en el costo y en el tiempo del proyecto.
Calendario	El calendario de ejecución de respuesta a riesgos se presenta en la "Matriz de respuesta a riesgos" del proyecto.
Categorías de riesgos	Para el análisis y evaluación de riesgos se utilizó la matriz de probabilidad e impacto. Dependiendo del resultado de la evaluación, se toma la decisión de mitigar o aceptar.

Fuente: Los autores

Definiciones de probabilidad e impacto:

Se definen varios niveles de probabilidad e impacto de los riesgos, en los objetivos principales del proyecto (alcance, tiempo, costo y calidad), como se muestra en la **Figura 33** y

Figura 32.

ESCALAS DE IMPACTO					
OBJETIVO PROYECTO	MUY BAJO 0.05	BAJO 0.10	MODERADO 0.20	ALTO 0.40	MUY ALTO 0.80
ALCANCE	Disminución apenas apreciable	Afectación en áreas secundarias	Afectación de áreas principales del alcance	Reducción de alcance inaceptable x el cliente	El producto del proyecto es inútil
COSTO	Incremento insignificante	Aumento <5%	Aumento 5-10%	Aumento 10-20%	Aumento >20%
TIEMPO	Retraso mínimo cronograma	Retraso cron. <5%	Atraso cron. 5-10%	Atraso cron. 10-20%	Atraso cron. >20%
CALIDAD	Baja imperceptible	Afectación solo aplicac. muy exigentes	Baja en calidad req. aprobación cliente	Baja de calidad inaceptable x el cliente	Producto del proyecto es inútil

Figura 32. Escalas de impacto de riesgos en el proyecto

Fuente: Los autores, con base en (Project Management Institute, 2013)

MATRIZ DE PROBABILIDAD E IMPACTO										
PROB.	AMENAZAS					OPORTUNIDADES				
	0.90	0.05	0.09	0.18	0.36	0.72	0.72	0.36	0.18	0.09
0.70	0.04	0.07	0.14	0.28	0.56	0.56	0.28	0.14	0.07	0.04
0.50	0.03	0.05	0.10	0.20	0.40	0.40	0.20	0.10	0.05	0.03
0.30	0.02	0.03	0.06	0.12	0.24	0.24	0.12	0.06	0.03	0.02
0.10	0.01	0.01	0.02	0.04	0.08	0.08	0.04	0.02	0.01	0.01
	0.05	0.10	0.20	0.40	0.80	0.80	0.40	0.20	0.10	0.05
ESCALA RELATIVA	MUY BAJO	BAJO	MODER	ALTO	MUY ALTO	MUY ALTO	ALTO	MODER	BAJO	MUY BAJO
	IMPACTO EN ALMENOS UN OBJETIVO DEL PROYECTO: A, T, C									

Figura 33. Matriz de probabilidad e impacto de riesgos

Fuente: Los autores, con base en (Project Management Institute, 2013)

Tabla 61. Registro de riesgos con análisis, planta extractora

ANÁLISIS DE RIESGOS PROYECTO PLANTA EXTRACTORA												
N°	DESCRIPCION	TIPO	EDT		PROB. P	IMPACTO			Risk Score RS=P*I	SHORT LIST	EMV	
			N°	Descripción		A	T	C				
4	Variación de la TRM al alza: 2.900 + 20%	A	4	Compras	0,50	0,05	0,05	0,40	0,08	√	225.000.000	
5	Variación de la TRM a la baja: 2.900 - 20%	O	4	Compras	0,70	0,05	0,05	0,80	-0,21	√	-382.500.000	
7	Ocurrencia de variaciones en las precipitaciones por fuera del rango de 2000 a 6000 mm/año, en la región	A	5	Montaje	0,50	0,05	0,40	0,40	0,14	√	80.000.000	
8	Energía disponible <750 Kw/h	A	5	Montaje	0,50	0,05	0,40	0,40	0,14	√	710.000.000	
9	Difícil acceso al sitio del proyecto por condiciones climáticas adversas (lluvias)	A	5	Montaje	0,50	0,05	0,40	0,40	0,14	√	26.250.000	
10	Retraso en los trabajos de montaje	A	5	Montaje	0,40	0,05	0,40	0,40	0,11	√	103.500.000	
11	Los proveedores de caldera, turbina, ESP y manejo de efluentes, cubren los gastos de estadía de sus ingenieros para el <i>commissioning</i> .	O	5	Montaje	0,70	0,05	0,05	0,40	-0,12	√	-220.320.000	
12	El cliente suministra alojamiento y servicios de mantenimiento al personal de montaje	O	5	Montaje	0,70	0,05	0,05	0,40	-0,12	√	-382.500.000	
13	El cliente suministra el agua y energía eléctrica necesarios para el montaje	O	5	Montaje	0,70	0,05	0,05	0,40	-0,12	√	-170.000.000	
14	Abaratamiento de los servicios de equipos para movilización de cargas (grúas, cama bajas; plaTaformas)	O	5	Montaje	0,70	0,05	0,05	0,40	-0,12	√	-289.000.000	
15	Demoras en las entregas de equipos importados, por parte de los proveedores, superiores a 45 días	A	5	Montaje	0,40	0,05	0,40	0,40	0,11	√	45.500.000	

16	Demoras en la obtención de créditos por parte del cliente	A	4	Fabricación	0,40	0,05	0,40	0,20	0,09	√	72.000.000
17	Escacés de acero en Bogotá	A	4	Fabricación	0,50	0,05	0,40	0,40	0,14	√	336.000.000
18	Alteraciones de orden público por grupos al margen de la ley en la zona del proyecto	A	5	Montaje	0,40	0,05	0,80	0,40	0,17	√	280.000.000
19	Los ingenieros de los proveedores de caldera, turbina y precipitador, deben permanecer más tiempo en el sitio del proyecto	A	5	Montaje	0,50	0,05	0,05	0,40	0,08	√	100.800.000
20	Demoras en el montaje de los edificios y sus estructuras	A	5	Montaje	0,60	0,05	0,40	0,40	0,17	√	152.750.000
21	Demora en los tiempos de fabricación	A	4	Fabricación	0,60	0,05	0,40	0,40	0,17	√	126.600.000
22	Retrabajos en equipos de proceso	A	4	Fabricación	0,50	0,05	0,40	0,20	0,11	√	13.800.000
23	Retrabajos en montaje	A	5	Montaje	0,50	0,05	0,80	0,20	0,18	√	32.860.000
24	Demoras en la entrega de la caldera	A	5	Montaje	0,55	0,05	0,80	0,40	0,23	√	312.000.000
25	Las obras civiles no se entregan a tiempo	A	5	Montaje	0,55	0,05	0,80	0,40	0,23	√	92.400.000
A: Amenaza O: Oportunidad									0,08		1.265.140.000

Fuente: Los autores

- Registro de respuesta a riesgos:** Luego del análisis de riesgos se genera la correspondiente matriz que será útil para hacer una gestión proactiva de los riesgos que se presentan en el proyecto (Tabla 62).

La estructura de desglose de riesgos correspondiente al proyecto se presenta en la Figura 34.

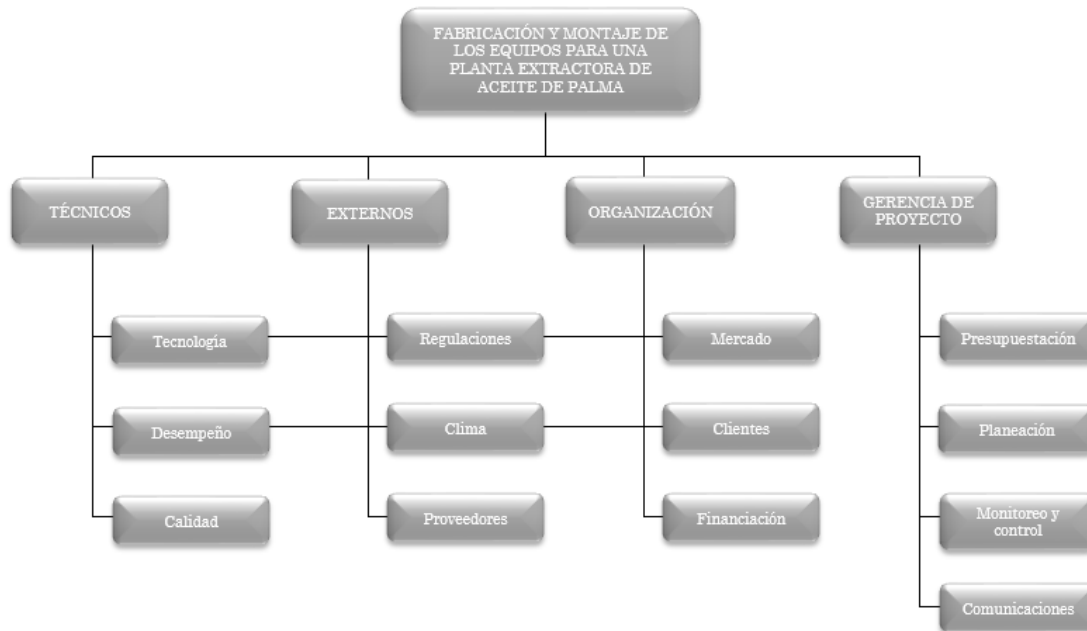


Figura 34. Estructura de desglose de riesgos

Fuente: Los autores

Tabla 62. Matriz de registro de riesgos

REGISTRO DE RIESGOS CON ANÁLISIS CUANTITATIVO Y EMV,													
Nº	Descripción	Tipo	EDT		Prob. P	Impacto		EMV		Estrategia	RISK ACTION	Risk owner	Fecha
			Nº	Descripción		T, d	C	T	C				Ejecución
4	Variación de la TRM al alza: 2.900 + 20%	A	4	Compras	50%	0	450.0M	0.00	225M	Mitigar	Tomar una partida considerando este % de aumento	Director de proyecto	Con la presentación de la propuesta económica
5	Variación de la TRM a la baja: 2.900 - 20%	O	4	Compras	85%	0	-450.0M	0.00	-383M	Aceptar	N.A.	Director de proyecto	N.A.
7	Ocurrencia de variaciones en las precipitaciones por fuera del rango de 2000 a 6000 mm/año, en la región	A	5	Montaje	40%	45	200.0M	18.00	80M	Mitigar	Seguimiento a construcción de obras civiles para poder agilizar el envío de equipos y materiales a sitio del proyecto anticipadamente (por lo menos 35 días), logrando con esto el montaje de los edificios y así poder afrontar las lluvias con la opción de trabajar a cubierto	Director de proyecto	A partir de la firma del acta de inicio del proyecto
8	Energía disponible <750 KW/h	A	5	Montaje	50%	10	20.0M	5.00	710M	Mitigar	Adquirir una planta eléctrica de 750KVA para la etapa de montaje	Director de proyecto	40 días de firmada el acta de inicio del proyecto
9	Difícil acceso al sitio del proyecto por condiciones climáticas adversas (lluvias)	A	5	Montaje	50%	15	52.5M	7.50	26M	Mitigar	Agilizar la fabricación de equipos críticos; edificios y estructuras y enviarlos 40 días antes del tiempo estimado por el IDEAM para el inicio de la temporada de lluvias; así mismo hacer pocos envíos en vehículos de gran capacidad	Director de proyecto	Día 140 luego de firmada el acta de inicio del proyecto
10	Retraso en los trabajos de montaje	A	5	Montaje	45%	35	230.0M	15.75	104M	Mitigar	Seguimiento a construcción de obras civiles para poder agilizar el envío de equipos y materiales a sitio del proyecto anticipadamente (por lo menos 35 días), logrando con esto el montaje de los edificios y así poder afrontar las lluvias con la opción de trabajar a cubierto	Director de proyecto	A partir de la firma del acta de inicio del proyecto
11	Los proveedores de caldera, turbina, ESP y manejo de efluentes, cubren los gastos de estadía de sus ingenieros para el commissioning	O	5	Montaje	85%	0	-259.2M	0.00	-220M	Aceptar	Estipular esta situación en los documentos comerciales de compra de caldera, turbina, precipitador, y equipos de manejo de efluentes	Director de proyecto	Desde la etapa de selección de proveedores extranjeros
12	El cliente suministra alojamiento y servicios de mantenimiento al personal de montaje	O	5	Montaje	85%	0	-450.0M	0.00	-383M	Aceptar	Estipular esta condición en los términos contractuales con el cliente	Director de proyecto	A partir de la firma del acta de inicio del proyecto
13	El cliente suministra el agua y energía eléctrica necesarios para el montaje	O	5	Montaje	85%	0	-200.0M	0.00	-170M	Aceptar	Incluir esta condición en los términos contractuales con el cliente	Director de proyecto	Desde el día 140 de firmada el acta de inicio del proyecto
14	Abaratamiento de los servicios de equipos para movilización de cargas (grúas, cama bajas; plaTiformas)	O	5	Montaje	85%	0	-340.0M	0.00	-289M	Aceptar	Contactar, seleccionar proveedores y firmar un acuerdo de no variación de precios durante un período de dos años a partir del 1° de Septiembre de 2016	Director de compras	1 día, luego de firmar el acta de inicio del proyecto

REGISTRO DE RIESGOS CON ANÁLISIS CUANTITATIVO Y EMV,													
N°	Descripción	Tipo	EDT		Prob. P	Impacto		EMV		Estrategia	RISK ACTION	Risk owner	Fecha
			N°	Descripción		T, d	C	T	C				Ejecución
15	Demoras en las entregas de equipos importados, por parte de los proveedores, superiores a 45 días	A	5	Montaje	50%	65	91.0M	32.50	46M	Mitigar	Seguimiento continuo al cronograma de fabricación de estos equipos. Con anticipación a la firma del contrato de compra de los mismos, establecer en las condiciones comerciales que los costos en que se incurra por atrasos en la entrega de tales componentes serán asumidos por el proveedor en un 100%	Director de compras	Desde la etapa de selección de proveedores extranjeros
16	Demoras en la obtención de créditos por parte del cliente	A	4	Fabricación	40%	30	180.0M	12.00	72M	Mitigar	Pactar con el cliente que solo se desarrollará la etapa de prediseño, hasta que cuente con los créditos totales para el proyecto aprobados por los bancos	Director de proyecto	Con la presentación de la propuesta económica 1 día, luego de firmar el acta de inicio del proyecto
17	Escacés de acero en Bogotá	A	4	Fabricación	50%	15	672.0M	7.50	336M	Mitigar	Ubicar proveedores en Brasil y México	Director de compras	1 día, luego de firmar el acta de inicio del proyecto
18	Alteraciones de orden público por grupos al margen de la ley en la zona del proyecto	A	5	Montaje	40%	60	700.0M	24.00	280M	Aceptar	Pactar con el cliente que la fecha estimada de entrega final del proyecto está sujeta a condiciones de seguridad en la zona del proyecto	Director de proyecto	1 día, luego de firmar el acta de inicio del proyecto
19	Los ingenieros de los proveedores de caldera, turbina y precipitador, deben permanecer más tiempo en el sitio del proyecto	A	5	Montaje	50%	20	201.6M	10.00	101M	Mitigar	Contar con al menos un proveedor de alojamiento a precio competitivo por un tiempo de 1 mes más de lo previsto para commissioning de equipos importados	Director de compras	1 día, luego de firmar el acta de inicio del proyecto
21	Demora en los tiempos de fabricación	A	4	Fabricación	60%	35	211.0M	21.00	127M	Mitigar	Asegurar programa de fabricación y carga laboral comprometiendo a los colaboradores con el objetivo de cumplir con el proyecto	Director de proyecto	1 día, luego de firmar el acta de inicio del proyecto
22	Retrabajos en equipos de proceso	A	4	Fabricación	40%	15	34.5M	6.00	14M	Mitigar	Seguimiento al proceso de fabricación: Asegurar la calidad	Director de producción	1 día, luego de firmar el acta de inicio del proyecto
23	Retrabajos en montaje	A	5	Montaje	40%	20	82.2M	8.00	33M	Mitigar	Seleccionar un proveedor exclusivo para suministro de pinturas, que garantice la disponibilidad de 100% de las cantidades y colores requeridos de acuerdo con los cálculos de ingeniería de costos y presupuestos para el proyecto	Director de compras	1 día, luego de firmar el acta de inicio del proyecto
24	Demoras en la entrega de la caldera	A	5	Montaje	40%	35	780.0M	14.00	312M	Mitigar	Gestionar con el cliente la adquisición de fibra y cascarilla en plantas de la zona en una cantidad de 2000 Ton	Director de proyecto	1 día, luego de firmar el acta de inicio del proyecto

Fuente: Los autores

3.3.8. Plan de adquisiciones.

Con la creación del Plan de Gestión de Adquisiciones y Contratos, se establecen los riesgos propios de cada adquisición y cómo gestionarlos efectivamente por medio de métricas de desempeño, seguros u otros medios. Por otra parte, se establece el modo de gestión de proveedores, manera de hacer las compras, secuencia de aprobación de contratos por la dirección de la organización, cronograma de compras en función del cronograma principal del proyecto.

Este plan de adquisiciones se utilizará como guía para gestionar las actividades relacionadas, durante el ciclo de vida del proyecto. La secuencia de actividades del proceso de compras se muestra en la **Figura 35**.

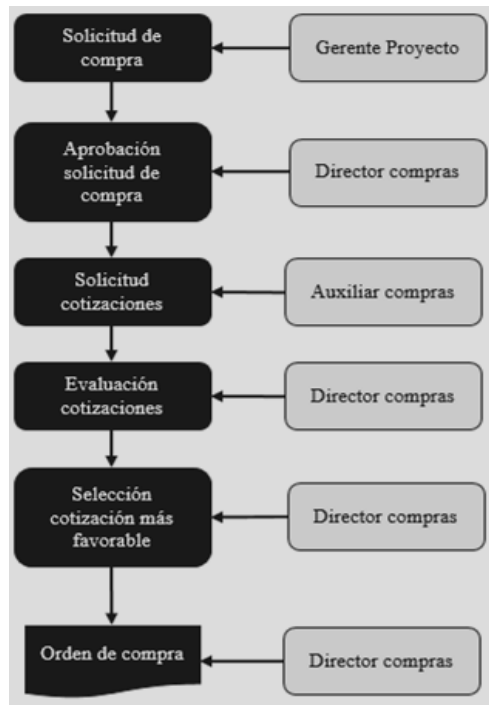


Figura 35. Proceso de compras

Fuente: Los autores

- **Criterios de aceptación:** Como criterios de aceptación para proveedores se establecen los que aparecen en la **Tabla 63**.

Tabla 63. Criterios de aceptación de proveedores

CRITERIOS DE ACEPTACIÓN PROVEEDORES			
CRITERIO	DESCRIPCIÓN	ESCALA DE CALIFICACIÓN	PONDERACIÓN
Tiempo de entrega	Tiempo que transcurre entre la emisión de la orden de pedido de la maquinaria, la respuesta del proveedor, y la entrega del producto en obra.	Entre 15 y 30 días = 5 puntos. Entre 30 y 45 días = 3 puntos. Entre 46 y 60 días = 2 puntos. Entre 61 y 90 días = 1 punto.	
Precio	El precio propuesto por el proveedor no debe ser más alto de los encontrados en el estudio de mercado y se debe ajustar al tipo de contrato definido.	Precio más bajo al resto del mercado = 5 puntos. Precio igual al resto del mercado = 3 puntos. Precio superior al resto del mercado = 1 punto.	La calificación final será el resultado de la ponderación
Calidad	La calidad de los productos utilizados en la fabricación o mantenimiento de los equipos debe ser certificada.	Estándar en procesos de calidad = 5 puntos. Maneja proveedores de material sin trayectoria = 3 puntos. Se desconoce sus proveedores de material = 1 punto.	
Mantenimiento	Tiempos de respuesta y stock disponible de repuestos.	Cuenta con personal calificado para mantenimientos y con atención entre 1 y 15 días = 5 puntos. Cuenta con personal calificado para mantenimientos y atención entre 1 y 30 días = 3 puntos. Cuenta con personal calificado para mantenimientos pero no tiene tiempos de atención especificados = 1 punto.	

Fuente: Los autores

- **Tipo de contratos**

Dentro del análisis del tipo de contrato a utilizar se seleccionó el Contrato de precio fijo, ya que puede representar para las finanzas del proyecto un riesgo en positivo, dependiendo de la variación de los precios con que se está comprando la maquinaria.

Para la firma de cada Contrato, se debe tener muy claro el alcance del mismo, y de esta manera reducir los riesgos que se puedan generar.

Dentro de las cláusulas del Contrato sin importar su alcance se deben incluir las siguientes y las demás, que apliquen a cada negociación: Garantías de Cumplimiento; Especificaciones fijas del producto para no alterar la calidad del mismo; Fechas de entregables; Porcentajes de pago; Metodología de órdenes de compra.

- Proceso de aprobación del Contrato:** Para cumplir con esta sección, se ha generado una lista de equipos que requieren ser comprados en el extranjero. La selección se ha hecho con base en la complejidad de tales equipos y la falta de proveedores nacionales para los mismos. El proceso para aprobación se muestra en la **Figura 36**.

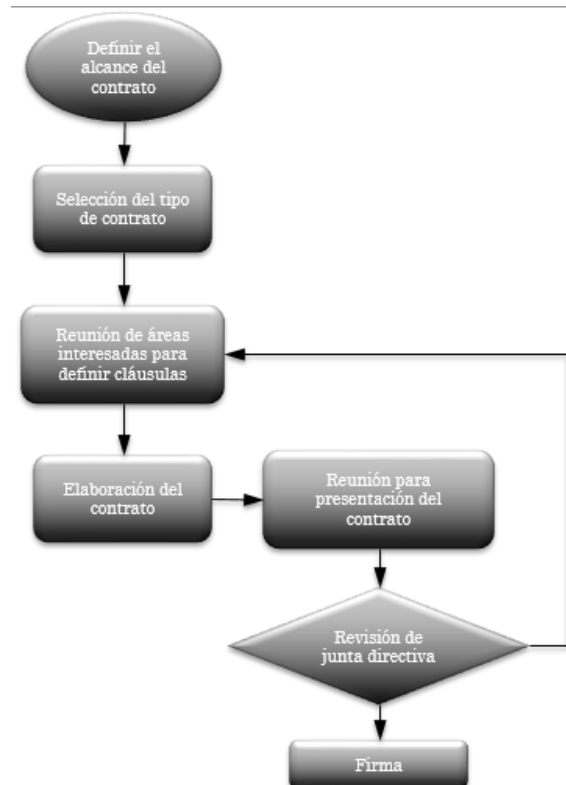


Figura 36. Aprobación de contratos

Fuente: Los autores

- Gestión de vendedores:** Los proveedores de equipos importados requieren una gestión particular debido a la importancia que tienen estas adquisiciones para el proyecto. Se gestionarán de la siguiente manera:
 - Programa de visitas a las instalaciones (al menos una durante la duración de la fabricación del equipo) de origen para verificar en tiempo real los avances de cada proyecto individual (Caldera, Precipitador; Turbina, etc.)

- Reuniones semanales vía Skype, para hacer seguimiento al avance de fabricación y envío de los equipos
- Programa de pagos de acuerdo con porcentajes de avance, teniendo en cuenta las políticas de las compañías proveedoras.
- **Métricas de desempeño para actividades de compras:** Se establecen como primordiales calidad, tiempo, costo; y, se aplican según lo considerado en la *Tabla 64*.

Tabla 64. Métricas de desempeño compras

MÉTRICAS DE DESEMPEÑO ACTIVIDADES DE COMPRAS			
MÉTRICA	DESCRIPCIÓN	ESCALA	PPONDERACIÓN
Calidad producto	Buenos materiales, desempeño	80%>90%=5	40%
		50%>80%=3	
		30%>50%=1.5	
		1%>20%=1	
Tiempo entrega	Dentro de lo contemplado en las restricciones de compras (Tabla 5)	80%>90%=5	30%
		50%>80%=3	
		30%>50%=1.5	
		1%>20%=1	
Costo	Dentro de lo contemplado en las restricciones de compras (Tabla 5)	80%>90%=5	30%
		50%>80%=3	
		30%>50%=1.5	
		1%>20%=1	

Fuente: Los autores

- **Cronograma de compras:** El cronograma general de compras del proyecto se esquematiza en la *Tabla 65*. Se presenta por mes, indicando el líder del proceso responsable.

Tabla 65. Cronograma general de compras

FABRICACIÓN Y MONTAJE DE LOS EQUIPOS PARA UNA PLANTA EXTRACTORA DE ACEITE DE PALMA																					
CRONOGRAMA DE COMPRAS																					
MES	RESPONSABLE																				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Equipo humano	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G					
Operarios de montaje						H															
Materiales																					
Acero	C	C	C	C	C	C															
Soldadura	C	C	C	C	C	C															
Pintura	C	C	C	C	C	C															
Equipos																					
Motores eléctricos							C	C	C	C	C	C									
Reductores de velocidad							C	C	C	C											
Caldera			C	C	C	C	C	C	C												
Precipitador									C	C	C	C	C	C	C	C					
Turbina									C	C	C	C	C								
Tricanter									C	C	C	C	C								
Transporte																					
Personal									C												
Carga									C												
Grúa									C												

Responsable: G: Gerente de proyecto; C: Director de compras; I: Director de ingeniería; H: Director de talento humano

Fuente: Los autores

3.3.9. Plan de gestión de interesados.

Por medio de esta herramienta se analizan los distintos interesados en el proyecto, así como su papel, influencia, impacto en el proyecto y estrategia de gestión. De acuerdo con la EDT del proyecto, se hace la identificación y registro de interesados. Así mismo, se elabora la matriz de temas y respuestas.

- **Registro de interesados:** Dentro del proceso de gestión del proyecto se elabora la matriz de análisis de interesados teniendo en cuenta los aspectos que se muestran en la *Tabla 66*.

Tabla 66. Análisis de interesados

ANÁLISIS DE INTERESADOS: IMPACTO			
INTERESADO	ROL	ANÁLISIS	
		IMPACTO	ESTRATEGIA
Cliente	Dueño del proyecto	Inconformidad con el producto final	Gestión cuidadosa; alcance no ambiguo
Gerente de Proyecto	Integrar esfuerzos para el éxito del	Fallas de comunicación	Capacitación

ANÁLISIS DE INTERESADOS: IMPACTO			
INTERESADO	ROL	ANÁLISIS	
		IMPACTO	ESTRATEGIA
	proyecto		
Director de Ingeniería	Manejo de aspectos técnicos	Atrazos en especificaciones	Motivar; empoderar
Dpto. de compras	Gestión de adquisiciones	Adquisiciones tardías	Motivar; empoderar
Dpto. de producción	Gestión de fabricación	Demora en producción	Motivar; empoderar
Dpto. de despachos	Envío materiales y equipos	Atrazos	Motivar; empoderar
Dpto. de diseño	Gestión de diseño de planta	Atrazos en diseños	Motivar; empoderar
Dpto. RR.HH.	Gestión de RR.HH.	Demoras en gestión de contratos	Motivar; empoderar
Diseñador	Diseño de planta	Demora en diseños	Motivar; empoderar
Auxiliar de compras	Ejecución actividades de compra	Falencias en gestión adquisiciones	Motivar; empoderar
Operario de montaje	Ejecución de tareas de montaje	Motivación	Motivar; empoderar
Personal de montaje zona	Ejecución de tareas de montaje	Motivación	Motivar; empoderar
Logística	Servicio de transporte y envíos	Servicios tardíos	Contar con varios proveedores
EXTERNO	Proveedor-1 equipos importados	Suministro, asesoría de montaje; commissioning	Demora en entregas Gestionar cuidadosamente; empoderar
	Proveedor-2 equipos importados	Suministro, asesoría de montaje; commissioning	Demora en entregas Gestionar cuidadosamente; empoderar
	Proveedor-3 equipos importados	Suministro, asesoría de montaje; commissioning	Demora en entregas Gestionar cuidadosamente; empoderar
	Proveedores materia prima e insumos	Suministro de materiales e insumos	Demora en entregas Gestionar cuidadosamente; empoderar
	Proveedores equipos locales	Suministro de equipos nacionales	Demora en entregas Seleccionar varios proveedores

Fuente: Los autores

- **Matriz de interesados:** Teniendo en cuenta cómo afectan el desarrollo del proyecto los interesados, se elabora la matriz poder – impacto de la *Tabla 67*:

Tabla 67. Matriz de interesados (poder - Interés)

MATRIZ DE INTERESADOS (Poder – Interés)						
INTERESADO	PODER			INTERÉS		
	A	M	B	A	M	B
Cliente	X	-	-	X	-	-
Director Ingeniería	X	-	-	X	-	-
Dpto. de Producción	X	-	-	X	-	-
Director de Compras y despachos	X	-	-	X	-	-
Proveedores equipos importados	X	-	-	X	-	-
Proveedores equipos locales	X	-	-	X	-	-
Dpto. RR.HH	X	-	-	-	-	X
Operario de montaje	-	-	X	-	-	X
Trabajador zona proyecto	-	-	X	-	-	X
Proveedores material local	-	-	X	-	-	X
Auxiliar de compras	-	-	X	-	-	X
Diseñador	-	-	X	-	-	X
A	Alto	M	Medio	B	Bajo	

Fuente: Los autores

- Análisis de dependencia – influencia de interesados:** En la **Figura 37** se muestra la forma en que se gestionan los interesados dependiendo del interés y el poder que tienen en el proyecto,

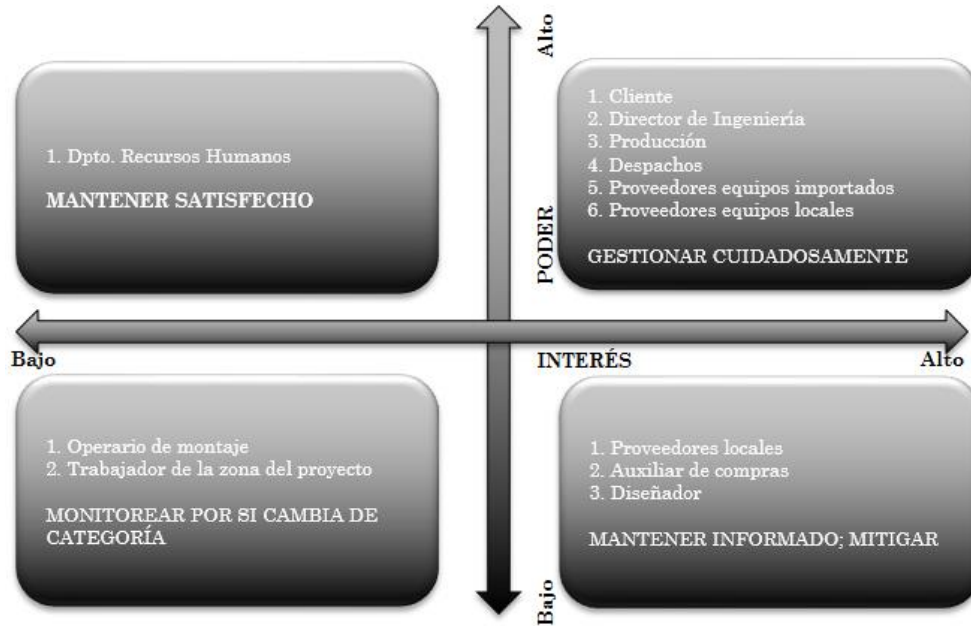


Figura 37. Análisis dependencia - influencia de interesados

Fuente: Los autores

- Matriz de temas y respuestas:** Esta matriz para el proyecto se presenta en la **Tabla 68**.

Tabla 68. Matriz de temas y respuestas

MATRIZ DE TEMAS Y RESPUESTAS	
TEMA	RESPUESTA
Beneficio económico	Para el cliente; comunidad; y la Organización
Consumo de EE.EE	< 800 KW/h
Emisiones a la atmósfera	Utilizar tecnología amigable con el medio ambiente
Manejo de residuos	Utilizar tecnología amigable con el medio ambiente
Consumo de agua	1 m ³ por tonelada de proceso

Fuente: Los autores

- Solución de conflictos:** Para el manejo y solución de conflictos se utiliza el formato mostrado en la **Tabla 69**.

Tabla 69. Formato solución de conflictos

PROYECTO: Fabricación y montaje de los equipos para una planta extractora de aceite de palma.								
FORMATO DE SOLUCIÓN DE CONFLICTOS								
Nº	Conflicto	Fecha de ocurrencia	Involucrados	Fecha de solución propuesta	Estado	Fecha de solución	Modo de solución	Solución aplicada
1								
2								
3								
...								
N								

Modo de solución:
(F) Forzar
(Ev) Evitar
(Re) Renunciar
(Com) Comprometerse
(Col) Colaborar

Fuente: Los autores

3.3.10. Plan de cambios.

El plan de gestión de cambios, fundamental en el logro de los objetivos del proyecto, se compone de los elementos mostrados en: **Tabla 70, Tabla 71, Tabla 72.**

Tabla 70. Definiciones de cambios

DEFINICIONES DE CAMBIOS
<p>Change Management Approach:</p> <p>El propósito del control de cambios es hacer seguimiento en las fases de solicitud, evaluación, aprobación o rechazo del mismo y la implementación. Los cambios deben evitarse al máximo puesto que representan un riesgo para el proyecto. Todo cambio debe ser concertado con el cliente.</p>
<p>Definitions of change:</p> <p>Schedule change: Los cambios en el cronograma del proyecto se implementarán de acuerdo con las revisiones que se hagan del mismo. Tales cambios serán, evaluados, aprobados o rechazados y concertados con el cliente.</p> <p>Budget change: Los cambios en el presupuesto se implementarán en los casos estrictamente necesarios, previo análisis del impacto que puedan generar. Tales cambios deben ser aprobados por el cliente.</p> <p>Scope change: Un cambio en el alcance es una variación en uno o varios entregables. Los cambios en el alcance del proyecto deben ser solicitados por el cliente. Se deben analizar considerando el impacto en el cronograma, en el costo y en la calidad del proyecto.</p> <p>Project document changes: Los cambios en la documentación del proyecto se presentan como resultado de evidencias que hacen necesario realizarlos para mantener el proyecto bajo control. Los cambios documentales mantienen actualizados los planes de gestión del proyecto.</p>

Fuente: Los autores

Tabla 71. Responsabilidades gestión de cambios

RESPONSABILIDADES GESTIÓN DE CAMBIOS			
<i>Name</i>	<i>Role</i>	<i>Responsibility</i>	<i>Authority</i>
<i>Sponsor</i>	<i>Dueño del proyecto</i>	<i>Decidir sobre cambios</i>	<i>Autoridad total sobre el proyecto</i>
Comité de control de cambios	Gestionar los cambios solicitados	Decidir qué cambios son aprobados o rechazados	Aprobar o rechazar solicitudes de cambio
Gerente de proyecto	Gestionar la implementación de cambios aprobados	Evaluar los impactos de los cambios solicitados. Hacer recomendaciones	Hacer recomendaciones acerca de los cambios
Interesados clave	Interesados clave en el proyecto	Solicitar cambios cuando se consideren oportunos	Solicitar cambios

Fuente: Los autores

Tabla 72. Proceso de control de cambios

PROCESO DE CONTROL DE CAMBIOS	
<i>Change Control Process:</i>	
<i>Change request submittal</i>	<ul style="list-style-type: none"> El proceso es el siguiente: Emisión de la solicitud, análisis, aprobación o rechazo y cambio en la planeación.
<i>Change request tracking</i>	Una vez aprobado el cambio, el Gerente de proyecto se asegura que se implemente y se registre.
<i>Change request review</i>	Las solicitudes de cambio se revisarán y gestionarán teniendo en cuenta su impacto en el éxito del proyecto. Las solicitudes de cambio serán gestionadas así: Recepción.
<i>Change request disposition</i>	<ul style="list-style-type: none"> Análisis de impacto en el éxito del proyecto. Aprobación o rechazo. Implementación (cuando aplique).

Fuente: Los autores con base en (Project Management Institute, 2013)

3.3.11. Gestión de requerimientos.

El proceso de gestión de requerimientos se realiza teniendo en cuenta los aspectos mostrados en la **Tabla 73**.

Tabla 73. Gestión de requerimientos

GESTIÓN DE REQUERIMIENTOS
<i>Collection:</i>
Los requerimientos del proyecto se recolectan a través de entrevistas con el cliente; visitas al sitio del proyecto; análisis de ingeniería con los colaboradores especializados de la organización.
<i>Analysis:</i>
Los requerimientos recolectados son analizados por el equipo de ingeniería y proyectos de la organización, estableciendo un orden de criticidad de los mismos y el correspondiente impacto en el proyecto. De igual manera, se clasifican en requerimientos de negocio y de producto.
<i>Categories:</i>

GESTIÓN DE REQUERIMIENTOS

Las categorías que se aplican a los requerimientos del proyecto son: de negocio; de interesados; de calidad; de producto (desempeño) y de ingeniería.

Documentation:

Los requerimientos se consignan en el formato 02.3 de documentación de requerimientos, el cual contiene la siguiente información: ID del requerimiento, interesado, categoría, prioridad, criterio de aceptación, método de validación, nombre del proyecto y fecha de elaboración. Como complemento a este formato se utilizan los documentos de licitación generados por el cliente, en los cuales se consignan todas las especificaciones y condiciones requeridas para el proyecto.

Prioritization:

Las prioridades se determinarán con base en la matriz de trazabilidad de requerimientos.

Prioridad alta: Diseño de la planta para cumplir con la capacidad de proceso requerida; Diseño del proceso de modo que el consumo de agua sea inferior a 1 m³ por tonelada de proceso, en al menos 35%; Implementar los equipos necesarios para que los niveles de emisiones de material particulado a la atmósfera no superen los 50 mg/m³; Diseño del sistema de manejo de efluentes de modo que se mitigue el impacto de los desechos del proceso en el medio ambiente.

Prioridad alta: La calidad de las máquinas y demás fabricaciones; entrenamiento del personal operativo de la extractora; oportunidad en los tiempos de entrega establecidos.

Metrics:

Para el proyecto de la planta extractora se utilizan métricas de seguimiento, calidad (cuantitativa, cualitativa), desempeño, tiempo – costo. También se utilizan métricas de productividad: eficiencia de la maquinaria instalada; estándares de ingeniería aplicables. La métrica más relevante a utilizar para el proyecto será la de valor ganado.

Traceability Structure:

En la matriz de trazabilidad de requerimientos (pmi, 2013) se incluye la siguiente información: nombre del proyecto, centro de costo, descripción del proyecto; identificación del requerimiento, ID asociado a EDT, necesidades de negocio, oportunidades, objetivos y entregables.

Tracking:

El avance en el cumplimiento de requerimientos del proyecto se evaluará mensualmente por medio de reuniones con el patrocinador del proyecto y los interesados clave. Como técnica se utilizará el método del valor ganado.

Reporting:

Los informes de progreso en el cumplimiento de los requerimientos se presentarán al patrocinador del proyecto e involucrados clave mensualmente. El carácter de estos informes será de nivel ejecutivo y apoyado en el método del valor ganado.

Validation:

Los requerimientos del proyecto serán validados documentando los requisitos del cliente y verificando las necesidades del mismo. Los métodos a utilizar serán: control dimensional de piezas; confrontación de lo instalado contra lo diseñado; pruebas de funcionamiento de maquinaria contra parámetros técnicos de la agroindustria de palma aceitera.

Configuration Management:

Los requisitos se controlarán por medio del plan de gestión de la calidad del proyecto (utilizando como referencia los documentos suministrados por el cliente, las normas de ingeniería y demás aplicables al proyecto. La gestión de cambios incluye: recepción de solicitudes, análisis, aprobación o rechazo; implementación del cambio. Los niveles de autoridad se establecen en el plan de gestión de cambios.

3.3.12. Gestión de mejoras de proceso.

Tabla 74. Gestión de mejoras de proceso

GESTIÓN DE MEJORAS DE PROCESO	
Process Description: El proceso del proyecto de la planta extractora consta de las siguientes fases: Recepción de los términos de referencia del cliente, levantamiento de información en el sitio del proyecto, fabricación de equipos, transporte de equipos, estructuras, herramientas, insumos y personal al sitio del proyecto, montaje, pruebas y puesta en marcha de la planta.	
Process Boundaries:	
Process Starting Point: El proceso inicia con la recepción de los términos de referencia del cliente, en los cuales están consignadas todas las especificaciones requeridas por el cliente.	Process Ending Point El proceso del proyecto termina con la entrega de la planta extractora funcionando.
Inputs Las entradas al proceso son: Solicitud del cliente; términos de referencia; información recogida en el sitio del proyecto.	Outputs Las salidas del proyecto son: Instalaciones montadas y operando para una planta extractora de aceite de palma con capacidad de 30 TRFF/H.
STAKEHOLDERS	
Process owner:	Gerente de Proyecto
Other Stakeholders: Otros interesados incluyen: Cliente, Director de ingeniería; director de producción, director de calidad, Ingenieros de diseño, ingeniero de proyectos, auxiliar de compras, Auxiliar de producción, Gerente de la Organización y Gerente del proyecto.	
PROCESS METRICS	
<i>Metric</i>	<i>Control Limit</i>
1. Métrica de seguimiento	1. Mensualmente, a través de informes de avance de proyecto.
2. Métrica de productividad	2. Eficiencia en la gestión del proyecto; Efectividad en el rendimiento de las máquinas instaladas; Normas de calidad e ingeniería aplicadas al producto.
3. Cumplimiento de objetivos	3. Realizar las tareas de ejecución del proyecto dentro del alcance y manteniendo el presupuesto y tiempo proyectados.
Targets for Improvement: Los puntos a mejorar son los tiempos de entrega de materiales equipos. Con la entrega del proyecto se mejorará ostensiblemente la capacidad de proceso de palma aceitera en la región.	
Process Improvement Approach: La mejora del proceso se orienta a lograr el éxito del proyecto dentro de los parámetros de tiempo, costo y calidad proyectados.	
Fuente: Los autores con base en (Project Management Institute, 2013)	

4. Conclusiones y recomendaciones

- Para asegurar el éxito del proyecto de la planta extractora se requiere de una planeación exhaustiva que involucre el equipo del proyecto; y en la cual se apliquen los parámetros que establece el PMI a través del PMBOK.
- Para ejecutar un proyecto agroindustrial como el tratado en este documento se requiere de la interacción de varias áreas del conocimiento: Ingeniería, Ambiental, Económica, Gerencia de Proyectos, Agroindustrial, Ingeniería civil, etc.

5. Referencias

Beltrán, C. (1985). Balance de materiales de una planta extractora de aceite de palma africana.

Memorias 2° encuentro nacional sobre palma africana (pág. 31). Bogotá: Fedepalma.

Daabon. (2016). <http://daabon.com/>. Obtenido de <http://daabon.com/>:

http://daabon.com/daabon/es/responsabilidad_corporativa/sostenibilidad/sostenibilidad_md1

Fedepalma. (2015). *Anuario estadístico*. Obtenido de

<http://publicaciones.fedepalma.org/index.php/anuario/issue/archive>

Fedepalma. (2016). *Anuario estadístico*. Obtenido de

<http://publicaciones.fedepalma.org/index.php/anuario/issue/archive>

Fedepalma. (2016). *Fedepalma*. Obtenido de <http://web.fedepalma.org/estadisticas>

Fedepalma. (Julio de 2016). *Fedepalma*. Obtenido de Fedepalma:

web.fedepalma.org/sites/default/files/.../18072016_Desempeño_sector_2015_2016

Fedepalma. (2016). *web.fedepalma.org*. Obtenido de web.fedepalma.org:

<http://web.fedepalma.org/precios-de-referencia-del-fondo-de-fomento-palmero>

Poligrow. (2016). *Poligrow*. Obtenido de <http://www.poligrow.com/grupo-poligrow/perfil-corporativo/>

Poligrow, C. (2016). Obtenido de <http://www.poligrow.com>

Project Management Institute. (2013). *Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos*

(*guía del PMBOK®*). Newton Square, Pensilvania: Project Management Institute.

RSPO. (2012). http://rspo.org/sites/default/files/ACOP2012_GRW_1-0079-09-000-00-33.pdf.

Obtenido de [http://rspo.org/sites/default/files/ACOP2012_GRW_1-0079-09-000-00-](http://rspo.org/sites/default/files/ACOP2012_GRW_1-0079-09-000-00-33.pdf)

[33.pdf](http://rspo.org/sites/default/files/ACOP2012_GRW_1-0079-09-000-00-33.pdf): http://rspo.org/sites/default/files/ACOP2012_GRW_1-0079-09-000-00-33.pdf

Wambeck, N. (2005). *Sinopsis del aceite de palma*. Bogotá: Legis.

Wambeck, N. (2005). *Sinopsis del aceite de palma de aceite* (Vol. 1). (Fedepalma, Ed., & G. Cala, Trad.) Bogotá, D.C., Colombia: Fedepalma.