

**DISEÑO, INSTALACIÓN Y PUESTA EN MARCHA DE DOS RECTIFICADORES
DE CORRIENTE PARA PROCESOS ELECTROLÍTICOS CON SISTEMA DE
CONTROL Y MONITOREO**

MARCO ANTONIO CEPEDA SÁNCHEZ.

WENDY JENNYFER GONZÁLEZ FIAGA

UNIVERSIDAD SANTO TOMAS

DIVISIÓN DE INGENIERÍAS

ESPECIALIZACIÓN EN INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA

BOGOTA D.C

2014

**DISEÑO, INSTALACIÓN Y PUESTA EN MARCHA DE DOS RECTIFICADORES
DE CORRIENTE PARA PROCESOS ELECTROLÍTICOS CON SISTEMA DE
CONTROL Y MONITOREO**

MARCO ANTONIO CEPEDA SÁNCHEZ.

WENDY JENNYFER GONZÁLEZ FIAGA

Director:

FERNANDO RIVERA

UNIVERSIDAD SANTO TOMAS

DIVISIÓN DE INGENIERÍAS

ESPECIALIZACIÓN EN INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA

BOGOTA D.C

2014

TABLA DE CONTENIDO

1. Introducción	9
2. Objetivos.....	9
2.1 Objetivo General	9
2.2 Objetivos Específicos	9
3. Conceptualización	10
3.1 Caso de Negocio	10
3.1.1 Antecedentes.....	10
3.1.2 Formulación del problema	11
3.1.3 Descripción de la Solución	11
3.1.4 Justificación	11
3.2 Ingeniería Conceptual.....	12
3.2.1 Marco Teórico.....	12
3.2.2 Requerimientos de la Solución	18
3.2.3 Requerimientos Legales	22
3.3 Limitantes del Proyecto	22
3.3.1 Limitantes en lo Organizacional	22
3.3.2 Limitantes en lo legal	25
3.3.3 Limitantes en lo financiero	25

3.3.4	Limitantes en la infraestructura	25
3.3.5	Limitantes en el Tiempo	26
3.3.6	Riesgos del Proyecto	26
4.	Diseño de Producto	27
4.1	Ingeniería básica.....	27
4.1.1	Diagrama en bloques de la solución.....	27
4.1.2	Narrativa de los procesos que generan Solución	27
4.2	Ingeniería de Detalle	28
4.2.1	Diagramas y planos detallados de la solución	28
4.2.2	Lista de Elementos	31
4.2.3	Bienes de capital para la implementación de la solución	32
4.2.4	Evaluación de Factibilidad técnica del Proyecto	33
5.	Planificación del Proyecto	35
5.1	Árbol de tareas	35
5.2	Cronograma	37
6.	Costos del Proyecto	39
6.1	Costo Tareas de Último Nivel.....	39
6.1.1	Costo Conceptualización	39
6.1.2	Diseño de Producto	44
6.1.3	Implementación Rectificadores	48

6.1.4	Inicio de operación	55
6.2	Costo Tarea Principal	58
6.3	Costos Variables indirectos	60
6.4	Costos Fijos.....	61
6.5	Costos Variables directos	62
6.6	Costo Total Proyecto	62
7.	Precio de venta al público	63
8.	Referencias Bibliográficas	64

TABLA DE ILUSTRACIONES

Figura 1. Diagrama de bloques del proceso de anodizado	14
Figura 2. Diagrama de flujo del Anodizado	15
Figura 3. Organigrama del área administrativa de la empresa	23
Figura 4. Organigrama del area directiva y operativa de la empresa.....	24
Figura 5. Diagrama de Bloques de la Solución	27
Figura 6. Diagrama Unifilar Planta.....	28
Figura 7. Diagrama Unifilar Planta.....	29
Figura 8. Layout Planta	29
Figura 9. Diagrama Rectificador de Corriente	30
Figura 10. Diseño PCB de control	30
Figura 11. Árbol de Tareas	35
Figura 12. Árbol de Tareas tomada desde el Software Project.....	36
Figura 13. Cronograma del Proyecto	37
Figura 14. Lista de Tareas y cronograma de estas actividades.....	38
Figura 15. WBS del proyecto	59

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Paramentos del proceso de Anodizado	16
Tabla 2. Lista de Elementos del Rectificador	31
Tabla 3. Lista de maquinaria y equipos.....	32
Tabla 4. Lista de herramientas.....	32
Tabla 5. Lista de Vehículos	33
Tabla 6. Lista de Software y Licencias	33
Tabla 7. Costos de la Tarea Levantamiento de la Información	39
Tabla 8. Costos de la Tarea Solución Propuesta.....	39
Tabla 9. Costos de la Tarea Medición de Parámetros.....	40
Tabla 10. Costos de la Tarea Descripción del proceso	40
Tabla 11. Costos de la Tarea Especificaciones Técnicas del Producto.....	41
Tabla 12. Costos de la Tarea Requerimientos de calidad del Producto	41
Tabla 13. Costos de la Tarea Requerimientos legales y de contratación	42
Tabla 14. Costos de la Tarea Riesgos del Proyecto	42
Tabla 15. Costos de la Tarea Limitantes del Proyecto.....	43
Tabla 16. Costos de la Tarea Requerimientos del Proyecto	43
Tabla 17. Costo total de la Conceptualización	44
Tabla 18. Costos de la tarea Diagrama de bloques de la Solución	44
Tabla 19. Costos de la Tarea Descripción diagrama de bloques de la Solución	45
Tabla 20. Costos de la Tarea cálculo y dimensionamiento	45
Tabla 21. Costos de la Tarea diagrama y planos detallados.....	46
Tabla 22. Costos de la Tarea listado de elementos	46
Tabla 23. Costos de la Tarea bienes capital.....	47

Tabla 24. Costos de la Tarea factibilidad técnica del proyecto	47
Tabla 25. Costos de la Tarea diseño del producto	48
Tabla 26. Costos de la Tarea selección y compra de materiales.....	48
Tabla 27. Costos de la Tarea prueba de equipos en fabrica	49
Tabla 28. Costos de la Tarea recepción de materiales	49
Tabla 29. Costos de la Tarea diagrama arquitectónico y localización de equipos	50
Tabla 30. Costos de la Tarea instalación red eléctrica rectificadores	50
Tabla 31. Costos de la Tarea pruebas red eléctrica.....	51
Tabla 32. Costos de la Tarea construcción de rectificadores	51
Tabla 33. Costos de la Tarea prueba de rectificadores.....	52
Tabla 34. Costos de la Tarea montaje rectificadores en la planta.....	52
Tabla 35. Costos de la Tarea Instalación Sensor de Temperatura en Baño Químico	53
Tabla 36. Costos de la Tarea construcción HMI	53
Tabla 37. Costos de la Tarea pruebas de funcionalidad.....	54
Tabla 38. Costos de la Tarea Puesta en Servicio de Rectificadores	54
Tabla 39. Costos de la Tarea implementación rectificadores.....	55
Tabla 40. Costos de la Tarea Capacitacion.....	55
Tabla 41. Costos de la Tarea monitoreo de rectificadores	56
Tabla 42. Costos de la Tarea documento de garantía.....	56
Tabla 43. Costos de la Tarea Documento Para Soporte Técnico.....	57
Tabla 44. Costos de la Tarea Documentacion AS BUILT	57
Tabla 45. Costos de la Tarea inicio de Operación	58
Tabla 46. Costos de las tareas nivel 3, nivel 2, nivel 1	58
Tabla 47. Costos variables indirectos.....	60

Tabla 48. Costos de los gastos generales	60
Tabla 49. Costos del prorrateo del overhead del proyecto	61
Tabla 50. Costos de las licencias de operacion.....	61
Tabla 51. Costos fijos del proyecto.....	61
Tabla 52. Costos variables directos.....	62
Tabla 53. Costo total del proyecto	62

1. Introducción

Con el fin de llevar a cabo la culminación los estudios de la especialización en Instrumentación Electrónica en la Universidad Santo Tomas se plantea y evalúa un proyecto de ingeniería. El objetivo es calcular la viabilidad que tiene este al ejecutarlo en el sector industrial del área Colombiana. Además de poner en práctica los conocimientos adquiridos en la especialización y utilizar la experiencia técnica adquirida como profesional de Ingeniería.

El tema a tratar es la implementación de una solución para el sector de la industria galvánica que usa un proceso de electrolisis que básicamente se trata de una reacción química de óxido reducción usado para el recubrimiento de partes metálicas, específicamente este proceso se llama anodizado en donde se observa que la solución que se ofrece aquí en el documento puede mejorar calidad de sus productos y disminuir sobre costos de producción.

Uno de los grandes problemas que enfrenta el microempresario del sector de la galvanoplastia es referente a la calidad de producto, eficiencia y velocidad del proceso, así que es por ello necesario evaluar la implementación de rectificadores de corriente tengan sistema de control y monitoreo para tener mayor eficiencia y control del proceso.

2. Objetivos

2.1 Objetivo General

Diseñar y evaluar la viabilidad de la propuesta acerca de la instalación y puesta en marcha de rectificadores de corriente en procesos electrolíticos con sistema de control y monitoreo.

2.2 Objetivos Específicos

- Diseñar una propuesta de ingeniería que permita la solucionar los problemas presentados en el sector galvánico.

- Formular una propuesta técnica para mejorar la calidad de la producción y mejorar utilización de los recursos energéticos.
- Realizar una propuesta económica del proyecto para hacer la evaluación financiera para determinar la relación tiempo-costos.

3. Conceptualización

3.1 Caso de Negocio

3.1.1 Antecedentes

El sector galvanico comprende todos aquellos procesos donde cubren la recuperación de metales y los recubrimientos vía electrolítica sobre diferentes superficies o materiales como los metales y el plástico con fines decorativos y de protección contra la corrosión, dadas las propiedades que presentan estas películas entre las cuales se destacan; la dureza, uniformidad, estabilidad y buen aspecto.

Debido al crecimiento constante en Colombia a partir de las últimas dos décadas de esta industria en el mercado se encuentran un gran número de este tipo de empresas lo cual representa un mercado potencial para el proyecto que se está creando, ya que por lo general un 90% de estas industrias presentan los mismos problemas en cuanto a las necesidades de mejorar sus procesos e innovar en los mismos a través de la tecnología.

A nivel industrial el Sector electrolítico hace parte de la Cadena Productiva Metalmeccánica aportando bienes de consumo intermedio y bienes de capital, la producción de esta industria en su mayoría se destina principalmente al consumo interno del país.

Uno de los grandes problemas que enfrenta el microempresario del Sector de la galvanoplastia es de calidad, velocidad y eficiencia en el proceso, en nuestro caso vamos a

realizar la solución para una empresa de este sector enfocado específicamente en el proceso de anodizado llamada Multiacabados y Anodizados SION aunque es una solución para el sector de la galvanoplastia en general.

El empresario se ve afectado por esta problemática en baja calidad en la producción, reproceso, tiempos de producción mayores para obtener el producto final y eficiencia en la corriente suministrada.

3.1.2 Formulación del problema

El problema que se observa es que la mayoría de las empresas de la industria electrolítica incurren en mala calidad en sus productos ya que sus procesos no están bajo control y supervisión.

3.1.3 Descripción de la Solución

Para solucionar la problemática de la mayoría de las empresas de la industria electrolítica en especial de la empresa MULTIACABADOS Y ANODIZADOS SION para los cuales se está diseñando la solución se implementaran dos (2) rectificadores de corriente de 3000 Amperios cada uno con un sistema de control y monitoreo garantizando que el rectificador este totalmente controlado y el baño químico este monitoreado logrando mayor eficiencia sin tener desperdicios de recursos permitiendo que sus productos sean de mejor calidad pero principalmente manteniéndola, adicionalmente se reducirá el tiempo del proceso mejorando las velocidades de producción.

3.1.4 Justificación

Al implementar esta propuesta el cliente tendrá un beneficio económico ya que la producción mejora en rendimiento y calidad lo cual permite que el cliente se posicione como una de las

mejores plantas del sector y que el ingreso mensual sea mucho mayor y pueda atender la necesidad de más clientes satisfaciendo a cada uno de ellos.

La eficiencia de los rectificadores será mucho mejor lo cual hace que tengan consumo de energía menor que se ve representado en reducciones del cobro eléctrico y en la calidad del proceso ya que al mejorar la eficiencia de energía garantiza que tenga menos perdidas en el proceso y ayuda a mejorar los índices de contaminación ambiental respecto al sector energético.

3.2 Ingeniería Conceptual

3.2.1 Marco Teórico

3.2.1.1 Descripción del servicio actual

El sector galvanico comprende todos aquellos recubrimientos vía electrolítica sobre diferentes superficies con fines decorativos y de protección contra la corrosión, dadas las propiedades que presentan estas películas entre las cuales se destacan; la dureza, uniformidad, estabilidad y buen aspecto. A nivel industrial el Sector electrolítico hace parte de la Cadena Productiva Metalmecánica aportando bienes de consumo intermedio y bienes de capital, la producción de esta industria en su mayoría se destina principalmente al consumo interno del país.

La industria electrolítica o galvanica es conocida por este nombre en honor a Luigi Galvani y ha tenido gran crecimiento en la última década por su gran expansión para neutralizar las pérdidas de metales no estables por la corrosión de acuerdo a un estudio realizado por el ministerio del medio ambiente y la red de soluciones empresariales fundes en el 2006 se encuentra que en Colombia hay aproximadamente 2500 talleres dedicados a procesos galvanicos de los cuales gran parte de estas empresas se encuentran en Bogotá, alrededor de 325 industrias de carácter formal y por lo menos 400 informales.

Los procesos por vía electrolítica hacen mención al recubrimiento de un objeto con una capa delgada de metal, donde los materiales más comunes para el recubrimiento son Oro, Plata, Cromo, Estaño, Níquel, Zinc y su principal objetivo es aplicar pequeñas capas de metales sobre sustratos metálicos o plásticos y se clasifican según su aplicación en:

1. Depósitos con efecto protector y decorativo (Norma ASTM 456).
2. Depósitos con efecto protector (Norma ASTM B 633 – ASTM B 546).
3. Depósitos con efecto protector y decorativo sobre plástico (Norma B 604).

Este proceso consta en tres pasos fundamentales que son la preparación de la superficie, tratamiento y acabado por lo tanto el proceso consiste básicamente en cambios químicos producidos por la corriente eléctrica donde son indispensable los rectificadores de Corriente, el reactor electrolítico o baño químico, un electrolito, un ánodo y un cátodo ya que al inyectar una corriente sobre el reactor electrolítico realizan la capa de protección o decorativa sobre la superficie a tratar.

Entre los diferentes procesos electrolíticos se encuentra el anodizado que es un proceso electroquímico de oxidación este proceso busca la conversión del aluminio a óxido de aluminio (Al_2O_3) lo cual significa que forma una capa protectora de óxido de aluminio sobre la superficie del aluminio base en algunas pocas micras o hasta 25 o 30 micras en el anodizado de protección y en el anodizado duro hasta de 100 micras.

El proceso consiste en someter al aluminio a una inmersión de ácido sulfúrico generalmente y el proceso general es el siguiente:

1. Desengrase: Se busca eliminar todo tipo de grasas ya sea de tipo mineral o vegetal, se realiza en un medio alto y a temperaturas altas.

2. Decapado: Se utiliza para eliminar óxidos generados en procesos previos el cual usa soda cáustica (NaOH) en una concentración de 50 y 240 g/L a una temperatura de 50 -60°C.

3. Neutralizado: se utiliza para detener el ataque de la soda y se trabaja a temperatura ambiente utilizando ácido nítrico al 1%.

4. Anodizado: el baño es una celda galvánica en la cual el ánodo es el perfil y por lo tanto va a ser oxidado y se utiliza ácido sulfúrico (H₂SO₄) con una concentración de 150 – 180 g/L y debe mantenerse entre 18°C - 22°C por lo cual se requiere refrigeración porque la reacción es exotérmica.

5. Sellado: Se sumerge el aluminio en agua caliente a 90 -100 °C para cerrar los poros.

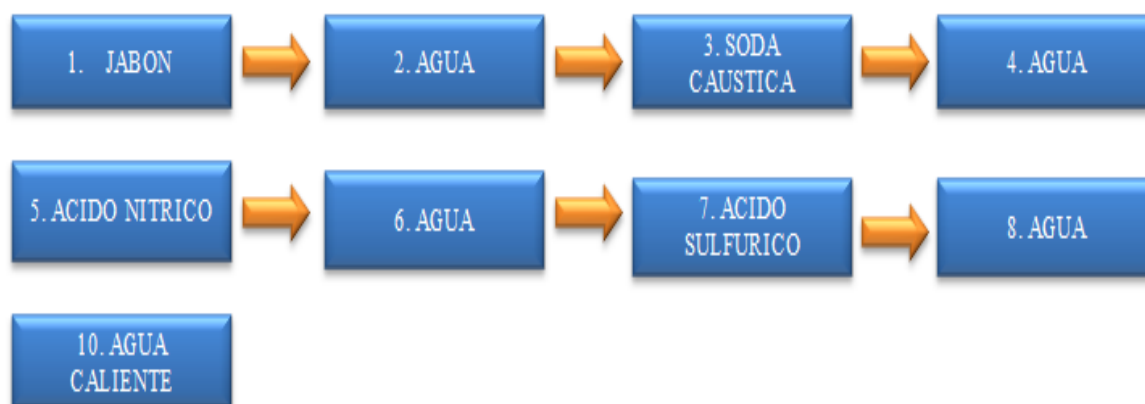


Figura 1. Diagrama de bloques del proceso de anodizado

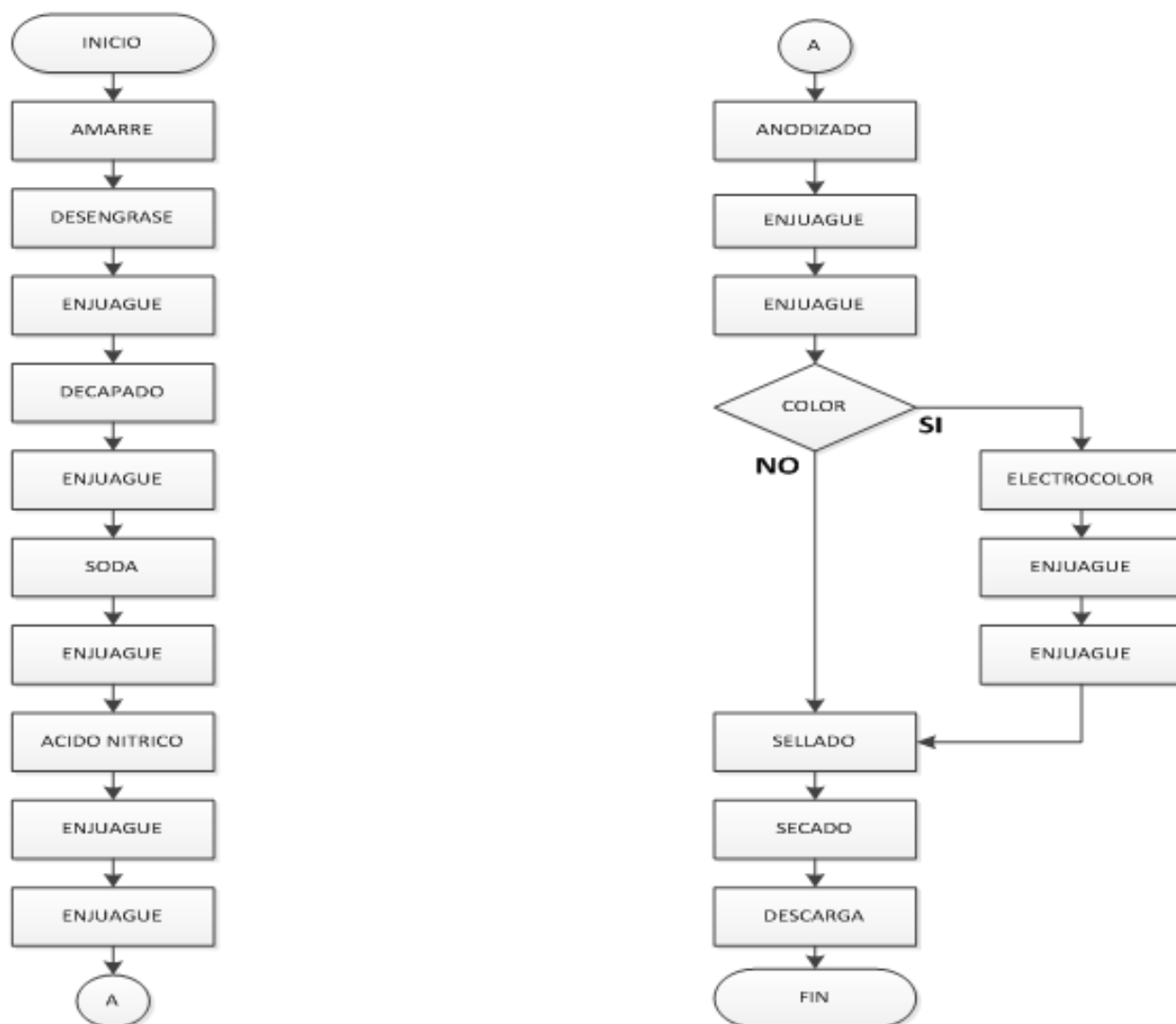


Figura 2. Diagrama de flujo del Anodizado

Al controlar y monitorear todos los parámetros del rectificador de corriente y la temperatura del baño químico se obtiene control en el proceso, que lo hace más eficiente permitiendo mejorar la calidad y los tiempos de producción que se ve representando en dinero para el cliente.

Tabla 1

Parámetros del proceso de anodizado

ALGUNOS PARÁMETROS DEL PROCESO DE ANODIZADO		
BAÑOS	DESCRIPCIÓN	PARÁMETROS
DESENGRASE	desengrase	30-50 g/l
	Eliminador de Piedra	Aprox 2 g/l
	Temperatura	40 - 60°C
	Tiempo	5-15 min
DECAPADO	Decapante	50 - g/l
	Eliminador de Piedra	Aprox 2 g/l
	Humectante	Aprox 0.3 - 2.0 g/l
	Temperatura	55°C - 70°C
	Tiempo	10 - 20 min
	Aluminio	40 g/l Max
SODA	Soda Caustica	50 - g/l
	Decapante	Aprox 2 g/l
	Humectante	Aprox 0.3 - 2.0 g/l
	temperatura	50°C-55°C
	tiempo	3-8 min
	aluminio	40 g/l Max
NÍTRICO	ácido nítrico	50-70 g/l
	Temperatura	Ambiente
ANODIZADO	ácido sulfúrico	170-180 g/l
	aluminio	Max 22 g/l
	temperatura	18° - 22°C
	densidad de corriente	1.5 A/dm ²
	voltaje	Aprox 17.5 V
	humectante	Aprox 0.3 - 2.0 g/l
	tiempo	30 - 45 min
SELLADO	aditivo de sellado	1 - 3 g/l
	PH	5.6 - 6.0
	Temperatura	Punto de ebullición
	Tiempo	3 min / ?min
SECADOR	Temperatura	50°C
	Tiempo	15 min

3.2.1.2 Estado del arte

Por lo general el sector de recubrimientos aproximadamente de 10 años atrás no tenía la tendencia a preocuparse por automatizar los procesos, pero esto ha venido cambiando debido a la

tendencia de la globalización, los tratados de libre comercio, las certificaciones de calidad etc. Como resultado se ha ejercido presión en esta industria de tal manera que hoy están buscando empresas o personas capaces de proporcionar la tecnología necesaria para volverse más competitivo en el mercado.

Existen varias empresas a nivel nacional e internacional que proporcionan los rectificadores de corriente para procesos galvánicos entre las cuales encontramos las siguientes:

1. DYNAPOWER es una empresa estadounidense de mayor relevancia en la construcción de sistemas de energía entre los más importantes los rectificadores de corriente.
2. Existen empresas chinas tales como Xintongli y GERE entre otras empresas dedicadas a la fabricación de rectificadores de corriente.
3. Coverttec es una empresa chilena fundada en 1996 que ofrecen entre sus productos rectificadores de corriente para procesos galvánicos.
4. Proinex y servelec son algunas de las empresas argentinas que también se dedican entre sus diversos productos a la fabricación de rectificadores de corriente.
5. En Colombia existen varias empresas dedicadas a la construcción de rectificadores de corriente para procesos electrolíticos como Energacol, Retcog, Inelpro, Rectificadores MIT y Tecnologías Sion que son empresas que tienen una larga trayectoria en esta rama y ofrecen rectificadores de muy buenas características.

Las empresas anteriormente nombradas son algunas de las más reconocidas en la fabricación de Rectificadores en Colombia pero ellos solo se enfocan en la construcción de los rectificadores, pero no tienen en cuenta la importancia de controlar y supervisar totalmente el proceso lo cual es la parte fundamental de nuestra solución ya que de esta forma podemos tener más control sobre las diferentes variables del proceso.

Con la regulación del rectificador más precisa, el control de sus variables y la temperatura del baño químico nos ayudan a que el rectificador sea más eficiente y de esta manera mejorar la calidad del proceso además en la mayoría de la industria colombiana los rectificadores son electromecánicos donde la regulación se realiza por medio de TAPS o auto-transformado, también se puede regular con variac para tener regulación continua pero las pérdidas son mayores y no se puede controlar el equipo de una forma adecuada además para rectificadores de altas capacidades es más grande y costoso.

3.2.2 Requerimientos de la Solución

3.2.2.1 Requerimientos de funcionamiento

Para obtener un resultado óptimo al implementar la solución se requiere implementar dos rectificadores de corriente totalmente automatizados que adicionalmente nos permita supervisar y controlar el proceso tanto los baños químicos como el tiempo.

Este control ayudara a que no se presenten reproceso, que la velocidad de producción mejore ya que se reducirá el tiempo en un 33.3 % pasando de 45 minutos hasta 30 minutos, mayor eficiencia en el rectificador lo cual mejora el rendimiento y todo esto permite garantizar buena calidad en el producto final.

A continuación se enumeran las características técnicas que debe cumplir la solución para los dos rectificadores para dar alcance al problema:

- ☐ Rectificador de Corriente con salida (DC) de 3000 A – 18 V
- ☐ Protocolo de Comunicación por ETHERNET INDUSTRIAL
- ☐ Control ON/OFF para el Rectificador.
- ☐ Control por Angulo de Fase para regulación de voltaje.
- ☐ Control Integrado de ondas pulsantes.

- ☐ Control de Tiempo del proceso (Baño Químico).
- ☐ Control de refrigeración SCR's.
- ☐ Desconexión por sobrecorriente.
- ☐ Desconexión por altas temperaturas
- ☐ Alarmas Visuales y Auditivas
- ☐ Apagado de Emergencia (EPO).
- ☐ Monitoreo de Temperatura baño químico.
- ☐ Monitoreo de Temperatura SCR's.
- ☐ Monitoreo Temperatura Transformador.
- ☐ Monitoreo de Corriente por Fases de Entrada.
- ☐ Monitoreo de Corriente de Salida.
- ☐ Monitoreo de Voltaje de Entrada.
- ☐ Monitoreo de Voltaje Salida.
- ☐ Carcaza de almacenamiento con protección IP 65.

3.2.2.2 *Requerimientos de montaje Físico*

Las principales características para realizar la instalación se presentan a continuación:

- ☐ Altura mínima de 5 metros
- ☐ Piso industrial con capacidad de 1 tonelada por rectificador.
- ☐ Área adecuado para su instalación y puesta en marcha
- ☐ Ductos Conduit IMC o EMT
- ☐ Es necesario una montacarga para sacar el equipo del tanque de refrigeración

3.2.2.3 *Requerimientos de ambiente de Operación*

Los rectificadores con sus respectivos controles deben cumplir con los siguientes requisitos para poder trabajar en condiciones normales:

- ☐ Entrada Trifásica (3 Fases + 1 Tierra).
- ☐ Circuito para Alimentación de Rectificadores (Fases # 2/0 AWG – Tierra # 2 AWG)
- ☐ Acometida con capacidad para 115 KVA
- ☐ Tensión de entrada de 208 Voltios.
- ☐ Espacio Adecuado para su instalación
- ☐ El control no debe quedar a la intemperie
- ☐ Tarjeta electrónica debe estar a temperatura ambiente
- ☐ La etapa de potencia debe estar a 80°C Máximo
- ☐ Ambiente con baja humedad
- ☐ Ambiente con baja polución
- ☐ Iluminación adecuada de alrededor de 500 Lumens.
- ☐ El rectificador debe manejar la carga entre los rangos permitidos ya que perjudica la etapa

de potencia del Control.

Para controlar la polución y la humedad del control se realizara la instalación de las tarjetas electrónicas dentro de Cajas con protecciones IP 65 para no permitir el ingreso de polvo y agua ya que en la planta se encuentran problemas por polución y vapores.

3.2.2.4 *Requerimientos de Gestión*

El personal que manejara estos controles para los rectificadores es el plantero y el ingeniero encargado, para los cuales se les dará una capacitación adecuada y se les explicara cada una de las variables a monitorear y sobre que parámetros deben estar, adicional a esto tendrá las

respectivas alarmas visuales y auditivas el HMI será de fácil acceso y tendrá algunas restricción de administración que solo las maneja el ingeniero encargado esto con el fin de no incurrir en des configuración del equipo.

3.2.2.5 *Requerimientos de Normatividad y de Calidad*

Se deben tener en cuenta las siguientes normas técnicas vigentes:

- ☐ Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctrica (RETIE).
- ☐ Código Eléctrico Colombiano (NTC – 2050).
- ☐ IEC (International Electrotechnical Commission)
- ☐ IPC (Association Connecting Electronic Industries)
- ☐ Norma DIN 40801
- ☐ Norma DIN 40803
- ☐ Norma DIN 40804
- ☐ Norma DIN 41494
- ☐ Norma IEC C 52
- ☐ Norma UNE 20552
- ☐ Norma UNE 20621
- ☐ Norma EN 123500/A2:1995
- ☐ American National Standards Institute (ANSI)
- ☐ ASTM 456
- ☐ ASTM B 633
- ☐ ASTM B 546

3.2.3 Requerimientos Legales

☐ Contrato comercial de las mejoras tecnológicas con las clausulas correspondientes, autenticado en notaria.

- ☐ Presentación del Rut.
- ☐ Registro mercantil en la cámara de comercio
- ☐ Registro del Rut ante la Dian
- ☐ Cuenta de Cobro o Factura según sea el caso.
- ☐ Certificado de Uso de suelos.
- ☐ Que todo el personal que ingrese

3.3 Limitantes del Proyecto

3.3.1 Limitantes en lo Organizacional

El personal requerido para el proyecto que tiene la compañía actualmente es el adecuado para realizar el proyecto ya que tienen el conocimiento y la experiencia previa en proyectos de este tipo lo cual es importante para garantizar la calidad del producto final entregado al cliente.

El personal para realizar la ejecución del proyecto y el personal administrativo de la empresa se representa a continuación:

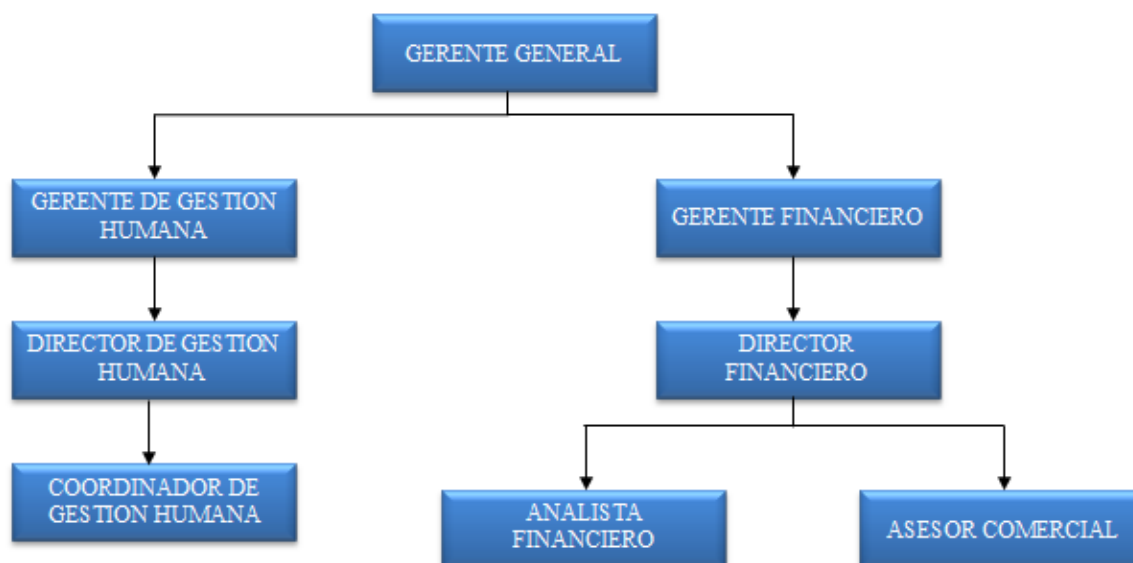


Figura 3. Organigrama del área administrativa de la empresa

PERSONAL DIRECTIVO:

1. Gerente de proyectos: Ingeniero electrónico, eléctrico o electromecánico con conocimientos y experiencia en evaluación y gestión de proyectos.
2. Director de Ingeniería: Ingeniero electrónico, eléctrico o electromecánico con amplia experiencia en diseño de ingeniería.
3. Director de Instalaciones: Ingeniero electrónico, eléctrico o electromecánico con amplia experiencia en evaluación y gestión de proyectos.
4. Coordinador de Ingeniería: Ingeniero electrónico, eléctrico o electromecánico con amplia experiencia en diseño y gestión de proyectos.
5. Coordinador de Instalaciones: Ingeniero electrónico, eléctrico o electromecánico con amplia experiencia en implementación y gestión de proyectos.

PERSONAL OPERATIVO:

1. Ingeniero de diseño: Profesional en ingeniería electrónica con amplios conocimientos en sistemas de control, potencia e instrumentación.
2. Ingeniero Electromecánico: Ingeniero con experiencia en Instrumentación o automatización con amplios conocimientos en gestión de proyectos.
3. Ingeniero de Redes: Ingeniero Eléctrico con experiencia en sistemas de baja y media tensión
4. Ingeniero Instalaciones: Profesional en ingeniería electrónica o Ingeniería Eléctrica con conocimientos en proyectos de redes eléctricas y sistemas de control.
5. Auxiliar de Ingeniería: Tecnólogo, Técnico o estudiante de ingeniería con conocimientos en diseño de sistemas de control y potencia.
6. Técnico de instalaciones: Profesional técnico con conocimiento en electrónica y electricidad con experiencia específica en instalación.
7. Técnico de Redes: Profesional técnico con conocimiento electricidad con experiencia específica en instalación.

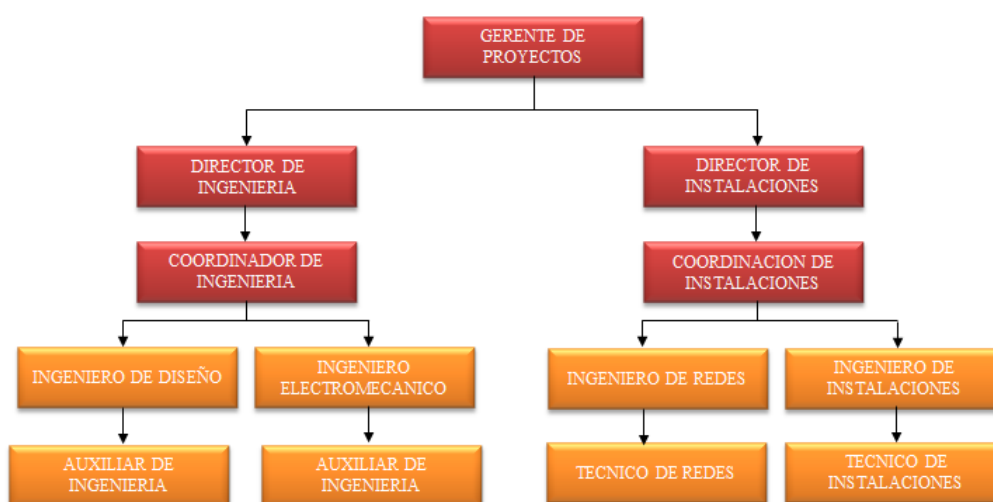


Figura 4. Organigrama del área directiva y operativa de la empresa

3.3.2 Limitantes en lo legal

☐ Contrato comercial de las mejoras tecnológicas con las clausulas correspondientes, autenticado en notaria.

☐ Presentación del Rut.

☐ Registro mercantil en la cámara de comercio

☐ Registro del Rut ante la Dian

☐ Cuenta de Cobro o Factura según sea el caso.

☐ Certificado de Uso de suelos.

☐ Que todo el personal que ingrese

☐ Los profesionales que intervengan en el proyecto deben tener su tarjeta profesional vigente.

3.3.3 Limitantes en lo financiero

Para cumplir con la solución del proyecto es necesario tener en cuenta los materiales del proyecto, la depreciación de herramienta y materiales, los costos de movilidad, costos de construcción, la infraestructura necesaria para el desarrollo del proyecto, los costos de nómina de los profesionales que intervienen en el proyecto, los diseños, documentación requerida por lo cual el proyecto tiene un valor de Doscientos Millones de Pesos (\$ 200'000.000).

3.3.4 Limitantes en la infraestructura

Para la ejecución del proyecto en la empresa donde se va a realizar la implementación es necesario tener los equipos, herramientas listados a continuación:

1. Monta carga.

2. Instrumentación Adecuada

3. Herramienta.

4. Área de trabajo de adecuada
5. Elementos de Protección Personal (EPP).
6. Bodega para realizar la construcción y pruebas
7. Oficinas para desarrollar la documentación y diseños

Para la empresa que se está diseñando la solución es fundamental cambiar las redes eléctricas ya que para alimentar los rectificadores es necesario que las redes eléctricas sean más robustas.

3.3.5 Limitantes en el Tiempo

La entrega de los dos (2) rectificadores de 3000 Amperios – 18 voltios con sistema de control y monitoreo está estipulado para 90 días después de firmado el contrato realizando las pruebas correspondientes y entregables para el cliente lo cual es un tiempo suficiente para terminar el proyecto.

3.3.6 Riesgos del Proyecto

Todo proyecto tiene riesgos los cuales deben ser mitigados y en este proyecto los riesgos principales son: Atrasos en tiempos de Instalación, Adquisición de materiales, incidentes como posibles fallas de funcionamiento del sistema o de los recursos humanos y físicos que deben ser mitigados con un cronograma debidamente establecido donde se tendrán en cuenta los tiempos máximos por cada actividad con el fin de no tener retrasos con la instalación y adquisiciones programadas en el tiempo y con un buen uso de los recursos Humanos y Físicos para no tener sobrecostos en el proyecto e incurrir en pérdidas económicas.

4. Diseño de Producto

4.1 Ingeniería básica

4.1.1 Diagrama en bloques de la solución

El siguiente diagrama de bloques pertenece a un rectificador de corriente y la parte en la que vamos a intervenir es en la etapa de control y monitoreo.



Figura 5. Diagrama de Bloques de la Solución

4.1.2 Narrativa de los procesos que generan Solución

El diagrama de bloques anterior muestra un rectificador de corriente que es transformar corriente alterna (CA) con una etapa de rectificación para convertir la salida en corriente Directa (CD) reduciendo la tensión de funcionamiento ya que ingresa 220 v y utilizamos 18 V DC pero a corrientes de 3000 Amperios lo cual se diseñan con una etapa de control y monitoreo de las variables del rectificador y la temperatura del baño químico.

Este sistema consta de una fuente que alimenta la etapa de control y la tarjeta de ondas pulsantes, la tarjeta de control recibe la señal de la red trifásica para realizar el circuito que permitirá el control de los SCR's con el fin de tener la salida del rectificador regulando en el punto exacto requerido por el cliente. Al entrar a operar la tarjeta de ondas pulsantes podemos

variar la frecuencia de la salida del rectificador aunque esta tarjeta operara en el momento que el cliente lo considere pertinente.

Las variables de entrada y salida son las magnitudes a controlar y monitorear como (Temperatura en el rectificador como en el baño químico, Corrientes de cada fase de entrada al rectificador lo cual es necesario para controlar que el sistema este balanceado y no tener pérdidas en el rectificador, La corriente de salida del Rectificador, Los voltajes de entrada y salida del rectificador, las señales de parada de emergencia, señales ON/OFF del rectificador, El control de tiempo del Proceso, Limitador de corriente y temperatura) donde estará una interfaz de usuario para controlar las variables y monitorear todo el proceso.

4.2 Ingeniería de Detalle

4.2.1 Diagramas y planos detallados de la solución

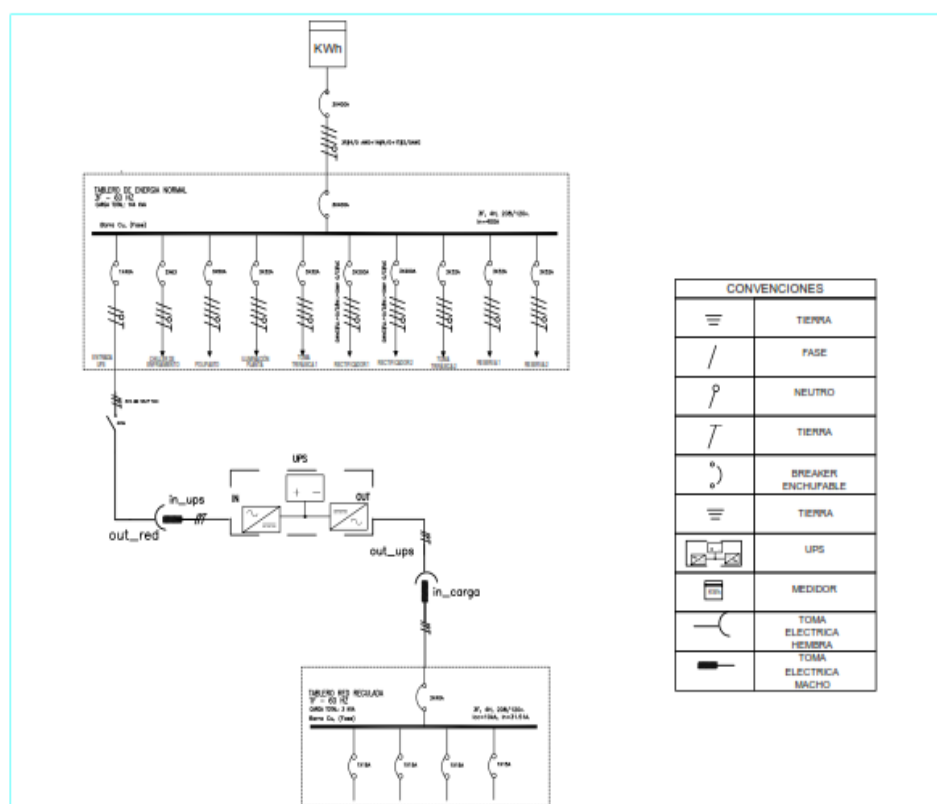


Figura 6. Diagrama Unifilar Planta

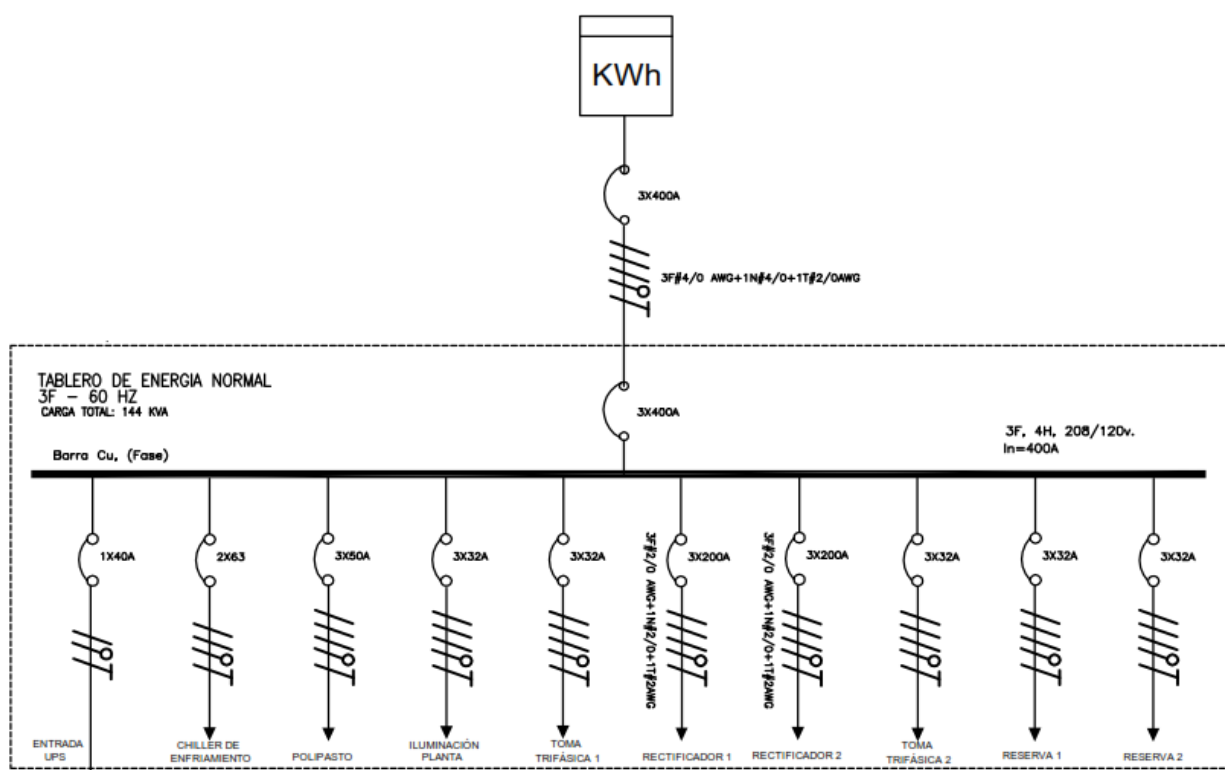


Figura 7. Diagrama Unifilar Planta

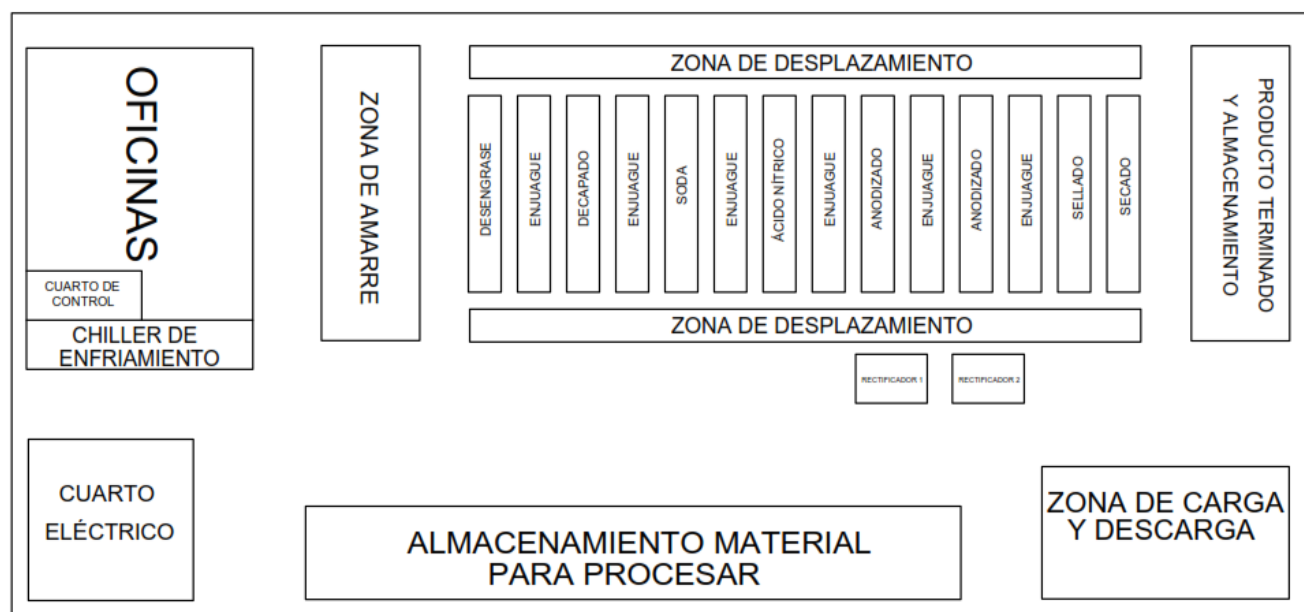


Figura 8. Layout Planta

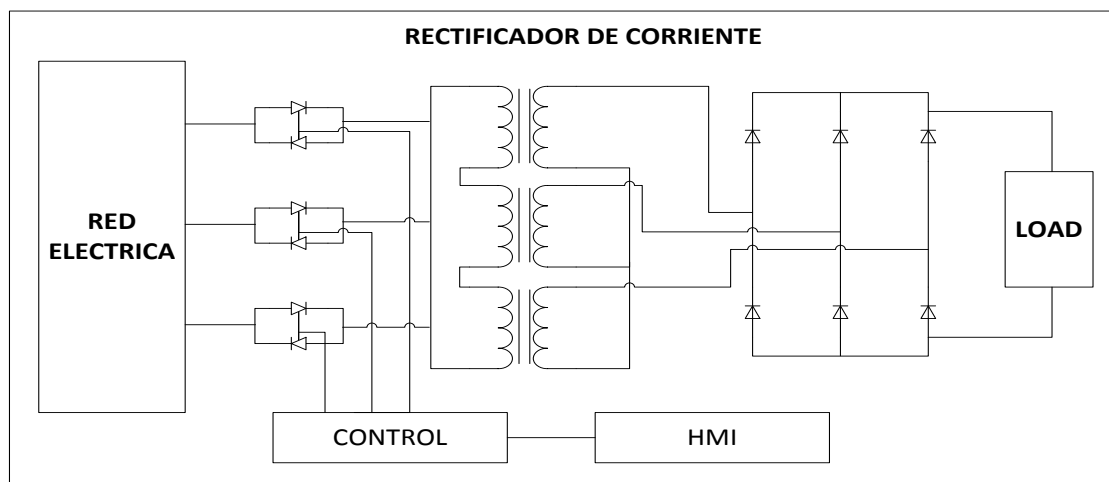


Figura 9. Diagrama Rectificador de Corriente

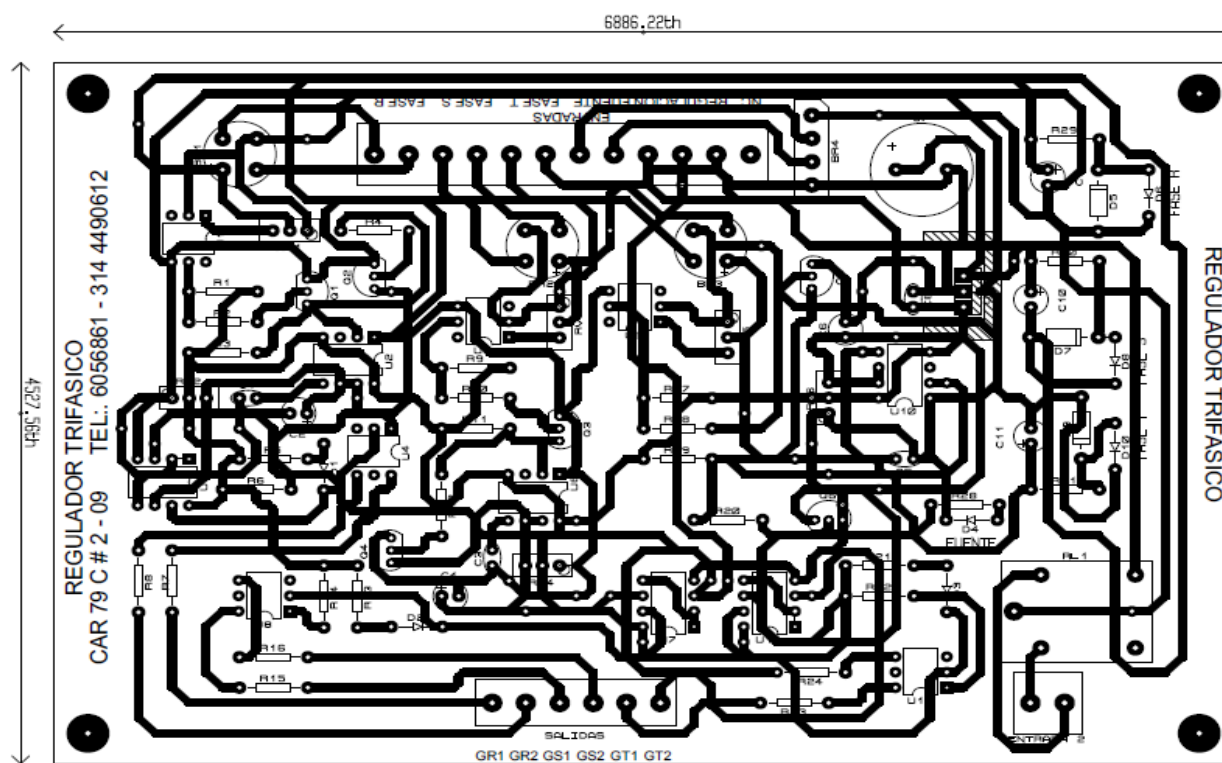


Figura 10. Diseño PCB de control

4.2.2 Lista de Elementos

Tabla 2

Listado de elementos del rectificador.

ELEMENTOS RECTIFICADOR DE CORRIENTE				
ITEM	Descripción	Cantidad Rectificador 1	Cantidad Rectificador 2	Cantidad Total
1	Cable # 2/0 AWG THHN (metros)	60	60	120
2	Conductor # 2 AWG THHN (metros)	20	20	40
3	Bandeja Portacable (metros)	20	20	40
4	Varilla Roscada de 1/2" (metros)	15	15	30
5	Tornillos y Arandela de 1/2"	50	50	100
6	Totalizador 200 Amperios	1	1	2
7	Terminales para Cable # 2/0 AWG	12	12	24
8	Terminales para Cable # 2 AWG	4	4	8
9	Tanque Con Radiadores para 250 GLNS	1	1	2
10	Aceite Dieléctrico Mineral P/Transf. 55Kv (55 GLNS)	7.5	7.5	15
11	Transformador Trifásico de Potencia (Salida 3000 Amperios - 18 Voltios)	1	1	2
12	Estructura Según Especificaciones	1	1	2
13	Platinas de cobre 80 mm X 5 mm (metros)	10	10	20
14	Voltímetro	1	1	2
15	Amperímetro	1	1	2
16	Contactor de 200 Amperios	1	1	2
17	Lámpara Tipo Led 110-220 V	1	1	2
18	Bocina de alta potencia	1	1	2
19	Diodos de 300 Amperios	18	18	36
20	Potenciómetro industrial alta linealidad	1	1	2
21	Cable Rojo # 14 AWG rollo de 100 metros	1	1	2
22	Cable Blanco #14 AWG rollo de 100 metros	1	1	2
23	Cable Verde # 14 AWG rollo de 100 metros	1	1	2
24	Cable Negro # 14 AWG rollo de 100 metros	1	1	2
25	Fusibles Tipo NH-1 gl 200 A	3	3	6
26	Pulsador Doble XB4-BL73415	1	1	2
27	Para de emergencia Diámetro 40 color rojo contra fraude XB4-BT42	1	1	2
28	Selector XB4-BD33	1	1	2
29	Bloques de Conexión en Riel DIN para 10 A	15	15	30
30	Sensor de Temperatura Pt-100 extensión en Fibra de Vidrio Clase B, DIN EN 60751	3	3	6
31	Disipadores bloque de 60 cm	6	6	12
32	Termocupla Bulbo Recto 0-500°C con cable de extensión en Fibra de Vidrio	1	1	2

33	Transformadores de intensidad de 100/5	3	3	6
34	SCR's 300 A	3	3	6
35	Transformador 1 A - 12 VDC	4	4	8
36	Componentes Electrónicos(Transistores, Integrados, Opto acopladores, Potenciómetros, Resistencias, Condensadores, Resistencias, Temporizadores, Led, Trimmer entre otros dispositivos) Según Diseño	1	1	2
37	Construcción de PCB	1	1	2
38	Ventilador Tarjeta	1	1	2
39	Pantallas HMI	1	1	2
40	Caja de Protección IP 65	1	1	2

4.2.3 Bienes de capital para la implementación de la solución

4.2.3.1 Maquinaria y equipos

Tabla 3

Listado de maquinaria y equipos

Ítem	Descripción	Cantidad
1	Montacarga	2 Días
2	Andamios Certificados	8 secciones
3	Diferencial de 3 Tonelada	1
4	Escaleras Plegables	2

4.2.3.2 Herramientas

Tabla 4

Lista de herramientas

Ítem	Descripción	Cantidad
1	Osciloscopio	1
2	Multímetros Digitales	3
3	Pinza Voltiamperimetrica	3
4	Computador Portátil	11

4.2.3.3 Vehículos

Tabla 5

Lista de Vehículos

Ítem	Descripción	Cantidad
1	Camioneta de carga de 5 toneladas	1
2	Vehículo para Transporte	1

4.2.3.4 Software y Licencias

Tabla 6

Lista de Software y Licencias

Ítem	Descripción	Cantidad
1	Licencia de AutoCAD	1
2	Licencia de Microsoft Windows	1
3	Licencia de Microsoft Office	1
4	Licencia de Microsoft Project	1

4.2.3.5 Entrenamientos y Certificaciones

No requieren de ningún tipo de entrenamiento ya que el personal que está desarrollando el proyecto está capacitado previamente, y nuestro personal realizara una capacitación previa a los colaboradores del cliente para realizar como se debe tener un uso adecuado del rectificador.

4.2.4 Evaluación de Factibilidad técnica del Proyecto

El proyecto es técnicamente viable ya que los materiales, elementos, herramientas son fáciles de obtener lo cual garantiza que no tengamos ningún retraso por materiales o herramientas necesaria para desarrollar el proyecto, además el personal que está a cargo del proyecto tiene los conocimientos y se encuentra en la capacidad de desarrollarlo a cabalidad.

Después de realizar las visitas previas, la ingeniería básica y de detalle podemos observar que el proyecto no es complejo pero requiere de compromiso y esfuerzo por cada uno de los participantes.

Dentro el desarrollo del proyecto y como se especificó inicialmente es necesario que cuente con la infraestructura eléctrica necesaria para poder realizar la instalación ya que los rectificadores manejan cargas independientes de 54 KVA que al realizar las visitas y de acuerdo al aumento de carga realizado por el cliente es viable la instalación pero es necesario realizar la instalación eléctrica para cada rectificador ya que con la instalación actual no es posible su conexión y puesta en marcha pero dentro de lo acordado con el cliente nosotros nos hacemos cargo de esa instalación adicional al proyecto central que son los rectificadores con el sistema de control y monitoreo

5. Planificación del Proyecto

5.1 Árbol de tareas

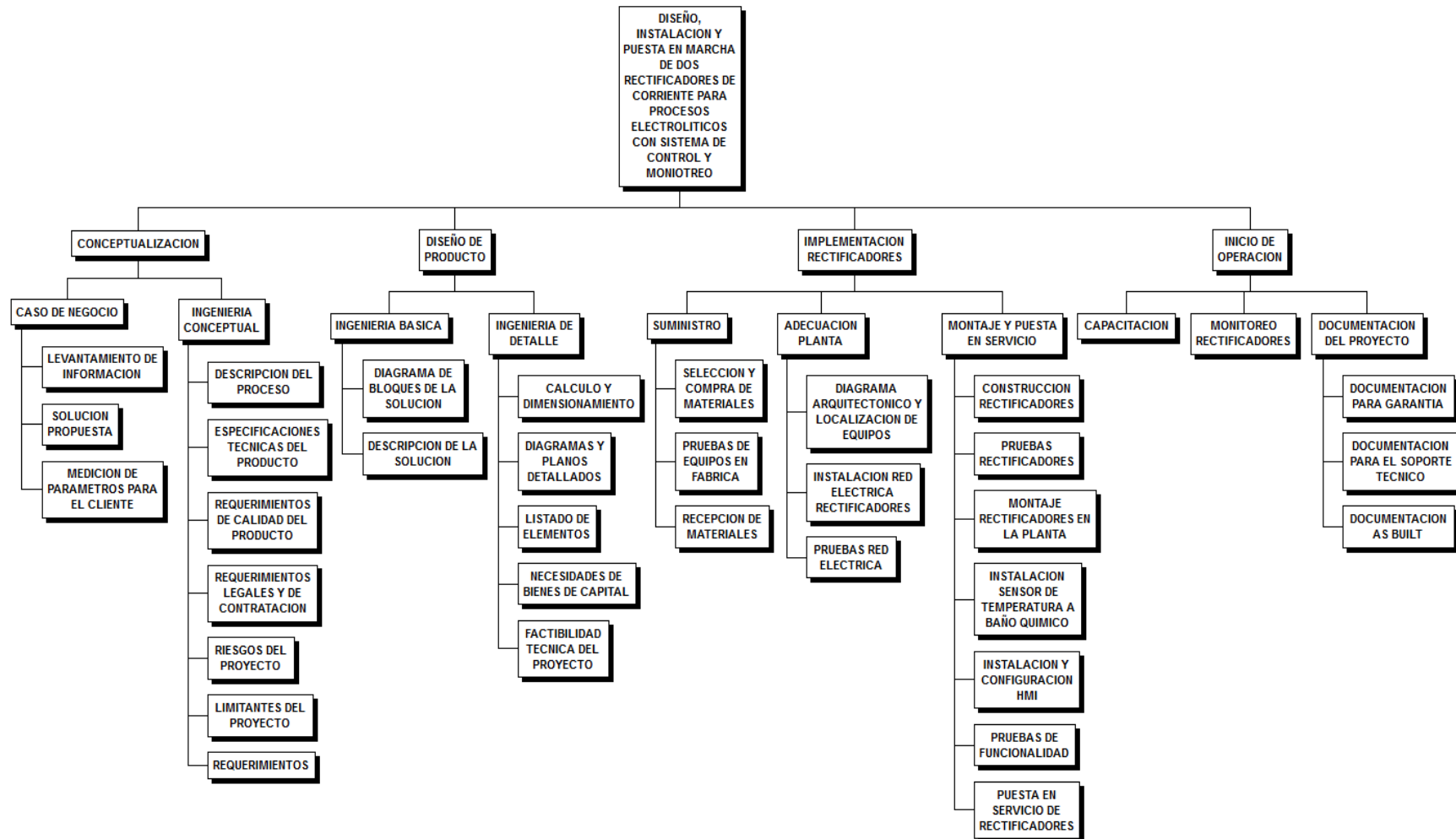


Figura 11. Árbol de Tareas

Id	Nombre de tarea	Nombres de los recursos
1	Diseño, Instalacion Y Puesta En Marcha de Rectificadores de Corriente Para Procesos Electroliticos	Gerente de Proyectos
2	Conceptualizacion	Director de Ingenieria[50%]
3	Caso de Negocio	Coordinador de Ingenieria[50%]
4	Levantamiento de Informacion	Ingeniero de Diseño,Ingeniero Electromecanico
5	Solucion Propuesta	Ingeniero de Diseño[50%],Ingeniero Electromecanico[50%]
6	Medicion de Parametros Para El Cliente	Auxiliar de Ingenieria 1,Auxiliar de Ingenieria 2
7	Ingenieria Conceptual	Coordinador de Ingenieria[50%]
8	Descripcion del Proceso	Auxiliar de Ingenieria 1[50%],Ingeniero Electromecanico[50%]
9	Especificaciones Tecnicas del Producto	Ingeniero de Diseño[50%]
10	Requerimientos de Calidad del Producto	Ingeniero de Diseño[50%],Auxiliar de Ingenieria 2[50%]
11	Requerimientos Legales y de Contratacion	Ingeniero de Diseño[50%],Ingeniero Electromecanico
12	Riesgos del Proyecto	Ingeniero de Diseño[50%],Ingeniero Electromecanico[50%]
13	Limitantes del Proyecto	Ingeniero de Diseño[50%],Ingeniero Electromecanico[50%]
14	Requerimientos	Ingeniero de Diseño[50%],Ingeniero Electromecanico[50%],Auxiliar de Ingenieria 1[50%],Auxiliar de Ingenieria 2[50%]
15	Diseño de Producto	Director de Ingenieria[50%]
16	Ingenieria Basica	Coordinador de Ingenieria[50%]
17	Diagrama de Bloques de la Solucion	Ingeniero de Diseño,Ingeniero Electromecanico
18	Descripcion de la Solucion	Ingeniero de Diseño,Ingeniero Electromecanico
19	Ingenieria de Detalle	Coordinador de Ingenieria[50%]
20	Calculo y Dimensionamiento	Ingeniero Electromecanico,Ingeniero de Diseño
21	Diagrama y Planos Detallados	Ingeniero de Diseño,Auxiliar de Ingenieria 1[50%]
22	Listado de Elementos	Ingeniero Electromecanico[50%],Auxiliar de Ingenieria 2
23	Necesidades de Bienes de Capital	Ingeniero Electromecanico[50%],Auxiliar de Ingenieria 1[25%]
24	Factibilidad Tecnica del Proyecto	Ingeniero Electromecanico,Ingeniero de Diseño
25	Implementacion Rectificadores	Director de Instalaciones
26	Suministro	Coordinador de Instalaciones[50%]
27	Selección y Compra de Materiales	Ingeniero de Instalaciones,Ingeniero de Redes
28	Pruebas de Equipos en Fabrica	Ingeniero de Redes
29	Recepcion de Materiales	Ingeniero de Redes,Ingeniero de Instalaciones
30	Adecuaciones Planta	Coordinador de Instalaciones[50%]
31	Diagrama Arquitectonico y Localizacion de Eq	Ingeniero de Instalaciones
32	Instalacion Red Electrica Rectificadores	Ingeniero de Redes,Tecnico de Instalaciones,Tecnico de Redes
33	Pruebas Red Electrica	Ingeniero de Redes,Tecnico de Instalaciones,Tecnico de Redes
34	Montaje y Puesta en Servicio	Coordinador de Instalaciones[50%]
35	Construccion Rectificadores	Ingeniero de Redes,Ingeniero de Instalaciones,Tecnico de Instalaciones,Tecnico de Redes
36	Prueba Rectificadores	Ingeniero de Redes,Tecnico de Redes
37	Montaje Rectificadores en la Planta	Ingeniero de Redes,Ingeniero de Instalaciones[50%],Tecnico de Instalaciones[50%],Tecnico de Redes
38	Instalacion Sensor de Temperatura En Baño C	Ingeniero de Instalaciones[50%],Tecnico de Instalaciones[50%]
39	Instalacion y Configuracion HMI	Ingeniero de Instalaciones,Ingeniero de Redes,Tecnico de Instalaciones,Tecnico de Redes
40	Pruebas de funcionalidad	Tecnico de Instalaciones,Tecnico de Redes
41	Puesta en Servicio de Rectificadores	Ingeniero de Instalaciones,Tecnico de Instalaciones
42	Inicio de Operación	Director de Ingenieria
43	Capacitacion Para Manejo del Sistema	Coordinador de Instalaciones[50%]
44	Monitoreo Rectificadores	Coordinador de Instalaciones[50%]
45	Documentacion Del Proyecto	Coordinador de Instalaciones[50%]
46	Documentacion Para Garantia	Ingeniero de Diseño,Ingeniero Electromecanico
47	Documentacion Para el soporte Tecncnico	Ingeniero Electromecanico
48	Documentacion AS BUILT	Ingeniero de Redes,Ingeniero Electromecanico,Auxiliar de Ingenieria 1
49	Finalizacion Proyecto	Ingeniero de Redes,Ingeniero de Instalaciones,Ingeniero de Diseño,Ingeniero Electromecanico

Figura 12. Árbol de Tareas tomada desde el Software Project

5.2 Cronograma

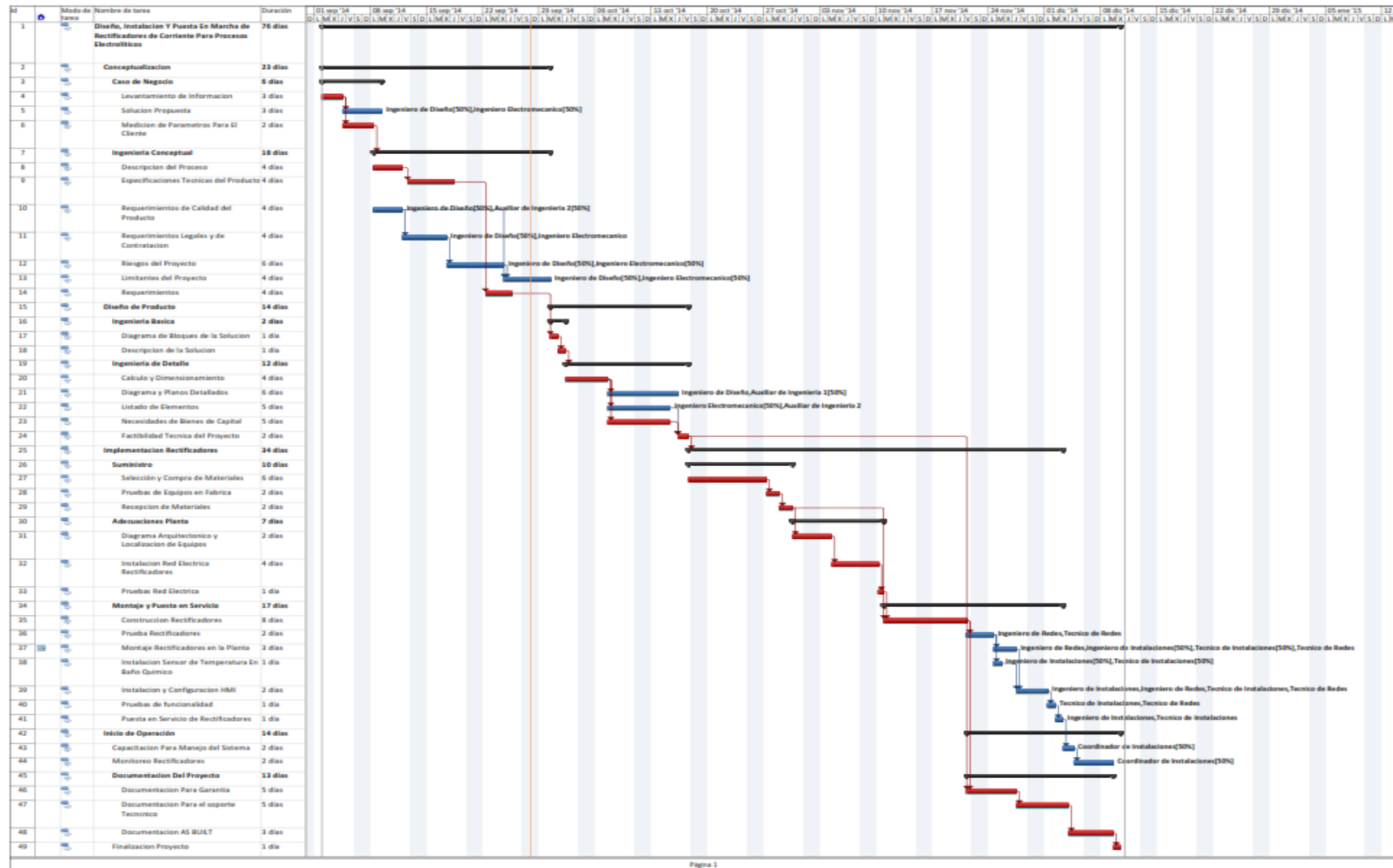


Figura 13. Cronograma del Proyecto

Id	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin
1	Diseño, Instalacion Y Puesta En Marcha de Dos Rectificadores de Corriente Para Procesos Electroliticos	76 días	mar 02/09/14	mié 10/12/14
2	Conceptualizacion	23 días	mar 02/09/14	mar 30/09/14
3	Caso de Negocio	6 días	mar 02/09/14	mar 09/09/14
4	Levantamiento de Informacion	3 días	mar 02/09/14	jue 04/09/14
5	Solucion Propuesta	3 días	jue 04/09/14	mar 09/09/14
6	Medicion de Parametros Para El Cliente	2 días	jue 04/09/14	lun 08/09/14
7	Ingenieria Conceptual	18 días	lun 08/09/14	mar 30/09/14
8	Descripcion del Proceso	4 días	lun 08/09/14	jue 11/09/14
9	Especificaciones Tecnicas del Producto	4 días	vie 12/09/14	jue 18/09/14
10	Requerimientos de Calidad del Producto	4 días	lun 08/09/14	jue 11/09/14
11	Requerimientos Legales y de Contratacion	4 días	vie 12/09/14	mié 17/09/14
12	Riesgos del Proyecto	6 días	mié 17/09/14	mié 24/09/14
13	Limitantes del Proyecto	4 días	mié 24/09/14	mar 30/09/14
14	Requerimientos	4 días	lun 22/09/14	jue 25/09/14
15	Diseño de Producto	14 días	mar 30/09/14	vie 17/10/14
16	Ingenieria Basica	2 días	mar 30/09/14	jue 02/10/14
17	Diagrama de Bloques de la Solucion	1 día	mar 30/09/14	mié 01/10/14
18	Descripcion de la Solucion	1 día	mié 01/10/14	jue 02/10/14
19	Ingenieria de Detalle	12 días	jue 02/10/14	vie 17/10/14
20	Calculo y Dimensionamiento	4 días	jue 02/10/14	mar 07/10/14
21	Diagrama y Planos Detallados	6 días	mar 07/10/14	jue 16/10/14
22	Listado de Elementos	5 días	mar 07/10/14	mié 15/10/14
23	Necesidades de Bienes de Capital	5 días	mar 07/10/14	mié 15/10/14
24	Factibilidad Tecnica del Proyecto	2 días	jue 16/10/14	vie 17/10/14
25	Implementacion Rectificadores	34 días	vie 17/10/14	mié 03/12/14
26	Suministro	10 días	vie 17/10/14	jue 30/10/14
27	Selección y Compra de Materiales	6 días	vie 17/10/14	lun 27/10/14
28	Pruebas de Equipos en Fabrica	2 días	lun 27/10/14	mar 28/10/14
29	Recepcion de Materiales	2 días	mié 29/10/14	jue 30/10/14
30	Adecuaciones Planta	7 días	jue 30/10/14	lun 10/11/14
31	Diagrama Arquitectonico y Localizacion de Equipos	2 días	jue 30/10/14	mar 04/11/14
32	Instalacion Red Electrica Rectificadores	4 días	mar 04/11/14	lun 10/11/14
33	Pruebas Red Electrica	1 día	lun 10/11/14	lun 10/11/14
34	Montaje y Puesta en Servicio	17 días	mar 11/11/14	mié 03/12/14
35	Construccion Rectificadores	8 días	mar 11/11/14	vie 21/11/14
36	Prueba Rectificadores	2 días	vie 21/11/14	lun 24/11/14
37	Montaje Rectificadores en la Planta	3 días	lun 24/11/14	jue 27/11/14
38	Instalacion Sensor de Temperatura En Baño Quimico	1 día	lun 24/11/14	mar 25/11/14
39	Instalacion y Configuracion HMI	2 días	jue 27/11/14	lun 01/12/14
40	Pruebas de funcionalidad	1 día	lun 01/12/14	mar 02/12/14
41	Puesta en Servicio de Rectificadores	1 día	mar 02/12/14	mié 03/12/14
42	Inicio de Operación	14 días	vie 21/11/14	mié 10/12/14
43	Capacitacion Para Manejo del Sistema	2 días	mié 03/12/14	jue 04/12/14
44	Monitoreo Rectificadores	2 días	jue 04/12/14	mar 09/12/14
45	Documentacion Del Proyecto	13 días	vie 21/11/14	mar 09/12/14
46	Documentacion Para Garantia	5 días	vie 21/11/14	jue 27/11/14
47	Documentacion Para el soporte Tecncico	5 días	jue 27/11/14	mié 03/12/14
48	Documentacion AS BUILT	3 días	jue 04/12/14	mar 09/12/14
49	Finalizacion Proyecto	1 día	mar 09/12/14	mié 10/12/14

Figura 14. Lista de Tareas y cronograma de esta actividades

6. Costos del Proyecto

6.1 Costo Tareas de Último Nivel

6.1.1 Costo Conceptualización

Tabla 7

Costo de la tarea levantamiento de información

		TAREA:	Levantamiento de Información				
Tipo	Concepto	Recurso	Nombre	Cant.	Durac. (Días)	Costo (Días)	Total Costos
Costo variable directo	Costo de mano de obra directa	Directivo responsable	Gerente de Proyectos	1	0.5	\$ 250,000	\$ 125,000
			Director de Ingeniería	1	1.5	\$ 200,000	\$ 300,000
			Coordinador de Ingeniería	1	2	\$ 150,000	\$ 300,000
		Personal operativo	Ingeniero de Diseño	1	3	\$ 100,000	\$ 300,000
			Ingeniero Electromecánico	1	3	\$ 100,000	\$ 300,000
							\$ 0
	Costo por uso de activos	Bienes de capital (maquinaria)					\$ 0
							\$ 0
		Bienes de capital (equipos)	Computador Portátil	5	3	\$ 3,250	\$ 48,750
							\$ 0
Costo fijo	Asociado al WBS	Materiales (a entregar al cliente)					\$ 0
							\$ 0
			DURACIÓN TAREA		3	COSTO TAREA	\$ 948,750

Tabla 8

Costo de la tarea solución propuesta

		TAREA:	Solución Propuesta				
Tipo	Concepto	Recurso	Nombre	Cant.	Durac. (Días)	Costo (Días)	Total Costos
Costo variable directo	Costo de mano de obra directa	Directivo responsable	Gerente De Proyectos	1	0.2	\$ 250,000	\$ 50,000
			Director de Ingeniería	1	1	\$ 200,000	\$ 200,000
			Coordinador de Ingeniería	1	3	\$ 150,000	\$ 450,000
		Personal operativo	Ingeniero de Diseño	1	1.5	\$ 100,000	\$ 150,000
			Ingeniero Electromecánico	1	1.5	\$ 100,000	\$ 150,000
	Costo por uso de activos	Bienes de capital (maquinaria)					\$ 0
		Bienes de capital (equipos)	Computador Portátil	5	3	3,250	\$ 48,750
Costo fijo	Asociado al WBS	Materiales (a entregar al cliente)					\$ 0
DURACIÓN TAREA					4	COSTO TAREA	798,750

Tabla 9

Costos de la tarea medición de parámetros

		TAREA:	Medición de Parámetros				
Tipo	Concepto	Recurso	Nombre	Cant.	Durac. (Días)	Costo (Días)	Total Costos
Costo variable directo	Costo de mano de obra directa	Directivo responsable	Coordinador de Ingeniería	1	1	\$ 150,000	\$ 150,000
							\$ 0
							\$ 0
		Personal operativo	Auxiliar de Ingeniería 1	1	2	50,000	\$ 100,000
			Auxiliar de Ingeniería 2	1	2	50,000	\$ 100,000
	Costo por uso de activos	Bienes de capital (maquinaria)	Vehículo de Transporte	1	2	49,500	\$ 99,000
							\$ 0
		Bienes de capital (Equipos)	Computador Portátil	1	1	3,250	\$ 3,250
			Pinza Voltiamperimetrica	1	2	1,150	\$ 2,300
			Multímetro Digital	1	2	1,300	\$ 2,600
Costo fijo	Asociado al WBS	Materiales (a entregar al cliente)					\$ 0
							\$ 0
			DURACIÓN TAREA		2	COSTO TAREA	307,150

Tabla 10

Costos de la tarea descripción del proceso

		TAREA:	Descripción del Proceso				
Tipo	Concepto	Recurso	Nombre	Cant.	Durac. (Días)	Costo (Días)	Total Costos
Costo variable directo	Costo de mano de obra directa	Directivo responsable	Gerente de Proyectos	1	0.1	250,000.00	25,000.00
			Director de Ingeniería	1	0.25	200,000.00	50,000.00
			Coordinador de Ingeniería	1	2	150,000.00	300,000.00
		Personal operativo	Ingeniero Electromecánico	1	2	100,000.00	200,000.00
			Auxiliar de Ingeniería	1	2	50,000.00	100,000.00
	Costo por uso de activos	Bienes de capital (maquinaria)					0.00
							0.00
		Bienes de capital (Equipos)	Computador Portátil	4	4	3,250.00	52,000.00
							0.00
Costo fijo	Asociado al WBS	Materiales (a entregar al cliente)					0.00
							0.00
			DURACIÓN TAREA		4	COSTO TAREA	\$ 652,000

Tabla 11

Costos de la tarea especificaciones técnicas del producto

		TAREA:	Especificaciones Técnicas del Producto				
Tipo	Concepto	Recurso	Nombre	Cant.	Durac. (Días)	Costo (Días)	Total Costos
Costo variable directo	Costo de mano de obra directa	Directivo responsable	Gerente de Proyectos	1	0.1	\$ 250,000.00	\$ 25,000.00
			Director de Ingeniería	1	0.25	\$ 200,000.00	\$ 50,000.00
			Coordinador de Ingeniería	1	2	\$ 150,000.00	\$ 300,000.00
		Personal operativo	Ingeniero de Diseño	1	2	\$ 100,000.00	\$ 200,000.00
							\$ 0.00
	Costo por uso de activos	Bienes de capital (maquinaria)					\$ 0.00
							\$ 0.00
		Bienes de capital (Equipos)	Computador Portátil	4	4	\$ 3,250.00	\$ 52,000.00
							\$ 0.00
	Costo fijo	Asociado al WBS	Materiales (a entregar al cliente)				\$ 0.00
						\$ 0.00	
			DURACIÓN TAREA		4	COSTO TAREA	\$ 552,000.00

Tabla 12

Costos de la tarea requerimientos de calidad del producto

		TAREA:	Requerimientos de Calidad del Producto				
Tipo	Concepto	Recurso	Nombre	Cant.	Durac. (Días)	Costo (Días)	Total Costos
Costo variable directo	Costo de mano de obra directa	Directivo responsable	Gerente de Proyectos	1	0.25	\$ 250,000	\$ 62,500
			Director de Ingeniería	1	2	\$ 200,000	\$ 400,000
			Coordinador de Ingeniería	1	2	\$ 150,000	\$ 300,000
		Personal operativo	Ingeniero de Diseño	1	2	\$ 100,000	\$ 200,000
			Auxiliar de Ingeniería	1	2	\$ 50,000	\$ 100,000
	Costo por uso de activos	Bienes de capital (maquinaria)					\$ 0
							\$ 0
		Bienes de capital (Equipos)	Computador	5	4	\$ 3,250	\$ 65,000
							\$ 0
							\$ 0
Costo fijo	Asociado al WBS	Materiales (a entregar al cliente)				\$ 0	
						\$ 0	
			DURACIÓN TAREA		4	COSTO TAREA	\$ 1,127,500

Tabla 13

Costos de la tarea requerimientos legales y de contratación

		TAREA:	Requerimientos Legales y de Contratación				
Tipo	Concepto	Recurso	Nombre	Cant.	Durac. (Días)	Costo (Días)	Total Costos
Costo variable directo	Costo de mano de obra directa	Directivo responsable	Gerente de Proyectos	1	1	\$ 250,000	\$ 250,000
			Director de Ingeniería	1	2	\$ 200,000	\$ 400,000
			Coordinador de Ingeniería	1	2	\$ 150,000	\$ 300,000
		Personal operativo	Ingeniero de Diseño	1	2	\$ 100,000	\$ 200,000
			Ingeniero Electromecánico	1	4	\$ 100,000	\$ 400,000
	Costo por uso de activos	Bienes de capital (maquinaria)					\$ 0
							\$ 0
		Bienes de capital (Equipos)	Computador Portátil	5	4	\$ 3,250	\$ 65,000
							\$ 0
Costo fijo	Asociado al WBS	Materiales (a entregar al cliente)					\$ 0
							\$ 0
							\$ 0
			DURACIÓN TAREA		4	COSTO TAREA	\$ 1,615,000

Tabla 14

Costos de la tarea riesgos del proyecto

		TAREA:	Riesgos del Proyecto				
Tipo	Concepto	Recurso	Nombre	Cant.	Durac. (Días)	Costo (Días)	Total Costos
Costo variable directo	Costo de mano de obra directa	Directivo responsable	Gerente de Proyectos	1	1	\$ 250,000	\$ 250,000
			Director de Ingeniería	1	2	\$ 200,000	\$ 400,000
			Coordinador de Ingeniería	1	2	\$ 150,000	\$ 300,000
		Personal operativo	Ingeniero de Diseño	1	3	\$ 100,000	\$ 300,000
			Ingeniero Electromecánico	1	3	\$ 100,000	\$ 300,000
	Costo por uso de activos	Bienes de capital (maquinaria)					\$ 0
							\$ 0
		Bienes de capital (Equipos)	Computador Portátil	5	6	\$ 3,250	\$ 97,500
							\$ 0
Costo fijo	Asociado al WBS	Materiales (a entregar al cliente)					\$ 0
							\$ 0
			DURACIÓN TAREA		6	COSTO TAREA	\$ 1,647,500

Tabla 15

Costos de la tarea limitantes del proyecto

		TAREA:	Limitantes del Proyecto				
Tipo	Concepto	Recurso	Nombre	Cant.	Durac. (Días)	Costo (Días)	Total Costos
Costo variable directo	Costo de mano de obra directa	Directivo responsable	Gerente de Proyectos	1	1	\$ 250,000	250,000
			Director de Ingeniería	1	1	\$ 200,000	200,000
			Coordinador de Ingeniería	1	2	\$ 150,000	300,000
		Personal operativo	Ingeniero de Diseño	1	2	\$ 100,000	200,000
			Ingeniero Electromecánico	1	2	\$ 100,000	200,000
	Costo por uso de activos	Bienes de capital (maquinaria)					0
							0
		Bienes de capital (Equipos)	Computador Portátil	5	4	\$ 3,250	65,000
Costo fijo	Asociado al WBS	Materiales (a entregar al cliente)					0
							0
			DURACIÓN TAREA		4	COSTO TAREA	1,215,000

Tabla 16

Costos de la tarea requerimientos del proyecto

		TAREA:	Requerimientos				
Tipo	Concepto	Recurso	Nombre	Cant.	Durac. (Días)	Costo (Días)	Total Costos
Costo variable directo	Costo de mano de obra directa	Directivo responsable	Gerente de Proyectos	1	0.5	\$ 250,000	\$ 125,000
			Director de Ingeniería	1	1	\$ 200,000	\$ 200,000
			Coordinador de Ingeniería	1	2	\$ 150,000	\$ 300,000
		Personal operativo	Ingeniero de Diseño	1	2	\$ 100,000	\$ 200,000
			Ingeniero Electromecánico	1	2	\$ 100,000	\$ 200,000
			Auxiliar de Ingeniería	2	2	\$ 50,000	\$ 200,000
						\$ 0	
	Costo por uso de activos	Bienes de capital (maquinaria)					\$ 0
							\$ 0
		Bienes de capital (Equipos)	Computador Portátil	6	4	\$ 3,250	\$ 78,000
						\$ 0	
Costo fijo	Asociado al WBS	Materiales (a entregar al cliente)					\$ 0
							\$ 0
			DURACIÓN TAREA		4	COSTO TAREA	\$ 1,303,000

Tabla 17

Costo total de la conceptualización

Conceptualización					
Descripción		Valor	Valor Parcial	Valor Total	
Caso de Negocio	Levantamiento de Información	\$ 948,750.00	\$ 2,054,650.00	\$ 10,166,650.00	
	Solución Propuesta	\$ 798,750.00			
	Medición de Parámetros	\$ 307,150.00			
Ingeniería Conceptual	Descripción del Proceso	\$ 652,000.00	\$ 8,112,000.00		
	Especificaciones Técnicas del Producto	\$ 552,000.00			
	Requerimientos de Calidad del Producto	\$ 1,127,500.00			
	Requerimientos legales y de contratación	\$ 1,615,000.00			
	Riesgos del Proyecto	\$ 1,647,500.00			
	Limitantes del Proyecto	\$ 1,215,000.00			
	Requerimientos	\$ 1,303,000.00			
TOTAL COSTO VARIABLE DIRECTO			\$ 10,166,650.00		
TOTAL COSTO FIJO			\$ 0.00		

6.1.2 Diseño de Producto

Tabla 18

Costos de la tarea Diagrama de bloques de la solución

		TAREA:	Diagrama de Bloques de la Solución				
Tipo	Concepto	Recurso	Nombre	Cant.	Durac. (Días)	Costo (Días)	Total Costos
Costo variable directo	Costo de mano de obra directa	Directivo responsable	Gerente de Proyectos	1	0.1	\$ 250,000	\$ 25,000
			Director de Ingeniería	1	0.5	\$ 200,000	\$ 100,000
			Coordinador de Ingeniería	1	1	\$ 150,000	\$ 150,000
		Personal operativo	Ingeniero de Diseño	1	1	\$ 100,000	\$ 100,000
			Ingeniero Electromecánico	1	1	\$ 100,000	\$ 100,000
							\$ 0
	Costo por uso de activos	Bienes de capital (maquinaria)					\$ 0
							\$ 0
		Bienes de capital (Equipos)	Computador Portátil	5	1	\$ 3,250	\$ 16,250
							\$ 0
Costo fijo	Asociado al WBS	Materiales (a entregar al cliente)					\$ 0
							\$ 0
			DURACIÓN TAREA		1	COSTO TAREA	\$ 491,250

Tarea 19

Costos de la tarea Descripción diagrama de bloques de la solución

		TAREA:	Descripción Diagrama de Bloques de la Solución				
Tipo	Concepto	Recurso	Nombre	Cant.	Durac. (Días)	Costo (Días)	Total Costos
Costo variable directo	Costo de mano de obra directa	Directivo responsable	Gerente de Proyectos	1	0.1	\$ 250,000	\$ 25,000
			Director de Ingeniería	1	0.25	\$ 200,000	\$ 50,000
			Coordinador de Ingeniería	1	0.75	\$ 150,000	\$ 112,500
		Personal Operativo	Ingeniero de Diseño	1	1	\$ 100,000	\$ 100,000
			Ingeniero Electromecánico	1	1	\$ 100,000	\$ 100,000
	Costo por uso de activos	Bienes de capital (maquinaria)					\$ 0
							\$ 0
		Bienes de capital (Equipos)	Computador Portátil	5	1	\$ 3,250	\$ 16,250
							\$ 0
Costo fijo	Asociado al WBS	Materiales (a entregar al cliente)					\$ 0
							\$ 0
			DURACIÓN TAREA		1	COSTO TAREA	\$ 403,750

Tabla 20

Costos de la tarea calculo y dimensionamiento

		TAREA:	Calculo y Dimensionamiento				
Tipo	Concepto	Recurso	Nombre	Cant.	Durac. (Días)	Costo (Días)	Total Costos
Costo variable directo	Costo de mano de obra directa	Directivo responsable	Gerente De Proyectos	1	1	\$ 250,000	\$ 250,000
			Director de Ingeniería	1	1	\$ 200,000	\$ 200,000
			Coordinador de Ingeniería	1	2	\$ 150,000	\$ 300,000
		Personal Operativo	Ingeniero Electromecánico	1	4	\$ 100,000	\$ 400,000
			Ingeniero de Diseño	1	4	\$ 100,000	\$ 400,000
							\$ 0
	Costo por uso de activos	Bienes de capital (maquinaria)					\$ 0
							\$ 0
		Bienes de capital (Equipos)	Computador Portátil	4	4	\$ 3,250	\$ 52,000
							\$ 0
Costo fijo	Asociado al WBS	Materiales (a entregar al cliente)					\$ 0
							\$ 0
			DURACIÓN TAREA		4	COSTO TAREA	\$ 1,602,000

Tabla 21

Costos de la tarea diagrama y planos detallados

		TAREA:	Diagrama y Planos Detallados				
Tipo	Concepto	Recurso	Nombre	Cant.	Durac. (Días)	Costo (Días)	Total Costos
Costo variable directo	Costo de mano de obra directa	Directivo responsable	Director de Ingeniería	1	2	\$ 200,000	\$ 400,000
			Coordinador de Ingeniería	1	4	\$ 150,000	\$ 600,000
							\$ 0
		Personal Operativo	Ingeniero de Diseño	1	6	\$ 100,000	\$ 600,000
			Auxiliar de Ingeniería	1	3	\$ 50,000	\$ 150,000
							\$ 0
	Costo por uso de activos	Bienes de capital (maquinaria)					\$ 0
							\$ 0
		Bienes de capital (Equipos)	Computador Portátil	4	6	\$ 3,250	\$ 78,000
							\$ 0
Costo fijo	Asociado al WBS	Materiales (a entregar al cliente)					\$ 0
							\$ 0
			DURACIÓN TAREA		6	COSTO TAREA	1,828,000

Tabla 22

Costos de la tarea listado de elementos

		TAREA:	Listado de Elementos				
Tipo	Concepto	Recurso	Nombre	Cant.	Durac. (Días)	Costo (Días)	Total Costos
Costo variable directo	Costo de mano de obra directa	Directivo responsable	Gerente de Proyectos	1	1	\$ 250,000	\$ 250,000
			Director de Ingeniería	1	1	\$ 200,000	\$ 200,000
			Coordinador de Ingeniería	1	2	\$ 150,000	\$ 300,000
		Personal Operativo	Ingeniero Electromecánico	1	2.5	\$ 100,000	\$ 250,000
			Auxiliar de Ingeniería	1	5	\$ 50,000	\$ 250,000
							\$ 0
	Costo por uso de activos	Bienes de capital (maquinaria)					\$ 0
							\$ 0
		Bienes de capital (Equipos)	Computador Portátil	5	5	\$ 3,250	\$ 81,250
							\$ 0
Costo fijo	Asociado al WBS	Materiales (a entregar al cliente)					\$ 0
							\$ 0
			DURACIÓN TAREA		5	COSTO TAREA	1,331,250

Tabla 23

Costos de la tarea bienes de capital

		TAREA:	Necesidades de Bienes de Capital				
Tipo	Concepto	Recurso	Nombre	Cant.	Durac. (Días)	Costo (Días)	Total Costos
Costo variable directo	Costo de mano de obra directa	Directivo responsable	Gerente de Proyectos	1	0.15	\$ 250,000	\$ 37,500
			Director de Ingeniería	1	1	\$ 200,000	\$ 200,000
			Coordinador de Ingeniería	1	3	\$ 150,000	\$ 450,000
		Personal Operativo	Ingeniero Electromecánico	1	2.5	\$ 100,000	\$ 250,000
			Auxiliar de Ingeniería	1	1.25	\$ 50,000	\$ 62,500
							\$ 0
	Costo por uso de activos	Bienes de capital (maquinaria)					\$ 0
							\$ 0
		Bienes de capital (Equipos)	Computador Portátil	5	5	\$ 3,250	\$ 81,250
							\$ 0
Costo fijo	Asociado al WBS	Materiales (a entregar al cliente)					\$ 0
							\$ 0
			DURACIÓN TAREA		5	COSTO TAREA	1,081,250

Tabla 24

Costos de la tarea factibilidad técnica del producto

		TAREA:	Factibilidad Técnica del Proyecto				
Tipo	Concepto	Recurso	Nombre	Cant.	Durac. (Días)	Costo (Días)	Total Costos
Costo variable directo	Costo de mano de obra directa	Directivo responsable	Gerente de Proyectos	1	0.5	\$ 250,000	\$ 125,000
			Director de Ingeniería	1	1	\$ 200,000	\$ 200,000
			Coordinador de Ingeniería	1	2	\$ 150,000	\$ 300,000
		Personal Operativo	Ingeniero De Diseño	1	2	\$ 100,000	\$ 200,000
			Ingeniero Electromecánico	1	2	\$ 100,000	\$ 200,000
							\$ 0
	Costo por uso de activos	Bienes de capital (maquinaria)					\$ 0
							\$ 0
		Bienes de capital (Equipos)	Computador Portátil	5	2	\$ 3,250	\$ 32,500
							\$ 0
Costo fijo	Asociado al WBS	Materiales (a entregar al cliente)					\$ 0
							\$ 0
			DURACIÓN TAREA		2	COSTO TAREA	1,057,500

Tabla 25

Costos de la tarea diseño de producto

Diseño de Producto				
Descripción		Valor	Valor Parcial	Valor Total
Ingeniería Básica	Diagrama de Bloques de la Solución	\$ 491,250.00	\$ 895,000.00	\$ 7,795,000.00
	Descripción de la Solución	\$ 403,750.00		
Ingeniería de Detalle	Calculo y Dimensionamiento	\$ 1,602,000.00	\$ 6,900,000.00	
	Diagrama y Planos detallados	\$ 1,828,000.00		
	Listado de Elementos	\$ 1,331,250.00		
	Necesidades de Bienes de Capital	\$ 1,081,250.00		
	Factibilidad del Proyecto	\$ 1,057,500.00		
TOTAL COSTO VARIABLE DIRECTO			\$ 7,795,000.00	
TOTAL COSTO FIJO			\$ 0.00	

6.1.3 Implementación Rectificadores

Tabla 26

Costos de la tarea selección y compra de materiales

		TAREA:	Selección y Compra de Materiales				
Tipo	Concepto	Recurso	Nombre	Cant.	Durac. (Días)	Costo (Días)	Total Costos
Costo variable directo	Costo de mano de obra directa	Directivo responsable	Gerente de Proyectos	1	1	\$ 250,000	\$ 250,000
			Director de Instalaciones	1	2	\$ 200,000	\$ 400,000
			Coordinador de Instalaciones	1	3	\$ 150,000	\$ 450,000
		Personal Operativo	Ingeniero de Instalaciones	1	6	\$ 100,000	\$ 600,000
			Ingeniero de Redes	1	6	\$ 50,000	\$ 300,000
							\$ 0
	Costo por uso de activos	Bienes de capital (maquinaria)					\$ 0
							\$ 0
		Bienes de capital (Equipos)	Computador Portátil	5	6		\$ 0
							\$ 0
Costo fijo	Asociado al WBS	Materiales (a entregar al cliente)					\$ 0
							\$ 0
			DURACIÓN TAREA		6	COSTO TAREA	\$ 2,000,000

Tabla 27

Costos de la tarea pruebas de equipos en fábrica

		TAREA:	Pruebas de Equipos en Fabrica				
Tipo	Concepto	Recurso	Nombre	Cant.	Durac. (Días)	Costo (Días)	Total Costos
Costo variable directo	Costo de mano de obra directa	Directivo responsable	Coordinador de Instalaciones	1	2	\$ 150,000	\$ 300,000
							\$ 0
							\$ 0
		Personal Operativo	Ingeniero de redes	1	2	\$ 100,000	\$ 200,000
							\$ 0
							\$ 0
	Costo por uso de activos	Bienes de capital (maquinaria)					\$ 0
							\$ 0
		Bienes de capital (Equipos)					\$ 0
							\$ 0
Costo fijo	Asociado al WBS	Materiales (a entregar al cliente)					\$ 0
							\$ 0
			DURACIÓN TAREA		2	COSTO TAREA	500,000

Tabla 28

Costos de la tarea recepción de materiales

		TAREA:	Recepción de Materiales				
Tipo	Concepto	Recurso	Nombre	Cant.	Durac. (Días)	Costo (Días)	Total Costos
Costo variable directo	Costo de mano de obra directa	Directivo responsable	Coordinador de Instalaciones	1	2	\$ 150,000	\$ 300,000
							\$ 0
							\$ 0
		Personal Operativo	Ingeniero de Redes	1	2	\$ 100,000	\$ 200,000
			Ingeniero de Instalaciones	1	2	\$ 100,000	\$ 200,000
							\$ 0
	Costo por uso de activos	Bienes de capital (maquinaria)	Montacarga	1	0.5	\$ 400,000	\$ 200,000
							\$ 0
		Bienes de capital (Equipos)	Computador Portátil	3	2	\$ 3,250	\$ 19,500
							\$ 0
Costo fijo	Asociado al WBS	Materiales (a entregar al cliente)					\$ 0
							\$ 0
			DURACIÓN TAREA		2	COSTO TAREA	\$ 919,500

Tabla 29

Costos de la tarea diagrama arquitectónico y localización de equipos

		TAREA:	Diagrama Arquitectónico y Localización de Equipos				
Tipo	Concepto	Recurso	Nombre	Cant.	Durac. (Días)	Costo (Días)	Total Costos
Costo variable directo	Costo de mano de obra directa	Directivo responsable	Gerente de Proyectos	1	0.1	\$ 250,000	\$ 25,000
			Director de Instalaciones	1	0.25	\$ 200,000	\$ 50,000
			Coordinador de Instalaciones	1	0.5	\$ 150,000	\$ 75,000
		Personal Operativo	Ingeniero de Instalaciones	1	2	\$ 100,000	\$ 200,000
	Costo por uso de activos	Bienes de capital (maquinaria)					\$ 0
							\$ 0
		Bienes de capital (Equipos)	Computador Portátil	1	2	\$ 3,250	\$ 6,500
							\$ 0
Costo fijo	Asociado al WBS	Materiales (a entregar al cliente)					\$ 0
							\$ 0
			DURACIÓN TAREA		2	COSTO TAREA	\$ 356,500

Tabla 30

Costos de la tarea instalación red eléctrica rectificadores

		TAREA:	Instalación Red Eléctrica Rectificadores				
Tipo	Concepto	Recurso	Nombre	Cant.	Durac. (Días)	Costo (Días)	Total Costos
Costo variable directo	Costo de mano de obra directa	Directivo responsable	Gerente de Proyectos	1	1	\$ 250,000	\$ 250,000
			Director de Instalaciones	1	1	\$ 200,000	\$ 200,000
			Coordinador de Instalaciones	1	2	\$ 150,000	\$ 300,000
		Personal Operativo	Ingeniero de Redes	1	4	\$ 100,000	\$ 400,000
			Técnico de Instalaciones	1	4	\$ 50,000	\$ 200,000
			Técnico de Redes	1	4	\$ 50,000	\$ 200,000
	Costo por uso de activos	Bienes de capital (maquinaria)	Vehículo Carga	1	2	\$ 70,600	\$ 141,200
			Vehículo de Transporte	1	2	\$ 49,500	\$ 99,000
			Andamios Certificados (secciones)	4	4	\$ 278	\$ 4,444
			Escalera Plegable 22 Pasos	1	4	\$ 278	\$ 1,112
		Bienes de capital (Equipos)	Computador Portátil	1	4	\$ 3,250	\$ 13,000
			Multímetro Digital	1	4	\$ 1,300	\$ 5,200
Costo fijo	Asociado al WBS	Materiales (a entregar al cliente)	Pinza Voltiamperimetrica	1	4	\$ 1,150	\$ 4,600
			Cable # 2/0 AWG THHN (metros)	120	1	\$ 64,728	\$ 7,767,360
			Conductor # 2 AWG THHN (metros)	40	1	\$ 31,668	\$ 1,266,720
			Bandeja Portacable (metros)	40	1	\$ 34,800	\$ 1,392,000
			Varilla Roscada de 1/2" (1 metro)	30	1	\$ 5,684	\$ 170,520
			Totalizador 200 Amperios	2	1	\$ 684,400	\$ 1,368,800
			Tornillos y Arandela de 1/2"	100	1	\$ 255	\$ 25,520
			Terminales para Cable # 2/0 AWG	24	1	\$ 1,160	\$ 27,840
			Terminales para Cable # 2 AWG	8	1	\$ 696	\$ 5,568
			DURACIÓN TAREA				
COSTO FIJO					\$ 12,024,328		

Tabla 31

Costos de la tarea pruebas red eléctrica

		TAREA:	Pruebas Red Eléctrica				
Tipo	Concepto	Recurso	Nombre	Cant.	Durac. (Días)	Costo (Días)	Total Costos
Costo variable directo	Costo de mano de obra directa	Directivo responsable	Coordinador de Instalaciones	1	0.25	\$ 150,000	\$ 37,500
							\$ 0
							\$ 0
		Personal Operativo	Ingeniero de Redes	1	1	\$ 100,000	\$ 100,000
			Técnico de Instalaciones	1	1	\$ 50,000	\$ 50,000
			Técnico de Redes	1	1	\$ 50,000	\$ 50,000
	Costo por uso de activos	Bienes de capital (maquinaria)					\$ 0
		Bienes de capital (Equipos)	Computador Portátil	2	1	\$ 3,250	\$ 6,500
Costo fijo	Asociado al WBS	Materiales (a entregar al cliente)					\$ 0
DURACIÓN TAREA					1	COSTO TAREA	244,000

Tabla 32

Costos de la tarea construcción rectificadores

		TAREA:	Construcción Rectificadores				
Tipo	Concepto	Recurso	Nombre	Cant.	Durac. (Días)	Costo (Días)	Total Costos
Costo variable directo	Costo de mano de obra directa	Directivo responsable	Gerente de Proyectos	1	1	\$ 250,000	\$ 250,000
			Director de Instalaciones	1	2	\$ 200,000	\$ 400,000
			Coordinador de Instalaciones	1	3.5	\$ 150,000	\$ 525,000
		Personal Operativo	Ingeniero de Redes	1	8	\$ 100,000	\$ 800,000
			Ingeniero de Instalaciones	1	8	\$ 100,000	\$ 800,000
			Técnico de Instalaciones	1	8	\$ 50,000	\$ 400,000
			Técnico de Redes	1	8	\$ 50,000	\$ 400,000
	Costo por uso de activos	Bienes de capital (maquinaria)	Diferencial 3 Toneladas	1	8	\$ 278	\$ 2,224
			Escalera Plegable 22 Pasos	1	8	\$ 250	\$ 2,000
			Caja de Herramientas	1	8	\$ 556	\$ 4,448
			Taladro	1	8	\$ 139	\$ 1,112
			Taladro de Árbol	1	8	\$ 250	\$ 2,000
			Compresor	1	8	\$ 362	\$ 2,896
			Equipo de soldadura	1	8	\$ 473	\$ 3,784
			Pulidora	1	8	\$ 212	\$ 1,696
			Esmeril	1	8	\$ 139	\$ 1,112
						\$ 0	
		Bienes de capital (Equipos)	Computador	5	8	\$ 3,250	\$ 130,000
			Pinza Voltiamperimetrica	1	8	\$ 1,150	\$ 9,200
			Multímetro Digital	1	8	\$ 1,300	\$ 10,400
			Osciloscopio	1	8	\$ 3,550	\$ 28,400
Costo fijo	Asociado al WBS	Materiales (a entregar al cliente)					\$ 0
							\$ 0
			DURACIÓN TAREA		8	COSTO TAREA	\$ 3,774,272

Tabla 33

Costos de la tarea prueba de rectificadores

		TAREA:	Prueba Rectificadores				
Tipo	Concepto	Recurso	Nombre	Cant.	Durac. (Días)	Costo (Días)	Total Costos
Costo variable directo	Costo de mano de obra directa	Directivo responsable	Coordinador de Instalaciones	1	1	\$ 150,000	\$ 150,000
							\$ 0
							\$ 0
		Personal Operativo	Ingeniero de Redes	1	2	\$ 100,000	\$ 200,000
			Técnico de Redes	1	2	\$ 50,000	\$ 100,000
							\$ 0
	Costo por uso de activos	Bienes de capital (maquinaria)					\$ 0
							\$ 0
		Bienes de capital (Equipos)	Pinza Voltiamperimetrica	1	2	\$ 1,150	\$ 2,300
			Multímetro Digital	1	2	\$ 1,300	\$ 2,600
			Computador Portátil	2	2	\$ 3,250	\$ 13,000
			Osciloscopio	1	2	\$ 3,550	\$ 7,100
Costo fijo	Asociado al WBS	Materiales (a entregar al cliente)				\$ 0	
						\$ 0	
			DURACIÓN TAREA		2	COSTO TAREA	\$ 475,000

Tabla 34

Costos de la tarea montaje rectificadores en la planta

		TAREA:	Montaje Rectificadores En la Planta					
Tipo	Concepto	Recurso	Nombre	Cant.	Durac. (Días)	Costo (Días)	Total Costos	
Costo variable directo	Costo de mano de obra directa	Directivo responsable	Gerente de Proyectos	1	0.5	\$ 250,000	\$ 125,000	
			Director de Instalaciones	1	1	\$ 200,000	\$ 200,000	
			Coordinador de Instalaciones	1	2	\$ 150,000	\$ 300,000	
		Personal Operativo	Ingeniero de Redes	1	3	\$ 100,000	\$ 300,000	
			Ingeniero de Instalaciones	1	1.5	\$ 100,000	\$ 150,000	
			Técnico de Redes	1	3	\$ 50,000	\$ 150,000	
			Técnico de Instalaciones	1	1.5	\$ 50,000	\$ 75,000	
	Costo por uso de activos	Bienes de capital (maquinaria)	Vehículo Carga	1	1	\$ 70,600	\$ 70,600	
			Montacarga	1	1	\$ 400,000	\$ 400,000	
			Vehículo de Transporte	1	2	\$ 49,500	\$ 99,000	
		Bienes de capital (Equipos)	Pinza Voltiamperimetrica	1	3	\$ 1,150	\$ 3,450	
			Multímetro Digital	1	3	\$ 1,300	\$ 3,900	
			Osciloscopio	1	3	\$ 3,550	\$ 10,650	
			Computador	5	3	\$ 3,250	\$ 48,750	
Costo fijo	Asociado al WBS	Materiales (a entregar al cliente)	Rectificador de Corriente	2	1	\$ 26,522,240	\$ 53,044,480	
							\$ 0	
			DURACIÓN TAREA			3	COSTO TAREA	\$ 54,980,830
			COSTO FIJO			\$ 53,044,480		

Tabla 35

Costos de la tarea instalación sensor de temperatura en baño químico

		TAREA:	Instalación Sensor de Temperatura en Baño Químico				
Tipo	Concepto	Recurso	Nombre	Cant.	Durac. (Días)	Costo (Días)	Total Costos
Costo variable directo	Costo de mano de obra directa	Directivo responsable	Coordinador de Instalaciones	1	0.5	\$ 150,000	\$ 75,000
							\$ 0
							\$ 0
		Personal Operativo	Ingeniero de Instalaciones	1	1	\$ 100,000	\$ 100,000
			Técnico de Instalaciones	1	1	\$ 50,000	\$ 50,000
							\$ 0
							\$ 0
	Costo por uso de activos	Bienes de capital (maquinaria)					\$ 0
							\$ 0
		Bienes de capital (Equipos)	Pinza Voltiamperimetrica	1	1	\$ 1,150	\$ 1,150
			Multímetro Digital	1	1	\$ 1,300	\$ 1,300
			Computador Portátil	2	1	\$ 3,250	\$ 6,500
Costo fijo	Asociado al WBS	Materiales (a entregar al cliente)	Sensor de Temperatura	1	1	\$ 400,000	\$ 400,000
							\$ 0
			DURACIÓN TAREA		1	COSTO TAREA	\$ 633,950
			COSTO FIJO			\$ 400,000	

Tabla 36

Costos de la tarea configuración HMI

		TAREA:	Configuración HMI				
Tipo	Concepto	Recurso	Nombre	Cant.	Durac. (Días)	Costo (Días)	Total Costos
Costo variable directo	Costo de mano de obra directa	Directivo responsable	Coordinador de Instalaciones	1	1	\$ 150,000	\$ 150,000
							\$ 0
							\$ 0
		Personal Operativo	Ingeniero de Redes	1	2	\$ 100,000	\$ 200,000
			Ingeniero de Instalaciones	1	2	\$ 100,000	\$ 200,000
			Técnico de Instalaciones	1	2	\$ 50,000	\$ 100,000
			Técnico de Redes	1	2	\$ 50,000	\$ 100,000
	Costo por uso de activos	Bienes de capital (maquinaria)					\$ 0
							\$ 0
		Bienes de capital (Equipos)	Computador Portátil	3	2	\$ 3,250	\$ 19,500
							\$ 0
							\$ 0
Costo fijo	Asociado al WBS	Materiales (a entregar al cliente)				\$ 0	
						\$ 0	
			DURACIÓN TAREA		2	COSTO TAREA	\$ 769,500

Tabla 37

Costos de la tarea pruebas de funcionalidad

		TAREA:	Pruebas de Funcionalidad				
Tipo	Concepto	Recurso	Nombre	Cant.	Durac. (Días)	Costo (Días)	Total Costos
Costo variable directo	Costo de mano de obra directa	Directivo responsable	Gerente de Proyectos	1	0.25	\$ 250,000	\$ 62,500
			Director de Instalaciones	1	0.5	\$ 200,000	\$ 100,000
			Coordinador de Instalaciones	1	1	\$ 150,000	\$ 150,000
		Personal Operativo	Técnico de Instalaciones	1	1	\$ 50,000	\$ 50,000
			Técnico de Redes	1	1	\$ 50,000	\$ 50,000
							\$ 0
							\$ 0
	Costo por uso de activos	Bienes de capital (maquinaria)					\$ 0
							\$ 0
		Bienes de capital (Equipos)	Pinza Voltiamperimetrica	1	1	\$ 1,150	\$ 1,150
			Multímetro Digital	1	1	\$ 1,300	\$ 1,300
			Osciloscopio	1	1	\$ 3,550	\$ 3,550
			Computador Portátil	2	1	\$ 3,250	\$ 6,500
Costo fijo	Asociado al WBS	Materiales (a entregar al cliente)					\$ 0
							\$ 0
			DURACIÓN TAREA		1	COSTO TAREA	\$ 425,000

Tabla 38

Costos de la tarea puesta en servicio de rectificadores

		TAREA:	Puesta en Servicio de Rectificadores				
Tipo	Concepto	Recurso	Nombre	Cant.	Durac. (Días)	Costo (Días)	Total Costos
Costo variable directo	Costo de mano de obra directa	Directivo responsable	Gerente de Proyectos	1	1	\$ 250,000	\$ 250,000
			Director de Instalaciones	1	1	\$ 200,000	\$ 200,000
			Coordinador de Instalaciones	1	1	\$ 150,000	\$ 150,000
		Personal Operativo	Ingeniero de Instalaciones	1	1	\$ 100,000	\$ 100,000
			Técnico de Instalaciones	1	1	\$ 50,000	\$ 50,000
							\$ 0
							\$ 0
	Costo por uso de activos	Bienes de capital (maquinaria)					\$ 0
							\$ 0
		Bienes de capital (Equipos)	Pinza Voltiamperimetrica	1	1	\$ 1,150	\$ 1,150
			Multímetro Digital	1	1	\$ 1,300	\$ 1,300
			Computador Portátil	4	1	\$ 3,250	\$ 13,000
	Costo fijo	Asociado al WBS	Materiales (a entregar al cliente)				
							\$ 0
			DURACIÓN TAREA		1	COSTO TAREA	\$ 765,450

Tabla 39

Costos de la tarea implementación rectificadores

IMPLEMENTACION RECTIFICADORES					
Descripción		Valor	Valor Parcial	Valor Total	
Suministro	Selección y compra de Materiales	2,000,000.00	3,419,500.00	79,627,958.48	
	Pruebas de Equipos en Fabrica	500,000.00			
	Recepción de Materiales	919,500.00			
Adecuaciones Planta	Diagrama Arquitectónico y Localización de Equipos	356,500.00	14,384,456.48		
	Instalación Red Eléctrica Rectificadores	13,783,956.48			
	Pruebas Red Eléctrica	244,000.00			
Montaje y Puesta en Servicio	Construcción Rectificadores	3,774,272.00	61,824,002.00		
	Pruebas Rectificadores	475,000.00			
	Montaje Rectificador en La Planta	54,980,830.00			
	Instalación Sensor de Temperatura en el Baño Químico	633,950.00			
	Instalación y Configuración HMI	769,500.00			
	Pruebas de Funcionalidad	425,000.00			
	Puesta en Servicio de Rectificadores	765,450.00			
TOTAL COSTO VARIABLE DIRECTO			\$ 14,159,150.48		
TOTAL COSTO FIJO			\$ 65,468,808.00		

6.1.4 Inicio de operación

Tabla 40

Costos de la tarea capacitación

		TAREA:	Capacitación				
Tipo	Concepto	Recurso	Nombre	Cant.	Durac. (Días)	Costo (Días)	Total Costos
Costo variable directo	Costo de mano de obra directa	Directivo responsable	Director de Instalaciones	1	1	\$ 200,000	\$ 200,000
			Coordinador de Instalaciones	1	2	\$ 150,000	\$ 300,000
							\$ 0
		Personal Operativo					\$ 0
							\$ 0
							\$ 0
							\$ 0
						\$ 0	
	Costo por uso de activos		Bienes de capital (maquinaria)				
							\$ 0
		Bienes de capital (Equipos)	Computador	2	2	\$ 3,250	\$ 13,000
							\$ 0
							\$ 0
						\$ 0	
Costo fijo	Asociado al WBS	Materiales (a entregar al cliente)				\$ 0	
						\$ 0	
			DURACIÓN TAREA		2	COSTO TAREA	\$ 513,000

Tabla 41

Costos de la tarea monitoreo de rectificadores

		TAREA:	Monitoreo Rectificadores				
Tipo	Concepto	Recurso	Nombre	Cant.	Durac. (Días)	Costo (Días)	Total Costos
Costo variable directo	Costo de mano de obra directa	Directivo responsable	Director de Instalaciones	1	1	\$ 200,000	\$ 200,000
			Coordinador de Instalaciones	1	2	\$ 150,000	\$ 300,000
						\$ 0	
		Personal Operativo					\$ 0
							\$ 0
							\$ 0
	Costo por uso de activos		Bienes de capital (maquinaria)				
							\$ 0
		Bienes de capital (Equipos)	Computador	2	2	\$ 3,250	\$ 13,000
							\$ 0
							\$ 0
Costo fijo	Asociado al WBS	Materiales (a entregar al cliente)				\$ 0	
						\$ 0	
			DURACIÓN TAREA		2	COSTO TAREA	\$ 513,000

Tabla 42

Costos de la tarea documento de garantía

		TAREA:	Documento Para Garantía				
Tipo	Concepto	Recurso	Nombre	Cant.	Durac. (Días)	Costo (Días)	Total Costos
Costo variable directo	Costo de mano de obra directa	Directivo responsable	Gerente de Proyectos	1	1	\$ 250,000	\$ 250,000
			Director de Instalaciones	1	1	\$ 200,000	\$ 200,000
			Coordinador de Instalaciones	1	5	\$ 150,000	\$ 750,000
		Personal Operativo	Ingeniero de Diseño	1	5	\$ 100,000	\$ 500,000
			Ingeniero Electromecánico	1	5	\$ 100,000	\$ 500,000
							\$ 0
	Costo por uso de activos	Bienes de capital (maquinaria)					\$ 0
							\$ 0
		Bienes de capital (Equipos)	Computador Portátil	5	5	\$ 3,250	\$ 81,250
			Impresora Laser	1	5	\$ 1,400	\$ 7,000
							\$ 0
		Costo fijo	Asociado al WBS	Materiales (a entregar al cliente)			
						\$ 0	
			DURACIÓN TAREA		5	COSTO TAREA	\$ 2,288,250

Tabla 43

Costos de la tarea documento para soporte técnico

		TAREA:	Documento Para Soporte Técnico				
Tipo	Concepto	Recurso	Nombre	Cant.	Durac. (Días)	Costo (Días)	Total Costos
Costo variable directo	Costo de mano de obra directa	Directivo responsable	Gerente de Proyectos	1	1	\$ 250,000	\$ 250,000
			Director de Instalaciones	1	1	\$ 200,000	\$ 200,000
			Coordinador de Instalaciones	1	5	\$ 150,000	\$ 750,000
		Personal Operativo	Ingeniero Electromecánico	1	5	\$ 100,000	\$ 500,000
							\$ 0
							\$ 0
							\$ 0
	Costo por uso de activos	Bienes de capital (maquinaria)					\$ 0
							\$ 0
		Bienes de capital (Equipos)	Computador Portátil	4	5	\$ 3,250	\$ 65,000
			Impresora Laser	1	5	\$ 1,400	\$ 7,000
							\$ 0
Costo fijo	Asociado al WBS	Materiales (a entregar al cliente)					\$ 0
							\$ 0
			DURACIÓN TAREA		5	COSTO TAREA	\$ 1,772,000

Tabla 44

Costos de la tarea documentación AS BUILT

		TAREA:	Documentación AS BUILT				
Tipo	Concepto	Recurso	Nombre	Cant.	Durac. (Días)	Costo (Días)	Total Costos
Costo variable directo	Costo de mano de obra directa	Directivo responsable	Director de Instalaciones	1	1	\$ 200,000	\$ 200,000
			Coordinador de Instalaciones	1	2	\$ 150,000	\$ 300,000
							\$ 0
		Personal Operativo	Ingeniero de Redes	1	5	\$ 100,000	\$ 500,000
			Ingeniero Electromecánico	1	5	\$ 100,000	\$ 500,000
			Auxiliar de Ingeniería	1	5	\$ 50,000	\$ 250,000
							\$ 0
	Costo por uso de activos	Bienes de capital (maquinaria)					\$ 0
							\$ 0
		Bienes de capital (Equipos)	Computador	2	5	\$ 3,250	\$ 32,500
			Impresora Laser	1	5	\$ 1,400	\$ 7,000
					\$ 0		
Costo fijo	Asociado al WBS	Materiales (a entregar al cliente)					\$ 0
							\$ 0
			DURACIÓN TAREA		2	COSTO TAREA	\$ 1,789,500

Tabla 45

Cotos de la tarea inicio de operación

INICIO DE OPERACIÓN				
Descripción		Valor	Valor Parcial	Valor Total
Capacitación	Capacitación	513,000.00	513,000.00	\$ 6,875,750.00
Monitoreo Rectificadores	Monitoreo Rectificadores	513,000.00	513,000.00	
Documentación del Proyecto	Documentación Para Garantía	2,288,250.00	5,849,750.00	
	Documentación Para Soporte Técnico	1,772,000.00		
	Documentación AS BUILT	1,789,500.00		
TOTAL COSTO VARIABLE DIRECTO			\$ 6,875,750.00	
TOTAL COSTO FIJO			\$ 0.00	

6.2 Costo Tarea Principal

Tabla 46

Costos de las tareas de nivel 3, nivel2 y nivel 1

TAREAS NIVEL 3	TAREAS NIVEL 2	TAREA NIVEL 1
Costo Caso de negocio: \$ 2,054,650	Costo Conceptualización: \$ 10,166,650	Costo Proyecto: \$ 104,465,358
Costo Ing. Conceptual: \$ 8,112,000		
Costo Ing. Básica: \$ 895,000	Costo Diseño: \$ 7,795,000	
Costo Ing. de Detalle:\$ 6,900,000		
Costo Suministro \$ 3,419,500	Costo Implementación: \$ 79,627,958	
Costo Adecuación Planta: \$ 14,384,456		
Costo Montaje y Puesta en Servicio: \$ 61,824,002		
Costo Capacitación: \$ 513,000	Costo inicio operación: \$ 6,875,750	
Costo Monitoreo Rectificadores: \$ 513,000		
Costo Documentación Proyecto: \$ 5,849,750		

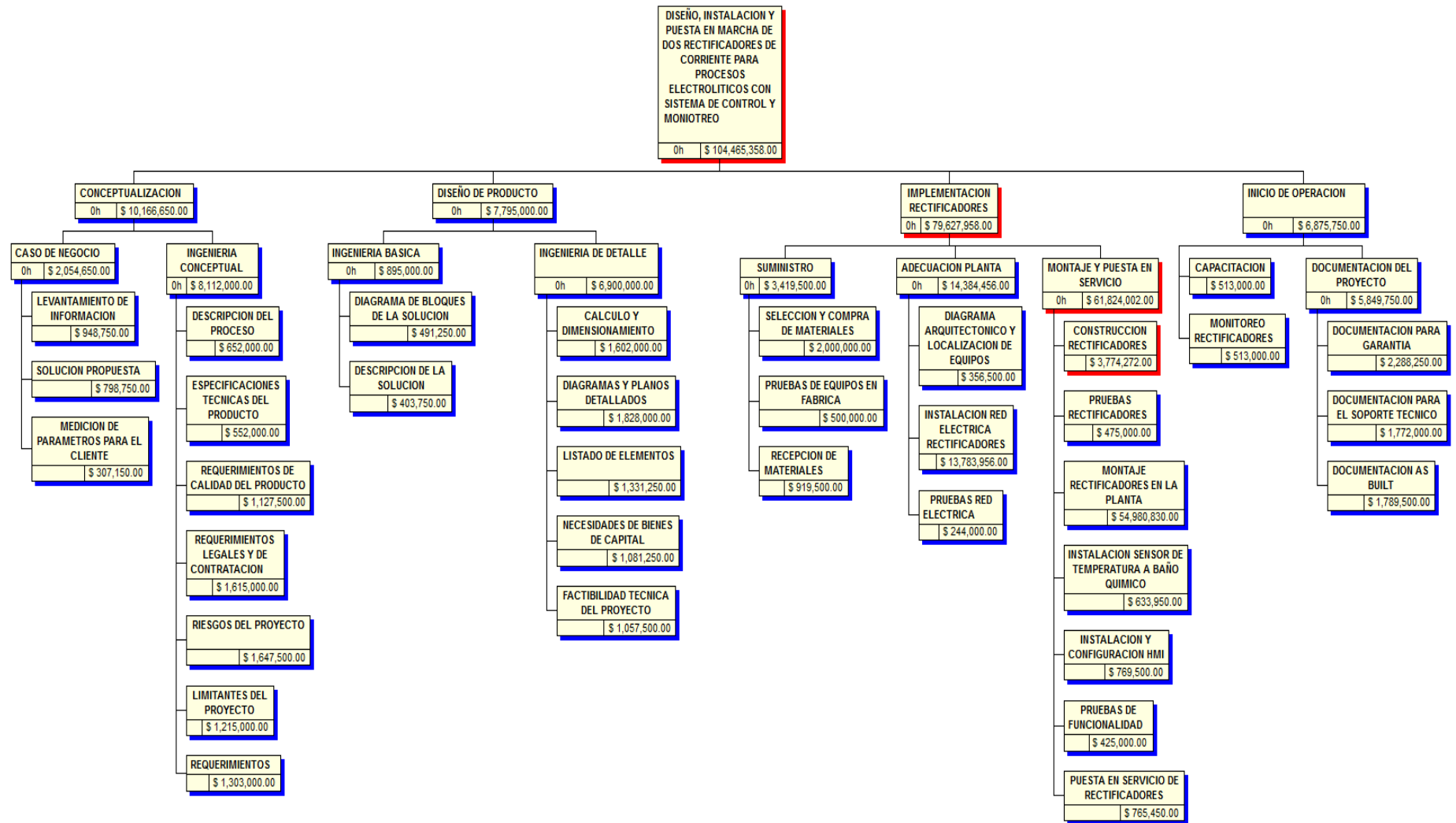


Figura 15. WBS del proyecto

6.3 Costos Variables indirectos

Tabla 47

Costos variables indirectos

GASTOS ADMINISTRATIVOS					
Cargo	Salario Mensual	Carga prestacional	Valor semanal	Cant. semanas	Total
Gerente General	\$ 6,000,000.00	\$ 6,720,000.00	\$ 1,680,000.00	9.5	\$ 15,960,000.00
Gerente de Gestión Humana	\$ 5,000,000.00	\$ 5,600,000.00	\$ 1,400,000.00	9.5	\$ 13,300,000.00
Gerente Financiero	\$ 5,000,000.00	\$ 5,600,000.00	\$ 1,400,000.00	9.5	\$ 13,300,000.00
Director de Gestión Humana	\$ 4,000,000.00	\$ 4,480,000.00	\$ 1,120,000.00	9.5	\$ 10,640,000.00
Director Financiero	\$ 4,000,000.00	\$ 4,480,000.00	\$ 1,120,000.00	9.5	\$ 10,640,000.00
Coordinador de Gestión Humana	\$ 3,000,000.00	\$ 3,360,000.00	\$ 840,000.00	9.5	\$ 7,980,000.00
Analista Financiero	\$ 2,000,000.00	\$ 2,240,000.00	\$ 560,000.00	9.5	\$ 5,320,000.00
Asesor comercial	\$ 2,000,000.00	\$ 2,240,000.00	\$ 560,000.00	9.5	\$ 5,320,000.00
TOTAL					\$ 82,460,000.00

Tabla 48

Cotos de los gastos generales

GASTOS GENERALES			
Concepto	Duración	Valor semanal	Total Proyectos
Arrendamiento	Mensual	\$ 750,000.00	\$ 7,125,000.00
Pago de servicios públicos.	Mensual	\$ 500,000.00	\$ 4,750,000.00
Gastos de Publicidad	Anual	\$ 2,083.33	\$ 19,791.67
Seguridad	Mensual	\$ 12,500.00	\$ 118,750.00
Papelería	Mensual	\$ 62,500.00	\$ 593,750.00
TOTAL			\$ 12,607,291.67

Tabla 49

Cotos del prorrateo del overhead del proyecto

PRORRATEO DEL OVERHEAD DEL PROYECTO	
Concepto	Total gastos
Gastos administrativos	\$ 82,460,000.00
Gastos Generales	\$ 12,607,291.67
Gastos financieros	\$ 0.00
Total Gastos	\$ 95,067,291.67
Proyectos activos	5
Overhead cargado al proyecto	\$ 19,013,458.33

6.4 Costos Fijos

Tabla 50

Costos de las licencias de operación

LICENCIAS DE OPERACIÓN				
Ítem	Descripción	Cantidad	Costo unitario	Costo total
1	AutoCAD	1	\$ 695,758.00	\$ 695,758.00
2	Microsoft Windows	13	\$ 167.00	\$ 2,171.00
3	Microsoft Office	13	\$ 167.00	\$ 2,171.00
4	Microsoft Project	2	\$ 199,500.00	\$ 399,000.00
TOTAL			\$ 1,099,100.00	

Tabla 51

Costos fijos del proyecto

COSTOS FIJOS		
ITEM	DESCRIPCION ACTIVIDAD	TOTAL
1	Implementación	\$ 65,468,808.00
2	Licencias de Operación	\$ 1,099,100.00
TOTAL		\$ 66,567,908.00

6.5 Costos Variables directos

Tabla 52

Costos de las variables directas del proyecto

COSTOS VARIABLES DIRECTOS		
ITEM	DESCRIPCION ACTIVIDAD	TOTAL
1	Conceptualización	\$ 10,166,650.00
2	Diseño de Producto	\$ 7,795,000.00
3	Implementación	\$ 14,159,150.48
4	Inicio de Operación	\$ 6,875,750.00
TOTAL		\$ 38,996,550.48

6.6 Costo Total Proyecto

Tabla 53

Costo total del proyecto

COSTO TOTAL DEL PROYECTO		
Ítem	Concepto	Totales
1	Costos Fijos	\$ 66,567,908.00
2	Costos variables directos	\$ 38,996,550.48
3	Costos variables indirectos	\$ 19,013,458.33
Costo total del proyecto		\$ 124,577,916.81

7. Precio de venta al público

La rentabilidad del proyecto es del 20% sobre el costo total del proyecto por lo cual se determina el precio de venta mínimo y el precio de venta al público

$$\text{Precio de Venta minimo} = \frac{\text{costo del proyecto}}{1 - \text{rentabilidad}}$$

$$\text{Precio de Venta minimo} = \frac{\$ 124,577,916.81}{1 - 20\%}$$

$$\text{Precio de Venta minimo} = \$ 155,722,396.02$$

Para dar el precio de venta al público y poder dar un descuento del 10% al Cliente se realiza el cálculo sobre el valor de venta mínimo.

$$\text{Precio de Venta Publico} = \frac{\text{Precio de Venta Minimo}}{1 - \text{Descuento}}$$

$$\text{Precio de Venta Publico} = \frac{\$ 155,722,396.02}{1 - 10\%}$$

$$\text{Precio de Venta Publico} = \$ 173,024,884.46$$

8. Referencias Bibliográficas

Álvarez, G. (2012). *Factores ambientales*. Extraído el 15 de Abril de 2012 desde;

<<http://www.minambiente.gov.co/documentos/galvanot%C3%A9cnia.pdf>>.

Baca, F. (2009). *Evaluación de Proyectos*. México: Mc Graw Hill.

Juana, T., María, F., Mauricio, H., (2011). Situación Colombia.

Adriana, A., Carolina O., Guía de producción más limpia para el sector de recubrimientos

electrolíticos en Colombia desde; < <https://es.scribd.com/doc/187888969/32-Guia-BuenasPracticas-Sector-Recubrimientos-Electroliticos>>.

Cámara de Comercio de Bogotá., Carlos, A., Carlos, F., Guía metodología para el uso eficiente

de la energía en el sector: Acero, hierro, materiales no ferrosos y galvanotecnia desde;

<http://www.caem.org.co/catalogo/docs/601_GUIA_ACERO2.pdf>.

Ministerio de Minas y Energía. (2012). Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE).

ICONTEC, (1998). Norma Técnica Colombiana NTC 2050.

Jesús, R. F. (2006). Buenas prácticas en el puesto de trabajo en el sector Galvanotecnia; desde: <

<http://ecometal.aimme.es/observatorio/guias/docs/guiagalvano.pdf>>

Ana, R. P., Juliana, S. C., Juan, L. P., ANDI, la cadena de valor siderúrgica y metalmecánica en Colombia en la primera década del siglo XXI, desde:

<file:///C:/Users/Hogar/Downloads/LA_CADENA_DE_VALOR_SIDER%C3%9ARGICA_Y_METALMEC%C3%81NICA_EN_COLOMBIA_20110829_120600%20(1).pdf>

Orlando, F. (2006). Desarrollo e implementación de un equipo de galvanoplastia basado en instrumentación virtual, utilizando tres técnicas (DC, PC, IPC) de deposición.

Héctor, M. D. (2006). Elementos de electrónica de potencia. Memoria para optar al Título de Ingeniero Electricista, Facultad de Ingeniería, Universidad San Carlos de Guatemala, Guatemala.