

**AUTOMATIZACIÓN DE PLANTA INDUSTRIAL PARA EL TRATAMIENTO EN
LA CALIDAD DEL AGUA QUE INGRESA A UNA CALDERA**

Juan Camilo Cuéllar Moreno
Ricardo Andrés Montaña Huérfano
José Evelio Libreros Potes

Universidad Santo Tomás
Facultad de Ingeniería
Especialización en Instrumentación Electrónica
Bogotá
2016

**AUTOMATIZACIÓN DE PLANTA INDUSTRIAL PARA EL TRATAMIENTO EN
LA CALIDAD DEL AGUA QUE INGRESA A UNA CALDERA**

Juan Camilo Cuéllar Moreno
Ricardo Andrés Montaña Huérfano
José Evelio Libreros Potes

Trabajo de grado para optar el título de
Especialista en Instrumentación Electrónica

Asesor
Ing. Fernando Rivera

Universidad Santo Tomás
Facultad de Ingeniería
Especialización en Instrumentación Electrónica
Bogotá
2016

Agradecimientos

Principalmente doy gracias a Dios por darme todas las aptitudes necesarias para el desarrollo de este proyecto de grado, a mi esposa Diana Marcela y a mi hijo Juan Simón por ser los motores de mi vida, también quiero agradecer a mis padres y hermanos por el apoyo incondicional en cada proyecto que he iniciado. Finalmente quiero agradecer a la Universidad Santo Tomás y a los profesores de esta especialización, por brindarme el conocimiento necesario para obtener el título de Especialista en Instrumentación Electrónica.

JUAN CAMILO CUÉLLAR MORENO.

Gracias a Dios y a mi familia por aportarme, guiarme y apoyarme en el cumplimiento de cada uno de mis objetivos. Gracias a todos y cada uno de los docentes que fueron parte del proceso académico. Gracias a la Universidad Santo Tomas por ser una entidad con tan alto nivel educativo, excelente aporte moral y ético. En especial gracias a mi hijo Juan Felipe Montaña R.

RICARDO ANDRÉS MONTAÑO H.

A Dios doy gracias por darme la fuerza y la voluntad para culminar esta especialización, a mis padres que siempre me han apoyado en mis logros personales, a la empresa Alianza del Upía S.A.S por brindar el espacio y la confianza para realizar este proyecto. A los compañeros de trabajo por el compromiso y empeño de sacar adelante este proyecto.

JOSÉ EVELIO LIBREROS POTES.

Resumen

TÍTULO: AUTOMATIZACIÓN DE PLANTA INDUSTRIAL PARA EL TRATAMIENTO EN LA CALIDAD DEL AGUA QUE INGRESA A UNA CALDERA

AUTORES: ING. JUAN CAMILO CUÉLLAR MORENO
ING. RICARDO ANDRÉS MONTAÑO HUÉRFANO
ING. JOSÉ EVELIO LIBREROS POTES

PALABRAS CLAVES: Agua, automatización, tratamiento, proceso, implementación, maquinaria, montaje.

CONTENIDO: En el presente trabajo de grado se expone la implementación de una problemática presentada en la empresa Alianza del Upía S.A.S con respecto a la calidad de agua que ingresa en la caldera para el respectivo proceso de generación de vapor. Se describen todos los pasos necesarios para la automatización del proceso de tratamiento de agua. A su vez, se plantea todo lo respectivo al desarrollo del producto en el cual se precisa la solución propuesta, el alcance del proyecto, la justificación. Por otro lado se especifica todo lo correspondiente a la ingeniería conceptual, dentro de la cual se mencionan los riesgos, la normatividad que se debe cumplir y las especificaciones necesarias de montaje, de funcionamiento, de gestión, entre otras.

Dicho trabajo de grado contiene toda la parte de la ingeniería de detalle, dentro de la cual están contemplados los componentes eléctricos seleccionados para la implementación del proyecto, los planos del tablero de control, la maquinaria y herramienta necesaria en la adecuación de cada componente.

Para finalizar se encuentra todo lo que corresponde al capítulo de planificación e implementación de la solución, en el cual se puede encontrar la planificación de tareas, los cronogramas de tiempos, y todo lo que son costos y presupuestos.

Abstract

TITLE: AUTOMATIZACIÓN DE PLANTA INDUSTRIAL PARA EL TRATAMIENTO EN LA CALIDAD DEL AGUA QUE INGRESA A UNA CALDERA

AUTHORS: ENG. JUAN CAMILO CUÉLLAR MORENO
ENG. RICARDO ANDRÉS MONTAÑO HUÉRFANO
ENG. JOSÉ EVELIO LIBREROS POTES

KEYWORDS: Water, automation, treatment, process, implementation, machinery, assembly.

CONTENT: In this paper grade, we are showing a problematic in the company Alianza del Upía S.A.S with respect to the quality water for a boiler in a process of steam generation. Here we describe step by step for the automation of water treatment. At the same time, we propose the process development, the solution, the scope and the justification.

On the other hand, everything about conceptual engineering, such as, the risks and the rules that projects has to satisfy with specification necessities for the correct process.

This paper content the detail engineering with the electrical components and the implementation Project, layouts, machines, tools, everything about installation.

Finally you can find the schedules and implementation solution process, you can find too the total costs and budgets.

Tabla de Contenidos

Capítulo 1.....	7
1.1 INTRODUCCIÓN.....	7
1.2 OBJETIVOS.....	9
1.2.1 Objetivo general.....	9
1.2.2 Objetivos específicos	9
1.3 DESARROLLO DE PRODUCTO.....	10
1.3.1 Antecedentes.....	10
1.3.2 Problema a solucionar	11
1.3.3 Solución propuesta.....	11
1.3.4 Justificación.....	12
1.3.5 Alcance del proyecto.....	13
1.4 Requerimientos.....	14
1.4.1 INGENIERÍA CONCEPTUAL.....	14
1.4.1.1 Descripción del proceso o del servicio.....	14
1.4.1.2 Tecnología existente (Estado del arte).....	15
1.4.1.3 Especificaciones de funcionamiento.....	20
1.4.1.4 Especificaciones de montaje físico	23
1.4.1.5 Especificaciones de ambiente de operación	25
1.4.1.6 Especificaciones de gestión	26
1.4.1.7 Normatividad técnica a cumplir.....	27
1.4.1.8 Riesgos	28
1.4.1.8.1 Gestión de Riesgos.....	29
1.4.1.8.2 Riesgos de la gerencia de proyectos.....	29
1.4.1.8.3 Riesgos organizacionales.....	30
1.4.1.8.4 Riesgos externos	30
1.5.1 INGENIERÍA BÁSICA.....	35
1.5.1.1 Diagrama en bloques de la solución	35
1.5.1.2 Descripción de la solución.....	36
1.5.2 INGENIERÍA DE DETALLE.....	37
1.5.2.1 Selección de componentes.....	37
1.5.2.2 Diagramas y planos de la solución.....	38
1.5.2.3 Listado de elementos.....	40
1.5.2.4 Maquinaria y equipos.....	41
1.5.2.5 Herramientas.....	41
1.5.2.6 Vehículos	42
1.5.2.7 Software y licencias	42
1.5.2.8 Entrenamiento y/o certificaciones.....	43
1.5.2.9 Construcciones muebles y enseres.....	43
Capítulo 2. PLANIFICACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE LA SOLUCIÓN.....	44
2.1 Planificación de tareas	44
2.1.1 WBS.....	44

2.1.2	Diccionario WBS	45
2.1.2.1	Propuesta preliminar	45
2.1.2.2	Ingeniería conceptual	45
2.1.2.3	Ingeniería Básica.....	46
2.1.2.4	Ingeniería de detalle	47
2.1.2.5	Implementación de la solución	47
2.1.2.6	O&M Operación y Mantenimiento	48
2.1.3	CRONOGRAMAS	49
2.1.3.1	Cronograma detallado por fases MS PROJECT	51
2.1.3.2	Ruta crítica.....	52
2.2	Asignación de recursos	53
2.2.1	Asignación de recurso por actividad.....	53
2.3	Asignación de costos por recurso	55
2.4	Presupuesto.....	61
2.4.1	Gastos administrativos	62
2.4.2	Modelo de negocio AIU.....	63
2.4.3	Clasificación de actividades CAPEX/OPEX	63
2.4.4	Resultados y discusiones	64
	Lista de referencias	65

Lista de tablas

Tabla 1. Requerimientos agua alimentación.....	17
Tabla 2. Análisis de la calidad de agua a la salida del sistema de aireación	21
Tabla 3. Límites recomendados a la salida del tratamiento del agua	22
Tabla 4. Riesgos VS Control	32
Tabla 5. Identificación de controles	33
Tabla 6. Identificación de riesgos	33
Tabla 7. Identificación de interesados	34
Tabla 8. Listado elementos eléctricos seleccionados	40
Tabla 9. Maquinaria y equipos.....	41
Tabla 10. Herramientas	41
Tabla 11. Vehículos.....	42
Tabla 12. Software	42
Tabla 13. Entrenamiento y/o certificaciones	43
Tabla 14. Construcciones muebles y enseres.....	43
Tabla 15. Duración de actividades	49
Tabla 16. Cronograma general.....	50
Tabla 17. Recursos humanos del proyecto	53
Tabla 18. Asignación de recursos por actividad	54
Tabla 19. Asignación de costos por recursos.....	55
Tabla 20. Asignación TOTAL de costos por recursos	55
Tabla 21. Costos de recurso por tarea	58
Tabla 22. Costos Total de la Ingeniería de detalle	60
Tabla 23. Resumen costos de recurso y actividad por fase	61
Tabla 24. Resumen costo total fijo y equipos	61
Tabla 25. Resumen costo por recurso de actividad.....	61
Tabla 26. Resumen costo por obra y equipos	61
Tabla 27. Gastos administrativos	62
Tabla 28. Modelo de negocio AIU.....	63
Tabla 29. CAPEX / OPEX.....	63

Lista de figuras

Figura 1. Equipos utilizados en el tratamiento del agua.....	18
Figura 2. Ablandadores	19
Figura 3. Desgasificador	19
Figura 4. Diagrama de bloques de la solución.....	35
Figura 5. Descripción de la solución (proceso)	36
Figura 6. Plano 1 - tablero de control.....	38
Figura 7. Plano 2 - tablero de control.....	39
Figura 8. WBS.....	44
Figura 9. Cronograma detallado por fases MS PROJECT	51
Figura 10. Ruta crítica	52
Figura 11. Costo total del recurso	56

Capítulo 1.

1.1 INTRODUCCIÓN

El avance tecnológico en cada una de las áreas industriales y la escasez de recursos naturales para el desarrollo de proyectos en mercados nacionales e internacionales, ha aumentado la proliferación de desechos y restos en todos los procesos y más aún en el sector agroindustrial, esto a su vez se ha convertido en una amenaza muy importante para el medio ambiente de tal modo deben crearse normas y tratamientos adecuados en pro de cubrir esta falencia.

El poco estudio de valores y la mínima cultura ambiental de las empresas del sector palmicultor para la recuperación y reutilización de los subproductos ha permitido que estos se desperdicien aumentando los costos y los riesgos en el proceso, trasladando la problemática y desaprovechando su potencial en los cultivos.

El presente trabajo busca brindar un procedimiento viable económico y ambientalmente sostenible para la práctica final en el tratamiento de aguas, que en este momento se están generando en la industria de palma y que hasta el momento el recurso hídrico solo se mal utiliza y sin ningún prototipo de control.

El sector agroindustrial del aceite de palma explora opciones de desempeño en los procesos productivos, en especial los procedentes de las aguas, estos pueden ser utilizados y controlados, mejorando las condiciones del proceso. Este trabajo busca el modo de utilizar fuentes alternativas como complemento para la producción de vapor en una caldera, la cual se encarga de dar movimiento a una turbina para la generación de energía en una planta extractora de aceite de palma y de esta forma lograr una disminución importante en los

costos directos en cuanto al consumo de combustible de una planta diésel. Este tipo de prácticas permitirá a las empresas extractoras, lograr un equilibrio en las prácticas ambientales soportadas en estándares de calidad y de eficiencia.

El impacto que producen en el medio ambiente las malas prácticas en los procesos industriales originan un degaste de recursos vitales como el aire, el agua y la tierra perjudicando en forma indirecta al ser humano, el cual tiene que crear medidas para afrontar estos inconvenientes guardando una armonía entre recursos disponibles y su existencia en el futuro sin comprometer el desarrollo económico de la empresa.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo general

Brindar una solución viable técnica, ambiental y económica para el tratamiento de agua en la planta extractora de aceite de palma Alianza del Upía ubicada en Cabuyaro – Meta.

1.2.2 Objetivos específicos

- Determinar la selección de componentes utilizados en la automatización de la planta de tratamiento de agua.
- Evaluar los costos económicos de disposición para el tratamiento de aguas en el proceso de generación de vapor de una caldera.
- Elaborar el montaje del tablero eléctrico con los respectivos elementos para el control automático de la planta de agua.
- Determinar la programación necesaria del PLC utilizado en el proceso.
- Definir la interfaz HMI para visualizar y supervisar el proceso de tratamiento del agua.
- Determinar los beneficios ambientales con en tratamiento de agua y la reducción del impacto en costos de recambio en la instrumentación del proceso de generación de vapor.

1.3 DESARROLLO DE PRODUCTO

1.3.1 Antecedentes

Durante muchos años el agua se ha utilizado como materia prima para múltiples procesos industriales, anteriormente se consideraba dicho recurso como un elemento común e ilimitado. Debido a los grandes problemas de sequía que se han presentado en muchos lugares del mundo, numerosas empresas del sector industrial se han esforzado en reducir el consumo inadecuado de este importante líquido. Para ello es necesario invertir en sistemas electrónicos que permitan un uso apropiado del agua. A pesar de esto, la cantidad de agua consumida por el sector industrial es bastante considerable. Ante tal panorama no es de extrañar que se hiciera un estudio en profundidad del consumo de agua en las plantas industriales, con el fin de buscar medidas de ahorro.

El sector industrial en Colombia siempre ha sido considerado un gran consumidor de recursos naturales, especialmente de agua, ya que es un elemento imprescindible en diferentes momentos del proceso de producción, en las últimas décadas la situación está cambiando debido a la escasez y el deterioro cada vez mayor de los recursos hídricos, que se caracteriza por la irregularidad en las lluvias, enlazando épocas más húmedas con otras de sequía.

Actualmente existen numerosas compañías a nivel local y mundial dedicadas a la química analítica del tratamiento de aguas para la industria con equipos especializados y de alto costo que brindan asesoría en diferentes puntos de los procesos. Una de ellas es la Planta extractora de aceite de Palma “Alianza del Upía S.A.S” ubicada en Cabuyaro – Meta, la

cual desea implementar un sistema automático para el tratamiento de agua que ingresa a una caldera de 20.000 m³/h de vapor.

1.3.2 Problema a solucionar

Actualmente en la compañía Alianza del Upía existe una planta manual de tratamiento de potabilización de agua. La fuente de agua, es agua superficial procedente de un canal de riego del río Upía, la cual es almacenada en un reservorio de 8.000 m³ y/o un suministro de agua de pozo profundo (aljibe).

Dicha agua contiene muchos contaminantes que al no ser tratados de la forma correcta pueden causar daños dentro de la tubería de la caldera. No se tiene un control adecuado en el tratamiento del agua ya que actualmente el proceso es netamente manual.

1.3.3 Solución propuesta

Con el fin de dar solución a la problemática de costos y paradas de proceso debido al rompimiento de varios tubos en el interior de una caldera, se busca dar un tratamiento eficiente al agua utilizada para la generación de vapor, eliminando de manera radical los contaminantes físico-químicos y biológicos presentes en el recurso natural utilizado. Para ello se ofrece el diseño, la implementación y puesta en marcha de un sistema de control y monitorización continuo del tratamiento de agua, permitiendo mejorar la seguridad del suministro de alimentación de la caldera. Con esto se busca el uso adecuado y la calidad más óptima de agua en el proceso industrial. También se busca reducir gastos en pro de aumentar la rentabilidad de la empresa. Este concepto, se ha convertido en una alternativa viable para la optimización del agua.

Para Alianza del Upía es muy importante implementar este desarrollo, ya que con esta implementación la empresa podría llevar una mejor estadística en cuanto al consumo de agua y la calidad de la misma en el proceso de extracción de Aceite de Palma, a su vez se evitarían los tres grandes problemas que se presentan cuando ingresa agua no tratada a la caldera, los cuales se mencionan a continuación:

1. Corrosión
2. Formación de incrustaciones
3. Arrastres

1.3.4 Justificación

La empresa presenta daños en la tubería interna de la caldera debido a corrosión en los tubos, o averías en promedio 2 veces cada mes. Una parada en la planta implican 5 horas de enfriamiento de la caldera y otras 5 horas en reparación. El precio actual x tonelada de aceite es de \$2.000.000 de pesos.

La empresa cuenta con la capacidad de obtener 4 toneladas de aceite en 1 hora, con lo cual una parada por este tipo de daños le cuesta a la empresa 80 millones de pesos en producción.

Si se hace el cálculo en el mes, da 160.000.000 y anualmente las pérdidas son por un total de 1'920.000.000 de pesos.

El proyecto de automatización en la planta de tratamiento del agua que se le ofrece a la empresa Alianza del Upía está avaluado aproximadamente en 158'119.354 de pesos.

Dicho lo anterior, resulta muy beneficioso implementar esta mejora en la planta, ya que el costo de la inversión es demasiado mínimo comparado con los gastos que se generan por el mal tratamiento de agua que tienen actualmente.

1.3.5 Alcance del proyecto

El alcance del proyecto se fija en definir una propuesta de solución para reducir el consumo de agua en el proceso de producción para la extracción de aceite de Palma africana y su calidad para la generación de vapor.

El proyecto contará con el diseño, el suministro de equipos, el montaje y la puesta en servicio de la planta automatizada para el tratamiento de agua. Dentro de la propuesta no se incluyen obras civiles, ni los suministros de químicos que se requieran en el proceso de potabilización. El tiempo estimado para el desarrollo del proyecto es de 8 semanas.

Inicio de proyecto: 12 de Septiembre de 2016

Cierre de proyecto: 02 de diciembre de 2016

1.4 Requerimientos

1.4.1 INGENIERÍA CONCEPTUAL

1.4.1.1 Descripción del proceso o del servicio

Servicio para el proceso de tratamiento del agua para la empresa Alianza del Upía con el bombeo de agua cruda de dos suministros, el primero es de un pozo profundo (aljibe) con características en pH, dureza, turbiedad, hierro, conductividad, diferentes al suministro de agua cruda de apoyo del de 8.000m³ (reservorio), procedente de un canal de riego del río Upía. Este suministro de agua es ingresada a un tanque de tratamiento 250 gpm consta de una bandeja de aireación, una cámara de coagulación–floculación que permite la clarificación de agua y generar los parámetros iniciales de la calidad del agua, aquí se verifica la composición actual del agua físico-química, mediante la prueba de jarras, con un toma muestra manual. Siguiendo a este proceso el agua es filtrada por medio de unas baterías de arena y almacenada en un tanque elevado, el agua derivada para la alimentación de la caldera es previamente pasada por unas baterías de carbón activado y un intercambiador de calor, finalmente el agua es depositada en un tanque de agua suavizada de 48” de diámetro y 72” de altura. Mediante una rápida gestión se puede realizar un diagnóstico de la situación actual. Este diagnóstico permite plantear un plan para realizar la toma de medidas en la instalación en el proceso de calidad del agua.

El sistema propuesto para el proceso del tratamiento del agua óptimo en la empresa Alianza del Upía consta de un sistema automático mediante sensores, controladores, Interfaz gráfica y actuadores que permita en tiempo real, visualizar y controlar el proceso del

tratamiento del agua. Mediante una tecnología industrial, con reconocida calidad y rendimiento.

1.4.1.2 Tecnología existente (Estado del arte)

El tratamiento del agua de una caldera de vapor o agua caliente es fundamental para asegurar una larga vida útil libre de problemas operacionales, reparaciones de importancia y accidentes. El objetivo principal del tratamiento de agua es evitar problemas de corrosión e incrustaciones, asegurando la calidad del agua de alimentación y del agua contenida en la caldera. El aseguramiento de la calidad del agua de alimentación y agua de la caldera se consigue cumpliendo con los requerimientos de las normas, que definen los límites recomendados para los parámetros involucrados en el tratamiento del agua.

Las fuentes de agua corresponden a toda aquella agua ríos, lagos, océanos, que no ha recibido ningún tipo de tratamiento y por lo tanto contienen impurezas, adquiridas durante el ciclo al que han sido sometidas, que impiden su utilización directa en una caldera.

En la actualidad existen varias empresas dedicadas y especializadas en el manejo industrial del agua, con tecnologías y equipamientos suficientes para prestar el servicio de tratamiento de aguas a diversos sectores de la industria.

Muchas de estas empresas Colombianas utilizan la tecnología conocida como Osmosis inversa, esta tecnología de purificación del agua que utiliza una membrana semipermeable para eliminar iones, moléculas, y partículas más grandes del agua potable. Para lograr la ósmosis inversa se aplica una presión para vencer la presión osmótica, que es una propiedad coligativa producida por diferencias de potencial químico del solvente, un parámetro

termodinámico. La ósmosis inversa puede eliminar muchos tipos de elementos suspendidos en el agua, incluyendo bacterias, y está utilizada tanto en procesos industriales como para la producción de agua potable.

Los principales parámetros involucrados en el tratamiento del agua de una caldera mediante Osmosis inversa, son los siguientes:

Dureza. La dureza del agua cuantifica principalmente la cantidad de iones de calcio y magnesio presentes en el agua, los que favorecen la formación de depósitos e incrustaciones difíciles de remover sobre las superficies de transferencia de calor de una caldera.

Oxígeno. El oxígeno presente en el agua favorece la corrosión de los componentes metálicos de una caldera. La presión y temperatura aumentan la velocidad con que se produce la corrosión

Dióxido de carbono. El dióxido de carbono, al igual que el oxígeno, favorecen la corrosión. Este tipo de corrosión se manifiesta en forma de ranuras y no de tubérculos como los resultantes de la corrosión por oxígeno. La corrosión en las líneas de retorno de condensado generalmente es causada por el dióxido de carbono. El CO₂ se disuelve en agua (condensado), produciendo ácido carbónico. La corrosión causada por el ácido carbónico ocurrirá bajo el nivel del agua y puede ser identificada por las ranuras o canales que se forman en el metal.

Hierro y cobre. El hierro y el cobre forman depósitos que deterioran la transferencia de calor. Se pueden utilizar filtros para remover estas sustancias.

Alcalinidad. Representa la cantidad de carbonatos, bicarbonatos, hidróxidos y silicatos o fosfatos en el agua. La alcalinidad del agua de alimentación es importante, ya que, representa una fuente potencial de depósitos.

Aceite. El aceite favorece la formación de espuma y como consecuencia el arrastre al vapor.

pH. El pH representa las características ácidas o alcalinas del agua, por lo que su control es esencial para prevenir problemas de corrosión (bajo pH) y depósitos (alto pH). Sobre la base de las recomendaciones de la Norma Británica BS – 2486, la ABMA (American Boiler Manufacturing Association) y el TÜV, se han preparado las siguientes tablas que muestran los requerimientos que deberán satisfacer el agua de alimentación y el agua de una caldera para prevenir incrustaciones y corrosión en calderas de baja presión.

PARÁMETRO	VALOR REQUERIDO
Dureza total	< 2 ppm
Contenido de oxígeno	< 8 ppb
Dióxido de carbono	< 25 mg/l
Contenido total de hierro	< 0,05 mg/l
Contenido total de cobre	< 0,01 mg/l
Alcalinidad total	< 25 ppm
Contenido de aceite	< 1 mg/l
pH a 25 °C	8.5 – 9.5
Condición general	Incoloro, claro y libre de agentes insolubles.

Tabla 1. Requerimientos agua alimentación

En la figura 1 se muestran los equipos que intervienen en el tratamiento de agua
 Son: ablandadores, bombas dosificadoras y un desgasificador con su respectiva estanque de almacenamiento de agua.

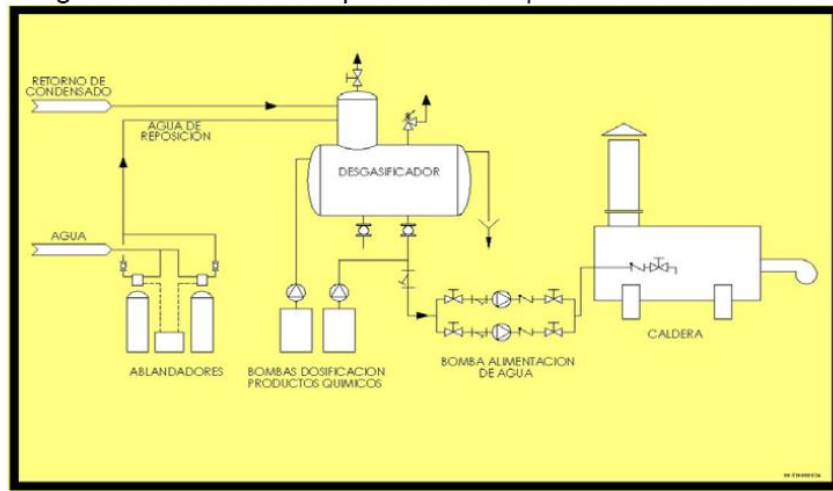


Figura 1. Equipos utilizados en el tratamiento del agua

Ablandadores

El principio de funcionamiento de estos equipos se basa en un proceso llamado “intercambio iónico”, que consiste en la sustitución de estos iones por sodio (Na) para obtener agua para ser utilizada en calderas. Los ablandadores están compuestos por resinas que poseen una capacidad de intercambio de iones de calcio y magnesio por sodio.

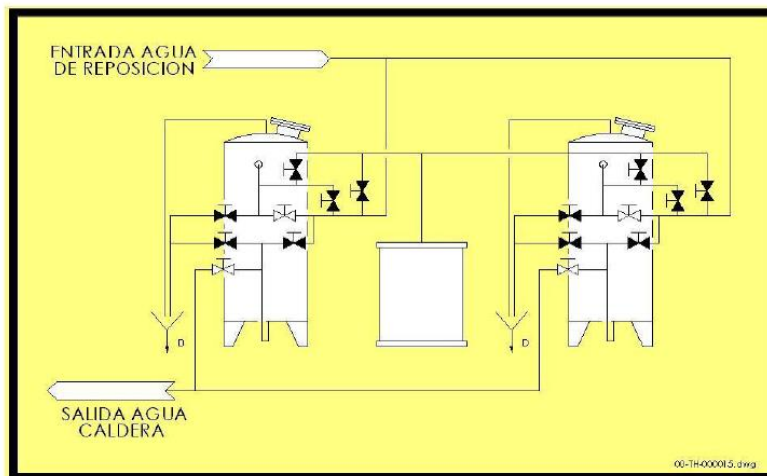


Figura 2. Ablandadores

Desgasificador

El principio de funcionamiento de los desgasificadores se basa en el hecho que la solubilidad de los gases disueltos en el agua (O_2 y CO_2) disminuye cuando el agua está en el punto de ebullición $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ a presión atmosférica.

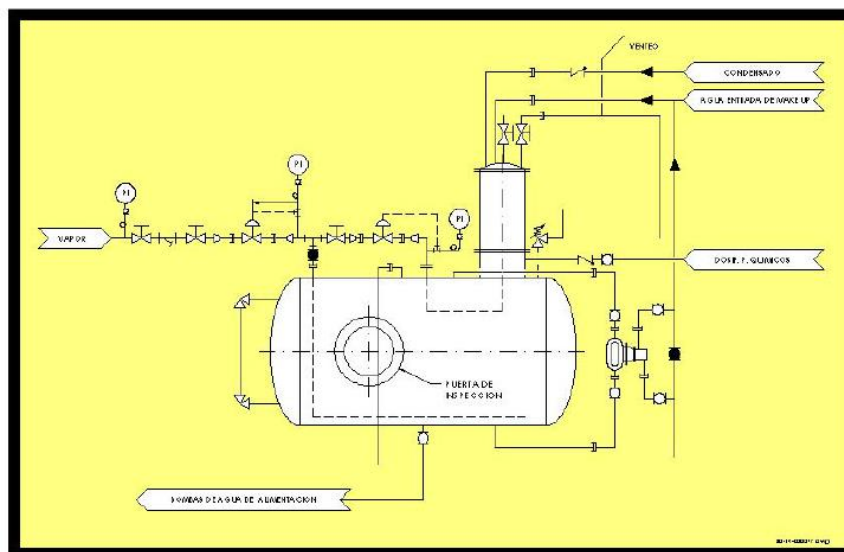


Figura 3. Desgasificador

Los productos químicos utilizados generalmente en calderas son los secuestrantes de oxígeno, dispersantes, anti-incrustantes, protectores y neutralizantes para las líneas de retorno de condensado. La dosificación de los productos químicos debe ser realizada al estanque de almacenamiento de agua, en el caso de los secuestrantes de oxígeno, que son más efectivos mientras mayor es su tiempo de residencia en el agua antes de llegar a la caldera y a la línea de alimentación de agua en el caso de los dispersantes, anti-incrustantes y tratamiento para las líneas de retorno de condensado.

1.4.1.3 Especificaciones de funcionamiento

El sistema de tratamiento de agua la compone una planta compacta de 250 gpm de capacidad, con el fin de integrar el sistema de automatización las bandejas de aireación de 5 gpm/pies² deberán estar en excelentes condiciones, ya que allí es donde inicia el proceso de oxidación de hierro, manganeso y la expulsión de materia orgánica y gases provenientes del suministro del agua por medio del contacto de carbón coque de 99 pies³. Las siguientes son las características físico-químicas del suministro de agua.

PARÁMETRO	VALOR
pH	6.25
Alcalinidad P, ppm CaCO ₃	0
Alcalinidad M, ppm CaCO ₃	108
Dureza Total, ppm CaCO ₃	8.4
Hierro Total, ppm Fe	0.07
Color, unidades Pt-Co	11
Turbiedad, unidades FAU	2
Sílice, ppm SiO ₂	12
Conductividad, uS/cm	236
STD, ppm	121
Temperatura, °C	27.6

Tabla 2. Análisis de la calidad de agua a la salida del sistema de aireación

De acuerdo al análisis se ha especificado el uso de los siguientes productos para el acondicionamiento químico del agua en la planta de tratamiento:

Clarisol 3176: como coagulante inorgánico, es un producto líquido a base de sales de aluminio usado en la clarificación de aguas potables, industriales y residuales. El producto se alimenta diluido a la zona de mezcla rápida de acuerdo a la demanda del sistema; la dosis se corrobora mediante la realización de pruebas de jarras y se ajusta mediante el control operativo en la planta misma, la prueba de jarras señaló consumir la siguiente dosis aproximada: 5 ppm respecto a flujo.

Sedisol 3220: como floculante para mejorar la sedimentación de los sólidos coagulados, es un floculante aniónico en polvo recomendado para la sedimentación de sólidos suspendidos en unidades de tratamiento de agua. Igualmente co-ayuda a la deshidratación de los lodos generados en el clarificador.

El producto se alimenta diluido a la zona de mezcla lenta en una concentración del 0.05%, la prueba de jarras señaló consumir la siguiente dosis aproximada: 0.1 ppm respecto a flujo.

Cleaner 8148 como acondicionador de pH. Es un acondicionador de pH líquido que restaura el nivel de alcalinidad consumido durante la etapa de clarificación para poder entregar un agua químicamente neutra no corrosiva, no alcalina, la prueba de jarras señaló consumir la siguiente dosis aproximada: 20 ppm respecto a flujo.

Clarisol 3114 como biocida para control microbiológico. Es un oxidante fuerte que oficia como desinfectante para entregar un agua libre de micro-organismos patógenos, la prueba de jarras señaló consumir la siguiente dosis aproximada: 20 ppm respecto a flujo.

Los límites de control recomendados para los parámetros de la planta de tratamiento son los siguientes:

Parámetro	Unidad	Valor Mínimo	Valor Máximo
Agua Clarificada			
pH		6.5	8.5
Color	Ud. Pt-Co	N/A	< 15
Turbiedad	NTU		< 2
Hierro	ppm Fe	N/A	< 0.1
Cloro Libre	ppm Cl ₂	0.3	0.5
Coliformes Totales	UFC/ml		0
Agua Suavizada			
Dureza Total	ppm CaCO ₃		< 0.3

Tabla 3. Límites recomendados a la salida del tratamiento del agua

La empresa para satisfacer las necesidades del tratamiento óptimo debe implementar el sistema automático que consta de equipos muy importantes como, sensores que permita la medición del proceso del tratamiento del agua, entre los cuales están; transmisores de temperatura en la entrada y salida de la planta de tratamiento, transmisores de flujo para ver

el consumo, switches de nivel para garantizar el Start-stop de la diferentes bombas que involucren el proceso, sensores de Ph, sensores de conductividad, sensor de turbidez que verifiquen la calidad del agua. Actuadores tipo relé que ejercerán control en la bombas. Un PLC, encargado de registrar y controlar los datos generados por los sensores cuando estos se encuentren realizando el proceso del tratamiento del agua, además de una Pc con su respectivo software que va a guardar y analizar los datos adquiridos, permitiendo generar una HMI donde se visualice el proceso con acciones correctivas sin es necesario. Una comunicación tipo Profinet que permita integrar este sistema al SCADA ya existente.

1.4.1.4 Especificaciones de montaje físico

Al tener en cuenta el área ocupada por el sistema de tratamiento de agua, el tamaño del tablero de control del sistema es de 150x80x45 con un peso de 167 kg. Debe contar los sensores en lugares estratégicos al momento de realizar la captura de datos.

Es de vital importancia para la Empresa Alianza del Upía contar con un adecuado control automático, que permita optimizar la calidad del agua, evitando problemas de corrosión e incrustaciones en tuberías de la caldera, reduciendo costos en insumos para el tratamiento del agua con el fin de reducir la cantidad de mantenimientos y cumplir con los requerimientos de las normas de la calidad de agua de alimentación para calderas.

- Los equipos de la planta de tratamiento de agua deben estar en condiciones óptimas de operación.

- Los tanques de almacenamiento que no posean control automático de nivel, deben ser restablecidos los niveles mínimo y máximo que garanticen un arranque y funcionamiento óptimo de la planta de tratamiento.
- Se debe tener suministro suficiente de reactivos para el tratamiento del agua.
- Los instrumentos, equipos y reactivos requeridos para llevar a cabo el control de las variables y las actividades de inspección y ensayo deben cumplir los lineamientos correspondientes establecidos por los requerimientos de las normas de calidad para el tratamiento de aguas.
- Energía Eléctrica Fuerza:
 - Voltaje: 440 VAC
 - Frecuencia: 60 Hz
 - Fases: 3
- Energía Eléctrica Control:
 - Voltaje: 120 VAC
 - Frecuencia 60 Hz
 - UPS Regulada. 0.65 kVA
- Aire comprimido:
 - Flujo: 10 scfm
 - Presión: Min: 80 psig, Max: 100 psig
 - Calidad: limpio y seco

1.4.1.5 Especificaciones de ambiente de operación

Como primera medida la plata física debe estar en óptimas condiciones, el ambiente de operación deberá ser un espacio amplio y limpio que facilite la puesta en marcha del sistema como el mantenimiento del mismo, el área deberá estar en una zona protegida del agua y de los rayos del sol, las conexiones deben cumplir con estándares de seguridad, no debe presentar ningún tipo de interferencia electromagnética para evitar daños en el sistema.

La operación del sistema deberá cumplir con todo las conexiones correspondientes para garantizar el correcto funcionamiento de la planta, también contar con una buena refrigeración, que evite el recalentamiento provocado por la disipación de calor al interior del tablero.

Se requiere que el ambiente de operación donde se encuentre el sistema de regulación de voltaje a 120 Vac esté totalmente hermetizado contra polvo y humedad, también que todos los sistemas instrumentados que este en campo Cumplan con las normas técnicas de seguridad y de ambiente agresivo.

1.4.1.6 Especificaciones de gestión

Para la supervisión y visualización del proceso se utiliza el software AqQA, el cual es un software creado para ayudar a ingenieros especialistas en temáticas referentes al agua o de hecho, cualquier persona que necesite analizar datos referentes a la química del agua. El sistema de unidades de conversión que posee el software es instantáneo para pasar sin esfuerzo entre los distintos tipos de datos.

AqQA mantiene una interfaz con la hoja de cálculo, donde se puede hacer lo siguiente:

- Pegar los datos directamente desde Microsoft Excel.
- Convertir unidades con un clic del ratón.
- Uso común de hojas de cálculo con herramientas de copiar, pegar, transponer, clasificar, y muchas otras.
- Comparar y repetir los análisis y verificación de normas.
- Mezclar los datos de diferentes muestras
- Marca la superación de los límites reglamentarios
- Calcular las propiedades de líquidos tales como tipo de agua, TSD, dureza, conductividad y especificaciones de carbonatación
- Calcular la saturación de calcita y la fugacidad de CO₂ Características de AqQA
- Seis pruebas para el agua de acuerdo a la consistencia de los datos AWWA 1030-E métodos estándar.
- 11 tipos de gráficos: series, series de tiempo, diagrama cruzado, ternarias, dureza, diagrama de Piper, Durov, Schoeller, balance de iones, y diagramas radiales.

- Calcula equilibrios de carbonato equilibrios, TDS, la densidad, la conductividad, dureza y más.
- Detecta violaciones de normas de calidad del agua.
- Hace repeticiones y posee normas de verificación. Tiene predeterminados 200 tipos de analitos - inorgánicos, orgánicos, biológicos de ensayo, la radioactividad, isótopos, etc.

1.4.1.7 Normatividad técnica a cumplir

Reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico RAS – 2000 normas técnicas colombianas.

- GTC 2 Manual de métodos analíticos para el control de calidad del agua
- GTC 30 Guía para el monitoreo de aguas subterráneas..
- NTC 3903 Agua. Procedimiento para el método de jarras en la coagulación-floculación del agua.
- NTC 4117 Desinfección de plantas para tratamiento de aguas
- NTC 4273 Productos químicos industriales. Carbón activado granulado.
- NTC 4705 Agua. Determinación del oxígeno disuelto.
- NTC 5667-1 Calidad del agua. Muestreos directrices para el diseño de programas de muestreo
- NTC 5667-11 Calidad del agua. Muestreo. Guía para el muestreo de aguas subterráneas
- NTC ISO 5667-2 Calidad del agua. Muestreo. Técnicas generales de muestreo
- NTC ISO 5667-3 Calidad del agua. Muestreo. Recomendaciones para la conservación y el manejo de las muestras

- NTC ISO 5667-4 Calidad del agua. Guía para el muestreo de lagos naturales y artificiales
- NTC ISO 5667-6 Calidad del agua. Muestreo. Guía para el muestreo de aguas de ríos y corrientes.

NORMAS TÉCNICAS AWWA

- B300 Standard for Hypochlorites
- B301 Standard for Liquid Chlorine

NORMAS TÉCNICAS ASTM

- D 511 Test Methods for Calcium and Magnesium in Water
- D 512 Test Methods for Chloride Ion in Water
- D 516 Test Methods for Sulfate Ion in Water

Microbiology

- Norma ANSI/ISA 5.4
- Norma ANSI/ISA 5.5
- Norma RETIE

1.4.1.8 Riesgos

Los posibles riesgos industriales existen en la manipulación de químicos por parte de los operarios, dichos riesgos se caracterizan mediante técnicas HAZOP, lo cual busca una actuación acertada en alguna situación de riesgo.

Actualmente la gran mayoría de empresas industriales involucran el sector químico en alguno de sus procesos, por lo tanto, todo esto conlleva a una mayor probabilidad de riesgos

y/o desastres de algún accidente laboral. La preocupación por la seguridad es una de las características más sobresalientes de nuestra civilización.

1.4.1.8.1 Gestión de Riesgos

Para la parte de gestión se debe capacitar al personal que estará a cargo en la planta de tratamiento de agua en la manipulación de los químicos durante el proceso, a su vez también se debe dejar claro los riesgos que puedan existir en la parte eléctrica, dado que la automatización de dicho proceso contiene conexiones y acometidas eléctricas.

La GESTION DE RIESGO es entonces es una necesidad en áreas propensas a desastres, por lo que se requiere aumentar el nivel de seguridad de los servicios de agua y saneamiento. Para ello se debe incorporar la variable riesgo en la gestión de los servicios por cuanto los servicios vitales tienen características que contribuyen a su vulnerabilidad, ya que existen personas comprometidas con la manipulación de la planta de tratamiento.

1.4.1.8.2 Riesgos de la gerencia de proyectos

- Falta de los tiempos para la ejecución: Mala planificación del cronograma y no tener en cuenta los imprevistos.
- Falta de comunicación entre las áreas del proyecto: Falta de comunicación para trabajar como equipo en todas las fases del proyecto por parte de las áreas.
- Tiempos muertos para los recursos contratados: Debido a los imprevistos el personal se quede sin trabajar por largo tiempo.
- Seguimiento insuficiente en las fases del proyecto: falta de control por los líderes de las áreas.

1.4.1.8.3 Riesgos organizacionales

- Sobrecostos en el transporte de equipos: los retrasos en la compra de equipos puede generar sobrecostos que implica cambiar la forma de transportar los equipos y material para cumplir con los tiempos.
- Baja calidad de personal contratado: Personal de campo que no cumple al 100% los requisitos en materia de conocimiento y experiencia, esto debido a que estas tareas son subcontratadas.
- Sobrecostos en contratación de personal: contratación de personal adicional para cumplir los tiempos establecidos o personal con alta experiencia.

1.4.1.8.4 Riesgos externos

- Falta de cumplimiento en los requerimientos de HSEQ: Los grupos de trabajos no cuentan con las certificaciones de ley para trabajos en alturas.
- Ubicación del predio: Inmueble ubicado en la vereda los guamos (vía Cabuyaro – Paratebueno).

MATRIZ GENERAL DE RIESGOS

MATRIZ GENERAL DE RIESGOS												
NOMBRE DEL PROCESO	Macroproceso: Tratamiento de agua					Subproceso: Servicio de ingeniería						
METODOLOGIA PROPUESTA	Método DELPHI-Tormenta lluvia de ideas. Grupo de expertos											
RIESGOS	CAUSA-FUENTE O FACTOR DE RIESGO	IMPACTO			EFECTO O CONSECUENCIA	FRECUENCIA				CONTROLES	RESPONSABLES	TRATAMIENTO RIESGO
		ALTO	MEDIO	BAJO		CASI CIERTA	MUY PROBABLE	RARA VEZ	PROBABLE			
1. Información errada en orden de trabajo	Mala planeación	X			Desaprobación del diseño a implementar.			X		C1 - C2 - C4 - C5	Coordinador	Interacción directa entre coordinador de instalación.
2. Levantamiento errado de la información de la planta	Mala manipulación de las herramientas y dispositivos (re-uso)		X		Pérdida de recursos y tiempo		X			C5	Técnico	Capacitación del manejo de herramientas.
3. Mantenimientos de tanques y redes	Elementos obsoletos o en estado regular.		X		Demoras en la verificación y aseguramiento (Probable parada de la planta)			X		C2 - C3 - C5	Técnico	Se debe enviar la información en tiempo real.
4. Problemas en la planta por fallas eléctricas	Inconformidad por ubicación de equipos y renta.		X		Reinstalación y cambios en los tiempos de entrega		X			C3 - C4 - C5	Técnico	Aseguramiento de instalaciones previas y diseño en caso de requerirse.
5. Problemas con la manipulación con Químicos	Manipulación de químicos por parte de los operarios	X			Efectos secundarios de salud y riesgos naturales	X				C3 - C4 - C5	Técnico	Socializaciones del impacto con el uso de químicos y el uso de buenas prácticas.
6. Problemas con el saneamiento.	Recurso humano comprometido con la manipulación de la planta de tratamiento - Vulnerabilidad	X			No regularización del sitio		X			C3 - C4 - C5	Técnico	Dar cumplimiento con la normatividad.

Tabla 4. *Matriz general de riesgos*

RIESGOS VS CONTROL

RIESGOS	CONTROLES				
	Confirmación de orden de trabajo	BPM	Informes en tiempo real	Coordinador	Manual de procedimientos
1. Información errada en orden de trabajo	●	●	●	●	●
2. Levantamiento errado de la información de la planta	●	●	●	●	●
3. Mantenimientos de tanques y redes	●	●	●	●	●
4. Problemas en la planta por fallas eléctricas	●	●	●	●	●
5. Problemas con la manipulación con Químicos	●	●	●	●	●
6. Problemas con el saneamiento.	●	●	●	●	●

Tabla 4. Riesgos VS Control

Criterios	
●	Control aplica
●	Control No aplica

IDENTIFICACIÓN DE CONTROLES Y DE RIESGOS

Controles identificados por el grupo de expertos	Calificación otorgada por el experto según su conocimiento y experiencia			
CONTROLES	Experto No. 1	Experto No. 2	Experto No. 3	Promedio
Confirmación de orden de trabajo	5.0	5.0	5.0	5.0
BPM (Business Project Managment)	5.0	5.0	5.0	5.0
Informes en tiempo real	3.0	5.0	3.0	3.6
Coordinador	5.0	3.0	5.0	4.3
Manual de procedimientos	3.0	5.0	3.0	3.6

Tabla 5. Identificación de controles

Riesgos identificados por el grupo de expertos	Calificación otorgada por el experto según su conocimiento y experiencia			
RIESGOS	Experto No. 1	Experto No. 2	Experto No. 3	Promedio
1. Información errada en orden de trabajo	4.0	4.0	4.0	4.0
2. Levantamiento errado de la información de la planta	4.0	4.0	4.0	4.0
3. Mantenimientos de tanques y redes	4.0	4.0	4.0	4.0
4. Problemas en la planta por fallas eléctricas	3.0	2.0	4.0	3.0
5. Problemas con la manipulación con Químicos	5.0	5.0	5.0	5.0
6. Problemas con el saneamiento.	3.0	3.0	3.0	3.0

Tabla 6. Identificación de riesgos

IDENTIFICACIÓN DE INTERESADOS

METODOLOGIA PROPUESTA		Método MODELO INTERES/PODER		
		ALTO (5)	MEDIO (3)	BAJO (1)
INTERESADOS / STAKEHOLDERS	PODER	INTERES	P * I	
Director Implementacion	5	1	5	
Departamento de O&M	5	5	25	
Compras	5	5	25	
División de recursos financieros y administrativos	3	5	15	
Departamento de Ingenieria	3	3	9	
Dirección de proyectos	5	5	25	
Departamento de obras civiles	5	3	15	
División de regularización	5	3	15	
RRHH	3	3	9	
Project manager	5	5	25	
Proveedores de equipos	3	3	9	
Departamento de Logistica	3	1	3	
Departamento de desempeño y control	5	5	25	
Ingenieros de procesos	3	3	9	
Ingenieros de implementacion y tecnicos	5	3	15	
Compras	3	3	9	
Aboqado	3	5	15	
Socios	5	5	25	
Contador	3	3	9	

Tabla 7. Identificación de interesados

1.5.1 INGENIERÍA BÁSICA

1.5.1.1 Diagrama en bloques de la solución

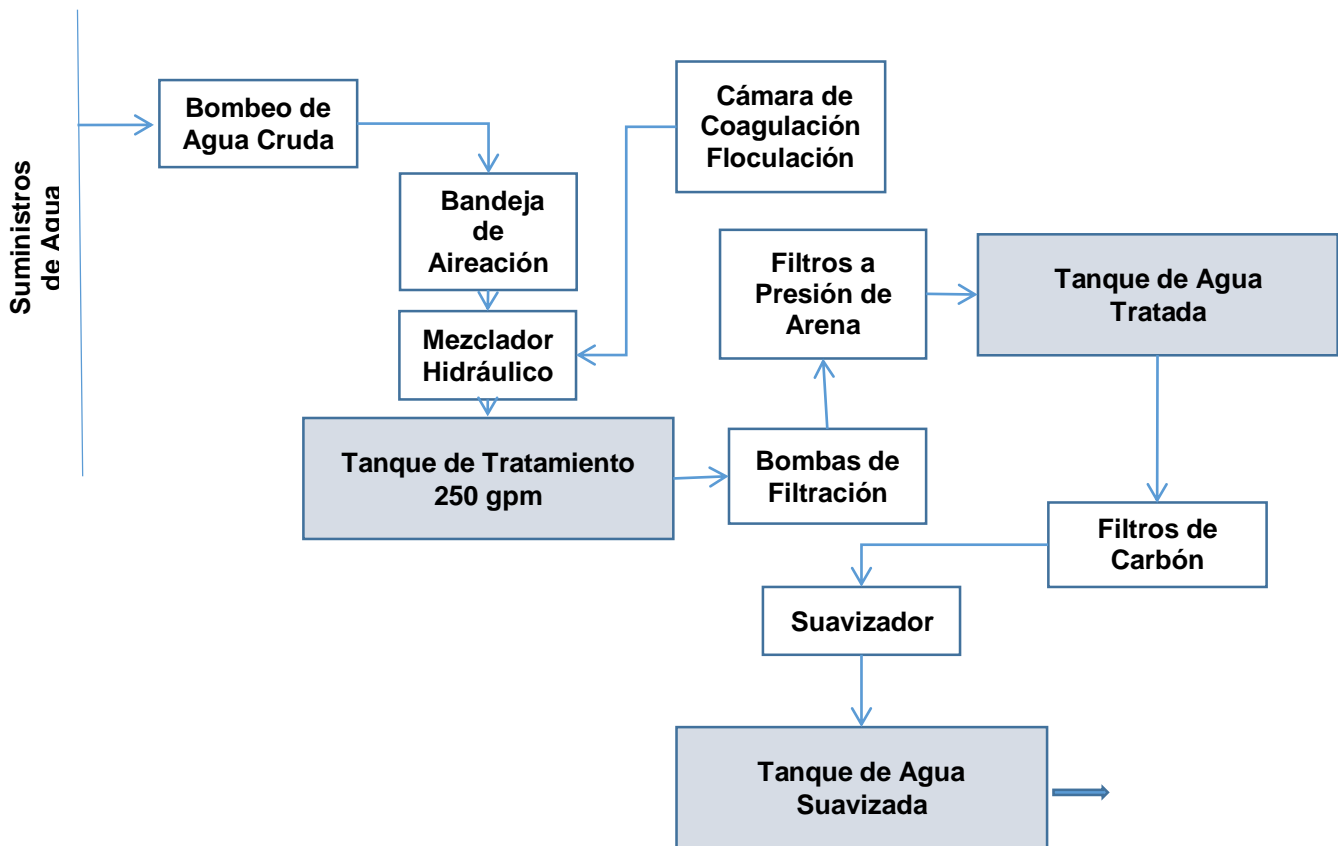


Figura 4. Diagrama de bloques de la solución

1.5.1.2 Descripción de la solución

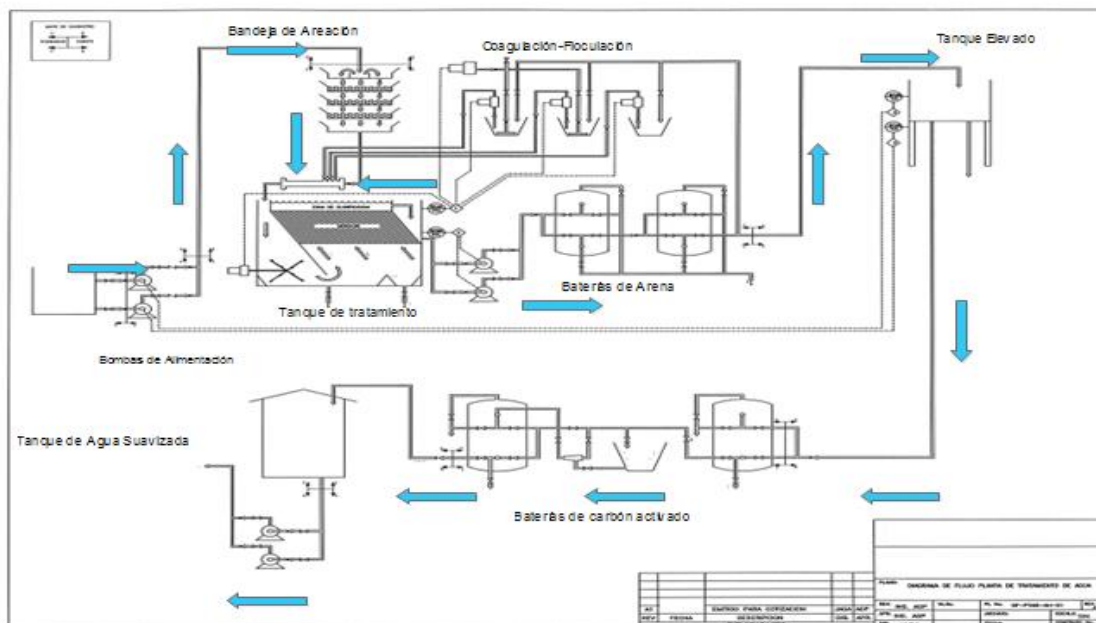


Figura 5. Descripción de la solución (proceso)

El sistema propuesto para el proceso para el tratamiento del agua contará con un automatismo que controle inicialmente el bombeo de agua cruda, de los dos suministros, el agua bombeada será enviada a las bandejas de aireación de 5 gpm/pies², allí es donde inicia el proceso de oxidación de hierro, manganeso y la expulsión de materia orgánica y gases provenientes del suministro del agua por medio del contacto de carbón coque de 99 pies³. En el sistema de clarificación se implementa sensores que verifiquen la calidad del agua. Seguidamente es necesario controlar la dosificación de los productos químicos floculante, coagulante y desinfectante, según las características del agua cruda a tratar, esta dosificación de los productos químicos debe ser realizada en el sistema de clarificación de 250 gpm. El agua tratada será enviada a un tanque elevado de acuerdo a un control automático de bombeo por filtración a presión. Por último el proceso de tratamiento de

agua será de nuevo pasado por unas baterías de carbón activado y un suavizador de 48” de diámetro y 72” de altura.

1.5.2 INGENIERÍA DE DETALLE

1.5.2.1 Selección de componentes

Los Componentes que harán parte del sistema serán los siguientes:

- Bombas de Alimentación
- Bandeja de Aireación
- Mezclador Hidráulico
- Cámara de Coagulación y floculación
- Bombas de Filtración
- Filtros de Arena
- Tanque de Agua Tratada
- Filtros de Carbón
- Suavizador
- Tanque Pulmón para Agua Suavizada
- Tablero Eléctrico para Operación Automático.

1.5.2.2 Diagramas y planos de la solución

Planos de tableros de control

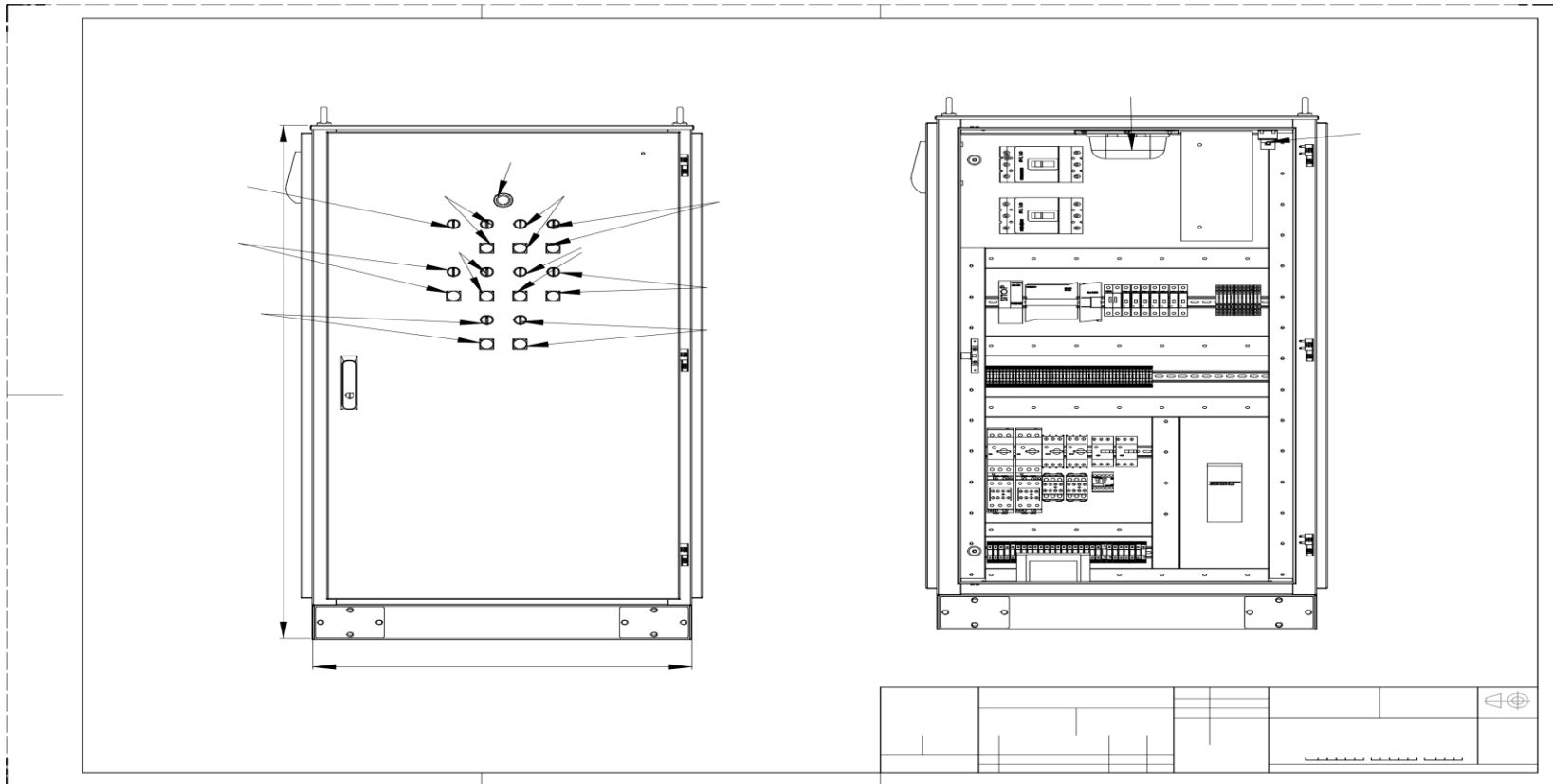


Figura 6. Plano 1 - tablero de control

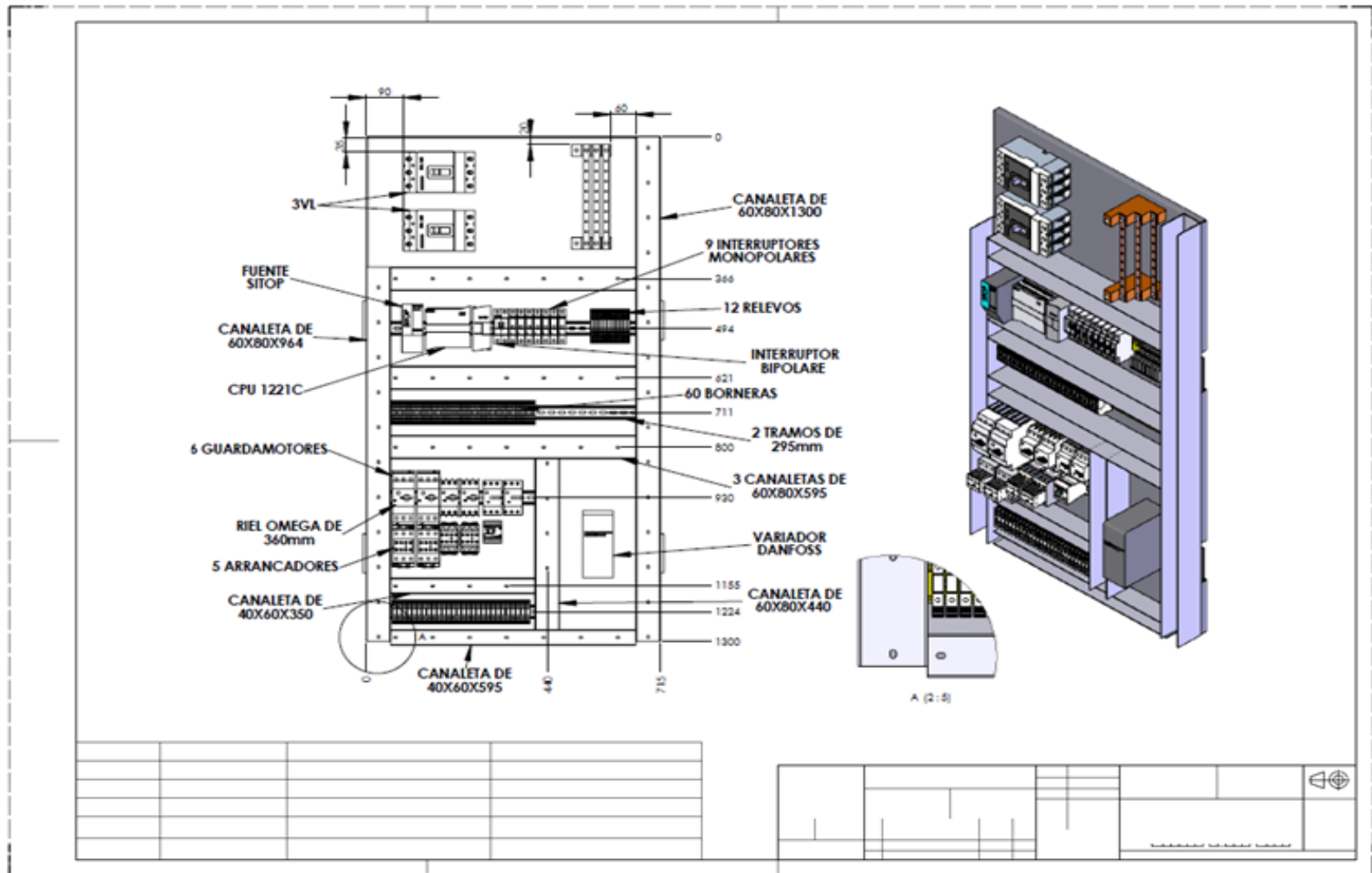


Figura 7. Plano 2 - tablero de control

1.5.2.3 Listado de elementos

ITEM	DESCRIPCIÓN	Cantidad
1	Guardamotor regulación 14 - 20 A	2
2	Guardamotor Regulación 1.1 -1.6 A	1
3	Guardamotor Regulación 28-40 A	2
4	Guardamotor Regulación 1.4 -2 A	1
5	Contactador Intensidad AC3 25A	2
6	Contactador AC3 7ª	1
7	Contactador AC3 40ª	2
8	Variador 0.5 HP 0.37 KW 1.2 AMPERIOS	1
9	CPU 1214C 14DI/10DO/	1
10	Transformador monofásico, seco, potencia 500VA, tensión de entrada 440,tensión de salida 110	1
11	SITOP SMART : Entrada 120/230 V AC Monofásica, posibilidad de conexión en paralelo para aumento de potencia hasta 2 unidades max 2.5 A	1
12	SM 1221, 8 DI DC 24 V, SINK/ SOURCE	1
14	interruptor totalizador	2
15	ENCLAVAMIENTO MECANICO INTERRUPTOR	1
16	LUZ VERDE CON LED 110 VAC	9
17	SELECTOR 3 POSICIONES	10
18	PULSADOR DE HONGO	1
19	ESTABILIZADOR 110 VAC 1000 W	1
20	Interruptores termomagnéticos bipolares, 2 AMP	1
21	Interruptores termomagnéticos monopolares 2 AMP	3
22	Interruptores termomagnéticos monopolares 6 AMP	1
22	Interruptores termomagnéticos monopolares 1 AMP	4
23	LAMPARA TORTUGA 60W CON REJILLA	1
24	TOMA 15A 125V 1F+N+T DOBLE POLO TIERRA LEVITON BLANCA	1
25	Termostato de Ventilador	1
26	VENTILADOR 5" A 110V-220V	1
27	BLOQUE RELE 24V DC	10
28	bloque contacto NO	1
29	bloque contacto NC	1
30	interruptor puerta	1
31	Basic Panel KTP1500 PN 15,0" Color, STN 256 Colores, táctil	1

Tabla 8. Listado elementos eléctricos seleccionados

1.5.2.4 Maquinaria y equipos

A continuación se muestra una tabla con la maquinaria y los equipos que se requieren para la implementación del servicio.

ITEM	DESCRIPCIÓN	Cantidad
1	Vehículo	1
2	Calibrador de Procesos	1
3	Multímetro	3
4	Escaleras	2
5	Pinzas Amperimétricas	3
6	Caja de herramientas	2
7	Equipos de seguridad	3

Tabla 9. Maquinaria y equipos

1.5.2.5 Herramientas

En la siguiente tabla se muestran las herramientas que se requieren para la implementación del servicio.

ITEM	DESCRIPCIÓN	Cantidad
1	Computadores Portátiles	3
2	Calibrador de Procesos	1

Tabla 10. Herramientas

1.5.2.6 Vehículos

Vehículos necesarios para transporte de componentes y la prestación del servicio

ITEM	DESCRIPCIÓN	Cantidad
1	Camioneta 4x4	1

Tabla 11. Vehículos

1.5.2.7 Software y licencias

En la siguiente tabla se muestran el software y licencias necesarias para la implementación del servicio.

ITEM	DESCRIPCIÓN	Cantidad
1	Software Microsoft office	3
2	Licencia Microsoft office	3
3	STEP 7 Professional	3
4	Licencia STEP 7 Professional	3
5	WinCC Advanced	3
6	Licencia WinCC Advanced	3
7	Software AqQA	1

Tabla 12. Software

1.5.2.8 Entrenamiento y/o certificaciones

A continuación se enlista los entrenamientos y/o las certificaciones que requiere el personal para prestar el servicio.

ITEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	Certificado en automatización de procesos con PLC	3
2	certificado en aplicación de los sensores en la tecnología de medición y control de procesos	3
3	Curso nivel avanzado trabajo seguro en alturas	3

Tabla 13. Entrenamiento y/o certificaciones

1.5.2.9 Construcciones muebles y enseres

La empresa extractora cuenta con un taller de ingeniería y mantenimiento suficientemente dotada para el alojamiento de equipos, del personal administrativo y todo el personal requerido para prestar este servicio.

ITEM	DESCRIPCIÓN	Cantidad
1	Taller de Ingeniería	1

Tabla 14. Construcciones muebles y enseres

Capítulo 2. PLANIFICACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE LA SOLUCIÓN

2.1 Planificación de tareas

2.1.1 WBS

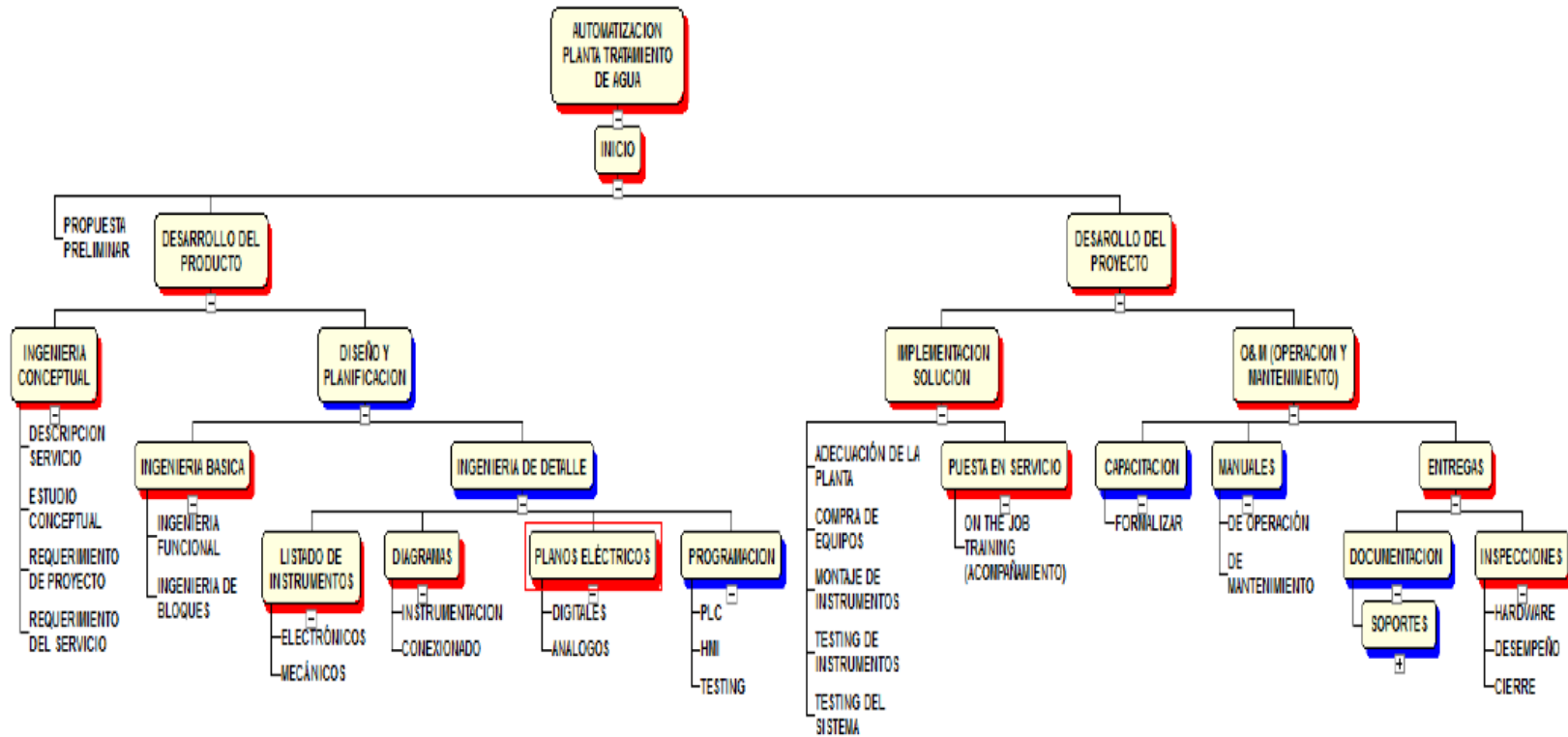


Figura 8. WBS

2.1.2 Diccionario WBS

2.1.2.1 Propuesta preliminar

Servicio para el proceso de tratamiento del agua para la empresa extractora de aceite de palma con el bombeo de agua cruda de dos suministros, el primero es de un pozo profundo (aljibe) y agua cruda de apoyo del de 8.000m³ (reservorio), procedente de un canal de riego del río Upía.

Se entregara diseños, equipamiento, instalación, soporte y documentación.

DESARROLLO DE PRODUCTO

2.1.2.2 Ingeniería conceptual

Descripción de servicio, estudio conceptual, requerimientos de proyecto, requerimientos del servicio de acuerdo con la compañía contratante.

- Tecnología existente
- Especificaciones de funcionamiento
- Especificaciones de ambiente y operación
- Especificaciones de gestión
- Normativas

Se entregara documentación y análisis de proceso.

DISEÑO Y PLANIFICACIÓN

2.1.2.3 Ingeniería Básica

Lineamientos generales e ideas básicas del proyecto. Estas definiciones del proyecto son los pilares en que se basara la ingeniería de detalle, para la ejecución de los planos constructivos.

- Ingeniería funcional
- Ingeniería de bloque

Se entregara:

- Planos ubicación física, y orientación de la estación eléctrica respecto de las líneas, y otras exigencias.
- Esquemas unifilares (de la estación, de los servicios auxiliares): sistemas de barras, corrientes nominales (barras), tensiones de servicio (máximas y mínimas), tensiones de servicios auxiliares.
- Disposición de equipos (layout): distancias entre fases, y fases a tierra, altura de las conexiones, tipos de pórticos, y soportes.
- Definición y especificación de equipos: interruptores (medio de interrupción), seccionadores (forma, tipo, dos o tres columnas, polos en fila india, o paralelos, de seccionamiento vertical, pantógrafo), tipos de protecciones (características especiales).
- Esquemas funcionales básicos

2.1.2.4 Ingeniería de detalle

Selección de componentes y diseño de diagramas para la solución, valores y especificaciones técnicas de la ingeniería básica.

- Listado de instrumentos
- Planos
- Memorias de calculo
- Especificaciones técnicas
- Planillas de materiales
- Programación

Se entregara la documentación de los elementos detallados para la solución.

DESARROLLO DEL PROYECTO

2.1.2.5 Implementación de la solución

Desarrollo del servicio para la adecuación de la planta, compra de equipos, montaje de instrumentos, prueba de instrumentos y pruebas del sistema.

Puesta en servicio de la solución, entrenamiento de la operación.

Se entregara documentación acorde con la ingeniería conceptual, Ingeniería de diseño e Ingeniería de detalle.

2.1.2.6 O&M Operación y Mantenimiento

Capacitación

Proceso mediante el cual se impartirá los conocimientos básicos para la operación de los elementos de red implementados en la solución. Se entregara la documentación de cada uno de los temas expuestos y solicitados por el cliente de forma física y magnética.

Manuales

Entrega de manuales de operación y mantenimiento para el correcto uso de la solución implementada.

Entregas

Esta fase incluye toda la documentación referente al servicio contratado, tales como ACTAS, ATP's, SLA, etc., de acuerdo al formato estandarizado en el alcance del proyecto.

2.1.3 CRONOGRAMAS

ID	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin
1	INICIO	1 días	lun 12/09/16	vie 02/12/16
2	PROPUESTA PRELIMINAR	33 días	lun 12/09/16	lun 12/09/16
3	DESARROLLO DEL PRODUCTO	33 días	mar 13/09/16	jue 27/10/16
4	DESARROLLO DEL PROYECTO	41 días	vie 07/10/16	vie 02/12/16
	AUTOMATIZACION PLANTA TRATAMIENTO DE AGUA	60 días	lun 12/09/16	vie 02/12/16

Tabla 15. Duración de actividades

ITEM	DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD	Duración	Comienzo	Fin	PERIODOS SEMANAS																
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10							
1	AUTOMATIZACION PLANTA TRATAMIENTO DE AGUA	60d	12/09/2016	02/12/2016																	
2	INICIO	60d	12/09/2016	02/12/2016																	
	PROPUESTA PRELIMINAR	1d	12/09/2016	12/09/2016																	
3	DESARROLLO DEL PRODUCTO	33d	13/09/2016	27/10/2016																	
	INGENIERIA CONCEPTUAL	10d	13/09/2016	26/09/2016																	
	DESCRIPCION SERVICIO	3d	13/09/2016	15/09/2016																	
	ESTUDIO CONCEPTUAL	5d	13/09/2016	19/09/2016																	
	REQUERIMIENTO DE PROYECTO	3d	16/09/2016	20/09/2016																	
	REQUERIMIENTO DEL SERVICIO	5d	20/09/2016	26/09/2016																	
	DISEÑO Y PLANIFICACION	27d	21/09/2016	27/10/2016																	
	INGENIERIA BASICA	9d	21/09/2016	03/10/2016																	
	INGENIERIA FUNCIONAL	5d	27/09/2016	03/10/2016																	
	INGENIERIA DE BLOQUES	2d	21/09/2016	22/09/2016																	
	INGENIERIA DE DETALLE	25d	23/09/2016	27/10/2016																	
	LISTADO DE INSTRUMENTOS	10d	04/10/2016	17/10/2016																	
	ELECTRÓNICOS	5d	04/10/2016	10/10/2016																	
	MECÁNICOS	5d	11/10/2016	17/10/2016																	
	DIAGRAMAS	10d	11/10/2016	24/10/2016																	
	INSTRUMENTACION	10d	11/10/2016	24/10/2016																	
	CONEXIONADO	10d	11/10/2016	24/10/2016																	
	PLANOS ELÉCTRICOS	3d	25/10/2016	27/10/2016																	
	DIGITALES	3d	25/10/2016	27/10/2016																	
	ANALOGOS	3d	25/10/2016	27/10/2016																	
PROGRAMACION	10d	23/09/2016	06/10/2016																		
PLC	5d	23/09/2016	29/09/2016																		
HMI	3d	30/09/2016	04/10/2016																		
TESTING	2d	05/10/2016	06/10/2016																		
4	DESARROLLO DEL PROYECTO	41d	07/10/2016	02/12/2016																	
	IMPLEMENTACION SOLUCION	24d	28/10/2016	30/11/2016																	
	ADECUACIÓN DE LA PLANTA	1s	28/10/2016	03/11/2016																	
	COMPRA DE EQUIPOS	1s	28/10/2016	03/11/2016																	
	MONTAJE DE INSTRUMENTOS	7d	04/11/2016	14/11/2016																	
	TESTING DE INSTRUMENTOS	4d	15/11/2016	18/11/2016																	
	TESTING DEL SISTEMA	8d	21/11/2016	30/11/2016																	
	PUESTA EN SERVICIO	3d	21/11/2016	23/11/2016																	
	ON THE JOB TRAINING (ACOMPAÑAMIENTO)	3d	21/11/2016	23/11/2016																	
	O & M (OPERACION Y MANTENIMIENTO)	41d	07/10/2016	02/12/2016																	
	CAPACITACION	5d	18/10/2016	24/10/2016																	
	FORMALIZAR	5d	18/10/2016	24/10/2016																	
	MANUALES	10d	07/10/2016	20/10/2016																	
	DE OPERACIÓN	5d	07/10/2016	13/10/2016																	
	DE MANTENIMIENTO	10d	07/10/2016	20/10/2016																	
	ENTREGAS	29d	25/10/2016	02/12/2016																	
	DOCUMENTACION	15d	25/10/2016	14/11/2016																	
	SOPORTES	15d	25/10/2016	14/11/2016																	
	INSPECCIONES	7d	24/11/2016	02/12/2016																	
	HARDWARE	3d	24/11/2016	28/11/2016																	
DESEMPEÑO	3d	29/11/2016	01/12/2016																		
CIERRE	1d	02/12/2016	02/12/2016																		

Tabla 16. Cronograma general

2.1.3.1 Cronograma detallado por fases MS PROJECT

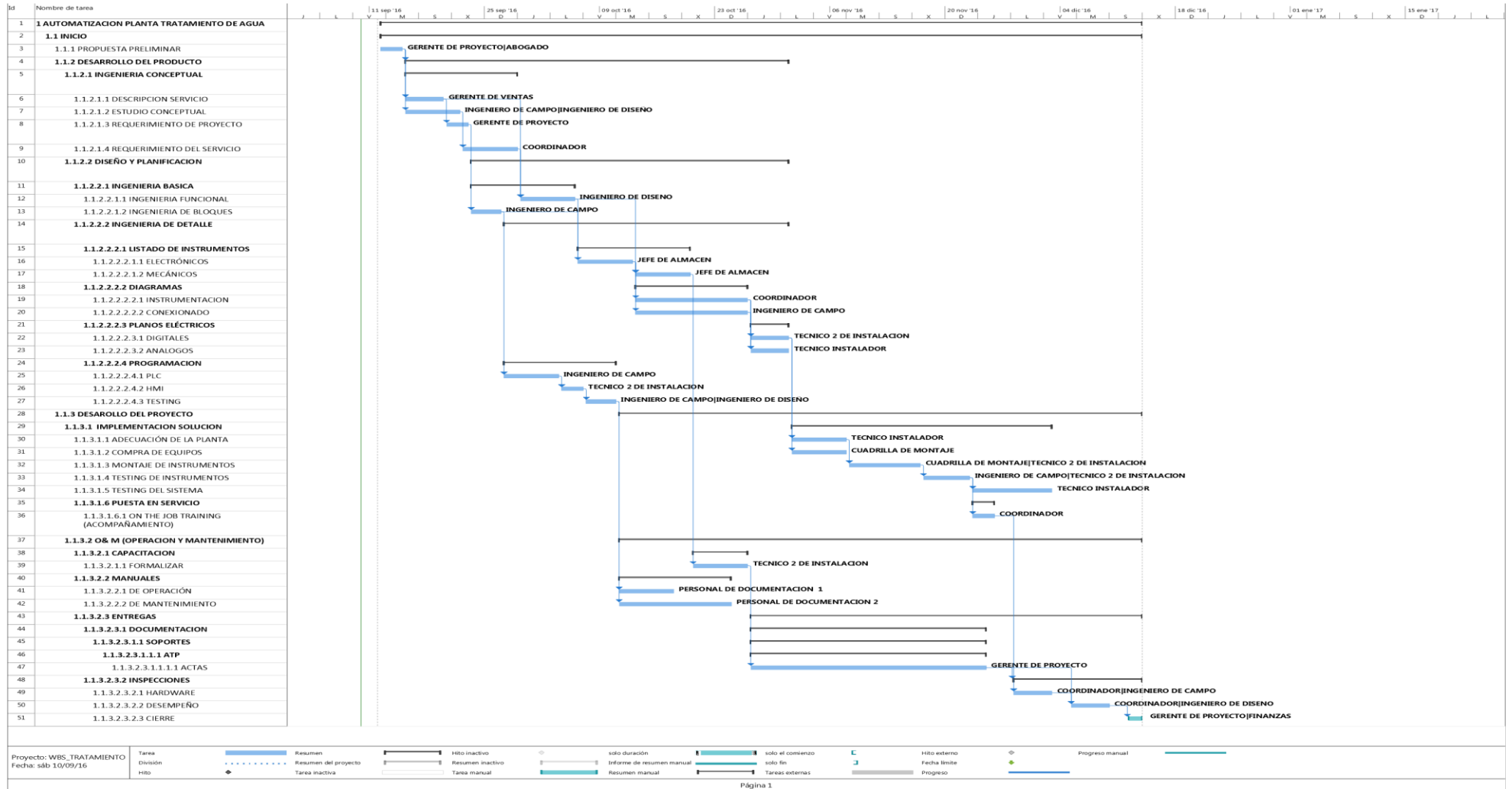


Figura 9. Cronograma detallado por fases MS PROJECT

2.1.3.2 Ruta crítica

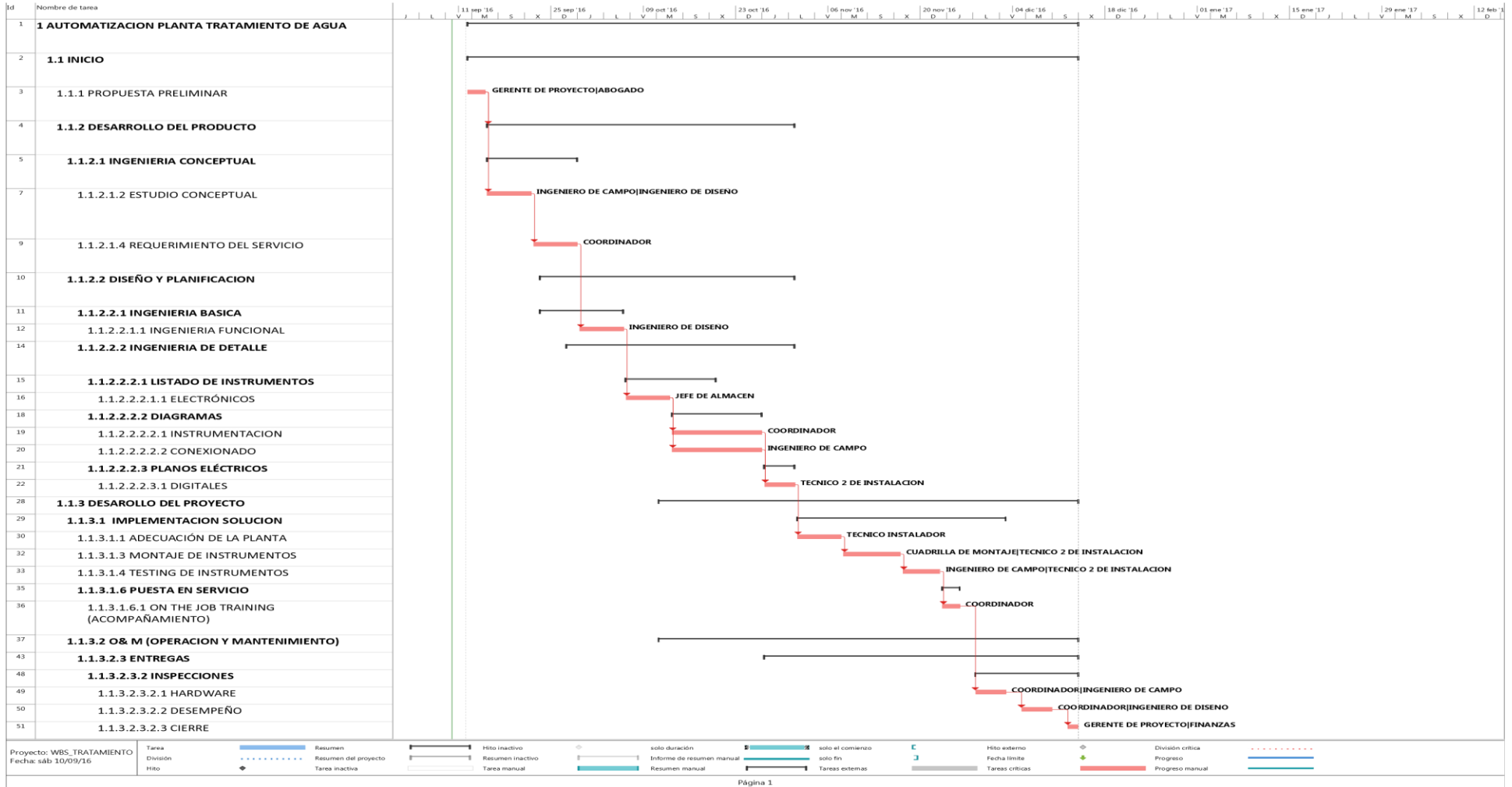


Figura 10. Ruta crítica

2.2 Asignación de recursos

Nombre	Actividad
ABOGADO	ADMINISTRATIVO
ASESOR FINANCIER	ADMINISTRATIVO
COORDINADOR	ADMINISTRATIVO
CUADRILLA DE MONTAJE	TECNICO
FINANZAS	ADMINISTRATIVO
GERENTE DE PROYECTO	TECNICO
GERENTE DE VENTAS	TECNICO
INGENIERO DE CAMPO	TECNICO
INGENIERO DE DISEÑO	TECNICO
JEFE DE ALMACEN	ADMINISTRATIVO
PERSONAL DE DOCUMENTACION	TECNICO
TECNICO 2 DE INSTALACION	TECNICO
TECNICO INSTALADOR	TECNICO

Tabla 17. Recursos humanos del proyecto

2.2.1 Asignación de recurso por actividad

ID	Nombre de tarea	Recursos asignados
1	AUTOMATIZACION PLANTA TRATAMIENTO DE AGUA	
1.1	INICIO	
1.1.1	PROPUESTA PRELIMINAR	GERENTE DE PROYECTO ABOGADO FINANZAS ASESOR FINANCIERO
1.1.2	DESARROLLO DEL PRODUCTO	
1.1.2.1	INGENIERIA CONCEPTUAL	
1.1.2.1.1	DESCRIPCION SERVICIO	GERENTE DE VENTAS
1.1.2.1.2	ESTUDIO CONCEPTUAL	INGENIERO DE CAMPO INGENIERO DE DISEÑO
1.1.2.1.3	REQUERIMIENTO DE PROYECTO	GERENTE DE PROYECTO
1.1.2.1.4	REQUERIMIENTO DEL SERVICIO	COORDINADOR
1.1.2.2	DISEÑO Y PLANIFICACION	
1.1.2.2.1	INGENIERIA BASICA	
1.1.2.2.1.1	INGENIERIA FUNCIONAL	INGENIERO DE DISEÑO
1.1.2.2.1.2	INGENIERIA DE BLOQUES	INGENIERO DE CAMPO
1.1.2.2.2	INGENIERIA DE DETALLE	
1.1.2.2.2.1	LISTADO DE INSTRUMENTOS	
1.1.2.2.2.1.1	ELECTRÓNICOS	JEFE DE ALMACEN

1.1.2.2.2.1.2	MECÁNICOS	JEFE DE ALMACEN
1.1.2.2.2.2	DIAGRAMAS	
1.1.2.2.2.2.1	INSTRUMENTACION	COORDINADOR[20%] INGENIERO DE DISEÑO
1.1.2.2.2.2.2	CONEXIONADO	INGENIERO DE CAMPO TECNICO INSTALADOR
1.1.2.2.2.3	PLANOS ELÉCTRICOS	
1.1.2.2.2.3.1	DIGITALES	TECNICO 2 DE INSTALACION
1.1.2.2.2.3.2	ANALOGOS	TECNICO INSTALADOR
1.1.2.2.2.4	PROGRAMACION	
1.1.2.2.2.4.1	PLC	INGENIERO DE CAMPO
1.1.2.2.2.4.2	HMI	TECNICO 2 DE INSTALACION
1.1.2.2.2.4.3	TESTING	INGENIERO DE CAMPO INGENIERO DE DISEÑO
1.1.3	DESAROLLO DEL PROYECTO	
1.1.3.1	IMPLEMENTACION SOLUCION	
1.1.3.1.1	ADECUACIÓN DE LA PLANTA	TECNICO INSTALADOR
1.1.3.1.2	COMPRA DE EQUIPOS	CUADRILLA DE MONTAJE
1.1.3.1.3	MONTAJE DE INSTRUMENTOS	CUADRILLA DE MONTAJE TECNICO 2 DE INSTALACION
1.1.3.1.4	TESTING DE INSTRUMENTOS	INGENIERO DE CAMPO TECNICO 2 DE INSTALACION
1.1.3.1.5	TESTING DEL SISTEMA	TECNICO INSTALADOR
1.1.3.1.6	PUESTA EN SERVICIO	
1.1.3.1.6.1	ON THE JOB TRAINING (ACOMPANAMIENTO)	COORDINADOR
1.1.3.2	O & M (OPERACION Y MANTENIMIENTO)	
1.1.3.2.1	CAPACITACION	
1.1.3.2.1.1	FORMALIZAR	TECNICO 2 DE INSTALACION
1.1.3.2.2	MANUALES	
1.1.3.2.2.1	DE OPERACIÓN	PERSONAL DE DOCUMENTACION[50%]
1.1.3.2.2.2	DE MANTENIMIENTO	PERSONAL DE DOCUMENTACION[50%]
1.1.3.2.3	ENTREGAS	
1.1.3.2.3.1	DOCUMENTACION	
1.1.3.2.3.1.1	SOPORTES	
1.1.3.2.3.1.1.1	ATP	
1.1.3.2.3.1.1.1.1	ACTAS	GERENTE DE PROYECTO COORDINADOR
1.1.3.2.3.2	INSPECCIONES	
1.1.3.2.3.2.1	HARDWARE	COORDINADOR INGENIERO DE CAMPO
1.1.3.2.3.2.2	DESEMPEÑO	COORDINADOR INGENIERO DE DISEÑO
1.1.3.2.3.2.3	CIERRE	GERENTE DE PROYECTO ASESOR FINANCIER COORDINADOR ABOGADO

Tabla 18. Asignación de recursos por actividad

2.3 Asignación de costos por recurso

Nombre	Comienzo	Fin	Trabajo restante	Tasa estándar	Costo total por recurso de actividad
GERENTE DE PROYECTO	lun 12/09/16	vie 02/12/16	100 horas	\$ 60.000,00/hora	\$ 6.000.000,00
COORDINADOR	mar 20/09/16	vie 02/12/16	196 horas	\$ 17.000,00/hora	\$ 3.332.000,00
INGENIERO DE CAMPO	mar 13/09/16	lun 28/11/16	248 horas	\$ 18.750,00/hora	\$ 4.650.000,00
INGENIERO DE DISEÑO	mar 13/09/16	jue 01/12/16	160 horas	\$ 17.500,00/hora	\$ 2.800.000,00
TECNICO INSTALADOR	mar 11/10/16	mié 30/11/16	208 horas	\$ 7.100,00/hora	\$ 1.476.800,00
TECNICO 2 DE INSTALACION	vie 30/09/16	vie 18/11/16	176 horas	\$ 7.100,00/hora	\$ 1.249.600,00
FINANZAS	lun 12/09/16	lun 12/09/16	8 horas	\$ 8.000,00/hora	\$ 64.000,00
CUADRILLA DE MONTAJE	vie 28/10/16	lun 14/11/16	96 horas	\$ 15.000,00/hora	\$ 1.440.000,00
GERENTE DE VENTAS	mar 13/09/16	jue 15/09/16	24 horas	\$ 40.000,00/hora	\$ 960.000,00
JEFE DE ALMACEN	mar 04/10/16	lun 17/10/16	80 horas	\$ 10.500,00/hora	\$ 840.000,00
PERSONAL DE DOCUMENTACION	vie 07/10/16	jue 03/11/16	120 horas	\$ 4.500,00/hora	\$ 540.000,00
ASESOR FINANCIERO	lun 12/09/16	vie 02/12/16	16 horas	\$ 7.500,00/hora	\$ 120.000,00
ABOGADO	lun 12/09/16	vie 02/12/16	16 horas	\$ 7.800,00/hora	\$ 124.800,00
TOTAL					\$ 23.597.200,00

Tabla 19. Asignación de costos por recursos

Nombre	Costo total por recurso de actividad
ASIGNACIÓN DE COSTOS POR RECURSO	\$ 23.597.200,00
TOTAL	\$ 23.597.200,00

Tabla 20. Asignación TOTAL de costos por recursos



Figura 11. Costo total del recurso

COSTO TOTAL DE LA INGENIERÍA DE DETALLE

ID	Nombre de tarea	Costo total
1	AUTOMATIZACION PLANTA TRATAMIENTO DE AGUA	\$ 23.597.200,00
1.1	INICIO	\$ 23.597.200,00
1.1.1	PROPUESTA PRELIMINAR	\$ 666.400,00
1.1.2	DESARROLLO DEL PRODUCTO	\$ 11.251.200,00
1.1.2.1	INGENIERIA CONCEPTUAL	\$ 4.530.000,00
1.1.2.1.1	DESCRIPCION SERVICIO	\$ 960.000,00
1.1.2.1.2	ESTUDIO CONCEPTUAL	\$ 1.450.000,00
1.1.2.1.3	REQUERIMIENTO DE PROYECTO	\$ 1.440.000,00
1.1.2.1.4	REQUERIMIENTO DEL SERVICIO	\$ 680.000,00

1.1.2.2	DISEÑO Y PLANIFICACION	\$ 6.721.200,00
1.1.2.2.1	INGENIERIA BASICA	\$ 1.000.000,00
1.1.2.2.1.1	INGENIERIA FUNCIONAL	\$ 700.000,00
1.1.2.2.1.2	INGENIERIA DE BLOQUES	\$ 300.000,00
1.1.2.2.2	INGENIERIA DE DETALLE	\$ 5.721.200,00
1.1.2.2.2.1	LISTADO DE INSTRUMENTOS	\$ 840.000,00
1.1.2.2.2.1.1	ELECTRÓNICOS	\$ 420.000,00
1.1.2.2.2.1.2	MECÁNICOS	\$ 420.000,00
1.1.2.2.2.2	DIAGRAMAS	\$ 3.040.000,00
1.1.2.2.2.2.1	INSTRUMENTACION	\$ 972.000,00
1.1.2.2.2.2.2	CONEXIONADO	\$ 2.068.000,00
1.1.2.2.2.3	PLANOS ELÉCTRICOS	\$ 340.800,00
1.1.2.2.2.3.1	DIGITALES	\$ 170.400,00
1.1.2.2.2.3.2	ANALOGOS	\$ 170.400,00
1.1.2.2.2.4	PROGRAMACION	\$ 1.500.400,00
1.1.2.2.2.4.1	PLC	\$ 750.000,00
1.1.2.2.2.4.2	HMI	\$ 170.400,00
1.1.2.2.2.4.3	TESTING	\$ 580.000,00
1.1.3	DESAROLLO DEL PROYECTO	\$ 11.679.600,00
1.1.3.1	IMPLEMENTACION SOLUCION	\$ 3.811.200,00
1.1.3.1.1	ADECUACIÓN DE LA PLANTA	\$ 284.000,00
1.1.3.1.2	COMPRA DE EQUIPOS	\$ 600.000,00
1.1.3.1.3	MONTAJE DE INSTRUMENTOS	\$ 1.237.600,00
1.1.3.1.4	TESTING DE INSTRUMENTOS	\$ 827.200,00
1.1.3.1.5	TESTING DEL SISTEMA	\$ 454.400,00
1.1.3.1.6	PUESTA EN SERVICIO	\$ 408.000,00
1.1.3.1.6.1	ON THE JOB TRAINING (ACOMPañAMIENTO)	\$ 408.000,00
1.1.3.2	O& M (OPERACION Y MANTENIMIENTO)	\$ 7.868.400,00
1.1.3.2.1	CAPACITACION	\$ 284.000,00
1.1.3.2.1.1	FORMALIZAR	\$ 284.000,00
1.1.3.2.2	MANUALES	\$ 540.000,00
1.1.3.2.2.1	DE OPERACIÓN	\$ 180.000,00
1.1.3.2.2.2	DE MANTENIMIENTO	\$ 360.000,00

1.1.3.2.3	ENTREGAS	\$ 7.044.400,00
1.1.3.2.3.1	DOCUMENTACION	\$ 4.620.000,00
1.1.3.2.3.1.1	SOPORTES	\$ 4.620.000,00
1.1.3.2.3.1.1.1	ATP	\$ 4.620.000,00
1.1.3.2.3.1.1.1.1	ACTAS	\$ 4.620.000,00
1.1.3.2.3.2	INSPECCIONES	\$ 2.424.400,00
1.1.3.2.3.2.1	HARDWARE	\$ 858.000,00
1.1.3.2.3.2.2	DESEMPEÑO	\$ 828.000,00
1.1.3.2.3.2.3	CIERRE	\$ 738.400,00

Tabla 21. Costos de recurso por tarea

COSTO TOTAL DE LA INGENIERÍA DE DETALLE

Guardamotor regulación 14 - 20 A	2	324.720,00	649.440,00
Guardamotor Regulación 1.1 -1.6 A	1	128.160,00	128.160,00
Guardamotor Regulación 28-40 A	2	788.400,00	1.576.800,00
Guardamotor Regulación 1.4 -2 A	1	128.160,00	128.160,00
Contactador Intensidad AC3 25A	2	387.360,00	774.720,00
Contactador AC3 7A	1	47.520,00	47.520,00
Contactador AC3 40A	2	676.800,00	1.353.600,00
Variador 0.5 HP 0.37 KW 1.2 AMPERIOS	1	2.021.000,00	2.021.000,00
CPU 1214C 14DI/10DO/	1	2.534.600,00	2.534.600,00
Transformador monofásico, seco, potencia 500VA, tensión de entrada 440,tensión de salida 110	1	204.870,00	204.870,00
SITOP SMART : Entrada 120/230 V AC Monofásica, posibilidad de conexión en paralelo para aumento de potencia hasta 2 unidades max 2.5 A	1	601.800,00	601.800,00
SM 1221, 8 DI DC 24 V, SINK/ SOURCE	1	577.500,00	577.500,00
interruptor totalizador	2	232.500,00	465.000,00
ENCLAVAMIENTO MECANICO INTERRUPTOR	1	59.000,00	59.000,00
LUZ VERDE CON LED 110 VAC	9	58.000,00	522.000,00
SELECTOR 3 POSICIONES	10	77.000,00	770.000,00
PULSADOR DE HONGO	1	118.000,00	118.000,00
ESTABILIZADOR 110 VAC 1000 W	1	159.000,00	159.000,00
Interruptores termomagnéticos bipolares, 2 AMP	1	133.770,00	133.770,00
Interruptores termomagnéticos monopolares 2 AMP	3	41.770,00	125.310,00
Interruptores termomagnéticos monopolares 6 AMP	1	32.550,00	32.550,00
Interruptores termomagnéticos monopolares 1 AMP	4	41.770,00	167.080,00
LAMPARA TORTUGA 60W CON REJILLA	1	84.100,00	84.100,00

TOMA 15A 125V 1F+N+T DOBLE POLO TIERRA LEVITON BLANCA	1	5.600,00	5.600,00
Termostato de Ventilador	1	59.900,00	59.900,00
VENTILADOR 5'' A 110V-220V	1	28.920,00	28.920,00
BLOQUE RELE 24V DC	10	24.950,00	249.500,00
bloque contacto NO	1	20.000,00	20.000,00
bloque contacto NC	1	20.000,00	20.000,00
interruptor puerta	1	23.950,00	23.950,00
Basic Panel KTP1500 PN 15,0'' Color, STN 256 Colores, táctil	1	15,775,800	15,775,800
		Total	29.417.650,00

Tabla 22. Costos Total de la Ingeniería de detalle

2.4 Presupuesto

COSTO DE RECURSOS Y ACTIVIDAD	
Nombre de fase	Costo total por fase
1. AUTOMATIZACION PLANTA TRATAMIENTO DE AGUA	\$ 66.442.850,00
1.1 INICIO	\$ 66.442.850,00
1.1.1 PROPUESTA PRELIMINAR	\$ 666.400,00
1.1.2 DESARROLLO DEL PRODUCTO	\$ 11.251.200,00
1.1.2.1 INGENIERIA CONCEPTUAL	\$ 4.530.000,00
1.1.2.2 DISEÑO Y PLANIFICACION	\$ 6.721.200,00
1.1.3 DESARROLLO DEL PROYECTO	\$ 54.525.250,00
1.1.3.1 IMPLEMENTACION SOLUCION	\$ 46.656.850,00
1.1.3.2 O & M (OPERACION Y MANTENIMIENTO)	\$ 7.868.400,00

Tabla 23. Resumen costos de recurso y actividad por fase

COSTOS FIJOS Y EQUIPOS	
EQUIPO	PRECIO
ADECUACIÓN DE LA PLANTA	\$ 8.750.000,00
COMPRA DE EQUIPOS	\$ 29.417.650,00
COSTO DE INSTALACION	\$ 4.678.000,00
TOTAL	\$ 42.845.650,00

Tabla 24. Resumen costo total fijo y equipos

Nombre	Costo total por recurso de actividad
AUTOMATIZACION PLANTA TRATAMIENTO DE AGUA	\$ 23.597.200,00
TOTAL	\$ 23.597.200,00

Tabla 25. Resumen costo por recurso de actividad

Resumen de costos por obra y equipos	
AUTOMATIZACION PLANTA TRATAMIENTO DE AGUA	\$ 23.597.200,00
COSTOS FIJOS Y EQUIPOS	\$ 42.845.650,00
TOTAL	\$ 66.442.850,00

Tabla 26. Resumen costo por obra y equipos

2.4.1 Gastos administrativos

GASTOS ADMINSTRATIVOS TRATAMIENTO DE AGUA				
Concepto	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
Arrendamiento oficina + Admon	\$ 1.450.000,00	\$ 1.200.000,00	\$ 1.200.000,00	\$ 1.200.000,00
Agua oficina (Aprx 15m cúbico)	\$ 185.000,00	\$ 160.000,00	\$ 160.000,00	\$ 160.000,00
Energía oficina 300 kw/mes	\$ 180.000,00	\$ 180.000,00	\$ 180.000,00	\$ 180.000,00
Teléfono oficina (Paquete Internet 10Mg/ Voz fija/ TV)	\$ 130.000,00	\$ 130.000,00	\$ 130.000,00	\$ 130.000,00
Alquiler fotocopiado - impresora /mes	\$ 180.000,00	\$ 750.000,00	\$ 750.000,00	\$ 750.000,00
Aseo oficina (aseo capital) 1 vez x semana/mes	\$ 200.000,00	\$ 200.000,00	\$ 200.000,00	\$ 200.000,00
Papelería oficina	\$ 120.000,00	\$ 80.000,00	\$ 80.000,00	\$ 80.000,00
Transportes y pasajes locales	\$ 800.000,00	\$ 600.000,00	\$ 600.000,00	\$ 600.000,00
Gastos de viajes	\$ 1.890.000,00	\$ 1.890.000,00	\$ 1.890.000,00	\$ 1.890.000,00
Viaticos y alojamiento	\$ 2.570.000,00	\$ 2.570.000,00	\$ 2.570.000,00	\$ 3.300.000,00
Gastos notariales regulares	\$ 250.000,00	\$ 78.000,00	\$ 90.670,00	\$ 235.000,00
Depreciacion	\$ 312.166,67	\$ 312.166,67	\$ 312.166,67	\$ 312.166,67
Impuestos	\$ 1.876.000,00	\$ 1.876.000,00	\$ 1.876.000,00	\$ 1.876.000,00
TOTAL POR MES	\$ 10.143.166,67	\$ 10.026.166,67	\$ 10.038.836,67	\$ 10.913.166,67
TOTAL ADMINISTRATIVO POR MES	\$ 41.121.336,67			

Tabla 27. Gastos administrativos

2.4.2 Modelo de negocio AIU

TOTAL COSTOS POR OBRA Y EQUIPOS	\$ 66.442.850
TOTAL GENERAL ADMON	\$ 41.121.337
TOTAL PROYECTO TRATAMIENTO AGUA	\$ 107.564.187
IMPREVISTOS (10%)	\$ 5.378.209
A+I (TOTAL PROYECTO TRATAMIENTO AGUA + IMPREVISTOS)	\$ 112.942.396

UTILIDAD ESPERADA (40%)	\$ 158.119.354,40
UTILIDAD	\$ 45.176.958,40

Tabla 28. Modelo de negocio AIU

2.4.3 Clasificación de actividades CAPEX/OPEX

NOMBRE DEL PROYECTO		SIGLAS DEL PROYECTO
TRAMIENTO DE AGUA / PLANTA EXTRACTORA DE ACEITE DE PALMA		RNSA
CLASIFICACIÓN DE LAS ACTIVIDADES CAPEX / OPEX		
FASE	CAPEX	OPEX
Recursos	-	23.597.200,00
Equipos	29.417.650,00	-
Materiales de Instalación NIB	13.428.000,00	-
Gastos Administrativos	-	41.121.337,00
TOTAL PROYECTO NIB	\$ 42.845.650,00	\$ 64.718.537,00
	\$ 107.564.187,00	

Tabla 29. CAPEX / OPEX

2.4.4 Resultados y discusiones

		SIGLAS DEL PROYECTO		
AUTOMATIZACION DE PLANTA INDUSTRIAL PARA EL TRATAMIENTO EN LA CALIDAD DEL AGUA QUE INGRESA A UNA CALDERA		ATAC		
LECCIONES APRENDIDAS				
PRODUCTO		PROYECTO		X
<i>Categoría</i>	<i>Nombre del problema</i>	<i>Problema/Éxito</i>	<i>Impacto</i>	<i>Recomendación</i>
Gestión Contratos	Negociación Contratos	Los proveedores y contratistas no se concientizan de la importancia del cumplimiento.	Crea demoras en la entrega de equipos, materiales e insumos.	Crear procesos de selección de proveedores los cuales permitan conocer la capacidad en cuanto a cumplimiento, calidad y garantía de los equipos.
Gestión de Recursos Humanos	Poca capacitación.	Bajos niveles de preparación en los manejos de la instrumentación.	La falta de preparación técnica crea un aumento de los conflictos y los miembros del equipo requieren capacitación para el manejo de nuevas tecnologías.	El gerente general deberá brindar alianzas estratégicas con los proveedores de instrumentación de tal modo capacitar el personal técnico.
La gestión de la calidad	Equipos defectuosos	Un proceso de generación de aceptación de calidad de los equipos estaba prevista en el proyecto.	Esto permitió que el equipo de proyecto para trabajar sin problemas con los contratistas para asegurar que todos los equipos son de calidad aceptable y evitar cualquier reproceso asociados con equipo deficiente.	Adoptar procesos claros para la implementación de normas de calidad del proyecto. Esto ayuda a evitar demoras y sobrecostos.
Gestión de Riesgos	Ingresos y diseños	Se ha identificado un riesgo en el manejo de productos químicos.	El impacto debe mitigarse y evitar cualquier riesgo en el manejo del producto, por el cual no afectar la programación del proyecto.	Constantemente considerar los factores externos sobre el costo del proyecto, la programación y el cumplimiento de objetivos. Esto debe ser continuo durante todo el ciclo de vida del proyecto.

Lista de referencias

García M., Jesús A. Estado actual del manejo de Efluentes en Colombia. Revista Palmas, Volumen 14, Numero Especial. Santa Fe de Bogotá 1993.

García, J.A.; Uribe, L.D. 1997. Diseño de lagunas de estabilización. Manejo de efluentes de plantas extractoras. Boletín técnico10. Cenipalma.

Garnica N., Jesús A Uribe M., León D. Manejo de Efluentes de Plantas Extractoras – 2. Diseño de Lagunas de Estabilización. Boletín Técnico No. 11: Cenipalma: Santa Fe de Bogotá, 1997.

Indupalma Ltda. (2014). *Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo* (R.10 ed.).San Alberto, cesar: Indupalma Ltda.

Manejo de efluentes de las plantas extractoras de aceite de palma - proceso de la más avanzada tecnología. (1995). *Palmas*, 171-177.