

**DESARROLLO Y PLANIFICACION DEL DISEÑO DEL SISTEMA
AUTOMATICO DE CONTROL DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE
AGUAS RESIDUALES**

Director: Ing. Fernando Rivera

Diego Fernando Perdomo Ortiz

Fabio Alejandro Perez Gutierrez

**UNIVERSIDAD SANTO TOMAS DE AQUINO
ESPECIALIZACION EN INSTRUMENTACION ELECTRONICA
Bogotá, Colombia**

CONTENIDO

	Pág.
LISTA DE FIGURAS	4
LISTA DE TABLAS	5
RESUMEN	6
ABSTRACT	7
1. INTRODUCCION	8
2. OBJETIVOS	9
3. DESARROLLO DEL PRODUCTO	10
3.1. CONCEPTUALIZACION DEL PROYECTO	10
3.1.1. Antecedentes	10
3.1.2. Justificación	10
3.1.3. Problema, necesidad u oportunidad a solucionar	11
3.1.4. Descripción de la solución	12
3.2. LA INGENIERIA CONCEPTUAL	12
3.2.1. Alcance del proyecto	12
3.2.2. Descripción del proceso o del servicio	12
3.2.3. Estado del arte	13
3.2.4. Especificaciones de funcionamiento	14
3.2.5. Especificaciones de montaje físico	15
3.2.6. Especificaciones de ambiente de operación	16
3.2.7. Especificaciones de gestión de la solución	17
3.2.8. Normativa técnica a cumplir	17
3.2.9. Legales Contractuales	18
3.2.10. Identificación de riesgos	19
3.2.11. Gestión de los riesgos	19
3.2.12. Responsables del proyecto	20
3.2.13. Organizacional	21
3.2.14. Financiero	21
3.2.15. Infraestructura	21
3.3. INGENIERIA BASICA	22
3.3.1. Diagramas en Bloques de la Solución	22
3.3.2. Descripción de la solución	22
3.4. INGENIERIA DE DETALLE	24
3.4.1. Escogencia de componentes	24
3.4.2. Diagramas y planos de la solución	25

3.4.3. Listado de elementos	25
4. PLANIFICACION DE LA IMPLEMENTACION	27
4.1. PLANIFICACION DE TAREAS	27
4.1.1. WBS / Diccionario	27
4.1.2. Cronograma	31
4.1.3. Ruta crítica del proyecto	32
4.1.4. Suministro	32
4.1.5. Adecuación	33
4.1.5.1. Diagrama arquitectónico y localización de equipos	33
4.1.5.2. Obras civiles, acometidas y redes	33
4.1.6. Montaje	33
4.1.7. Pruebas	33
4.1.8. Puesta en servicio	34
4.2. ASIGNACION DE RECURSOS	34
4.2.1. Tabla de asignación	34
4.3. ASIGNACION DE COSTOS	37
4.3.1. Tabla de asignación	37
4.4. PRESUPUESTO	38
4.4.1. Sobre costo del proyecto	38
4.4.2. Costo total del proyecto	39
4.4.3. Precio de venta del proyecto	39
5. DISCUSION	40
6. BIBLIOGRAFIA	41
7. ANEXOS	42

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Diagrama en bloques del proyecto	22
Figura 2. Ubicación de la planta de tratamiento	25
Figura 3. Vista general de la planta	25
Figura 4. Cronograma en MS Project	31
Figura 5. Ruta crítica en MS Project	32
Figura 6. Relación de trabajo por cada recurso	34
Figura 7. Relación de costos por cada recurso	35

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Proyectos realizados por Industrias Proton Ltda	13
Tabla 2. Especificaciones de montaje civil	15
Tabla 3. Gestión de los riesgos	19
Tabla 4. Responsables del proyecto	20
Tabla 5. Selección de los componentes	24
Tabla 6. Listado de elementos	25
Tabla 7. WBS del proyecto	27
Tabla 8. Diccionario WBS del proyecto	29
Tabla 9. Asignación de trabajo por cada recurso	34
Tabla 10. Costo del proyecto	38
Tabla 11. Prorratio del overhead a cargo del proyecto	38
Tabla 12. Costo total del proyecto	39
Tabla 13. Precio de venta del proyecto	39

RESUMEN

En este trabajo de grado se ha realizado el desarrollo y la planificación de un sistema automático de control para una planta de tratamiento de agua residual aplicado en una zona industrial, controlando los estados de operación del sistema y detectando condiciones inseguras por parámetros fuera de rangos. El contenido del trabajo se divide en dos partes: el primero es el Desarrollo del Producto, el segundo es la Planificación a la Implementación de la Solución.

Para la parte del Desarrollo del Producto, se empezó realizando la ingeniería conceptual, en donde se estudió todos los requerimientos por parte del cliente, luego se pasó a la etapa de ingeniería básica, en donde se presentó una generalización de la propuesta de solución planteada. Por último se trabajó la ingeniería detallada, describiendo todos los componentes de la solución.

La etapa de Planificación a la Implementación de la Solución trata los ítems de procura, logística, suministro, adecuación, montaje, y por último y más importante el detalle de los costos y precios de venta del proyecto.

Palabras clave: aguas residuales, sistema automático de control, PLC, bomba electrónica de medición, sensores de nivel.

ABSTRACT

In this capstone work done the development and planning of an automatic control system for a wastewater treatment plant applied in an industrial zone, controlling the States of operation of the system and detecting unsafe conditions by parameters outside ranges. The content of the work is divided into two parts: the first is the development of the product, the second is the planning to the implementation of the solution.

For the part of the product development, began conducting conceptual engineering, where we studied all the requirements by the client, then moved to the stage of basic engineering, where a generalization of the proposed solution proposal was presented. Finally the detailed engineering, describing the components of the solution worked.

The stage of planning to the implementation of the solution is the items of procurement, logistics, supply, adaptation, Assembly, and last and most important detail of the cost and sales prices of the project.

1. INTRODUCCION

Los sistemas de tratamiento de aguas residuales en Colombia cada vez están teniendo más normativas y controles para evitar contaminaciones en las fuentes hídricas. Partiendo de esta necesidad se ha desarrollado un sistema de control automático para una planta de tratamiento de aguas residuales industriales, que garantice al final de su proceso que la calidad del agua se encuentre dentro de los parámetros permitidos u óptimos para dar un posterior uso o que no tenga problemas para su vertimiento.

Con la realización del presente trabajo se busca desarrollar y aplicar los conocimientos adquiridos a través de los contenidos temáticos de la especialización, como: sensórica, instrumentación avanzada, procesos y gestión de proyectos, entre otras. Lo anterior para cumplir con el requisito de grado para la especialización en instrumentación electrónica.

2. OBJETIVOS

General

- Preparar una propuesta comercial que incluya la descripción de cada una de las etapas necesarias para una correcta planificación y desarrollo del diseño del sistema automático de control de una planta de tratamiento de aguas residuales.

Específicos

- Realizar el diseño del sistema automático de control de una planta de tratamientos de aguas, describiendo las etapas fundamentales para el desarrollo, tales como: Ingeniería Conceptual, Básica y de Detalle.
- Desarrollar la planificación e implementación de la solución teniendo en cuenta los diferentes pasos que intervienen como lo son: procura, logística, suministro, adecuación, montaje, y por último, detalles de los costos y precios de venta del proyecto.

3. DESARROLLO DE PRODUCTO

3.1. CONCEPTUALIZACION DEL PROYECTO

3.1.1. Antecedentes

El tratamiento de aguas residuales es de vital importancia realizarlo debido a que luego del uso del agua, en actividades industriales, su composición biológica se modifica.

Las aguas residuales se definen, como el agua que ha sido previamente utilizada y se encuentra contaminada. La depuración de aguas residuales, aporta numerosos beneficios, mejora la salud colectiva evitando enfermedades, conserva el medio ambiente y después de su tratamiento permite la utilización del agua para distintos fines.

Las aguas residuales se clasifican en dos tipos: industriales y domésticas. En muchos casos las aguas residuales industriales requieren tratamiento antes de ser descargadas en el sistema de alcantarillado municipal; como las características de estas aguas residuales cambian de una a otra industria, los procesos de tratamiento son también muy variables.

Por esto es necesario el uso de las plantas de tratamiento ya que se convierten en medios garantizadores para que las aguas residuales cumplan con ciertas características biológicas, para que se puedan drenar o entregar al medio ambiente.

3.1.2 Justificación

El diseño de una planta de tratamiento de aguas se realiza considerando objetivos diferentes, teniendo en cuenta la disponibilidad de recursos económicos y técnicos, así como los criterios establecidos para descarga de efluentes o eficiencias mínimas, algunos de los beneficios de tratar el agua son:

- Proteger la Salud Pública y el Medio Ambiente. Si las aguas residuales van a ser vertidas a un cuerpo receptor natural (mar, ríos, lagos), será necesario realizar un tratamiento para evitar enfermedades causadas por bacterias y virus en las personas que entran en contacto con esas aguas, y también para proteger la fauna y flora presentes en el cuerpo receptor natural.

- El Reuso del Agua Tratada. Existen actividades en las que no se requiere utilizar agua potable estrictamente y que se pueden realizar con agua tratada, sin ningún riesgo a la salud, tales como: Riego de Áreas Verdes (glorietas, camellones, jardines, centro recreativos, parques, campos deportivos, fuentes de ornato) Industriales y de servicios (lavado de patios y nave industrial, lavado de flota vehicular, sanitarios, intercambiadores de calor, calderas, cortinas de agua, etc.).

En este caso, la función del tratamiento de las aguas residuales será el garantizar que no existirán efectos nocivos a la salud por entrar en contacto con el agua tratada en las actividades antes descritas. Este tipo de objetivos involucran tratamientos de mayor nivel, que generalmente involucran la implementación de las mejores tecnologías y las calidades logradas son casi tan buenas como las generadas para el agua potable.

Además con la implementación de una planta de tratamiento de aguas residuales, se reduce en gran porcentaje el riesgo de caer en una multa por contaminación, la cual puede ser de hasta 2.500 millones de pesos según la nueva norma que regula los vertimientos “artículo 28 del decreto 3930 del 2010” el cual se encuentra acorde con la nueva realidad urbana, industrial y ambiental y que debe ser acatada obligatoriamente por todas aquellas personas que desarrollen actividades industriales, comerciales o de servicios, y que generen aguas residuales.

3.1.3. Problema, necesidad u oportunidad a solucionar

Una zona franca conformada por diferentes tipos de Industrias, entre Vidrio, maderas, plásticos, aluminios, entre otras. Se ve en la necesidad de realizar un tratamiento de limpieza de las aguas que usan o resultan una vez finalizado el proceso de cada industria, antes de ser entregadas al sistema de acueducto municipal. Se tiene que garantizar que el agua antes de ser llevada al alcantarillado público, cumpla con ciertos parámetros, químicos y biológicos determinados por leyes y normas de nuestro país. De no ser así esta zona franca se verá implicada en multas y sanciones legales debido a la contaminación que genera por su actividad.

3.1.4. Descripción de la solución

Se propone diseñar un sistema de control en la planta de tratamiento de aguas residuales, en donde se realizará: los estados de operación del sistema y de sus componentes, control automático de cualquier subsistema y se detectará condiciones inseguras de operación generando alarmas para estados de fallas o inseguros y parámetros fuera de rangos.

Los componentes del sistema serán:

- Foso Colector
- Interruptores de nivel alto y bajo foso colector
- Sopladores
- Interruptor de nivel planta compacta
- Tanque de agua tratada
- Bomba de lavado
- Interruptor de nivel tanque de agua tratada

Con esto se garantizará que el agua al salir de la Planta cumpla con los parámetros adecuados para poder transitar por las redes del acueducto municipal.

3.2. LA INGENIERIA CONCEPTUAL

3.1.1. Alcance del proyecto

- Diseñar un sistema automático de control de una planta de tratamiento de aguas residuales industriales.
- Garantizar que al final del proceso de tratamiento de aguas, el agua cumpla con las características idóneas y autorizadas por los entes reguladores para poder ser conducida y mezclada con las demás aguas del alcantarillado público, sin que se generen índices de contaminación.
- Generar un esquema de monitoreo de señales, que permitan visualizar el estado de la planta, detectando condiciones inseguras y generando alarmas las cuales se podrán visualizar desde los tableros.
- El proyecto no incluye ejecuciones de obra civil que sean requeridas.
- Se entregarán las especificaciones eléctricas que sean necesarias para el correcto funcionamiento de la planta, más no el diseño eléctrico como tal.

3.1.2. Descripción del proceso o del servicio

Una zona franca conformada por diferentes tipos de Industrias, entre Vidrio, maderas, plásticos, aluminios, entre otras. Se ve la necesidad de realizar un tratamiento de limpieza de las aguas que usan o resultan una vez finalizado el

proceso de cada industria, antes de ser entregadas al sistema de acueducto municipal. Se tiene que garantizar que el agua antes de ser llevada al alcantarillado público, cumpla con ciertos parámetros, químicos y biológicos determinados por leyes y normas de nuestro país. De no ser así esta zona franca se verá implicada en multas y sanciones legales debido a la contaminación que genera por su actividad.

Con esto se garantizará que el agua al salir de la Planta cumpla con los parámetros adecuados para poder transitar por las redes del acueducto municipal.

Actualmente en la zona franca se tiene tratamiento de aguas residuales portátil. Los vertimientos los están realizando a través de un patín portátil, que puede ser transportado sobre camión y luego descargadas con grúa sobre placa. Estos son modulares y están bajo tanques plásticos y bombas sumergibles.

3.1.3. Estado del arte

En la industria colombiana se encuentran varias empresas que realizan el diseño, ingeniería, servicio, operación y mantenimiento de sistemas automáticos de control para plantas de tratamiento de aguas, entre las cuales se encuentran:

- **Industrias PROTON Ltda.** fabrica sistemas completos para tratamiento de agua de cualquier capacidad, partiendo de unas características de agua cruda determinada, y obteniendo calidades de aguas de acuerdo a las necesidades del cliente y a los decretos vigentes del Gobierno. Tiene tres divisiones para el Tratamiento de aguas: Aguas Residuales y Domesticas, Deshidratación de Lodos, Aguas Potables y de Proceso.

A continuación se relaciona los proyectos que ha realizado la empresa PROTON en los últimos años:

PROYECTO	CLIENTE	AÑO
Diseño, fabricación y montaje de un sistema de flotación para eliminación de grasas presentes en las aguas residuales industriales de proceso de fabricación de productos cármicos, con capacidad de 7.2 m ³ /h.	INDUSTRIA DE ALIMENTOS ZENU S.A.	2010
Diseño, fabricación y puesta en operación de una planta de tratamiento de aguas residuales domésticas, con proceso biológico de lodos activados, con capacidad de 10 m ³ /d.	BRINSA S.A. REPUBLICA DOMINICANA	2010
Diseño, fabricación y puesta en operación de una planta de tratamiento de aguas residuales domésticas, con proceso biológico de lodos activados, con capacidad de 30 m ³ /d.	TEPSA MEDELLIN	2010
Diseño, fabricación y montaje de una planta de tratamiento de aguas residuales industriales, tipo fisicoquímico por flotación, con capacidad de 22 m ³ /h.	SEMPERTEX BARRANQUILLA	2010

Tabla 1. Proyectos realizados por Industrias Proton Ltda

- **OPT Optimización de Procesos y Tecnología S.A.S.** Se dedica a la optimización integral de procesos industriales relacionados con el manejo y tratamiento de fluidos; optimización que se obtiene mediante el diseño y suministro de equipos, sistemas y plantas a la medida de los requerimientos del proceso.

A continuación se relaciona los proyectos que ha realizado la empresa PROTON en los últimos años:

PROYECTO SAMM_120 OCÉANO VERDE, JAMUNDÍ (2015)

AÑO: 2015 | CLIENTE FINAL: OCÉANO VERDE | LUGAR: JAMUNDÍ

Sistema de tratamiento de aguas residuales domésticas instalado en la Parcelación Océano Verde localizada en el municipio de Jamundí. 2015 Se construye la PTAR en tres módulos que se irán implementando en la medida en que vaya creciendo la población. Población total a atender de 500 personas.

PTAR PROEXPO (2014)

Escrito por OPT Ingeniería S.A.S. el 03 Marzo 2014. Publicado en Proyectos

AÑO: 2014 | CLIENTE FINAL: PROEXPO S.A. | LUGAR: GUAYAQUIL, ECUADOR

** Realizado por intermedio de la compañía INDOSTRA S.A. (Guayaquil, Ecuador)*

Estudios de tratabilidad, diseño y suministro de una PTAR fisicoquímica y biológica para el tratamiento de las aguas residuales de procesadora de mariscos. Caudal a tratar: 300 m³ / día.

- **NYF de Colombia.** Compañía con más de 26 años de experiencia, dedicada a la fabricación e implementación de sistemas para tratamiento de aguas, con la finalidad de tratar y recuperar el agua de cualquier tipo, obteniendo con estos que las fuentes de agua no sean sobre explotadas logrando la recuperación natural de las mismas.

3.1.4. Especificaciones de funcionamiento

Se requiere para el sistema de control los siguientes ítems:

Bomba Electrónica de Medición: con capacidad de entre 20 y 50 Galones por hora, a una presión mayor de 30psi y alimentación a 120VAC.

Controlador Lógico: Con capacidad de entre 512KB y 1MB, entradas y salidas mínimo de 16, modular o integrado, con fuente de alimentación eléctrica integrada.

Interruptores de Nivel: Con alimentación a 110VAC y protección contra agua/intemperie IP-65.

3.1.5. Especificaciones de montaje físico

Líneas hidráulicas:

- Foso de bombeo,
- Conexión Rf 150# de 2" para la evacuación de agua a cero metros del tanque de agua tratada.

Líneas eléctricas:

- Conexión eléctrica de fuerza 480 V 60 Hz a cero metros del tablero eléctrico de la planta de tratamiento.
- Conexión eléctrica de control 120 V 60 Hz (regulada) a cero metros del tablero eléctrico de la planta de tratamiento.

Pre dimensionamiento civil:

Planta de tratamiento de agua residual industrial de 1,2 LPS	Volumen / Área	Dimensiones			Comentarios
		ancho	largo	alto	
		m	m	m	
Canal de cribado	0,2 m ²	0,5	2	0,4	El tubo de vertido de agua residual vierte por gravedad en el canal de cribado, por tanto debe acoplarse, cumpliendo en lo posible las dimensiones mostradas
Foso de bombeo	2,4 m ³	1,2	2	1	(Dimensiones efectivas), debe acoplarse para que el canal vierta al foso respetando el volumen indicado, el foso es importante que no sea más profundo, debe permitir 4 entradas de 2" adicionales al tubo desde el canal de cribado.

Tanque de igualación	27 m ³	2,3	5,9	2	Dimensiones efectivas, se recomienda hacer enterrado, respetando el volumen indicado, dejar 0,2 m libres adicionales. Debe tener pasa muros para 4 tubos de 2". Los pasamuros deben entregarse bridadas.
Tanque para agua fuera de especificaciones	52 m ³	5	5	2,2	Dimensiones efectivas (para 12 h de la capacidad nominal de la planta). Debe incluirse, pasa muros en 2" para ingreso de agua fuera de especificaciones, pasa muros en 3" para salida de agua hacia cabeza de proceso, pasa muros para rebose en 3", los pasamuros deben entregarse bridadas.
Caseta para almacenamiento de químicos y equipos-tablero	12 m ²	3	4	3,3	Dividir la caseta como muestra el plano adjunto. (Dimensiones efectivas). Se muestra dimensiones efectivas. Ventilación recomendada, 1 ventana de 60 cm x 40 cm con aneo o malla.
Equipos	Dimensiones para área ocupada		Carga máxima estimada		Comentarios
	m	m	kg/equipo		
Clarifloculadores	2,3 diam		18 kg/cm ²		(cargas recibidas en el área de apoyo del equipo, no aplicables a toda el área ocupada)
Filtros	0,9 diam		15 kg/cm ²		3 unidades (cargas recibidas en el área de apoyo del equipo, no aplicables a toda el área ocupada)

Tabla 2. Especificaciones de montaje civil

3.1.6. Especificaciones de ambiente de operación

En la operación se tendrá un ambiente de operación, en donde se tendrá:

- Humedad, debido en gran parte al tener alrededor tanques que están haciendo el almacenamiento y procesamiento del agua.

- Biomasa (lodos), estos se incluirán en el proceso para realizar los procesos aeróbicos / anaeróbicos.
- Componentes químicos para el digestor de lodos

3.1.7. Especificaciones de gestión de la solución

Se requiere gestionar a través del sistema automático de control, detectar condiciones inseguras de operación generando alarmas para estados de fallas o inseguros y parámetros fuera de rangos. Por lo tanto para su implementación se requerirá de los siguientes componentes, tanto de proceso, como de instrumentación y control:

- *Foso colector PTARD-TK-1*
- *Sopladores PTARD-SC-1A/B*
- *Tanque de agua tratada PTARD-TK-3*
- *Bomba de lavado PTARD-B-1*
- *PLC LOGO marca SIEMENS con Display*
- *Interruptores de nivel alto y bajo foso colector LSH / LSL*
- *Interruptor de nivel planta compacta LS*
- *Interruptor de nivel tanque de agua tratada LS*

3.1.8. Normativa técnica a cumplir

Para el desarrollo del diseño de la planta de tratamiento, se deben tener en cuenta las siguientes normas técnicas:

NORMAS TECNICAS COLOMBIANAS

NTC-ISO 5667-10 fue ratificada por el Consejo Directivo de 1995-06- 21.

Trata sobre la *gestión ambiental calidad de agua*. El objetivo de esta norma es variado pero de los más importantes es determinar la concentración de contaminantes en una corriente de aguas residuales; determinar la carga de contaminantes que transporta una corriente de aguas residuales; Proporcionar datos para la operación de una planta de tratamiento de aguas residuales; Realizar ensayos para determinar si en una descarga determinada se mantienen los límites de concentración; Realizar ensayos para determinar si en una descarga determinada se mantienen los límites de carga; Suministrar datos para el avalúo de impuestos por descarga de aguas residuales.

GTC 31 *Guía para la realización de pruebas de toxicidad*. Esta guía describe el método para detectar y determinar el efecto agudo en organismos, ante la

presencia de sustancias tóxicas o mezcla de ellas, contenidas en las aguas naturales o residuales y permite obtener el límite o cantidad máxima que pueden soportar los organismos, conocida como concentración letal media.

RAS-2000: REGLAMENTO TÉCNICO DEL SECTOR DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BASICO

NORMAS TECNICAS EN LATINOAMERICA

REGLAMENTO NACIONAL. REGLAMENTOS TECNICOS DE DISEÑO PARA UNIDADES DE TRATAMIENTO NO MECANIZADAS PARA SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y AGUAS RESIDUALES. BOLIVIA

NB-7229 PROJETO, CONSTRUCAO E OPERACAO DE SISTEMAS DE TANQUES SÉPTICOS.PROJETO DE NORMA.

02:144.07-002 PROJETO, CONSTRUCAO E OPERACAO DE UNIDADES DE TRATAMIENTO COMPLEMENTAR E DISPOSICAO FINAL DOS EFLUENTES LÍQUIDOS DE TANQUES SÉPTICOS. PROCEDIMIENTO.

NORMA OS.090 NORMA TECNICA DE EDIFICACIONES DE PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES.

3.1.9. Legales Contractuales

LEYES, DECRETOS Y LEGISLACION PERTINENTE Decreto 1594 de 1984

DECRETO NUMERO 1287 DEL 10 DE JULIO 2014: "Por el cual se establecen criterios para el uso de los biosólidos generados en plantas de tratamiento de aguas residuales municipales"

RESOLUCION 1433 DE 2004 "por la cual se reglamenta el artículo 12 del Decreto 3100 de 2003, sobre Planes de Saneamiento y Manejo de Vertimientos, PSMV, y se adoptan otras determinaciones"

DECRETO 2811 DE 1974 En este decreto es dictado por el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente. El ambiente es patrimonio común. El Estado y los particulares deben participar en su preservación y manejo, que son de utilidad pública e interés social. La preservación y manejo de los recursos naturales renovables también son de utilidad pública e interés social.

LEY 9 DE 1979 En esta ley para la protección del Medio Ambiente establece:

a) Las normas generales que servirán de base a las disposiciones y reglamentaciones necesarias para preservar, restaurar u mejorar las condiciones necesarias en lo que se relaciona a la salud humana.

DECRETO 1594 DE 1984 Esta norma declara las condiciones y los compuestos permitidos del vertimiento de líquidos. Cuando quiera que el presente Decreto se refiera a recurso, se entenderá por tallas aguas superficiales, subterráneas y marinas, incluidas las aguas servidas.

3.1.10. Identificación de riesgos

- Especificación de rangos en variables: de los caudales, presiones y niveles nominales para sus respectivos cálculos de operación en la instrumentación a diseñar.
- Condiciones climáticas, al depender de obras civiles y mecánicas antecesoras a la etapa de instrumentación y control, se tiene el riesgo de tener atrasos en los tiempos de inicio y de entrega.
- Condiciones sociales, debido a que trabajadores pueden parar el proyecto por protestas o manifestaciones.
- Tiempos de entrega de proveedores.

3.1.11. Gestión de los riesgos

RIESGOS	ACCIÓN DE MITIGACION	ACCIÓN DE CONTIGENCIA
Especificación de rangos en variables	Aseguramiento con procesistas para las especificaciones: técnicas, ambientales y de operación de cada una de las variables en las respectivas etapas.	Contemplar valores máximos muy por encima a los nominales, teniendo en cuenta el factor económico.
Condiciones climáticas	Si se presenta temporada de lluvia, se debe socializar con la industria contratante de estos percances ajenos a la construcción y montaje. Igualmente se debe dotar de	Si es de mucha criticidad las labores a realizar, se debe contemplar instalar carpas temporales para continuar actividades.

	botas e impermeables para no retrasar trabajos en lo máximo.	
Condiciones sociales	Evitar al máximo malos entendidos con personal trabajador de obra y dejar todas las condiciones claras desde el inicio del proyecto.	Tener personal de contingencia a través de la oficina de Talento Humano, por si los que actualmente empiezan a retirarse o a tener problemas, se pueda reemplazar.
Tiempos de entrega de proveedores	Se debe pedir al proveedor con unos días de anterioridad a la fecha límite de solicitud de materiales e instrumentación.	Tener equipos ya disponibles, así sean usados, por si se retrasa la entrega se pueda a reemplazar los equipos por los existentes mientras llegan.

Tabla 3. Gestión de los riesgos

3.1.12. Responsables del proyecto

RESPONSABLES DEL PROYECTO	
EMPRESA EJECUTORA	CLIENTE
GERENTE DE PROYECTO	LIDER DE PROYECTO
COORDINADOR DE PROCURA	ADMINISTRADOR DE CONTRATO
COORDINADOR INGENIERIA	INSPECTOR DE PROCURA
INGENIERO CIVIL RESIDENTE	INGENIERO DE PROCESO

Tabla 4. Responsables del proyecto

3.1.13. Organizacional

Para el desarrollo del proyecto se dispone de todas las áreas funcionales de la empresa. Es así como se dispone del siguiente personal:

El equipo gerencial, por donde se dirige y se toman las decisiones sobre el proyecto, de acuerdo a la experiencia de cada uno de los integrantes.

El personal de ingeniería multidisciplinaria para realizar el desarrollo del proyecto, a través de herramientas de software, innovación y soluciones a los retos planteados.

Equipo de Planificación y Control, quienes son los encargados de asegurar que el proyecto se cumpla en los tiempos y los recursos aprobados desde la planeación inicial, realizando gestión en las rutas críticas del proyecto.

Personal de HSEQ, quienes cumplen con las normas vigentes en temas de Salud Ocupacional, Seguridad, Medio Ambiente y Gestión de Calidad con procesos de mejora continua.

3.1.14. Financiero

La empresa actualmente tiene la capacidad económica y solvencia para poder desarrollar el proyecto y llevarlo a su finalización.

Según normas de la empresa, se debe contar con un adelanto del 50% por parte del cliente, del valor total del proyecto para iniciar la ejecución y el porcentaje restante cuando se reciba a satisfacción el proyecto.

3.1.15. Infraestructura

Para el desarrollo de la planeación, ingeniería básica y de detalle del proyecto, la empresa cuenta con instalaciones adecuadas y dotas con equipos y software necesarios y adecuados para el tema de dimensionamiento, cálculos, planos, etc para facilitar este trabajo. Aparte cuenta con una sección administrativa para el grupo de compras, despachos, contabilidad, entre otros, que son necesarios para el correcto funcionamiento de los proyectos y de la empresa.

Para la ejecución del proyecto, se tiene contemplado la construcción de un campamento en la obra, que este cercano a donde quedará ubicada finalmente el

cual se adecuará como almacén y una pequeña oficina para poder hacer consultas y resolver problemas de ejecución.

Aparte de esto se cuenta con las bodegas de la empresa, en donde se realizarán pruebas a los equipos y diferentes sistemas, antes de enviar a campo para poder reducir la mayor cantidad de problemas posibles.

3.2. INGENIERIA BASICA

3.2.1. Diagramas en Bloques de la Solución

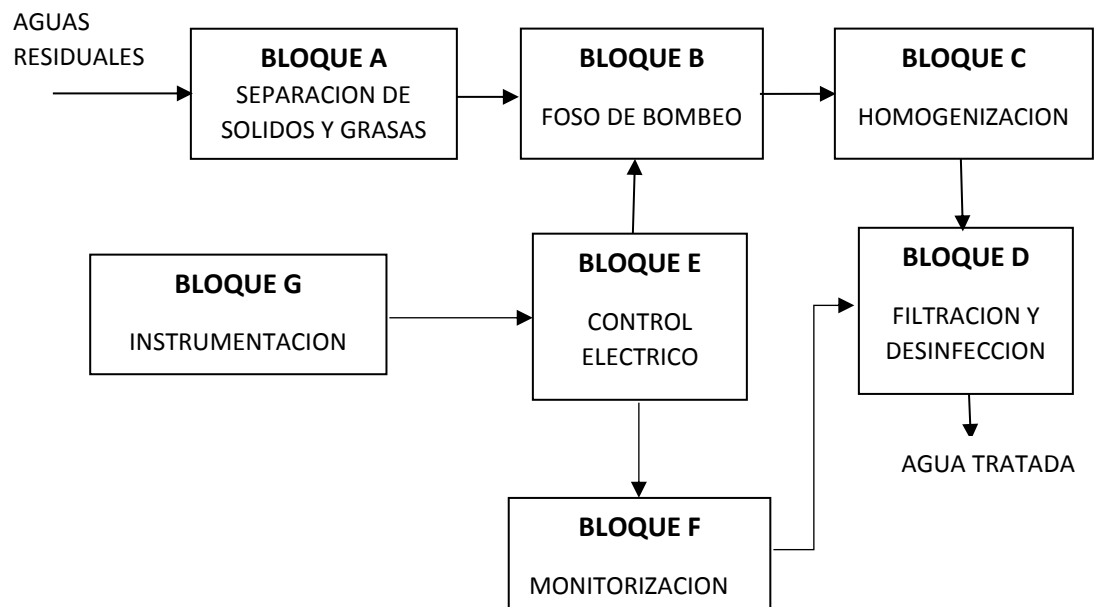


Figura 1. Diagrama en bloques del proyecto

3.2.2. Descripción de la solución

BLOQUE A SEPARACION DE SOLIDOS Y GRASAS:

Es necesario tener en cuenta que se requiere de un buen tratamiento preliminar para lograr una buena remoción de contaminantes sin forzar o averiar los equipos de la planta de tratamiento. El tratamiento preliminar consiste en una buena separación de sólidos gruesos y grasas, de esta forma las cribas estarán retirando la fracción más gruesa de los sólidos y el sistema fisicoquímico se encarga de retirar el resto de los contaminantes presentes.

BLOQUE B FOSO DE BOMBEO:

Su función es recolectar el agua residual a una cota inferior y elevarlo a la cota de la planta de tratamiento, aquí se instalaran tres bombas en cascada, adicionalmente se entrega una cuarta bomba sin instalar a manera de back-up.

BLOQUE C HOMOGENIZACIÓN:

Sirve para que la calidad y cantidad de agua de entrada a la planta sea constante, aquí se colocan dos bombas sumergibles principal y secundaria para bombear al reactor de la planta.

BLOQUE D FILTRACIÓN Y DESINFECCIÓN: este bloque se compone de las siguientes etapas:

- ***SISTEMA FISICOQUÍMICO CLARIFLOCULADOR:*** se encarga de reducir los valores de DQO, sólidos y grasas. Este sistema cuenta con una zona de mezcla de los químicos inyectados (coagulante, oxidante, regulador de pH, etc), posteriormente entra a una zona de floculación de las partículas las cuales se aglomeran con el objetivo de aumentar su peso específico de tal manera que se puedan precipitar en la zona de sedimentación para su posterior purga o extracción hacia su deshidratación. En cada una de estas unidades precipitan diferentes metales pesados y solidos suspendidos, la eficiencia de remoción de contaminantes pueden alcanzar valores muy elevados dependiendo la operación de la planta de tratamiento y los productos químicos empleados.
- ***BATERÍA DE FILTRACIÓN MULTIMEDIA:*** Se cuenta con filtración directa a presión en arena y gravas para remover partículas suspendidas, filtración en arenas verdes para remoción de algunos metales que no fueron retenidos en la clarifloculación y filtración en carbón activado para remover la fracción orgánica y de color , esto con el fin de garantizar la calidad del efluente.
- ***DESINFECCIÓN:*** Permiten eliminar los microorganismos patógenos por medio de la aplicación de una solución de Hipoclorito directamente en la línea de descarga, su mezcla se garantiza con un mezclador estático.

BLOQUE E CONTROL ELÉCTRICO:

El encendido y apagado de los equipos se podrá programar de acuerdo a las características de operación que exija el tratamiento, gracias a que este cuenta con un tablero de control con un dispositivo electrónico tipo PLC LOGO marca SIEMENS con su Respectivo display que permite la programación y sincronización de la totalidad de los equipos del sistema.

BLOQUE F MONITORIZACION:

El sistema cuenta con un bloque de monitorización, que se encarga de sensar el estado de las bombas y demás elementos para la toma de decisiones, como por ejemplo la dosificación de los químicos, la concentración de sólidos, entre otros.

BLOQUE G INSTRUMENTACION:

Este bloque integra la totalidad de los sensores y actuadores (válvulas y bombas) presentes en el sistema.

3.3. INGENIERIA DE DETALLE

3.3.1. Escogencia de componentes

UBICACION	CANT. TOTAL	CANT. OPERANDO	Q(gpm) / H(ft)	CAPACIDAD (HP)			VOLTAJE	TAG	MARCA	REFERENCIA
				UNITARIO	REQ. INST	REQ. OP				
Pozo de bombeo	2	1	58/15	0,75	1,50	0,75	220	SP101	EBARA	DW 756
Tanque de igualación	2	1	15/15	0,33	0,66	0,33	220	SP201	EBARA	BEST ONE
Filtracion	2	1	31/69	1,50	3,00	1,50	220	CP101	EBARA	CDX 120/156
Dosificadora de coagulante 1	2	1	0,008/503	0,56	1,12	0,56	220	DP101	MILTON ROY	CR47
Dosificadora regulador de ph 1	2	1	0,008/503	0,56	1,12	0,56	220	DP201	MILTON ROY	CR47
Dosificadora de coagulante 2	1	1	0,008/503	0,56	0,56	0,56	220	DP301	MILTON ROY	CR47
Dosificadora regulador de ph 2	1	1	0,008/503	0,56	0,56	0,56	220	DP401	MILTON ROY	CR47
Dosificadora de coagulante 3	1	1	0,008/503	0,56	0,56	0,56	220	DP501	MILTON ROY	CR47
Dosificadora regulador de ph 3	1	1	0,008/503	0,56	0,56	0,56	220	DP601	MILTON ROY	CR47
Dosificadora de polimero 1	2	1	0,008/503	0,56	1,12	0,56	220	DP701	MILTON ROY	CR47
Dosificadora regulador de ph 4	1	1	0,008/503	0,56	0,56	0,56	220	DP801	MILTON ROY	CR47
Tanque Off Spec	1	1	58/15	0,75	0,75	0,75	220	SP301	EBARA	DW 756
Dosificadora desinfectante	2	1	0,008/503	0,56	1,12	0,56	220	DP901	MILTON ROY	CR47
TOTAL	20	13			13,19	8,37	-			
				TOTAL (kW)	9,84	6,24				
				TOTAL (kVa)	12,29	7,80				
Tiempo de operación (h)	24									

Tabla 5. Selección de los componentes

3.3.2. Diagramas y planos de la solución

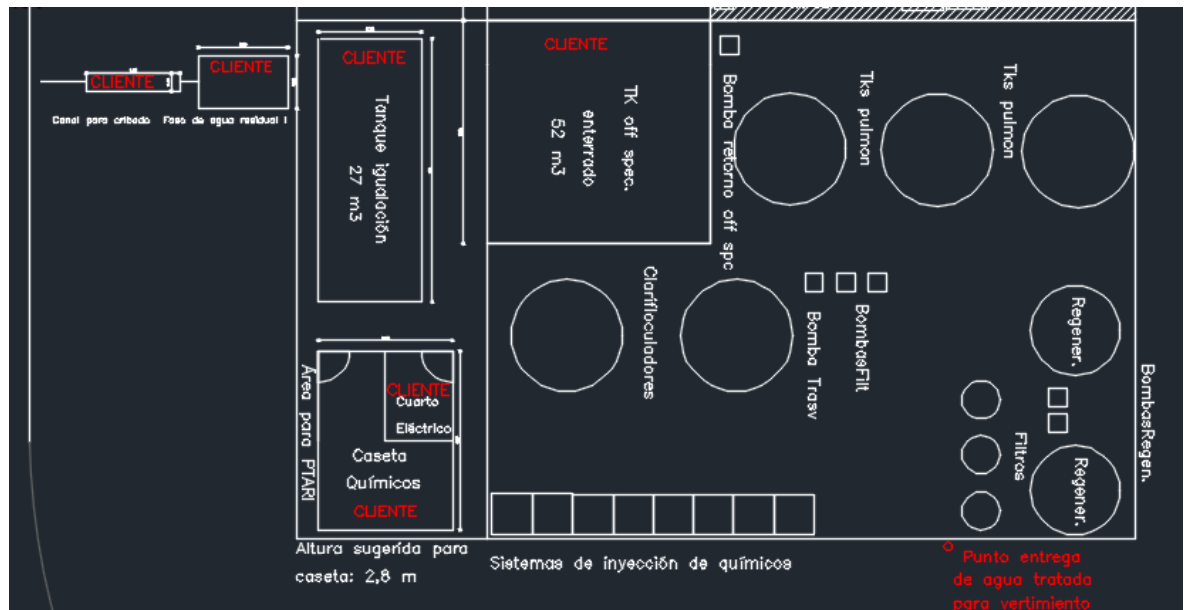


Figura 2. Ubicación de la planta de tratamiento

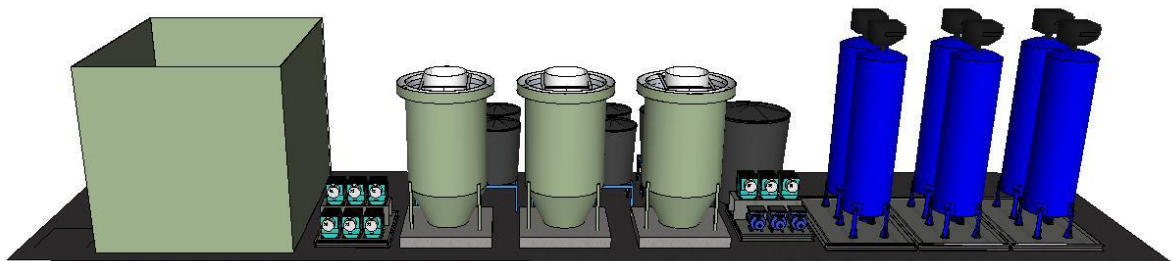


Figura 3. Vista general de la planta

3.3.3. Listado de elementos

No. de ítem	Descripción general	Unidad	Cantidad
1	Bombas de foso	und	2
2	Bombas de tanque de igualación	und	2
3	Agitadores para clarifloculador	und	2
4	Bombas impulsoras/dosificadoras químicos	und	7
5	Agitador químico	und	1
6	Bomba vaciado de clarifloculador	und	1
7	Clarifloculadores	und	2

8	Tanques de oxidación	und	3
9	Tanques de químico	und	8
10	Bombas de filtración y retrolavado	und	2
11	Filtro descendente	und	1
12	Filtro intercambiador ionico	und	1
13	Filtro final	und	1
14	Tanques de regenerante	und	2
15	Bomba de regenerante	und	1
16	Bomba retorno de agua off spec	und	1
17	Tubería y accesorios PVC*	GLB	1
18	Válvulas PVC	GLB	1
19	Válvulas acero carbón	GLB	1
20	Soportería tubería-accesorios	GLB	1
21	Rejilla para criba de gruesos	und	1
22	Flotadores para control de nivel (o elementos análogos)	und	12
23	Tablero eléctrico y de control	und	1
24	Switch de nivel	und	3
25	Medidor de caudal	und	1
26	PLC Logo	und	1

Tabla 6. Listado de elementos

4. PLANIFICACION DE LA IMPLEMENTACION

4.1. PLANIFICACION DE TAREAS

4.1.1. WBS / Diccionario

NIVEL 1	NIVEL 2	NIVEL 3	NIVEL 4	
1. DISEÑO DEL SISTEMA AUTOMATICO DE CONTROL DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES	1.1 INICIO	1.1.1 Firma del contrato		
		1.1.2 Elaboración de la Orden de Trabajo		
		1.1.3 Consignación del anticipo.		
	1.2 ADECUACION	1.2.1 Preparación y adecuación del lote		1.2.1.1 Limpieza del lote.
				1.2.1.2 Hacer excavaciones para la construcción de las bases y los tanques
				1.2.1.3 Construcción del cerramiento del lote.
		1.2.2 Ejecución de obras civiles y construcciones		1.2.2.1 Construcción de las bases y tanques.
				1.2.2.2 Construcción de casetas para alojamiento de los equipos y tableros.
		1.2.3 Instalación de tuberías para canalizaciones		1.2.3.1 Verificación de planos de instalaciones, para evitar reprocesos.
			1.2.3.2 Ejecución de las rutas de tuberías para garantizar la interconexión entre todos los sistemas.	
	1.3 SUMINISTRO	1.3.1 Compra de equipos y materiales		1.3.1.1 Importación de equipos de bombeo y sopladores
				1.3.1.2 Compra de materiales nacionales

		1.3.2 Recepción de Equipos	1.3.2.1 Inspección del estado de los equipos y prueba de cada uno.
			1.3.2.2 Etiquetado e identificación de cada uno de los equipos, para ingreso a inventario.
		1.3.3 Selección y alistamiento de equipos para despacho	1.3.3.1 Selección de los equipos por sistemas (electrónicos, eléctricos, control, bombeo, etc).
			1.3.3.2 Establecer la prioridad de envío para los equipos. Según el cronograma de ejecución
	1.4 MONTAJE	1.4.1 Armado estructura metálica.	
		1.4.2 Instalación de bombas	
1.4.3 Instalación de equipos eléctricos, electrónicos y de control.			
1.4.4 Montaje Hidráulico.			
1.5 PRUEBAS	1.5.1 Verificación de la instalación, conexión y estado de cada uno de los elementos del sistema.	1.5.1.1 Determinar si cada uno de los equipos o partes del que conforman el sistema, está instalado de acuerdo al diseño.	
	1.5.2 Ejecución de pruebas.	1.5.2.1 Pruebas independientes del sistema eléctrico, electrónico, control,	

			bombas, etc.
		1.5.3 Corrección de errores	1.5.3.1 Prueba final del sistema, antes de la puesta en marcha.
	1.6 PUESTA EN SERVICIO	1.6.1 Puesta en marcha del sistema.	1.6.1.1 Verificación del funcionamiento del sistema y corrección de fallas.
			1.6.2.1 Se entregará en correcto funcionamiento el sistema completo.
	1.7 ENTREGA FINAL DEL PROYECTO	1.7.1 Entrega del montaje.	Firma y recibido a satisfacción por parte de la interventoría y del cliente.
		1.7.2 Entrega de documentación final	
		1.7.3 Capacitación al personal elegido por el cliente.	

Tabla 7. WBS del proyecto

A continuación se presenta el diccionario del WBS:

ID del WBS	NOMBRE DE LA TAREA	DESCRIPCIÓN
1	DISEÑO DEL SISTEMA AUTOMATICO DE CONTROL DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES	El alcance de este proyecto es del diseño del sistema automatico de control de una planta de tratamiento de aguas residuales, que permita garantizar que al final del proceso el agua resultante, cumpla con parámetros de calidad para poder ser reutilizada o vertida en las rutas de alcantarillado de la ciudad.
1.1	INICIO	
1.1.1	Firma del contrato	Estos son requisitos indispensables para poder iniciar con la ejecución del proyecto.
1.1.2	Elaboración de la Orden de Trabajo	
1.1.3	Consignación del anticipo.	
1.2	ADECUACION	

1.2.1	Preparación y adecuación del lote	Esta es la etapa inicial del proyecto, acá se debe hacer toda la limpieza y preparación del terreno, se debe ejecutar las excavaciones para las bases de las estructuras y para los tanques, además se debe garantizar la seguridad por medio de un cerramiento.
1.2.2	Ejecución de obras civiles y construcciones	En esta tarea se pretende ejecutar todas las actividades referentes al alistamiento de los lugares donde se instalaran los tableros, equipos, bombas, etc. Se ejecutarán las estructuras de los tanques y de los diferentes espacios o casetas donde finalmente se alojarán e instalaron los diferentes tableros de control y eléctricos.
1.2.3	Instalación de tuberías para canalizaciones	Se debe ejecutar la totalidad de las canalizaciones, para garantizar la comunicación entre los diferentes sistemas y garantizar el óptimo funcionamiento de la planta.
1.3	SUMINISTRO	
1.3.1	Compra de equipos y materiales	En esta etapa se deben adquirir los diferentes equipos y materiales tanto de importación como nacionales, se debe garantizar su llegada a la obra a tiempo para no interferir con el cronograma.
1.3.2	Recepción de equipos.	Se debe hacer la selección y clasificación de los equipos, dependiendo el sistema en el que van intervenir, es decir, electrónicos, eléctricos, de control, bombeo, etc. Se deben probar de manera individual cada uno de los elementos, con el fin de garantizar su correcto funcionamiento y reducir errores en el montaje. Adicional se debe establecer la prioridad de envío para cada uno de los equipos. Según el cronograma de ejecución y avance de la obra.
1.4	MONTAJE	
1.4.1	Armado estructura metálica.	En esta parte del proyecto se deberá dejar listo todo lo correspondiente a la instalación y adecuación de los tableros, equipos y bombas. Se debe garantizar el correcto funcionamiento de cada componente de los sistemas y se deben resolver los problemas físicos que se detecten.
1.4.2	Instalación de bombas	
1.4.3	Instalación de equipos eléctricos, electrónicos y de control.	
1.4.4	Montaje Hidráulico.	
1.5	PRUEBAS	
1.5.1	Verificación de la instalación y estado de cada uno de los equipos antes de la	En esta etapa se deben desarrollar todas las pruebas correspondientes a cada uno de los sistemas: eléctrico, electrónico, hidráulicos y demás. El resultado de esta etapa será una prueba del sistema

	prueba	completo, para identificar errores.
1.5.2	Ejecución de pruebas.	
1.5.3	Corrección de errores	El resultado de esta tarea será garantizar el correcto funcionamiento del sistema antes de la puesta en marcha.
1.6	PUESTA EN SERVICIO	
1.6.1	Puesta en marcha del sistema.	Esta es la etapa final de ejecución del proyecto, el resultado final es la puesta en marcha del sistema, garantizando su correcto funcionamiento.
1.7	ENTREGA FINAL DEL PROYECTO	
1.7.1	Entrega del montaje.	Esta etapa se desarrolla junto con el cliente y la interventoría, quienes recibirán a satisfacción la planta de tratamiento. Al final se les dará una capacitación al personal que entrará a operar finalmente la planta, donde se les aclarará su proceso constructivo y de operación.
1.7.2	Entrega de documentación final.	
1.7.3	Capacitación al personal elegido por el cliente.	

Tabla 8. Diccionario WBS del proyecto

4.1.2. Cronograma

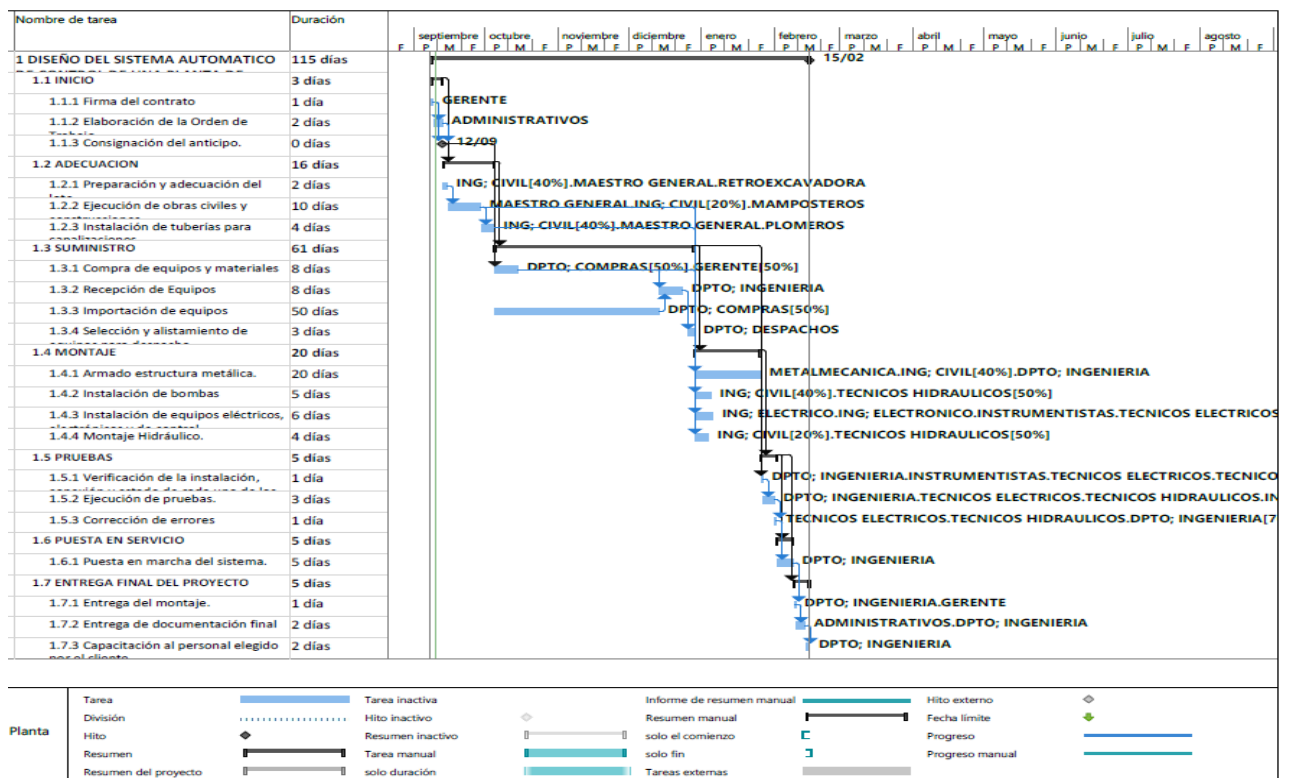


Figura 4. Cronograma en MS Project

4.1.5. Adecuación

4.1.5.1. Diagrama arquitectónico y localización de equipos

Estos se pueden observar en el numeral 3.4.2 “Diagramas y planos de la solución”.

4.1.5.2. Obras civiles, acometidas y redes

Lo primero que se debe hacer es solicitar la ubicación y delimitación de la zona en la que se trabajará. Una vez establecido se concentraran los trabajos en las excavaciones para la construcción de los tanques, instalación de las tuberías que deben ir enterradas, ductos, cárcamos y de más obras civiles que sean necesarias. Al igual se debe hacer la construcción de las diferentes casetas donde se ubicaran los tableros eléctricos y de control.

Se debe garantizar una acometida eléctrica que brinde las condiciones de voltaje y potencia necesaria para cada una de las bombas y de los equipos que forman parte de la planta, al igual se debe contar con la totalidad de canalizaciones (hidráulicas, eléctricas, de control, etc) para poder tener certeza que al momento del ensamble de la planta no va a hacer falta ninguna comunicación entre los sistemas.

4.1.6. Montaje

El montaje del proyecto se desarrollará en una primera etapa del armado de la infraestructura metálica de los diferentes ductos, tanques y demás elementos principales. Luego de esto viene la instalación y adecuación de las bombas dentro de cada uno de los tanques de la planta. Se debe instalar de manera adecuada la instalación de todos los tableros, eléctricos y de control con el fin de garantizar el correcto funcionamiento de todos los sistemas.

4.1.7. Pruebas

En fábrica se deberán probar los componentes del sistema a implementar, deben tener pruebas de certificación y aceptación, antes de enviarlos a campo.

Se deben realizar pruebas individuales a cada sistema (hidráulico, eléctrico, control, civil) con el fin de detectar los errores de cada sistema y corregirlos antes del arranque general del sistema.

4.1.8. Puesta en servicio

El sistema se entrega asegurando su correcto funcionamiento, y garantizando que el agua tratada cumple con los estándares establecidos por los entes reguladores.

Igualmente se realizará una capacitación del funcionamiento y operación, dirigido al cliente final para que a partir de la fecha de entrega, ellos inicien la operación del sistema.

4.2. ASIGNACION DE RECURSOS

4.2.1. Tabla de asignación

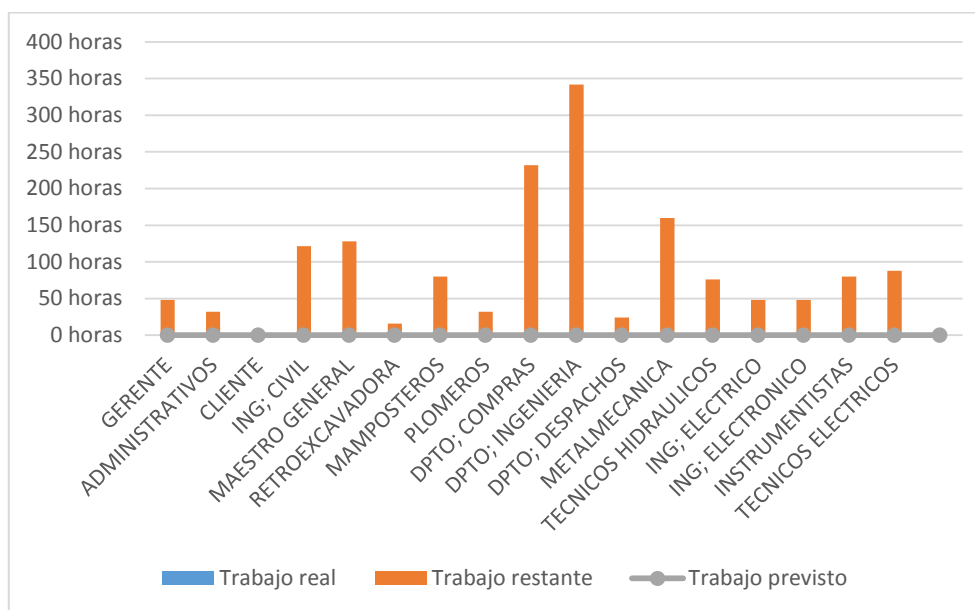


Figura 6. Relación de trabajo por cada recurso

Nombre del recurso	Trabajo	Comienzo	Fin
GERENTE	48 horas		
<i>Firma del contrato</i>	<i>8 horas</i>	jue 08/09/16	jue 09/02/17
<i>Compra de equipos y materiales</i>	<i>32 horas</i>		
<i>Entrega del montaje.</i>	<i>8 horas</i>		
ADMINISTRATIVOS	32 horas		
<i>Elaboración de la Orden de Trabajo</i>	<i>16 horas</i>	vie 09/09/16	lun 13/02/17

<i>Entrega de documentación final</i>	<i>16 horas</i>		
ING; CIVIL	121,6 horas		
<i>Preparación y adecuación del lote</i>	<i>6,4 horas</i>		
<i>Ejecución de obras civiles y construcciones</i>	<i>16 horas</i>		
<i>Instalación de tuberías para canalizaciones</i>	<i>12,8 horas</i>	mar 13/09/16	mié 25/01/17
<i>Armado estructura metálica.</i>	<i>64 horas</i>		
<i>Instalación de bombas</i>	<i>16 horas</i>		
<i>Montaje Hidráulico.</i>	<i>6,4 horas</i>		
MAESTRO GENERAL	128 horas		
<i>Preparación y adecuación del lote</i>	<i>16 horas</i>		
<i>Ejecución de obras civiles y construcciones</i>	<i>80 horas</i>	mar 13/09/16	mar 04/10/16
<i>Instalación de tuberías para canalizaciones</i>	<i>32 horas</i>		
RETROEXCAVADORA	16 horas	mar 13/09/16	mié 14/09/16
<i>Preparación y adecuación del lote</i>	<i>16 horas</i>		
MAMPOSTEROS	80 horas	jue 15/09/16	mié 28/09/16
<i>Ejecución de obras civiles y construcciones</i>	<i>80 horas</i>		
PLOMEROS	32 horas	jue 29/09/16	mar 04/10/16
<i>Instalación de tuberías para canalizaciones</i>	<i>32 horas</i>		
DPTO; COMPRAS	232 horas	mié 05/10/16	mar 13/12/16
<i>Compra de equipos y materiales</i>	<i>32 horas</i>		
<i>Importación de equipos</i>	<i>200 horas</i>		
DPTO; INGENIERIA	341,6 horas		
<i>Recepción de Equipos</i>	<i>64 horas</i>		
<i>Armado estructura metálica.</i>	<i>160 horas</i>		
<i>Verificación de la instalación, conexión y estado de cada uno de los elementos del sistema.</i>	<i>8 horas</i>		
<i>Ejecución de pruebas.</i>	<i>24 horas</i>	mié 14/12/16	mié 15/02/17
<i>Corrección de errores</i>	<i>5,6 horas</i>		
<i>Puesta en marcha del sistema.</i>	<i>40 horas</i>		
<i>Entrega del montaje.</i>	<i>8 horas</i>		
<i>Entrega de documentación final</i>	<i>16 horas</i>		
<i>Capacitación al personal elegido por el cliente.</i>	<i>16 horas</i>		
DPTO; DESPACHOS	24 horas	lun	mié

<i>Selección y alistamiento de equipos para despacho</i>	<i>24 horas</i>	26/12/16	28/12/16
METALMECANICA	160 horas	jue	mié
<i>Armado estructura metálica.</i>	<i>160 horas</i>	29/12/16	25/01/17
TECNICOS HIDRAULICOS	76 horas		
<i>Instalación de bombas</i>	<i>20 horas</i>		
<i>Montaje Hidráulico.</i>	<i>16 horas</i>		
<i>Verificación de la instalación, conexión y estado de cada uno de los elementos del sistema.</i>	<i>8 horas</i>	jue 29/12/16	mié 01/02/17
<i>Ejecución de pruebas.</i>	<i>24 horas</i>		
<i>Corrección de errores</i>	<i>8 horas</i>		
ING; ELECTRICO	48 horas	jue	jue
<i>Instalación de equipos eléctricos, electrónicos y de control.</i>	<i>48 horas</i>	29/12/16	05/01/17
ING; ELECTRONICO	48 horas	jue	jue
<i>Instalación de equipos eléctricos, electrónicos y de control.</i>	<i>48 horas</i>	29/12/16	05/01/17
INSTRUMENTISTAS	80 horas		
<i>Instalación de equipos eléctricos, electrónicos y de control.</i>	<i>48 horas</i>		
<i>Verificación de la instalación, conexión y estado de cada uno de los elementos del sistema.</i>	<i>8 horas</i>	jue 29/12/16	mar 31/01/17
<i>Ejecución de pruebas.</i>	<i>24 horas</i>		
TECNICOS ELECTRICOS	88 horas		
<i>Instalación de equipos eléctricos, electrónicos y de control.</i>	<i>48 horas</i>		
<i>Verificación de la instalación, conexión y estado de cada uno de los elementos del sistema.</i>	<i>8 horas</i>	jue 29/12/16	mié 01/02/17
<i>Ejecución de pruebas.</i>	<i>24 horas</i>		
<i>Corrección de errores</i>	<i>8 horas</i>		

Tabla 9. Asignación de trabajo por cada recurso

4.3. ASIGNACION DE COSTOS

4.3.1. Tabla de asignación

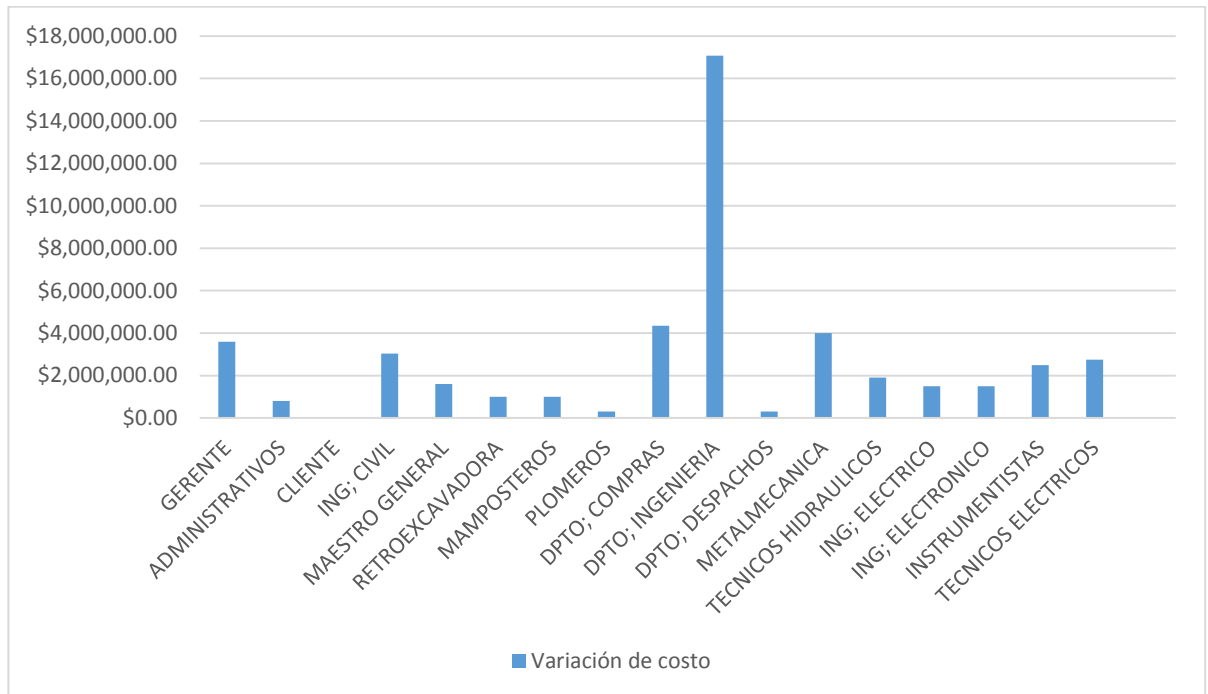


Figura 7. Relación de costos por cada recurso

Nombre del recurso	Costos directos	Costos fijos
GERENTE	\$3.600.000,00	
ADMINISTRATIVOS	\$800.000,00	
ING; CIVIL	\$3.040.000,00	
MAESTRO GENERAL	\$1.600.000,00	
RETROEXCAVADORA	N/A	\$1.000.000,00
MAMPOSTEROS	\$1.000.000,00	
PLOMEROS	\$300.000,00	
DPTO; COMPRAS	\$4.350.000,00	
DPTO; INGENIERIA	\$17.080.000,00	
DPTO; DESPACHOS	\$300.000,00	
METALMECANICA	\$4.000.000,00	
TECNICOS HIDRAULICOS	\$1.900.000,00	
ING; ELECTRICO	\$1.500.000,00	
ING; ELECTRONICO	\$1.500.000,00	
INSTRUMENTISTAS	\$2.500.000,00	
TECNICOS ELECTRICOS	\$2.750.000,00	
EQUIPOS Y MATERIALES		\$185.000.000,00
SUB-TOTAL	\$46.220.000,00	\$186.000.000,00
COSTO PROYECTO	\$232.220.000,00	

Tabla 10. Costo del proyecto

4.4. PRESUPUESTO

4.4.1. SOBRE COSTO DEL PROYECTO

CONCEPTO	TOTALES
Gastos Administrativos	\$ 35,000,000.00
Gastos de dotación	\$ 2,000,000.00
Gastos de servicios corporativos	\$ 7,500,000.00
Gastos de servicios y suministros	\$ 9,000,000.00
Gastos de desarrollo tecnológico	\$ 3,000,000.00
TOTAL GASTOS	\$ 56,500,000.00
PROYECTOS ACTIVOS	1
OVERHEAD CARGADO AL PROYECTO	\$ 56,500,000.00

Tabla 11. Prorrateo del overhead a cargo del proyecto

4.4.2. COSTO TOTAL DEL PROYECTO

CONCEPTO	TOTALES
Costos fijos	\$ 46,220,000.00
Costos variables directos	\$ 186,000,000.00
Costos variables indirectos	\$ 56,500,000.00
TOTAL GASTOS	\$ 288,720,000.00

Tabla 12. Costo total del proyecto

4.4.3. PRECIO DE VENTA DEL PROYECTO

Con el desarrollo del proyecto se espera obtener una rentabilidad mínima del 25% del costo total del proyecto.

$$\text{Precio de venta mínimo} = \text{Costo total proyecto} (1 + 0.25)$$

CONCEPTO	VALOR	RENTABILIDAD
Costo del proyecto	\$ 288,720,000.00	
Precio de venta mínimo	\$ 360,900,000.00	25%

Tabla 13. Precio de venta del proyecto

5. DISCUSION

Al cliente se le entregará una propuesta inicial, que contempla y describe las etapas de ingeniería mencionadas en este documento, igualmente la discriminación y explicación del precio de venta, esto con el fin de recibir una retroalimentación por parte del cliente, en los temas de ingeniería, procura, montaje, adecuación y costos.

Teniendo en cuenta los comentarios u observaciones del cliente, se realizará un ajuste a la propuesta y se presentará nuevamente.

A continuación enunciamos algunas de las ventajas que caracterizan el sistema que planteamos desarrollar:

- Las plantas no generan olores y además el consumo de químicos es muy bajo. Las bombas y equipos se calculan para el caudal diseñado.
- Alta durabilidad, resistencia de los equipos y tanques. Alta confiabilidad de los equipos ya que se cuentan con equipos de backup. Alta Vida útil de la planta de acuerdo al mantenimiento que se realice.
- Fácil Operación de la planta, Alta Eficiencia hasta 97% de Remoción de impurezas cumpliendo satisfactoriamente las normas vigentes. (la eficiencia depende de la operación de los equipos, para esto se capacitará al personal del cliente)
- El sistema biológico no se necesita utilizar bacterias externas para la operación de la planta ya que estas se generan durante el arranque y puesta en marcha de la misma.

Respecto a la calidad de materiales y equipos, se enuncian las siguientes características:

- El diseño y fabricación de los equipos suministrados y de sus componentes es sencillo y cumple con las normas aplicables a este tipo de instalaciones. Todas

las partes similares son intercambiables completamente y son de fabricación estándar.

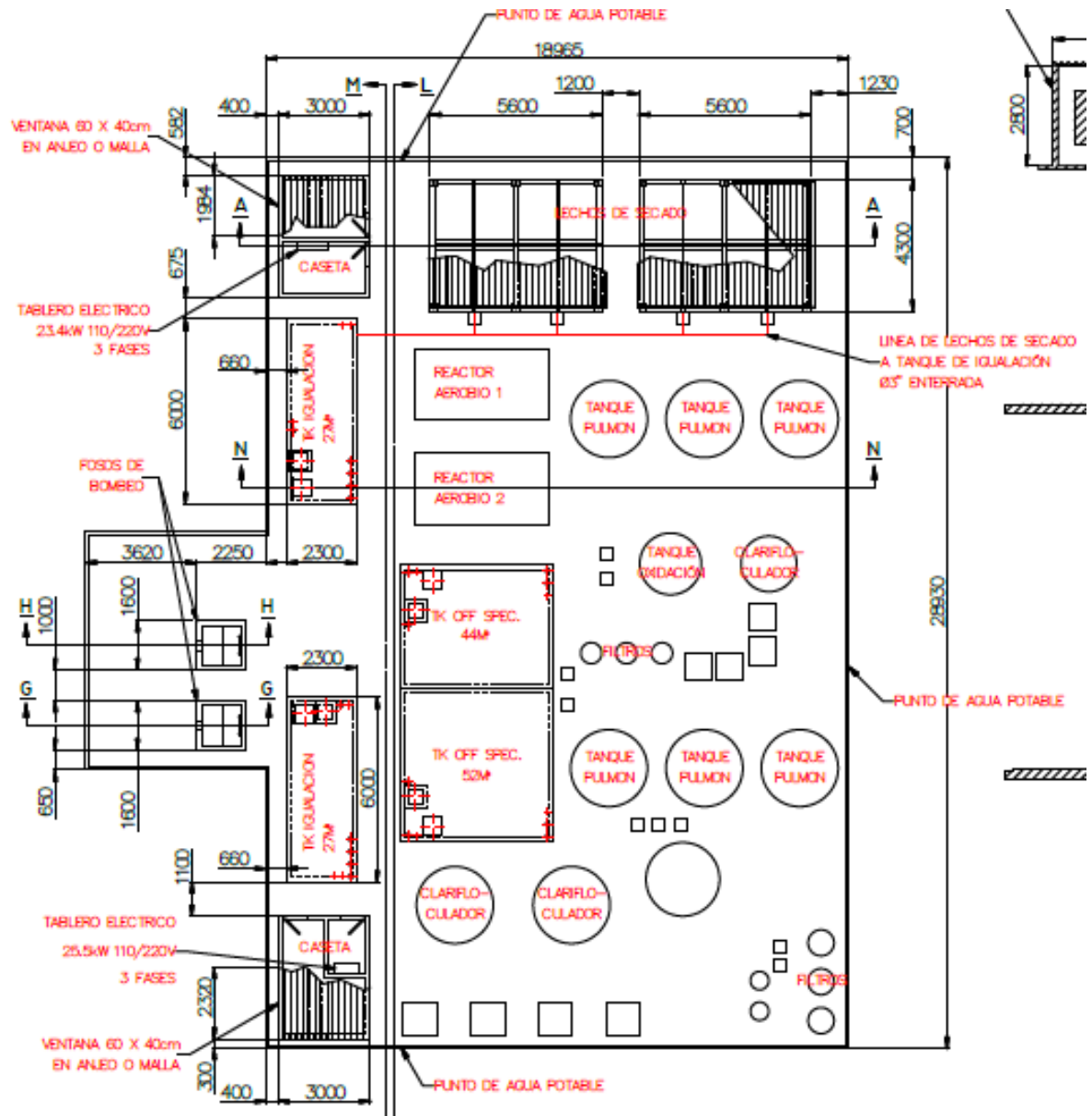
- Todos los equipos y materiales son completamente nuevos, libres de imperfecciones y se ajustan a las normas requeridas de calidad.
- Para reactores en acero, todas las secciones son reforzadas para evitar deformaciones en el llenado o vaciado de los compartimientos. Incluye orejas de izaje y refuerzos en la base tipo skid para ser transportada por grúa o montacargas.
- Las pruebas realizadas son: 1.- Estanqueidad 2.- Tintas Penetrantes
- Las bombas y sopladores incluidos en la oferta pueden contar con un equipo de respaldo o back-up a **solicitud del cliente** para trabajar en forma alternada o en caso de mantenimiento entre en operación el segundo equipo.

6. BIBLIOGRAFIA

1. Ospina Lopez Víctor Hugo (2003). DISEÑO DEL CENTRO DE CONTROL PARA AGUAS DE MANIZALES (Tesis De Posgrado). Universidad Nacional De Colombia Sede Manizales.
2. Romero Cuellar Jonathan & Aragón Calderón Renso Alfredo (2010). POTENCIAL DE REUTILIZACIÓN DEL EFLUENTE DE LA PTAR DEL MUNICIPIO NÁTAGA CON FINES DE IRRIGACIÓN. ESQUEMA METODOLÓGICO (Tesis De Pregrado). Universidad Surcolombiana. Neiva
3. Insignares Ferreira Jorge. INGENIERÍA CONCEPTUAL, BÁSICA, DETALLADA Y PROCURA DE EQUIPOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA EN UNA CENTRAL DE PROCESAMIENTO DE FLUIDOS (CPF) (Tesis De Posgrado). Universidad Santo Tomas De Aquino. Bogotá.
4. Orjuela Gutierrez Martha Isabel & Lizarazo Becerra Jenny Milena (2013). SISTEMAS DE PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN COLOMBIA (Tesis De Posgrado). Universidad Nacional De Colombia. Bogotá.

7. ANEXOS

ANEXO 1. Distribución de la planta





ANEXO 2. Requerimientos eléctricos

PLANTA	VOLTAJE	FASES	POTENCIA MÍNIMA NECESARIA	Neutro y tierra
	V		kW	
PTARI 1,22 LPS	220	3	29	aplica
PTARI 1,22 LPS	110	1	2,5	aplica

Tener en cuenta iluminación del área de la planta y 2 tomacorrientes a 110V para servicios de mantenimiento (conexión de herramientas como taladros de 800W)