



UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ

PLAN DE MEJORA PARA LA REDUCCION DEL CONSUMO DE QUIMICOS EN LA AUTOMATIZACION EN LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN CARGILL PLANTA VALENCIA.

Autor:

Rafael Chávez

CI.:20.698.476

Urb. Yuma II, calle N° 3. Municipio San Diego
Teléfono: (0241) 8714240 (master)-Fax: (0241)8712394



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**PLAN DE MEJORA PARA LA REDUCCION DEL CONSUMO DE
QUIMICOS EN LA AUTOMATIZACION EN LA PLANTA DE
TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN CARGILL PLANTA
VALENCIA.**

**Proyecto de pasantías presentado como requisito para optar al título de
INGENIERO INDUSTRIAL**

Autor: Rafael Chávez

C.I.:20.698.476

Tutor: Ing. Francisco Gelanzé

C.I: 15.087.998

San Diego, octubre del 2019



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

ACEPTACION DEL TUTOR

Quien suscribe, MSc. Francisco Gelanzé portador de la cedula de identidad N° V-15.087.998, en mi carácter de tutor del informe de pasantías presentado por el ciudadano Rafael Chávez, portador de la cedula de identidad N° V-20.698.476, (respectivamente), titulado **PLAN DE MEJORA PARA LA REDUCCION DEL CONSUMO DE QUIMICOS EN LA AUTOMATIZACION EN LA PLANFA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN CARGILL PLANTA VALENCIA**, presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Industrial, considero que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del jurado examinador que se designe.

En San Diego, a los 21 dias del mes de febrero del año dos mil veinte.

MSc. Francisco Gelanzé

C.I. 15.087.998



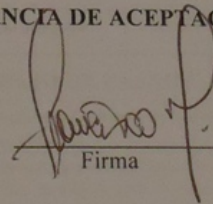
REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

PLAN DE MEJORA PARA LA REDUCCION DEL CONSUMO QUIMICO
EN LA AUTOMATIZACION EN LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE
AGUAS RESIDUALES EN CARGILL PLANTA VALENCIA.

CONSTANCIA DE ACEPTACION

MSc. Francisco Gelanzé
C.I. 15.087.998

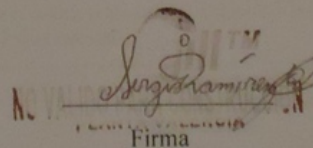
Tutor Académico


Firma

11/10/2019
Fecha

Ing. Sergio Ramírez
C.I. 22.513.412

Tutor empresarial


Firma

11/10/2019
Fecha

Autor: Rafael Chávez

C.I.20.698.476

San diego, octubre del 2019



**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**PLAN DE MEJORA PARA LA REDUCCION DEL CONSUMO DE
QUIMICOS EN LA AUTOMATIZACION EN LA PLANTA DE
TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN CARGILL PLANTA
VALENCIA.**

Autor: Chávez Rafael

Tutor: Francisco Gelanzé

Fecha: Octubre, 2019

RESUMEN

Cargill de Valencia es una empresa productora y distribuidora de alimentos, es muy cuidadosa en la utilización del procedimiento y equipos que evitan la contaminación de alimentos y muy vigilante en todos los procesos de control de calidad. Comprometida con la preservación del medio ambiente, Cargill tiene como objetivo limpiar las aguas residuales efluentes del área de proceso y envasado, por medio de una planta de tratamiento de aguas residuales con la finalidad de eliminar el contenido graso y los agentes degradantes a través de un tratamiento químico, físico y biológico. Actualmente en la automatización de la Planta de tratamiento de aguas residuales, se definió un plan de mejora para el consumo de productos químicos, por medio de cuatro (4) fases. En la fase I se realizó un diagnóstico a través de una investigación de tipo documental como método que permitió entender el proceso de la clarificación de las aguas residuales, con una entrevista no estructurada y la observación directa, determinando las causas del alto consumo de productos químicos. Esto sirvió de apoyo para creación de un plan de mejora, donde se propuso la instalación de equipos de medición automática. En la fase II, se evaluaron los equipos de medición, observando si cumplían con las condiciones necesarias para ser integrados al proceso, luego de ser aprobados, se realizó una propuesta de instalación de equipos, de acuerdo a su uso en el proceso de la clarificación. En la fase III, se diseñó y actualizó en formato P&ID, la situación actual de la planta PTAR, añadiendo los equipos de medición en el layout, usándolo como material de apoyo para la propuesta y la configuración del PLC. En la fase IV, se evaluó la rentabilidad del proyecto, determinando que el uso de los equipos de medición permitiera reducir el gasto económico en el uso de productos químicos.

Descriptor: Diagnostico, Plan de mejora, automatización, equipos de medición

AGRADECIMIENTOS

No tengo palabra exactas para describir mi agradecimiento, pues principalmente estoy muy agradecido y siempre lo estaré a Dios padre todopoderoso, ofreciendo su amor y sabiduría, acompañándome y apoyándome todos los días en las buenas y las malas situaciones y siempre ayudándome de manera misteriosa.

A mis Padres, hermanos, hermana, cuñado y familiares por su enorme esfuerzo, apoyo y acompañamiento a lo largo de este camino de formación personal y profesional. También abuelos, a mi tía y mi hermano que aunque ya no estén presentes, sé que están pendientes y apoyándome estén donde estén.

En agradecimiento al Msc. Francisco Gelanzé por dedicar su tiempo y apoyo como profesor y tutor asesorándome durante la elaboración del proyecto. También agradecimiento a la profesora Ana Avendaño y Nelly Niño por sus consejos y guía.

Al Ing. Sergio Ramirez por dedicar su tiempo como tutor empresarial, asesorándome en el trabajo durante mi labor como pasante, en la empresa Cargill Planta Valencia.

A mis compañeros, amigos y superiores de Cargill Planta Valencia por apoyarme y ofrecer sus consejos, Amari Auyadermont, Cristian Solarte, Argenis Leal, Erick Mujica, José Jiménez, Miguel Hunter, Antonio Pascual, Diego León, Orlando Lozada, Jairo Marquez, Javier Kadrack, Augusto Amayo, Ilse Marcano, Natasha Polizze, Diana Acuña, Angel Lara, Orlando Lozada, Pietro Sciarra, Sofia Rangel, Maria Celeste, Carol Belisario, Hector Carpintero, Willian Nuñez, Nicolas Bas.

A los profesores de la UJAP que contribuyeron en mi formación profesional, Nelly Niño, Ana Avendaño, Maria Tereza, Ludmila Curvelo, Francisco Gelanze, Manuel Cuadrado, Alicelis Hurtado, Jesús Izaguirre, José Álvarez, José Márquez, Oswaldo Rodríguez.

INDICE GENERAL

CONTENIDO	PP
RESUMEN INFORMATIVO.....	VII
LISTA DE FIGURAS	XI
LISTA DE TABLAS	XI
INTRODUCCION	1

CAPITULO

I. LA EMPRESA

1.1. Descripción de la empresa	3
1.1.1. Dirección.....	3
1.1.2. Misión	4
1.1.3. Visión	4
1.1.4. Objetivo.....	4
1.1.5. Valores	5
1.1.6. Política de inocuidad de los alimentos	7
1.2. Reseñas históricas de la empresa	7
1.3. Estructura organizativa.....	10
1.4. Descripción del departamento donde se realiza la pasantía	11
1.5. Proceso del producto	14

II. EL PROBLEMA

2.1. Planteamiento del Problema.....	19
2.2. Formulación del Problema	22
2.3. Objetivo de la Investigación	22
2.3.1. Objetivo general	22

2.3.2. Objetivos Específicos.....	22
2.4. Justificación de la investigación	23
2.5. Límites	23
2.6. Alcance.....	24

III. MARCO TEORICO

3.1. Antecedentes de la Investigación.....	25
3.2. Bases Teóricas.....	28
3.2.1. Definición de Planta Industrial.....	28
3.2.2. Función de una Planta Industrial.....	29
3.2.3. Definición de Proceso	29
3.2.3.1. Tipos de Procesos.....	29
3.2.4. Definición de Automatización	30
3.2.4.1. Objetivos de la Automatización	31
3.3. Planta de Tratamiento de Aguas Residuales	32
3.3.1. Equipos de medición esenciales para una Planta de tratamiento de aguas residuales.....	33
3.4. Diagrama de Causa y efecto.....	34
3.5. Norma ISA S5.1	36
3.6. Estudio Técnico Económico	37
3.6.1. Aspectos Técnicos.....	37
3.7. Aspectos legales.....	38
3.8. Definición de términos.....	39

IV. MARCO METODOLOGICO

4.1. Tipo de Investigación.....	41
4.2. Diseño de la Investigación	41
4.3. Nivel de Investigación.....	42
4.4. Población Muestra.....	43
4.5. Técnicas de recolección de datos	43
4.6. Fases Metodológicas	45

V. RESULTADOS

5.1 Fase I: Diagnóstico de la situación actual de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales en Cargill C.A. Planta Valencia.....	47
5.2 Fase II: Evaluación técnica de los equipos e instrumentos y aplicación de la norma ISA S5.1	71
5.3-Fase III: Diseño plan de mejora para el consumo de químicos usando la herramienta PI&D bajo las normas ISA S5.1	96
5.4-Fase IV: Evaluación económica la rentabilidad del proyecto.....	104
CONCLUSIÓN.....	114
RECOMENDACIONES.....	117
REFERENCIAS	118

ÍNDICE DE CUADROS

CONTENIDO	PP
LISTAS DE FIGURAS	
Figura 1. Ubicación de la planta de aceites y grasas Cargill Valencia	4
Figura 2. Estructura organizativa de Cargill S.R.L. Planta Valencia.....	10
Figura 3. Organigrama del departamento.....	11
Figura 4. Diagrama del proceso de refinación de aceite comestible.....	14
Figura5. Diagrama del proceso de envasado línea 6.....	17
Figura 6: Representación gráfica en tiempo real del proceso en PTAR, usando el Software WonderWare.....	21
Figura 7: Diagrama causa –efecto.....	35
Figura 8: Trampa Principal.	48
Figura 9: Diagrama de Trampa Principal. Fuente: Área de Mantenimiento.....	49
Figura 10: Diagrama de flujo de las principales fuentes del agua tratada en PTAR y su distribución en las trampas de aceite.	50
Figura 11: Diagrama de bloque del proceso en PTAR	51
Figura 12: Tanque de igualación de PTAR.....	52
Figura 13: Serpentín del DAFTK-10002(Flotación por aire disuelto).....	53
Figura 14: DAF TK-10002 (Flotación por aire disuelto) en PTAR.....	54
Figura 15: Tanque espesador en PTAR	55
Figura 16: Torre de enfriamiento en PTAR	55
Figura 17: Reactor Biologico en PTAR.....	56
Figura 18: Tanque clarificador en PTAR.....	57
Figura 19: Canalizador Final en PTAR.....	58

Figura 20: Vista planta de la Planta de tratamiento de aguas residuales y de la Trampa principal	61
Figura 21: Diagrama de causa y efecto	70
Figura 22: Ubicación propuesta de los equipos de medición Endress Hauser en la Planta de tratamiento de aguas residuales	75
Figura 23: Ubicación propuesta del medidor de ph CAP250 en la fosa 2 de la trampa principal y del transmisor M CM442 Endress Hauser al lado del PLC frente a la trampa principal	75
Figura 24: Dimensión del soporte y Montura a pared del transmisor M CM442	76
Figura 25: Ejemplo de la instalación con bypass y placa de orificio en el conducto principal	77
Figura 26: Ejemplo de la instalación con bypass y bomba de compresión.....	78
Figura 27: Ejemplo de instalación con salida abierta	78
Figura 28: propuesta ilustrada de instalación con salida abierta en la salida del tanque de igualación TK-10001.....	79
Figura 29: Propuesta de desmantelamiento de tuberías y válvulas, instalados en el serpentín	80
Figura 30: Propuesta ilustrada de la instalación con Bypass en la entrada del serpentín del DAF TK-10002	81
Figura 31: Propuesta ilustrada de instalación con salida abierta en la Fosa 2 de la trampa principal	81
Figura 32: Visión general abreviada del Modelo CPA 250	82
Figura 33: Dimensiones del modelo CPA 250.....	83
Figura 34: Sistema de medición (instalación en bypass)	83
Figura 35: Ejemplo de conexión con bypass y placa de orificio (1) en la tubería principal	84
Figura 36: Ejemplo de conexión con bypass y placa de orificio(1) en la tubería principal (portasondas rotado 90° , entrada en la parte superior)	85
Figura 37: Ejemplo de conexión con una salida abierta	85

Figura 38: Propuesta ilustrada con vista fachada lateral de la conexión con salida abierta.....	86
Figura 39: Propuesta ilustrada con vista fachada frontal de la conexión con salida abierta.....	87
Figura 40: Sistema de medición de turbidez CYA251.....	88
Figura 41: Dimensiones del modelo CYA 251	89
Figura 42: Portasondas con el anillo de fijación interior y cubierta provisional	89
Figura 43: Casquillo de instalación (izquierda) y Sensor de Turbidez CUS51D	90
Figura 44: Símbolos básicos P&ID.....	93
Figura 45: Propuesta de la instalación del equipo de medición CAP250 en la trampa principal fosa 2 en formato P&ID.....	97
Figura 46: Propuesta de la instalación del equipo de medición CAP250 en la salida del tanque de igualación TK-10001, en formato P&ID	98
Figura 47: Propuesta de la instalación del equipo de medición CYA251 en la entrada al serpentín del DAF TK-10002, en formato P&ID.....	99
Figura 48: Propuesta para instalación del equipo de medición CAP250 en la salida del DAF TK-10002, en formato P&ID	100
Figura 49: Levantamiento P&ID del proceso de la clarificación de las aguas residuales en la torre de enfriamiento y Reactor biológico.....	101
Figura 50: Levantamiento P&ID del proceso de la clarificación de las aguas residuales en el Reactor biológico y en el tanque Clarificador, con salida a tanquilla y canal externa	102
Figura 51: Plano P&ID del proceso de la clarificación de las aguas residuales en la Planta de tratamiento de aguas residuales, con propuesta para la instalación de equipos de medición e instrumentos industriales.....	103

INDICE DE TABLAS

Tabla N1: Descripción de los parámetros que se deben cumplir en PTAR.....	20
Tabla N2: Gastos y costos en los productos químicos utilizados en el mes de abril en PTAR.....	59
Tabla N3: Gastos y costos en los productos químicos utilizados en el mes de mayo en PTAR.....	60
Tabla N4: Gastos y costos en los productos químicos utilizados en el mes de junio en PTAR.....	60
Tabla N5: Entrevista no estructurada realizada por el autor y datos adquiridos por los operadores de PTAR	62
Tabla N6: Entrevista no estructurada realizada por el autor y datos adquiridos por los operadores de PTAR	63
Tabla N7: Entrevista no estructurada realizada por el autor y datos adquiridos por los operadores de PTAR	63
Tabla N8: Entrevista no estructurada realizada por el autor y datos adquiridos por los operadores de PTAR	64
Tabla N9: Entrevista no estructurada realizada por el autor y datos adquiridos por los operadores de PTAR	64
Tabla N10: Entrevista no estructurada realizada por el autor y datos adquiridos por los operadores de PTAR	64
Tabla N11: Interpretación de la entrevista no estructurada realizado por el autor. ...	65
Tabla N12: Ficha de observación de factores diagnosticados en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) en Cargill Planta Valencia.....	66
Tabla N13: Ficha de observación de factores diagnosticados en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) en Cargill Planta Valencia.....	67
Tabla N14: Evaluación técnica de los equipos de medición Endres Hauser	72
Tabla N15: Evaluación técnica de los equipos de medición Endres Hauser	73
Tabla N16: Interpretación de la evaluación técnica de los equipos de medición Endress Hauser.....	74

Tabla N17: Aplicación de detergente según el tipo de suciedad. Fuente: Manual de instrucciones Flowfit CAP250 y CYA 251.....	91
Tabla N18: Costo total estimado de los equipos de medición e instrumentos industriales propuestos en los montajes	92
Tabla N19: Representación P&ID de los equipos de medición CAP250 y CYA251 Endres Hauser..	94
Tabla N20: Identificación de letras, función y variables para los equipos de medición Endress Hauser.....	94
Tabla N21: Letras de identificación para variables de letras	95
Tabla N22: Símbolos P&ID e identificación de los instrumentos industriales.....	96
Tabla N23: Costo estimado para la Instalación del transmisor M CM442 en la base de operaciones de PTAR.....	104
Tabla N24: Costo estimado para la instalación de equipo de medición CAP250 en la salida del tanque de igualación	105
Tabla N25: Costo estimado para la instalación de equipo de medición CAP250 en la entrada del Serpentin.....	106
Tabla N26: Costo estimado para la instalación del transmisor M CM442 en la trampa principal	107
Tabla N27: Costo estimado para la instalación de equipo de medición CAP250 en la trampa principal, fosa 2.....	108
Tabla N28: Costo estimado para la instalación de equipo de medición CYA251 en la salida del DAF TK-10002	109
Tabla N29: Estimación de costo del levantamiento PI&D y Configuración del PLC	110
Tabla N30: Costo total de la instalación de equipos de medición e instrumentos industriales	110
Tabla N31: Gastos y costos en los productos químicos utilizados en los meses de abril, mayo y junio en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales en Cargill Planta Valencia.....	111

Tabla N32: Aplicación de costos beneficios en los productos químicos utilizados en los meses de abril, mayo y junio en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales en Cargill Planta Valencia 112

INTRODUCCION

Una industria alimentaria se encarga a través de fábricas operadoras de la elaboración, preparación, conservación y envasado de alimentos destinado para el consumo humano y animal, sin embargo este proceso conlleva a generar aguas residuales efluentes del procesamiento de alimentos, lavado de alimentos y lavados de equipos que se usan en el proceso. El agua derivada de la producción de alimentos debe ser procesada, por lo tanto es de gran importancia la revisión del funcionamiento y administración de este recurso, ya que en este tipo de industria se debe almacenar, tratar, purificar y reutilizar el mismo. Este proceso solo lo puede realizar una planta de tratamiento de aguas residuales.

Tomado en cuenta lo antes expuesto, Cargill de Venezuela S.R.L. de Planta Valencia, es una empresa productora y distribuidora de aceite y de otros productos alimenticios que al ser procesados y lavados, generan grasa o lodo que se distribuyen en las canales de las aguas residuales, llevándolas a las trampas de grasa y redireccionándolas a la planta de tratamiento, para la clarificación del agua y almacenamiento de lodo o grasa tratada para uso comercial. Sin embargo el proceso de la clarificación de las aguas residuales conlleva al consumo de productos químicos, manejados de forma manual y sin tener una medida constante de PH en tiempo real, esto no garantiza el buen uso de dicho producto.

Mejorar el control del proceso de la planta de tratamiento de aguas residuales, con la instalación de nuevos equipos de medición e instrumentos industriales, ayudara a mejorar el proceso de la clarificación de agua, reduciendo el uso de químicos involucrados en el proceso. Por tal motivo el presente trabajo tiene como objetivo hacer un plan de mejora para la reducción del consumo de químicos en la automatización en la planta de tratamiento de aguas residuales en Cargill Planta Valencia.

A continuación se procede a indicar el desarrollo del trabajo bajo el siguiente esquema:

En el capítulo I, se abarco la descripción de la empresa, su dirección, la misión, visión, objetivos, valores, política, reseñas históricas, estructura organizativa, descripción del departamento donde se realiza la pasantía y procesos del producto.

En el capítulo II se establece el planteamiento e importancia del problema, los objetivos que se persiguen, justificar el estudio, definir los alcances y límites.

En el capítulo III se Presentó la información teórica que ayudara al desarrollo de esta investigación, tomando como base de apoyo los antecedentes, las bases teóricas y las definiciones de los términos básicos.

En el capítulo IV se especificó la metodología a usar, tipos de investigación, diseño de la investigación, nivel de investigación, población muestra y se desglosaran los objetivos específicos en forma de fases.

En el capítulo V Se realizaron los objetivos mencionados en cada fase, mostrando los resultados, exponiendo así las conclusiones y recomendaciones de la investigación.

CAPITULO I

LA EMPRESA

1.1. Descripción de la empresa.

Cargill de Venezuela S.R.L. Planta Valencia se dedica a la refinación de aceites crudos a partir de diversas materias primas tales como: soya, girasol, maíz, canola, palma, entre otras.

La planta de refinación de aceites de Valencia es la más grande y moderna de la región, cuenta con sofisticados sistemas de control de producción, en conjunto con la planta Turmero permiten a partir de materias primas especialmente seleccionadas, elaborar aceites y mantecas de diversas composición y destinada a múltiples usos. Así mismo Cargill es proveedor de cadena de comidas rápidas, restaurantes, fabricantes de mayonesa, margarina y envasadores de pescado.

Esta planta se encarga de la transformación de aceites crudo en un producto apto para el consumo humano a través de una serie de procesos, los cuales implican la eliminación de componentes indeseables, para garantizar un producto inocuo y con la calidad requerida por los clientes. El tipo de refinación a la que son sometidos los aceites crudos corresponde a una refinación química, la cual se realiza con el fin de eliminar los ácidos grasos del aceite crudo que se extrae de las semillas.

1.1.1. Dirección.

Zona Industrial Norte, Urbanización Industrial La Quizanda, Carretera Nacional cruce con Avenida 67, Municipio Valencia, Estado Carabobo.



Figura 2. Ubicación de la planta de aceites y grasas Cargill Valencia.

1.1.2. Misión

La misión de Cargill se enfoca en el negocio, creando valor distintivo en los empleados siendo confiables, creativos y emprendedores.

1.1.3. Visión

La visión de Cargill tiene un propósito corporativo que consiste en ser el líder mundial en la nutrición de personas, ser el socio preferido, reconocido por el talento e imaginación de su gente, comprometido con el desarrollo de las mejores ideas para atender a los sectores que servimos: agricultura, alimentos y gerencia de riesgo.

1.1.4. Objetivo

El objetivo de Cargill es garantizar que todo el mundo tenga acceso a alimentos seguros, nutritivos y asequibles.

1.1.5. Valores.

Principios Guía

El Código de conducta de Cargill describe las normas éticas compartidas para conducir su negocio en todo el mundo y sirve como guía ante preguntas o dilemas que enfrentan sus empleados en los que la decisión correcta no está clara.

El Código se basa en 7 Principios Guía, los cuales son los pilares en los que se soporta toda la actividad corporativa de Cargill, junto con las acciones y decisiones personales de los empleados de Cargill. Además, resume las políticas de cumplimiento clave, destaca los problemas que pueden tener consecuencias legales y éticas importantes si se manejan de forma incorrecta, y ofrece pautas para aplicar las medidas adecuadas.

El Código se aplica a todos los empleados de Cargill y a sus compañías afiliadas de todo el mundo. También es vinculante para los miembros de la junta directiva cuando estos actúan en nombre de Cargill.

Los 7 Principios Guía de Cargill son:

1. **“Respetamos la ley”**: El respeto por la ley es la base sobre la cual se construyen nuestra reputación y los Principios Guía. Como una organización global con el privilegio de llevar a cabo negocios en todo el mundo, tenemos la responsabilidad de cumplir con todas las leyes que se aplican a nuestros negocios.
2. **“Conducimos nuestro negocio con integridad”**: Nos enorgullece conducir nuestro negocio con integridad. Competimos enérgicamente, pero lo hacemos de forma justa y ética. No ofrecemos ni aceptamos sobornos u obsequios

inapropiados, y respetamos las leyes y normas que respaldan la competencia justa y la integridad en el mercado.

3. **“Mantenemos registros precisos y honestos”**: Los registros precisos y honestos son fundamentales para la toma de decisiones comerciales sensatas y la preservación de la integridad de nuestros informes financieros. Nuestra información empresarial, en cualquier forma en que se presente, debe reflejar la verdadera naturaleza de nuestras transacciones.
4. **“Honramos nuestras obligaciones comerciales”**: Nuestras relaciones comerciales se basan en la confianza mutua y se han mantenido durante toda la historia de Cargill. Forjamos y mantenemos la confianza de nuestros clientes y otros socios comerciales mediante la comunicación honesta, el respeto por la información que nos confían y el cumplimiento de nuestros compromisos.
5. **“Tratamos a las personas con dignidad y respeto”**: Alcanzamos nuestros objetivos a través de nuestro personal. Brindamos un lugar de trabajo seguro, valoramos las contribuciones únicas de nuestro equipo global y permitimos que aquellas personas que apoyan los objetivos de Cargill logren su potencial individual.
6. **“Protegemos la información, los activos y los intereses de Cargill”**: Dependemos unos de otros para actuar como representantes de la organización. Para preservar el valor de Cargill, protegemos la información y los activos que se nos confían, y evitamos situaciones que podrían permitir que los intereses personales influyan en nuestro criterio de negocios.
7. **“Asumimos el compromiso de ser un ciudadano global responsable”**: La amplitud de nuestras operaciones significa que Cargill influye en casi todos los aspectos de la sociedad. Nuestro alcance global implica la responsabilidad de comprender y administrar nuestro impacto. Mantenemos estrictos estándares ambientales y de seguridad alimentaria dentro de nuestras

operaciones, y compartimos nuestros conocimientos y experiencia globales para ayudar a enfrentar los desafíos económicos y sociales.

1.1.6. Política de inocuidad de los alimentos.

Cargill se compromete en proveer alimentos y servicios seguros, tanto para personas como para animales. Desarrollaremos productos y usaremos proveedores, cadena de suministros, transportes, espacios de almacenamiento, producción, fabricación y sistemas de distribución, que garanticen la inocuidad de nuestros productos, así como el cumplimiento de los temas regulatorios relacionados.

Comunicaremos tanto externa como internamente aquellos asuntos pertinentes a la inocuidad de los alimentos. Cumpliremos con los requisitos de inocuidad alimentaria acordados mutuamente con nuestros clientes. Toda unidad de negocios, función y trabajador de Cargill, tiene la responsabilidad de asegurar la producción de productos inocuos, que cumplan con las leyes aplicables y los requerimientos del departamento corporativo de inocuidad alimentaria y asuntos regulatorios. La gerencia de Cargill proveerá los recursos y el apoyo necesario para permitir a nuestros trabajadores el cumplimiento de estas responsabilidades y el mejoramiento continuo de nuestros programas y procesos.

1.2. “Reseñas históricas de la empresa”.

Comenzó operaciones en la región agrícola de Conover, Iowa en 1865. El fundador William Wallace Cargill, fijó como objetivo comercializar cereales, especialmente trigo, ya que se producían en esa zona.

Posteriormente se establece en la década de 1920 en Italia, Holanda e Inglaterra como comercializadora de cereales. Para el momento, Cargill poseía una red muy importante de silos de acopio y embarque para el transporte de cereales.

La empresa comenzó sus actividades agroindustriales, gracias a la creación de plantas para la fabricación de alimentos concentrados y la extracción de aceites oleaginosos.

En las décadas posteriores, amplía sus negocios agroindustriales a la producción de alimentos de almidones y edulcorante de maíz, molienda de trigo, sin dejar de lado la industria agrícola. Desde el año 1951 Cargill comenzó a abrirse hacia nuevos mercados operando en molinería; marketing, mercado financiero, entre otros.

Cargill inicia sus actividades en Venezuela en 1986 siendo Maracaibo la base de despegue con molino de trigo, fábrica de pastas y planta de producción de envases flexibles.

En 1989, compró Pillsbury de Venezuela, empresa que contaba con un molino semolero, uno harinero y un pastificio en Catia La Mar, poseedora de las renombradas marcas de pasta, Milani y Suprema, además de la línea de harinas de panificación Rey del Norte.

En diciembre de 1990, Cargill de Venezuela incursiona en el mercado de aceites refinados con la adquisición de La Torre del Oro en Turmero, Estado Aragua.

En 1993, Cargill adquirió la planta productora de aceites y grasas que en ese entonces, pertenecía a Mavesa. La planta se divide en tres áreas fundamentales: Procesos conformada por refinería y tanquerías. Envasado que cuenta con dos líneas de aceite y una de manteca y, por último, el área de servicios integrada por calderas y Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR).

Se asoció con Pequiven en 1995 para la construcción de la salina por evaporación solar más moderna del mundo, ubicada en Los Olivitos, Estado Zulia, hoy conocida como Produsal.

Instala en 1998, la primera planta de arroz precocido en Venezuela, en la zona de Píritu, Estado Portuguesa.

Luego, con la adquisición de Gramoven consolida su posición de liderazgo en el mercado, transformándose en el principal proveedor de insumos elaborados para la industria de alimentos de Venezuela y de productos de marca para el mercado de consumo masivo.

Adquieren Agribands International en el 2001, consolidando a la compañía en el mercado como importante proveedor de alimentos para animales.

Actualmente, Cargill opera en el país con seis plantas industriales y cuatro centros de distribución, ubicados en las zonas de mayor actividad económica.

Su organización de Distribución y Ventas, una de las más importantes en el país, le permite acceder a más de 500 clientes directos y muchos más en forma indirecta.

Así mismo, genera más de 1800 puestos de trabajo directos y alrededor de 30000 indirectos, que contribuyen en forma positiva al fortalecimiento del sector laboral y al desarrollo profesional de sus empleados, capacitándolos en sus áreas de especialización.

1.3. Estructura organizativa.

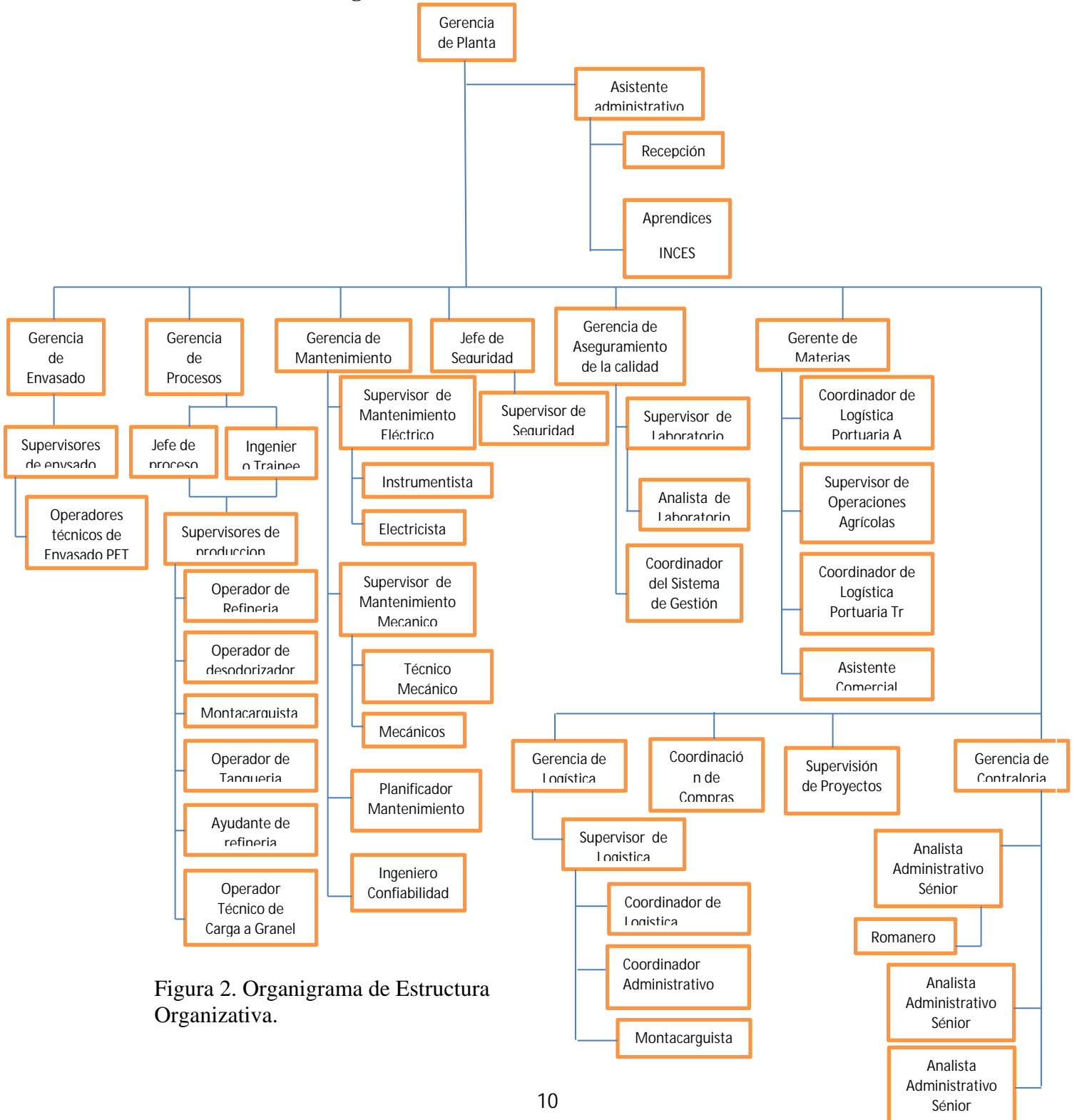


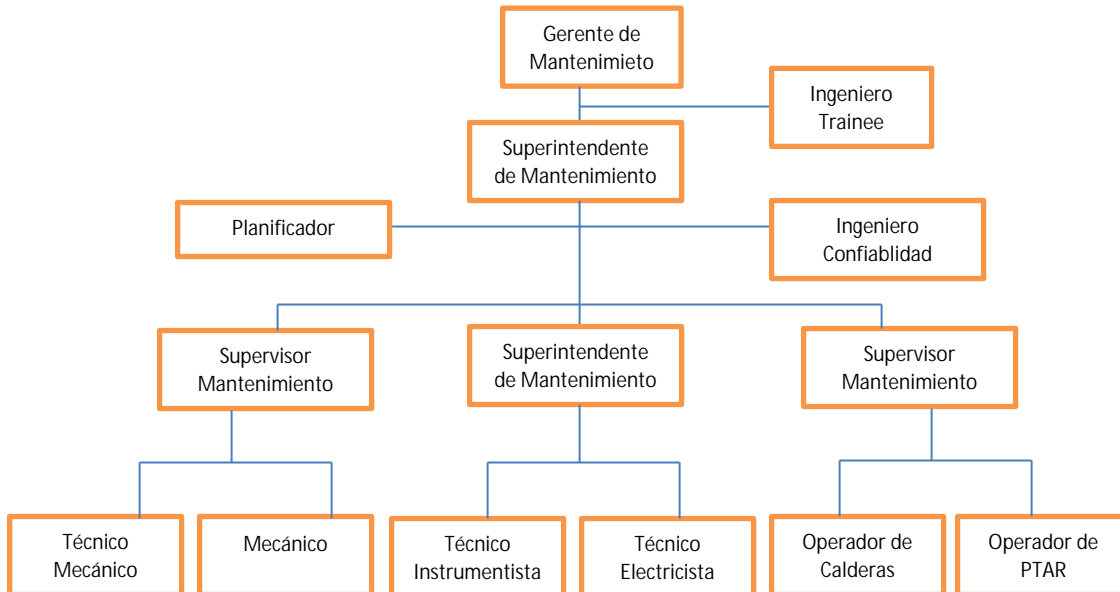
Figura 2. Organigrama de Estructura Organizativa.

1.4. Descripción del departamento donde se realiza la pasantía.

Departamento de Mantenimiento

Estructura del departamento

La pasantía fue realizada en el departamento de mantenimiento de la planta Cargill Valencia.



La Figura 3. Organigrama del Departamento de Mantenimiento.

Descripción de cargos

Ingeniero de Confiabilidad: Mediante un intensivo programa de entrenamiento se capacita al ocupante del cargo para que garantice el desarrollo normal de la actividades operativas del proceso de transformación del aceite crudo en refinado para consumo humano, a fin de cumplir con los planes de producción

establecidos mediante la supervisión y control de los distintos equipos de producción, insumos, materiales de trabajo y manejo adecuado del personal de las distintas áreas de procesos, plantee nuevos proyectos, procesos y procedimientos que representen innovaciones o soluciones a problemas cotidianos, todo de acuerdo al estricto cumplimiento de las políticas, normas de seguridad industrial, alimentaria, ambiental y requerimientos de calidad de la organización Cargill de Venezuela.

Planificador de mantenimiento: Elaborar y programar los planes de mantenimiento de las diversas áreas de planta destinados a mantener la efectividad de la misma en los diversos procesos de producción mediante la administración y control del sistema Máximo en el área de mantenimiento, conforme de políticas y normas de la corporación Cargill de Venezuela.

Supervisor de mantenimiento mecánico: Garantizar los servicios de mantenimiento mecánico de equipos e instalaciones de planta destinados a asegurar la continuidad operativa de los distintos procesos de producción y administrativos de la empresa mediante la planificación, coordinación y control de programas de mantenimiento predictivo, preventivo y correctivo, así como orientar sobre la adquisición de equipos y repuestos requeridos en las áreas supervisadas y el manejo adecuado del personal. Apoyo técnico de acuerdo a los planes, políticas y normas de seguridad industrial, alimentaria, ambiental y requerimientos de la calidad del producto.

Supervisor de servicios: Garantizar el suministro confiable de los servicios de agua, vapor, gas, hidrogeno, aire y mantenimiento de los montacargas, así como el tratamiento de los efluentes de la planta garantizando el cumplimiento de las regulaciones ambientales, asistiendo a estos y a la planta en el manejo y disposición de los desechos peligrosos y gestión ambiental en general. Programa y supervisa los servicios de mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos a cargo y dar

sugerencia para la modificación o adquisición de nuevos equipos o procesos que agreguen valor a Cargill de Venezuela Foods. Todo basado en el control de la partida de gastos para las áreas asignadas y cumpliendo los procedimientos y normas de calidad, administración, ética, seguridad alimentaria y legislaciones al respecto.

Supervisor de mantenimiento eléctrico e instrumentación: Supervisar, controlar y coordinar la etapa de ejecución de la función mantenimiento asegurando la calidad y la seguridad durante la realización de las actividades según los requerimientos de las políticas corporativas de las empresas. Garantizando así la continuidad operacional de los activos productivos de todo el complejo industrial.

Instrumentista Técnico: Realizar trabajos de mantenimiento predictivo, preventivo, correctivo o mejora en el sistema con el objeto de obtener la más alta eficiencia de los equipos y lograr la operatividad confiable de los mismos con bajos costos.

Técnico Mecánico: Realizar trabajos de mantenimiento predictivo, preventivo, correctivo o mejoras en el sistema con el objeto de obtener la más alta eficiencia de los equipos en el proceso de producción y lograr la operatividad confiable de los mismos con bajos costos.

Técnico Electricista: Realizar trabajos de mantenimiento predictivo, preventivo, correctivo o mejoras en el sistema con el objeto de obtener la más alta eficiencia de los equipos en el proceso de producción y lograr la operatividad confiable de los mismos con bajos costos.

Mecánico: Realizar trabajos de mantenimiento predictivo, preventivo, correctivo o mejoras en el sistema con el objeto de obtener la más alta eficiencia de los equipos en el proceso de producción y lograr la operatividad confiable de los mismos con bajos costos.

1.5. Proceso del producto.

Descripción del proceso de refinación de aceite

La planta Cargill Valencia es la refinería de aceites y manteca vegetal comestible más grande de Venezuela. A continuación, se observa el diagrama de flujo del proceso de refinación de aceite y manteca comestible.

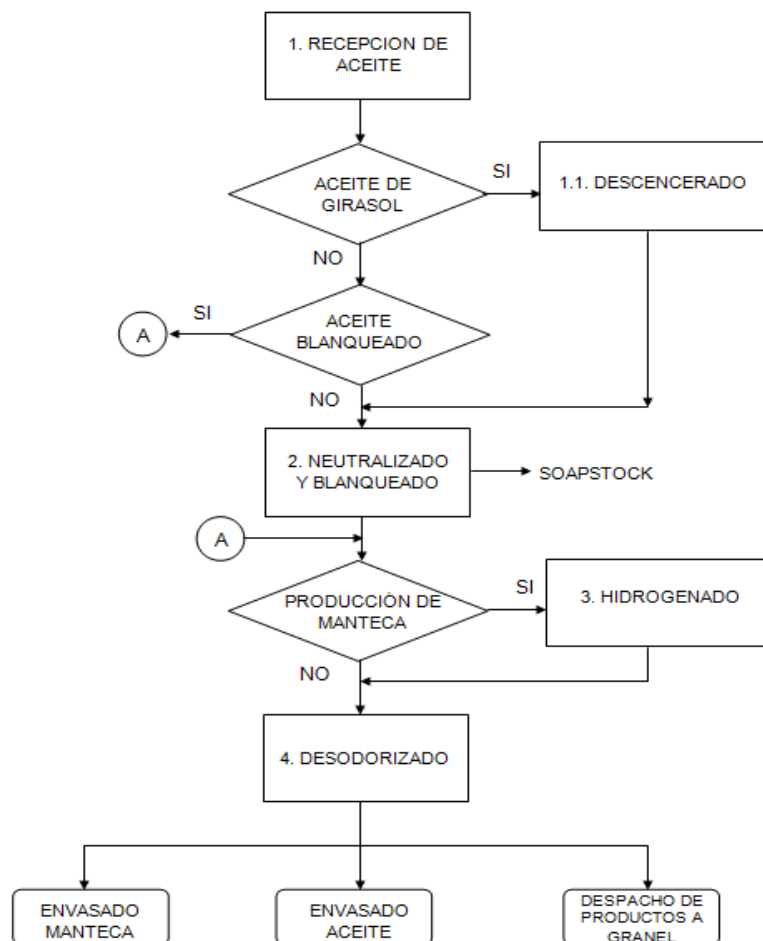


Figura 4. Diagrama del proceso de refinación de aceite comestible

Fuente: Cargill de Venezuela (2002)

En la etapa de recepción, el aceite recibido en la planta, puede ser Crudo (soya o girasol) o Blanqueado (maíz, palma o coco). Si es girasol, pasa al proceso de desencerrado, donde se filtra el aceite para eliminar la cera en forma de cristales. En caso de ser soya pasa al proceso de Neutralización y Blanqueo. Si el aceite es Blanqueado, pasa a la etapa 3 o 4 del diagrama, según sea el caso.

La segunda etapa es Neutralizado y Blanqueo, en ella el aceite es mezclado con ácido fosfórico y soda cáustica para favorecer la reacción de saponificación de los ácidos grasos libres, produciendo jabones sódicos como un subproducto.

La tercera etapa es Hidrogenación, que se ejecuta cuando se produce manteca, donde se realiza una reacción mediante la adición de níquel y suministro de hidrógeno, realizando posteriormente una filtración catalítica, donde se retiene la mayor cantidad de níquel que se le agrega.

La última etapa en el proceso de refinación de aceite comestible es el Desodorizado, tiene como finalidad eliminar ácidos grasos libre y pigmentos, para mejorar el olor y el sabor del aceite o grasa procesada, para ser enviado a los tanques de producto final, dependiendo de su finalidad (envasado aceite/manteca o despachos de productos a granel).

Envasado de Aceite

Luego de refinado el aceite pasa a las líneas de envasado. La línea 6 de envasado PET, o línea Krones, tiene la capacidad de envasar aceite comestible en presentaciones de un litro, 1/4 de litro y dos litros.

La primera etapa comienza con el llenado de la tolva de preformas para que sean transportadas y lleguen al posicionador que alinea a las preformas, dejándolas en la posición correcta para calentarlas. Para los envases de un litro se utilizan preformas de 28 gr.

Inmediatamente se procede a calentar las preformas gracias a un grupo de lámparas infrarrojas, la preforma es sometida a una temperatura superior a los 100°C y es llevada a través de una rueda de transferencia hacia los moldes de soplado.

El soplado se realiza en tres etapas dentro de los moldes (soplado inicial, intermedio y final) y es donde la preforma adquiere la forma de envase, mediante una varilla de estirado. Una vez que son sopladas, las preformas son transportadas por cuatro estrellas de transferencia hasta la llenadora.

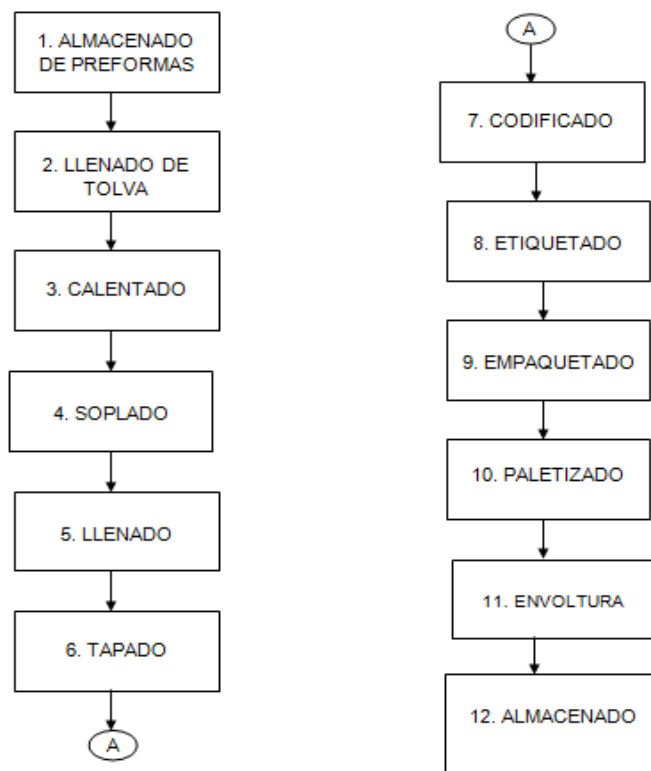


Figura5. Diagrama del proceso de envasado línea 6.

Fuente: Cargill de Venezuela. (2014)

Por su parte, la etapa de llenado comienza desde la salida del producto de la tanquería, donde pasan por un filtro gaff para eliminar impurezas y luego por un intercambiador de calor, para así pasar al tanque de la llenadora. La llenadora está compuesta por un carrusel con 72 válvulas de llenado.

Inmediatamente se procede con el taponado, esta es una etapa prácticamente simultánea al llenado y se realiza gracias a un sistema de vacío por el principio de Venturi que permite sostenerlas, posicionarlas y hacer el sellado a presión.

De allí, pasan por un sensor inspector que desvía envases que no tengan tapas o incorrecto nivel de llenado. Luego, se procede a la codificación de los envases donde el producto pasa a través de una máquina que le asigna el número de código, este refleja la fecha de vencimiento, el tanque de donde proviene el producto y el turno en que se realizó.

Posterior al codificado viene el etiquetado. Para colocar la etiqueta se utiliza un rodillo cubierto con adhesivo caliente que entra en contacto con las etiquetas sujetadas en un cilindro de vacío. Posterior a eso las etiquetas entran en contacto con los envases que van en un carrusel con treinta sujetadores y sillines. Luego de ser etiquetadas pasan por otro sensor inspector que detecta y desvía de las cintas transportadoras los envases mal etiquetados.

Al salir del segundo inspector los envases son transportados por cintas hasta la máquina empaquetadora, donde se colocan sobre una base de cartón y se envuelven en un plástico termoencogible. Al pasar por el horno se calienta y encoge el plástico formando paquetes de doce botellas. Inmediatamente, pasan por una pesadora que se encarga de detectar paquetes con peso incorrecto para rechazarlos.

Por último, los paquetes se someten al proceso de paletizado, donde se arma una paleta de paquetes. Seguido a esto, la paleta se envuelve con polifilm para aportar estabilidad al momento de transportarla con el montacargas hasta su lugar de almacenamiento.

Complementando a la línea Krones, se encuentra la línea 3 o Serac, destinada a satisfacer la demanda en el sector industrial envasando aceite en presentaciones de 18 litros.

CAPITULO II

EL PROBLEMA

2.1 Planteamiento del problema

La Empresa Cargill de Venezuela S.R.L. de Planta Valencia representa unas de las 5 empresas establecidas en Venezuela, dedicada a la producción y distribución de productos alimenticios como: Harina de trigo, pasta de sémola, aceite vegetal, productos de nutrición animal, manteca vegetal etc. Cargill de Planta Valencia es una empresa comprometida con la preservación del medio ambiente cumpliendo responsablemente con las normas sanitarias y ambientales establecidas por el Ministerio del Poder Popular para el Ambiente (MINAMB) y Ministerio del Poder Popular para la Salud (MPPS); es muy cuidadosa en la utilización de procedimientos y equipos que eviten la contaminación de los productos alimenticios durante su fabricación y distribución. Es vigilante de todos los procesos de control de calidad y en la realización de una constante supervisión sobre el mantenimiento de los equipos utilizados en las diferentes líneas de producción.

La Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) en Cargill Planta Valencia, tiene como objetivo separar la grasa del agua, por medio de procesos físicos, químicos y biológicos, que tienen como finalidad eliminar el contenido graso y a los agentes degradantes presentes en el agua efluente de la fabricación de los alimentos ya mencionados al principio de este capítulo, y tratar la grasa restante convirtiéndolo en materia prima para uso de otras empresas, interesadas en adquirir dicho material con la finalidad de usarlo para la fabricación de otros productos.

El proceso de la clarificación de las aguas residuales, conlleva al consumo de ciertos y determinados productos químicos como el ácido clorhídrico, soda caustica, polímero líquido y el sulfato de aluminio, con la finalidad de cumplir con ciertos y determinados parámetros exigidos por **las normas de clasificación y control de**

calidad de las aguas de la cuenca del lago de Valencia, (Gaceta Oficial N 5.305 Extraordinario del 1 de febrero de 1999) del decreto 3219 del 13 de enero de 1999 en el artículo 36 de la sección IV: Descarga al lago de Valencia y a la red hidrográfica tributaria. Ya que el incumplimiento de esta ley, llevara a la aplicación del **artículo 87 NUMERAL 7 de la gaceta municipal servicio IMA**: Verter o arrojar directa o indirectamente agentes biológicos, aguas residuales, objetos o desechos, en los cuerpos de aguas, sus riberas o cuencas hidrográficas. Los usuarios que incurran en la infracción señalada en este artículo serán sancionados con multas de cuarenta mil unidades tributarias municipales (40.000 U.T.M), sin perjuicio de otras previstas en leyes vigentes.

Los parámetros utilizados por la empresa Cargill, para salidas de planta de las aguas ya clarificadas son los siguientes:

PARAMETRO	UBICACION	LIMITES O RANGO MAXIMO
PH	ENTRADA TK IGUALACION	
	SALIDA TK IGUALACION	7 - 8
	ENTRADA AL REACTOR BIOLOGICO	6 - 8
	SALIDA REACTOR BIOLOGICO	6.5 - 8
	SALIDA DE PLANTA	6 - 8
OXIGENO DISUELTO (mg/l)	REACTOR BIOLOGICO	2 - 3
	SALIDA DE PLANTA	2 - 3
TEMPERATURA °C	ENTRADA TK IGUALACION	
	SALIDA TK IGUALACION	45 max
	ENTRADA AL REACTOR BIOLOGICO	38 max
	SALIDA REACTOR BIOLOGICO	(22 - 30)
	SALIDA DE PLANTA	(22 - 32)
TURBIDEZ F A U	SALIDA DEL DAF	<30
	SALIDA DE PLANTA	<50
SULFATOS (mg/l)	ENTRADA TK IGUALACION	
	SALIDA TK IGUALACION	
	SALIDA DE PLANTA	<600
DGO (mg/l)	SALIDA TK IGUALACION	
	SALIDA DE PLANTA	<350
SOLIDOS SUSPENDIDOS (mg/l)	SALIDA DE PLANTA	<400

Tabla N1: Descripción de los parámetros que se deben cumplir en PTAR

Actualmente en la automatización de la Planta de tratamiento de aguas residuales, se le instaló un ordenador conectado al PLC que permite monitorear el proceso de PTAR, por medio de un software llamado wonderware que permite visualizar de la situación actual de la planta y controlar el encendido y apagado de cierto y determinados equipos (agitador, aireador, bombas neumáticas, torre de enfriamiento) que ayudan con el arranque del proceso.



Figura 6: Representación gráfica en tiempo real del proceso en PTAR, usando el Software WonderWare.

La gerencia de proceso requiere de un plan de mejora para la automatización de la planta de tratamiento de aguas residuales, con el propósito de evitar gastos innecesarios en el consumo excesivo de los productos químicos utilizados durante el proceso de la clarificación de las aguas, sin que se alteren los debidos parámetros necesarios en el desarrollo de los procedimientos, ya que estos productos químicos tiene un alto costo en el mercado según Edlovitch, E., y K. Ringskog. (1997) y la utilización de los mismos en los procesos de clarificación es realizado de forma manual; el operador siempre tiene que estar atento a los cambio químicos del agua

efluentes de la fabricación de alimentos, tomando medidas del PH del agua usando un PHmetro (peachimetro), midiendo la temperatura de la misma de forma manual, tomando muestra del agua para analizarla en el laboratorio del centro de operaciones de PTAR donde determinara la turbidez y el volumen del lodo de la muestra, observar si existe alguna anomalía durante el proceso, y si la hay, debe tomar decisiones rápida y precisas. Por esta razón, mantener un PH constante de forma manual no garantiza el buen uso de los productos químicos, pues el PH puede variar mientras el operador realiza otros procesos en la planta.

2.2 Formulación del problema

¿Cómo se puede reducir el consumo de químicos en la automatización de la planta de tratamiento de aguas residuales en Cargill Planta Valencia?

2.3 Objetivo de la investigación

2.3.1 Objetivo General:

Proponer un plan de mejora para la reducción del consumo de químicos en la automatización en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales en Cargill Planta Valencia.

2.3.2 Objetivos Específicos:

-Diagnosticar la situación actual de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales en Cargill Planta Valencia.

-Realizar una evaluación técnica de los equipos e instrumentos estandarizándolos a la norma ISA S5.1.

-Diseñar un plan de mejora para el consumo de químicos usando la herramienta PI&D bajo las normas ISA S5.1.

-Evaluar el estudio económico, con la finalidad de determinar la rentabilidad del proyecto.

2.4 Justificación de la investigación.

Automatizar la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales en Cargill de Planta Valencia, con los nuevos equipos e instrumentos industriales, conlleva a la reducción de costos en la utilización de productos químicos y a la creación de nuevos procedimientos técnicos automatizados, que serán beneficiosos tanto para el operador como para el sistema de proceso de la planta. La instalación de este equipo ayuda a reducir los riesgos ergonómicos, el tiempo de reacción y la observación de las mediciones de PH, temperatura y turbidez, a través de un monitor en tiempo real y automáticamente. La implementación de estos equipos e instrumentos industriales, requiere de una nueva actualización de datos documentados digitalmente, estos servirán como base para la realización de un estudio técnico económico, que permitirá evaluar el rendimiento de costo y beneficio de la automatización de la planta de tratamiento de aguas residuales. La complementación de este estudio permitirá al autor cumplir con un requisito parcial para graduarse como ingeniero industrial.

2.5 Limitaciones

-Para la documentación digitalizada se tomó como base la última actualización de los PI&D del año 2014; La falta de datos actualizados creo la necesidad de un nuevo levantamiento para la realización de la documentación digitalizada actualizada.

-Algunos equipos, presentes en la documentación digitalizada, no tenían sus activos y descripción, reportado en el sistema de manejo de datos digital “Máximo 7” requiriendo así una revisión y actualización para introducirlos en el sistema.

-El tiempo total requerido para la realización del trabajo de pasantías será de doce (12) semanas.

2.6 Alcances

El Diagnostico de la situación actual de la planta de tratamiento de aguas residuales, aplicando métodos de investigación, que permitirá detectar las causas que generan el consumo de químicos, durante el proceso de clarificación y crear un plan de mejora para reducir su consumo.

CAPITULO III

MARCO TEORICO

Como parte del Marco Teórico, los antecedentes de la investigación se refieren a la revisión de trabajos previos sobre el tema en estudio, ya que estos conforman una base que sirve de apoyo para el desarrollo de la misma. Arias (2012) define “El marco teórico o marco referencial, es el producto de la revisión documental-bibliográfica, y consiste en una recopilación de ideas, posturas de autores, conceptos y definiciones, que sirven de base a la investigación por realizar.” (p. 106).

Para el desarrollo del plan de mejora, se consultaron tres (3) trabajos de grado de ingeniería industrial, con la finalidad de conocer la estructura del mismo y de esta manera apoyarse en estos para fundamentar las bases teóricas y lograr una recolección de análisis y datos.

3.1. Antecedentes

Castillo, A. (2014), en su informe de pasantía titulado **“Estudio de las posibles modificaciones que permitan el mejoramiento de la condición actual de los lodos de la Planta de tratamiento de aguas residuales para su disposición final”** para optar por el título de Ingeniero Químico en la Universidad de Carabobo (UC).

Su informe de pasantía fue realizado en la planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) en Cargill Planta Valencia, y cuyo objetivo principal fue estudiar las posibles modificaciones para mejorar las condiciones de tratamiento de los lodos, mejorando su calidad como materia prima para la venta, e uso industrial.

Realizo un diagnóstico de la situación actual de PTAR, haciendo uso de la investigación documental, entrevista no estructurada y observación directa, determinando cómo funciona el proceso de la clarificación del agua y la dosificación del Sulfato de aluminio haciendo floculación de los lodos en el DAF(Flotación por

aire disuelto), con la finalidad hacer uso de la investigación experimental tomando como sujetos de pruebas 3 productos químicos (KlarAid IC1172, KlarAid IC1176, PC1195) enviados por un proveedor y determinando que solo el KlarAid IC1176 cumplió con las expectativas del tratamiento de los lodos, mejorando su calidad, obteniendo muy buenos resultados y comportándose este producto químico, de una manera similar al coagulante utilizado actualmente en la planta de tratamiento, como es el sulfato de aluminio.

Este informe de pasantía sirvió como base para la realización del diagnóstico de la situación actual de PTAR, haciendo uso de la investigación documental, entendiendo como funciona el proceso de la clarificación de las aguas residuales en Cargill Planta Valencia.

Lozano, L y Sanchez, P. (2017) en su proyecto de grado titulado **“Sistema de instrumentación, actuación y automatización de una planta de tratamiento de agua potable para campamento de pozos petroleros (PTAP).”** Para optar por el título de Ingeniero mecatrónico en la Universidad Piloto de Colombia, presentaron el diseño de un sistema de control automatizado para una planta de tratamiento de agua potable, por medio de un controlador lógico programable (PLC), que permitió optimizar el proceso, ofreciendo al operador facilidad en el manejo del sistema.

En el proyecto plantearon un estudio de diferentes plantas instaladas en campos petroleros y definieron una planta PTAP de referencia, la cual permitió establecer las necesidades de automatización y definir la sensórica a los actuadores acordes a las necesidades de la planta. Como resultado del proyecto determinaron la elección de 6 actuadores, 8 válvulas de control de flujo y 19 sensores analógicos que permiten monitorear las condiciones de entrada y salida de agua de la planta, disminuyendo los riesgos de suministro de agua de baja calidad o con agentes peligrosos y mejorando el servicio para el personal de alojamiento en los campamentos petroleros.

Este Proyecto sirve como aporte para la realización de un estudio definiendo el proceso de la clarificación de las aguas residuales con la finalidad de determinar las zonas que requieren de una mejora continua, para la instalación de nuevos equipos e instrumentos industriales que ayudaran en la automatización de la planta PTAR de Cargill Planta Valencia.

Rodríguez, A y García, L. (2014) en su Proyecto titulado **“Propuesta de automatización de una planta de tratamiento de aguas para uso industrial”** Realizado en la Universidad del Valle de Colombia, para optar por el título de Ingeniero en Instrumentación y Control. En el presente trabajo realizaron una propuesta de automatización para la planta de tratamiento de agua para uso industrial en Colceramica S.A. planta Girardota, Incluyendo una descripción del proceso de tratamiento actual, obteniéndose un diagnóstico de las variables críticas como: pH, Turbidez, Flujo y Nivel de agua en los vertederos; Posteriormente realizaron una descripción de los equipos necesarios para realizar la propuesta, luego elaboraron un diagrama de tubería e instrumentación (P&ID) y el plano 3D de la planta automatizada y realizaron los cálculos costo-beneficios que obtuvieron al implementar la propuesta.

Como resultado obtuvieron un registro continuo de las variables mencionadas, mejorando un sistema de dosificación automático para el sulfato de aluminio e hipoclorito de sodio, logrando que el agua tratada en la planta cumpla con las condiciones requeridas por la compañía. El presente trabajo se tomó como base de apoyo de tipo documental y técnico, ya que posee cierta similitud en la elaboración de la propuesta para Cargill Planta Valencia.

3.2 Bases Teóricas

Según Arias (2012) “Las bases teóricas implican un desarrollo amplio de los conceptos y proposiciones que conforman el punto de vista o enfoque adoptado, para sustentar o explicar el problema planteado.” (p.107).

Para la documentación Digitalizada se deben estudiar el proceso dentro de la planta y el desarrollo de la misma, además de tener claro los conceptos involucrados.

3.2.1 Definición de Planta Industrial

Según Pérez, J. (2011) La noción de planta se asocia al ser orgánico que vive y crece, pero que no tiene la capacidad de trasladarse de un lugar a otro por impulso voluntario. El término, de todas formas, tiene otros usos: una planta puede ser el diseño de un edificio (o cada uno de sus pisos), la parte inferior del pie o la fábrica donde se produce algún servicio o producto. Industrial, por otra parte, es aquello perteneciente o relativo a la industria. Se conoce como industria al conjunto de operaciones que permiten obtener, transformar o transportar productos naturales.

Las plantas industriales, por lo tanto, son las fábricas donde se elaboran diversos productos. Se trata de aquellas instalaciones que disponen de todos los medios necesarios para desarrollar un proceso de fabricación. Una planta industrial está formada por el edificio en sí mismo, las instalaciones específicas (como la climatización, el saneamiento, etc.) y las maquinarias. A la hora de elegir un lugar para construir una planta industrial, suelen tenerse en cuenta diversos factores externos, como los medios de transporte que pasan por la zona.

En el día a día de una planta industrial intervienen diversas ciencias y disciplinas, como la seguridad industrial (el área multidisciplinaria que se encarga de minimizar los riesgos de accidentes) y **la higiene industrial** (los procedimientos que

buscan controlar **los factores ambientales** que pueden afectar la salud de los trabajadores y de los vecinos).

3.2.2- Función de una Planta Industrial

Según Pérez, J. (2011) la función de las plantas industriales es combinar el trabajo humano con las máquinas que se encuentran en sus instalaciones para transformar las materias primas y la energía, siguiendo un proceso que se define previamente. Para que los equipos sean aprovechados al máximo, los operadores deben seguir ciertas reglas, que varían según el tipo de planta industrial y la organización; en la producción masiva no hay espacio para la improvisación.

3.2.3- Definición de Proceso

Salazar, B. (2009) define que un proceso es comprendido como todo desarrollo sistemático que conlleva una serie de pasos ordenados u organizados, que se efectúan o suceden de forma alternativa o simultánea, los cuales se encuentran estrechamente relacionados entre sí y cuyo propósito es llegar a un resultado preciso. Desde una perspectiva general se entiende que el devenir de un proceso implica una evolución en el estado del elemento sobre el que se está aplicando el mismo hasta que este desarrollo llega a su conclusión.

De manera que el propósito de un proceso industrial está basado en el aprovechamiento eficaz de los recursos naturales de forma tal que éstos se conviertan en materiales, herramientas y sustancias capaces de satisfacer más fácilmente las necesidades de los seres humanos y por consecuencia mejorar su calidad de vida.

3.2.3.1- Tipos de procesos

Según Gardey, A. (2014) los tipos de procesos son:

- Proceso continuo: se caracterizan por trabajar las 24 horas del día.

-Proceso repetitivo: la modalidad del tratamiento que se realiza sobre los productos es por lotes.

-Proceso intermitente: estas plantas organizan su trabajo para satisfacer las demandas específicas de sus clientes de uno u otro producto o servicio.

Según el tipo de proceso que predomina

-**Químico:** en las plantas industriales químicas se extraen y procesan diversas materias primas, ya sean sintéticas o naturales, y se transforman en otras sustancias, con propiedades diferentes a las originales. Su propósito es mejorar la calidad de vida de las personas a través de la satisfacción de sus necesidades.

-**Mecánico:** se dedican a construir y mantener las máquinas que se utilizan en empresas relacionadas con la ingeniería para llevar a cabo la transformación de materias primas en productos elaborados a nivel masivo. Las plantas industriales de este tipo realizan una labor necesaria para la mayoría de las compañías, especialmente para las de transportes, las químicas, las mineras y las de servicios públicos.

De acuerdo con las materias primas que predominan en sus procesos

Dentro de este grupo, las plantas industriales más comunes suelen ser la maderera, la petrolera, la carboquímica y la petroquímica.

Según el tipo de productos que obtienen

Los principales tipos de plantas industriales desde este punto de vista son la alimenticia, la textil, la farmacéutica y la del cemento.

3.2.4.-Definición de Automatización

Según la aportación de Salazar, B. (2009) la automatización es un sistema donde se transfieren tareas de producción, realizadas habitualmente por operadores humanos a un conjunto de elementos tecnológicos.

Un sistema automatizado consta de dos partes principales:

La Parte Operativa es la parte que actúa directamente sobre la máquina. Son los elementos que hacen que la máquina se mueva y realice la operación deseada. Los elementos que forman la parte operativa son los accionadores de las máquinas como motores, cilindros, compresores y los captadores como fotodiodos, finales de carrera.

La Parte de Mando suele ser un autómata programable (tecnología programada), aunque hasta hace bien poco se utilizaban relés electromagnéticos, tarjetas electrónicas o módulos lógicos neumáticos (tecnología cableada). En un sistema de fabricación automatizado el autómata programable está en el centro del sistema. Este debe ser capaz de comunicarse con todos los constituyentes de sistema automatizado.

3.2.5.- Objetivos de la automatización

-Mejorar la productividad de la empresa, reduciendo los costes de la producción y mejorando la calidad de la misma.

-Mejorar las condiciones de trabajo del personal, suprimiendo los trabajos penosos e incrementando la seguridad.

-Realizar las operaciones imposibles de controlar intelectual o manualmente.

-Mejorar la disponibilidad de los productos, pudiendo proveer las cantidades necesarias en el momento preciso.

-Simplificar el mantenimiento de forma que el operario no requiera grandes conocimientos para la manipulación del proceso productivo.

-Integrar la gestión y producción.

3.3.- Planta de tratamiento de aguas residuales

El tratamiento de aguas residuales consiste en una serie de procesos físicos, químicos y biológicos que tienen como fin eliminar los contaminantes presentes en el agua efluente del uso humano.

La solución más extendida para el control de la polución por aguas residuales, es tratarlas en plantas donde se hace parte del proceso de separación de los contaminantes, dejando una pequeña parte que completará la naturaleza en el cuerpo receptor. El nivel de tratamiento requerido está en función de la capacidad de auto-purificación natural del cuerpo receptor. La capacidad de auto-purificación natural es principalmente del caudal del cuerpo receptor, de su contenido en oxígeno, y de su "habilidad" para re oxigenarse. Por lo tanto, el objetivo del tratamiento de las aguas residuales, es producir efluente **reutilizable en el ambiente y un residuo sólido o fango** (también llamado biosólido o **lodo**) convenientes para su **disposición o reutilización**.

A continuación se presenta los aspectos más importantes de carácter teórico, relacionados a los activos presente (tanques) en una planta de tratamiento de aguas residuales para una empresa de alimentos de acuerdo al orden según su proceso:

Tanque de igualación: Almacena el agua de proceso que viene de la trampa principal, en donde se establecen los parámetros de operación de PTAR como PH, temperatura; el volumen de este tanque es de 161m^3 .

Daf (Flotación por aire disuelto): Desarrolla como tal el proceso de separación de grasa, está compuesto por un aireador cavitacional y un barre lodos. Permite elevar los floculos hacia la par barre lodos los atrape y poder drenarlos hacia el tanque espesador, el agua tratada fluye hacia la torre de enfriamiento para bajar sus nivel de temperatura. Cumpliendo con los parámetros de temperatura el agua fluye hacia el reactor biológico.

Tanque espesador: Almacena el lodo proveniente del Daf, para el traslado hacia el camión cisterna; del fondo de este tanque se envía agua de proceso hacia el tanque de igualación siempre que las condiciones sean óptimas. Tiene una capacidad de

Torre de enfriamiento: disminuya la temperatura del agua tratada que sale del DAF (Flotación por aire disuelto) de 40°C a 32 °C, para los requerimientos.

Tanque clarificador: Consta de un comportamiento en su interior de forma circular que permite atrapar los lodos livianos, mientras que el agua clarificada cae por rebose a la canal de salida de la planta, los lodos livianos son recirculados nuevamente hacia el reactor mediante un sistema de presión.

3.3.1. Equipos de medición esenciales para una planta de tratamiento de aguas residuales.

-Medidor de PH: El medidor de pH es un instrumento utilizado para medir la acidez o la alcalinidad de una solución, también llamado de pH. El pH es la unidad de medida que describe el grado de acidez o alcalinidad y es medido en una escala que va de 0 a 14.

-Medidor de turbidez: Es un instrumento que mide la turbidez causada por partículas suspendidas en un líquido. Haciendo pasar un rayo de luz a través de la muestra se mide la luz reflejada por las partículas (sólidos suspendidos) en un ángulo de 90° con respecto al rayo incidente.

-Medidor de Flujo: Un flujometro es un instrumento que se usa para medir el caudal lineal, no lineal, de masa o volumétrico de un líquido o gas.

-Medidor de oxígeno disuelto: Es un aparato de múltiples capacidades para la inspección de la calidad del agua. El medidor de oxígeno disuelto portátil sirve para

el control en el agua de los valores del pH, conductividad, oxígeno y es así también muy apropiado para la medición de la temperatura.

- Indicador o sensor de nivel: El Sensor de nivel es un dispositivo electrónico que mide la altura del material, generalmente líquido, dentro de un tanque u otro recipiente.

Integral para el control de procesos en muchas industrias, los Sensor de nivel se dividen en dos tipos principales. Los Sensor de nivel de punto se utilizan para marcar una altura de un líquido en un determinado nivel preestablecido. Generalmente, este tipo de sensor funciona como alarma, indicando un sobre llenado cuando el nivel determinado ha sido adquirido, o al contrario una alarma de nivel bajo. Los sensores de nivel continuos son más sofisticados y pueden realizar el seguimiento del nivel de todo un sistema.

-Medidor de temperatura: La actividad de medir la temperatura consiste en cuantificar el calor de una sustancia homogénea, y por lo tanto es una unidad de medida para la energía cinética media de sus moléculas. Para que dos objetos adapten la misma temperatura se requiere un contacto térmico al objeto. Los métodos más habituales de los **medidores de temperatura** están basados en variaciones de las propiedades de una sustancia inducidas por las variaciones de temperatura.

3.4.-Diagrama Causa-Efecto

Según (Zapata J, Villega S, Arango F) este diagrama permite al analista estructurar y jerarquizar los problemas que identifica en el discurso proporcionado por el cliente para, de esta forma, tomar decisiones respecto de cual deberá ser el área en la que se enfoca su trabajo. En otras palabras, a través del análisis que aquí se origina, el análisis podrá decidir qué problemas deberá atacar en su totalidad y cuales podrá omitir o atacar parcialmente; no debe alejarse del objetivo general que justifica

la creación del software. Este Diagrama también conocido como espina de pescado, por similitud de su apariencia física con la de un esqueleto de pez, o como diagrama de Ishikawa en honor a su creador (Ishikawa 1986).

Para la elaboración del diagrama Causa-Efecto se puede proceder de dos formas: La primera de ellas consiste en listar todos los problemas identificados (tipo “lluvias de ideas”), para luego intentar jerarquizarlo y estructurarlos identificando cuales son principales y cuáles son sus causas, realizando reiteradas veces este procedimiento hasta que se logre recorrer todos los problemas identificandos, o hasta que las causas que se tengan sean consideradas atómicas. La segunda forma de elaborar este diagrama consiste en identificar los problemas principales y ubicarlos como “Huesos primarios” y, posteriormente, comenzar a identificar causas secundarias, que se ubicaran en “huesos pequeños”, que se desprenderán todos de las ramas principales. Como es de esperarse, en un diagrama Causa-Efecto, se debe identificar un problema principal que logre encerrar la problemática del área en la que se concentrara el trabajo del analista, por lo cual es recomendable prestar especial cuidado a este aspecto, ya que la correcta identificación de dicho problema depende si se contiene o no un buen y completo diagrama.

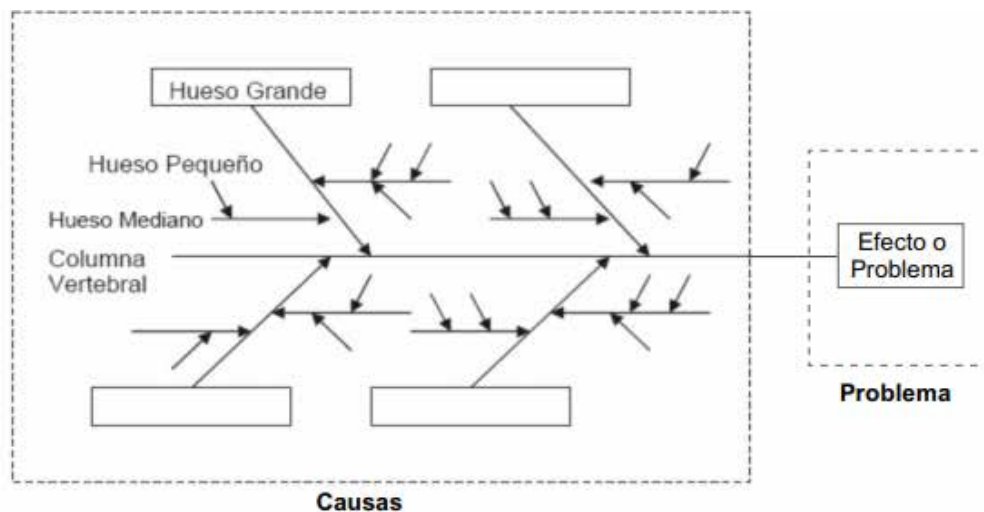


Figura 7: Diagrama causa –efecto. Fuente: (Zapata J, Villega S, Arango F, p.48

3.5 Norma ISA S5.1

Según Carballo J (2011) Esta norma establece de manera uniforme y estándar los medios de representación, la identificación y funciones propias de los instrumentos o dispositivos, sistemas de instrumentación utilizados para la medición, seguimiento y control, presentando un sistema de designación que incluye sistemas de identificación y símbolos gráficos. Esta norma tiene por objeto satisfacer los distintos procedimientos de los diversos usuarios que necesitan para identificar y representar gráficamente equipos de medición, control y sistemas.

Estas diferencias se reconocen cuando son coherentes con los objetivos de esta norma, proporcionando símbolos de alternativas y métodos de identificación.

Esta norma es conveniente para el uso en diferentes sectores de la industria, ya que esta requiere el uso de esquemas de sistemas de control, diagramas de funcionalidad y esquemas eléctricos para describir la relación con el equipo de procesamiento y la funcionalidad de equipos de medición y control.

3.5.1-P&ID

Diagrama de tubería e instrumentación, muestra las tuberías y componentes relacionados del flujo de un proceso físico. Se utiliza más comúnmente en el campo de la ingeniería.

Los PI&D son fundamentales para el mantenimiento y modificación del proceso que representa gráficamente. En la etapa de diseño, el diagrama también ofrece la base para el desarrollo de esquemas de control del sistema, como el esquema de control del sistema, como el análisis de riesgos y operabilidad.

En el caso de las instalaciones de procesamiento, se trata de una representación gráfica de:

- Los detalles clave de las tuberías e instrumentación.
- Los esquemas de control y apagado
- Los requisitos de seguridad y normativa
- la información básica de arranque y operación.

La diferencia entre un diagrama de flujo de procesos (PFD) y diagrama de tuberías e instrumentación (P&ID) varía con el grado de complejidad del diseño. A los diseños simplificados conceptuales se los llama diagrama de flujo de proceso (PFDs). Un PFD muestra menos detalles que un P&ID y generalmente es el primer paso en el proceso de diseño. En un P&ID se muestra diagrama de tuberías e instrumentación (P&ID) con un desarrollo más amplio.

3.6.- Estudio técnico económico

El estudio técnico conforma la segunda etapa de los proyectos de inversión, en el que se contemplan los aspectos técnicos operativos necesarios en el uso eficiente de los recursos disponibles para la producción de un bien o servicio deseado y en el cual se analizan la determinación del tamaño óptimo del lugar de producción, localización, instalaciones y organización requeridos. Todo estudio técnico tiene como principal objetivo el demostrar la viabilidad técnica del proyecto que justifique la alternativa técnica que mejor se adapte a los criterios de optimización.

3.6.1.- Aspectos técnicos

Tienen por objeto proveer información necesario para cuantificar el monto de las inversiones y de los costos de operación necesarios para la realización del proyecto, de aquí podrá obtenerse todo lo necesario para conocer las necesidades de capital, mano de obra y recursos materiales, tanto para la puesta en marcha como para la posterior operación del proyecto. En particular, con el estudio de los aspectos

técnicos se determinaran los requerimientos de equipos de fábrica para la operación y monto de la inversión correspondiente, además de las características y especificaciones técnicas de las máquinas precisara su disposición en el área, la que a su vez permitirá dimensionar las necesidades de espacio físico para su normal operación.

El análisis de este mismo antecedente hará posible cuantificar las necesidades de mano de obra por especialización y asignarles un nivel de remuneración para el cálculo de los costos de operación. De igual manera, deberán reducirse los costos de mantenimiento y reparaciones, así como la reposición de los equipos.

La importancia del estudio técnico según Erossa (2003, P. 25) radica en que, “este constituye el núcleo ya que todos los estudios derivados depende de el, y en cualquier fase del proyecto es importante saber si es técnicamente factible y en que forma se pondrá en funcionamiento.”

3.7. Aspectos legales.

Ley Orgánica del Ambiente, Artículo 36 sección IV: Descarga al lago de Valencia y a la red hidrográfica tributaria, del decreto 3219 para las normas de clasificación y control de calidad de las aguas de la cuenca del lago de Valencia.

Sin perjuicio de los límites de cargas máxicas establecidas en este decreto para los parámetros críticos de control, se fijan los rangos y límites máxicos de concentraciones en los vertidos líquidos que sean o vayan a ser descargados, en forma directa o indirecta, al Lago de Valencia y red hidrográfica tributaria, siguientes: Grasa vegetal y animal (20 mg/l), PH(6-9), Demanda química de oxígeno DQO(350mg/l), Sulfato (600mg/l), Oxígeno disuelto(3,0 mg/l), sólidos disueltos(5,0 mg/l), sólidos flotantes (flotantes ausente), sólidos suspendidos (80 mg/l), Aluminio total(1,0 mg/l), espuma(ausente), hierro total(1,0 mg/l), cobre total(0,5 mg/l).

3.8. Definición de Términos.

Ácido clorhídrico: según G. Rivas Mijares (1978) Ayuda a bajar el nivel de PH reduciendo el nivel de alcalinidad.

Aireación: según G. Rivas Mijares (1978) Suministro de aire bajo un región sostenido de inyección desde equipos mecánicos, dirigidos a mantener químicos o biológicos pre-determinados.

Floculación: según G. Rivas Mijares (1978) Es el proceso donde se rompe las cadenas de grasa que posee el agua.

Lodos: según G. Rivas Mijares (1978) Son acumulaciones de solidos tras los procesos de sedimentación primaria o secundaria y que tienen su origen bien en las características intrínsecas del líquido o del proceso de tratamiento correctivo en sí.

PH: según G. Rivas Mijares (1978) Es la medida de acidez o alcalinidad de un líquido. El valor de 7.0 en ph significa neutro, cuando el ph es menor de 7.0 la solución es acida y cuando es mayor de 7.0 hasta 14.0 es alcalina.

Polímero: según G. Rivas Mijares (1978) Es un compuesto químico encargado de agrupar y aumentar el tamaño de los floculos.

Soda caustica: según G. Rivas Mijares (1978) Aumenta el nivel de PH llevándolo a nivel de alcalinidad.

Solidos suspendidos: según G. Rivas Mijares (1978) Solidos que flotan en la superficie o están suspendidos en el agua, afluyente industrial u otro líquido y los cuales son considerados removidos por filtración.

Sulfato de aluminio: según G. Rivas Mijares (1978) permite clarificar el agua ya que es un coagulante y por ello sedimenta los sólidos en suspensión, los cuales por su tamaño requerirán un tiempo muy largo para sedimentar.

CAPITULO IV

MARCO METODOLOGICO

4.1. Tipo de Investigación.

Esta investigación está enmarcada en la modalidad proyecto factible, ya que es una propuesta operativa que esta ideada para la solución de un problema específico y que se sustenta en una investigación para probar su pertinencia y vialidad.

Según Orozco, Labrador y Palencia(2002), esta “consiste en la investigación, elaboración y desarrollo de una propuesta, de un modelo operativo viable para solucionar problemas, requerimiento o necesidades de organizaciones o grupos sociales; puede referirse a la formulación de políticas, programas, tecnologías, métodos o procesos.” (p.14).

4.2. Diseño de la investigación.

Se definió como una investigación de campo, debido a la recolección de datos que se tuvo que realizar de forma directa y en presencia del objeto de estudio, así como del lugar y las adyacencias en donde se ubicaba el objeto de estudio, evitando siempre la alteración de alguna variable durante el periodo de estudio.

Según Fidias (2012), la investigación de campo “es aquella que consiste en la recolección de datos directamente de los sujetos investigados, o de la realidad donde ocurren los hechos (datos primarios), sin manipular o controlar variable alguna, es decir, el investigador obtiene información pero no altera las condiciones existentes. De allí su carácter de investigación no experimental”. (p. 31).

De acuerdo a la UNE (2006), la investigación puede clasificarse de acuerdo al diseño de investigación según la estrategia que adopta el investigador para responder al problema planteado. Este autor plantea que puede ser:

-Investigación Documental: Es aquella que se basa en la obtención y análisis de datos provenientes de materiales impresos u otros tipos de documentos.

-Investigación de Campo: Consiste en la recolección de datos directamente de la realidad donde ocurren los hechos, sin manipular o controlar variable alguna.

Es importante señalar que en las investigaciones de campo los datos de interés se recogen en forma directa de la realidad, mediante el trabajo concreto del investigador y su equipo. De igual manera el proyecto es de investigación documental según Fidias (2012), la investigación documental “es un proceso basado en la búsqueda, recuperación, análisis, críticas e interpretación de los datos secundarios, es decir lo obtenido y registrado por otros investigadores en fuentes documentales: impresas, audiovisuales y electrónica.(p.27)

4.3. Nivel de investigación.

Para la presente investigación, el nivel de conocimientos se encuentra situado dentro de las características de la investigación descriptiva, ya que permitirá una percepción más amplia del comportamiento de los procesos y lineamientos del área PTAR. Según Fidias (2006), la investigación descriptiva “consiste en la caracterización de un hecho, fenómeno, individuo o grupo, con el fin de establecer su estructura o comportamiento”. (p.24)

Tomando en cuenta lo anterior, este tipo de investigación permitió conocer varias alternativas para establecer nuevas propuestas para la automatización de PTAR tomando en cuenta los alcances y costos.

4.4. Población y Muestra

Arias (2012) define como “población al conjunto finito o infinito de elementos con características comunes para las cuales serán extensivas las conclusiones de la investigación (p.81)

La muestra es la que puede determinar la problemática ya que le es capaz de generar los datos con los cuales se identifican las fallas dentro del proceso. Según Tamayo, T y Tamayo, M (1997), afirma que la muestra “es el grupo de individuos que se toma de la población, para estudiar un fenómeno estadístico” (p.38).

Se entiende por muestra al “subconjunto representativo y finito que se extrae de la población accesible”. Es decir, representa una parte de la población objeto de estudio. De allí es importante asegurarse que los elementos de la muestra sean lo suficientemente representativos de la población que permita hacer generalizaciones. Castro (2003).

En esta investigación se tiene una población finita de 1 (Planta de Tratamiento de Aguas Residuales). Por lo que Castro (2003), expresa que “si la población es menor a cincuenta (50) individuos la población es igual a la muestra” (p.69)

4.5. Técnicas de recolección de datos

Para la recolección de información de la presente investigación, se optaran por aquellos que ayudaran al logro de los objetivos planteados y obtener la información necesaria de manera organizada y precisa. Las técnicas a emplear se presentan a continuación:

4.5.1. Observación directa

Según Arias (2012), La observación “es una técnica que consiste en visualizar o captar mediante la vista, en forma sistemática, cualquier hecho, fenómeno o

situación que se produzca en la naturaleza o en la sociedad, en función de unos objetivos de investigación preestablecidos”. (p.69).

Se hace especial referencia a la observación directa, ya que la indirecta se realiza a través de instrumentos muy sofisticados como: microscopio, telescopio, monitores, entre otros.

En la presente investigación se realizara una observación simple o no participante en el cual Arias (2012) dice que “es la que se realiza cuando el investigador observa de manera neutral sin involucrarse en el medio o realidad en la que se realiza el estudio”. (p.69). Así mismo será una observación estructurada según Arias (2012) dice que “es aquella que además de realizarse en correspondencia con unos objetivos, utiliza una guía diseñada previamente, en la que se especifican los elementos que serán observados” (p.70). Dicho lo anterior, se aplicara la técnica de la observación directa en la planta de tratamiento de aguas residuales, con la finalidad de obtener datos de su proceso.

4.5.2. Entrevista no estructurada

Otro de los métodos que se consideran prioritarios es la entrevista no estructurada que, según Arias,F no es “más que un simple interrogatorio es una técnica basada en un dialogo o conversación cara a cara”, entre el entrevistador y el entrevistado acerca de un tema previamente determinado, de tal manera que el entrevistador pueda obtener la información requerida”(p.73).

4.5.3. Revisión Documental

Según Hurtado, Jacqueline (2008), es una “técnica en la cual se recurre a información escrita, ya sea bajo la toma de datos que pueden haber sido producto de mediciones hechas por otros o como texto que en sí mismo constituyen los eventos de estudio”. (p.427).

4.6. Fases Metodológicas

El presente informe de pasantía está estructurado en cuatro (4) fases a lo largo del desarrollo del mismo, estas fases están relacionadas con los objetivos específicos, con el propósito de lograr el objetivo general el cual es el Plan de mejora para la reducción del consumo de químicos en la automatización en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales en Cargill Planta Valencia.

Fase I: Diagnostico de la situación actual de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales en Planta Valencia.

En esta fase se realizó un análisis de la situación actual de la planta de tratamiento de aguas residuales y de los sistemas involucrados en su proceso, mediante la recolección de datos a través de una entrevista no estructurada a los operadores y observación directa de las actividades involucradas en el proceso dentro del área, luego se expresó gráficamente los resultados utilizando el método Ishikawa.

Fase II: Evaluación técnica de los equipos e instrumentos estandarizando a la norma ISA S5.1.

En esta fase se hizo una evaluación técnica de los equipos de medición y se estandarizo a la norma ISA S5.1. lo cual permitió adaptar los equipos de medición e instrumentos industriales al formato PI&D.

Fase III: Diseño plan de mejora para el consumo de químicos usando la herramienta PI&D bajo las normas ISA S5.1.

En esta fase se realizó un levantamiento P&ID con los equipos de medición automático e instrumentos industriales actualizado, ubicados estratégicamente según la propuesta y servirá como material de apoyo al programador, para la integración de los nuevos equipos en el WonderWare.

Fase IV: Evaluación económica la rentabilidad del proyecto

En esta fase de la investigación se realizó una evaluación económica, demostrando la rentabilidad de la propuesta.

CAPITULO V

RESULTADOS

A continuación, en el siguiente capítulo se presenta los resultados obtenidos de la investigación, a través de las técnicas de recolección de datos, con la finalidad de crear un plan de mejora para la reducción del consumo de químicos en la automatización en la planta de tratamiento de aguas residuales en Cargill Planta Valencia.

5.1 Fase I: Diagnóstico de la situación actual de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales en Cargill C.A. Planta Valencia.

En esta fase, se realizó un recorrido por la planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) del departamento de proceso, conociendo al equipo de operadores, bajo la supervisión del Ing Sergio Ramírez Supervisor de Servicio Industriales y tutor empresarial. Luego de una inducción por parte del Supervisor de Servicios Industriales y del equipo de PTAR, se trató el tema de la problemática que abarca la planta, con respecto al proceso de clarificación de las aguas residuales, enfocándolo en el consumo de los productos químicos, comenzando con el ácido clorhídrico, ya que la inversión en este producto es de un alto costo y la gerencia de proceso requiere de un plan de mejora para reducir el uso de este producto, automatizando la planta de tratamiento de aguas residuales, sin alterar los parámetros exigidos por **las normas de clasificación y control de calidad de las aguas de la cuenca del lago de Valencia.**

Antes de continuar con el tema del diagnóstico, primero se debe saber cómo funciona el proceso de la clarificación de las aguas residuales en Cargill planta Valencia por medio de una investigación documental:

5.1.1 Descripción del proceso de la Planta de Tratamiento de aguas Residuales en Cargill Planta Valencia.

Como se explicó en el planteamiento del problema, el proceso de la planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) de la planta de Cargill de Venezuela División Aceites, consiste en tratar las aguas residuales con el propósito de eliminar el contenido graso y los agentes degradantes, por medio de un tratamiento químico, físico y biológico de las aguas proveniente de la trampa principal, trampa de envasado y la trampa de vigilancia.

5.1.1.1 Recuperación de las aguas residuales en las trampa principal, trampa de envasado y trampa de vigilancia.



Figura 8: Trampa Principal. Fuente: Imagen tomada por el autor. (2019).

Las aguas residuales de la planta son recuperadas en diferentes trampas y posteriormente enviadas a PTAR. En la trampa de vigilancia se recupera el agua proveniente de la planta de desodorización y refinación, tiene una capacidad de 81.074L.

En la trampa de envasado, se recupera el agua proveniente de la planta de envasado y fabricación de botellas, tiene una capacidad de 15.878L. La trampa principal recupera agua proveniente de las tanquerías A-500, B-500, C-60, TK-5000 y tanque 2000. Además de recibir el agua de las otras trampas. Esta trampa posee 3 compartimientos que se comunican por rebose y permiten que la mayor cantidad de grasa quede atrapada en las paredes más altas de los compartimientos, luego el agua, con menor proporción de grasas es llevada al último compartimiento de la trampa para ser llevada por medio de un sistema de bombeo al tanque de igualación de la planta de tratamiento. La grasa de suspensión recogida por el barre grasa es llevada a una bandeja que se encuentra en la misma trampa, donde es transferida a unos tanques de almacenamiento para la venta como grasa de tanquilla.

La trampa principal recibe en su primera fosa el agua de los diferentes sitios, al llegar a cierto nivel, se enciende automáticamente la bomba que envía el agua desde la fosa 1 hasta el compartimiento de recuperación de grasa. En el compartimiento, un barre lodo lleva la grasa a la fosa 2 y al aumentar el nivel, se enciende la bomba que envía el agua a PTAR. Cuando llueve, son accionadas diferentes bombas en las fosas de los tanques y en las trampas para enviar directamente el agua a las canales exteriores.



Figura 9: Diagrama de Trampa Principal. Fuente: Área de Mantenimiento

Los principales afluentes a la planta de tratamiento de aguas residuales se pueden observar en la siguiente figura:

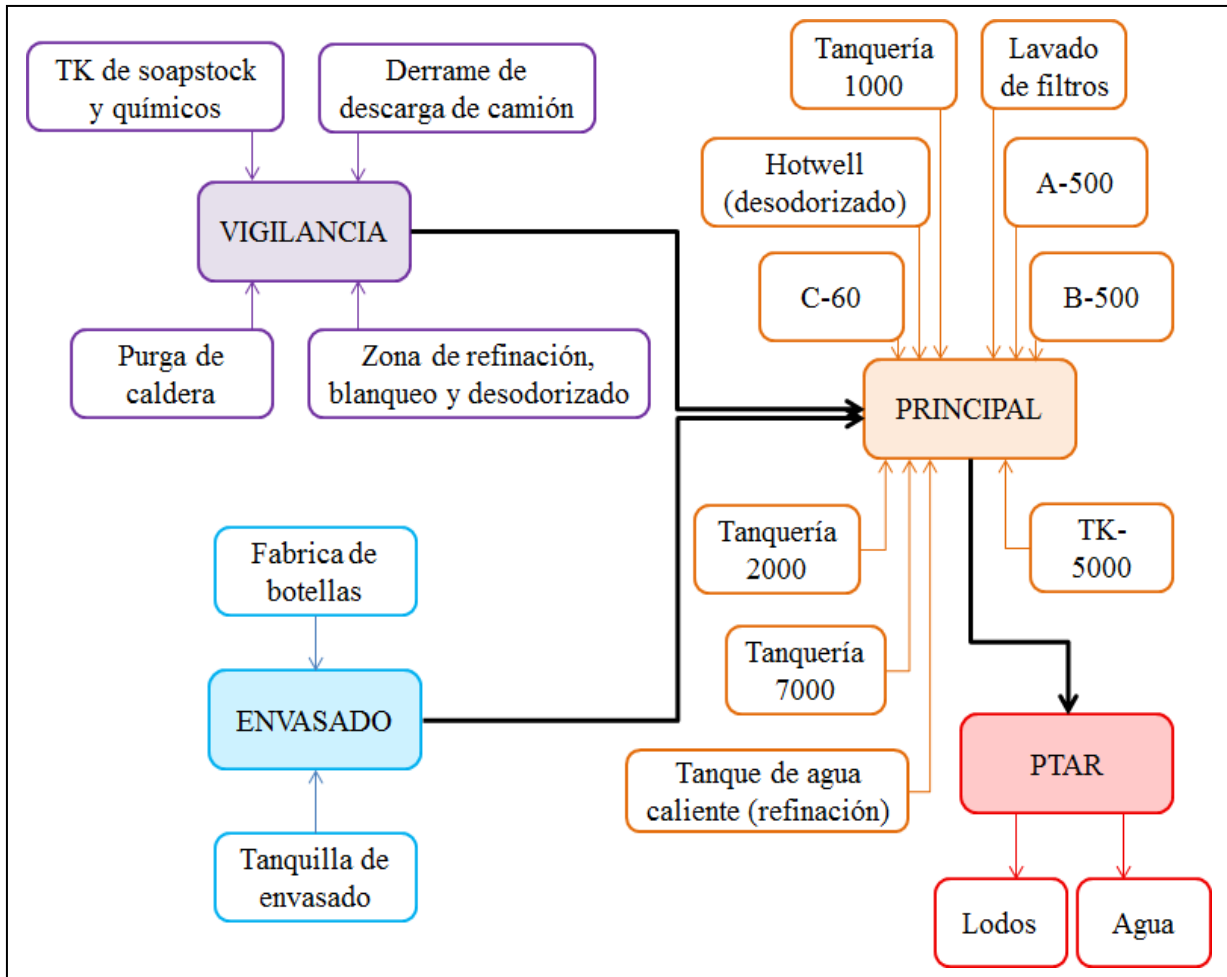


Figura 10: Diagrama de flujo de las principales fuentes del agua tratada en PTAR y su distribución en las trampas de aceite. Fuente: Castillo, A(2013)

5.1.1.2. Proceso de clarificación de las aguas residuales

El agua es sometida a una serie de tratamientos físicos, químicos y biológicos, para cumplir con la legislación nacional. Este proceso al cual es sometida el agua se puede observar en la siguiente figura y posteriormente es detallado.

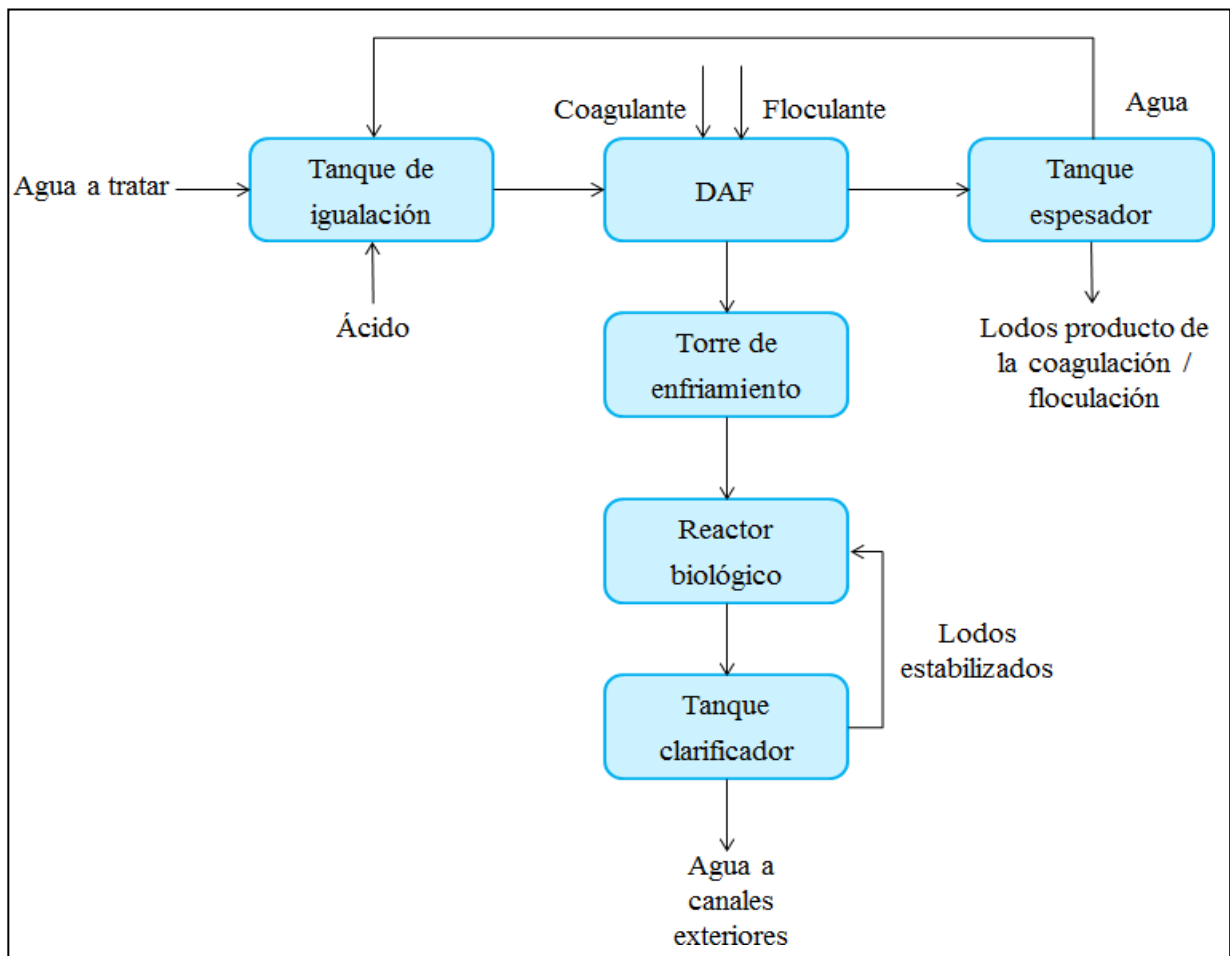


Figura 11: Diagrama de bloque del proceso en PTAR. Fuente: Castillo, A(2013)

Tanque de Igualación: consiste en la homogenización de los efluentes que entran en la planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR), llevando un control estricto del PH entre 6.5 a 8.5, ya que el agua que entra a este tanque de igualación (TK-10001) es aproximadamente PH de 11 a 12, si por alguna razón este PH no se mantuviera no se podría llevar a cabo los demás procesos de la planta, ya que no se suministra una cierta cantidad de ácido clorhídrico para mantenerlo en el rango de control, en el caso que el PH sea bajo la acción a tomar es suministrar una cierta cantidad de soda caustica. Este tanque cuenta con una capacidad de 161m³, y un aireador encargado de mantener la temperatura en la salida del tanque de igualación en 40C y una bomba centrífuga se encarga de enviar agua del tanque de igualación al serpentín del Daf donde se efectúa la floculación. (Tomado del Manual de procedimientos).



Figura 12: Tanque de igualación de PTAR. Imagen tomada por el autor. (2019).

Floculación: Es un proceso en donde el agua que proviene del tanque de igualación con las características ya definidas, se le suministra Sulfato de aluminio con el fin de romper las cadenas de grasas contenidas en el agua a un PH de 5 a 5.5 con la ayuda de un serpentín, si el PH de entrada difiere de este rango no se produce floculación por ende el PH del tanque de igualación debe ser controlada estrictamente, después de pasar por el sulfato de aluminio, el flujo entra al proceso de mezclado de floculación en donde se le agrega un polímero a 1% que permite aumentar y agrupar el tamaño del floculo durante 10 minutos de residencia ayudado por un serpentín que mantiene el flujo homogéneo. (Tomado del Manual de procedimientos).



Figura 13: Serpentín del DAFTK-10002(Flotación por aire disuelto).

Imagen tomada por el autor. (2019).

DAF (Flotación por aire disuelto): Separa como tal la grasa contenida en el agua de proceso después de formarse la floculación, está compuesto por una bomba White wáter (Bomba de recirculación y aireadora) que se encarga de elevar hacia la superficie el lodo formado para recuperarlo mediante la acción de un barre lodo , este lodo recuperado es enviado por gravedad a un tanque espesador, para luego ser vendido como grasa de tanquería. El agua tratada es enviada hacia el reactor biológico para su posterior tratamiento. (Tomado del Manual de procedimientos).



**Figura 14: DAF TK-10002 (Flotación por aire disuelto) en PTAR.
Imagen tomada por el autor. (2019).**



Figura 15: Tanque espesador en PTAR. Imagen tomada por el autor. (2019).



Figura 16: Torre de enfriamiento en PTAR. Imagen tomada por el autor. (2019).

Reactor Biológico: está compuesto por bacterias, que una vez se ha eliminado la mayor cantidad de aceites y grasas en el reactor físico-químico, se encargan mediante un proceso biológico en consumir las impurezas contenidas en el agua de proceso. El reactor biológico consta de dos (2) aireadores que se encargan de generar el oxígeno (1 a 2.5mg/l) necesario para la vida de las bacterias a un PH de 6 a 7. El agua de proceso de entrada proviene del reactor biológico, una vez que se disminuye su temperatura de 40C a 32C en la torre de enfriamiento. Gracias a la Biodegradación orgánica por la preponderancia de una fase de respiración endógena, se origina un lodo estabilizado y de bajo volumen. (Tomado del Manual de procedimientos).



Figura 17: Reactor Biológico en PTAR. Imagen tomada por el autor. (2019).

Clarificador: Después que es eliminada toda la cantidad de grasa y aceites que posee el agua de proceso, se procede a eliminar la cantidad de lodos originados en el reactor biológico, mediante la recolección de lodos livianos alojados en la superficie del tanque clarificador, por rebose cae el agua ya clarificada en una canal. El tanque clarificador consta de un compartimiento circular y un barre lodos, que permite atrapar los lodos livianos; posee una recirculación de lodos hacia el reactor biológico mediante un sistema de presión de aire suministrado en la tubería principal del clarificador. (Tomado del Manual de procedimientos).



Figura 18: Tanque clarificador en PTAR. Imagen tomada por el autor. (2019).

Canalizador Final: El agua ya tratada cae directamente del clarificador hacia la canalización final a un caudal de 5lts/s a 6lts/s. A un PH de 6 a 9, en donde se comprueban las características exigidas por el Ministerio del ambiente y los recursos naturales no renovables y demás decretos vigentes, en cuanto a PH y cloro. (Tomado del Manual de procedimientos).



Figura 19: Canalizador Final en PTAR. Imagen tomada por el autor. (2019).

El proceso de la clarificación de las aguas residuales, requiere de operadores capacitados que trabajan por turnos las 24 horas del día; comenzando el primer turno de 6am a 2pm luego el segundo turno de 2pm a 10 pm y el tercer turno de 10 pm a 6 am. Este proceso requiere la utilización de ciertos productos químicos, como son: el ácido clorhídrico, Polímeros, Sulfato de aluminio y la soda caustica, con la finalidad

de cumplir con los parámetros exigidos por **las normas de clasificación y control de calidad de las aguas de la cuenca del lago de Valencia**, (Gaceta oficial N 5.305 Extraordinario del 1 febrero de 1999) del decreto 3219 del 13 de enero de 1999 en el artículo 36 de la sección IV: Descarga al lago de Valencia y a la red hidrográfica tributaria. La utilización de estos productos químicos requiere una inversión de un alto costo económico, en especial con el ácido clorhídrico, ya que es el principal componente de más uso como se ha observado en los últimos 3 meses:

5.1.2- Gastos y costos en los productos químicos utilizados en los meses de abril, mayo y junio en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales en Cargill Planta Valencia.

Abril				
Material	Cantidad	Unidad	Costo unitario	Costo mes
Ácido Clorhídrico	255 Tambores	220kg x 255T	750\$	191.250 \$
Polímero	16 Tambores	220kg x 16T	1.320\$	21.120 \$
Sulfato de aluminio	4 Varitanque	1000kg x 4V	450\$	1.800 \$
Soda Caustica	Un (1) Varitanque	1000kg x 1V	32\$	0,48\$
Total Material				214.170,48\$

Tabla N2: Realizado por el autor y datos administrados por la empresa Cargill de Planta Valencia.

Mayo				
Material	Cantidad	Unidad	Costo unitario	Costo mes
Ácido Clorhídrico	257 Tambores	220kg x 257T	750\$	192.750 \$
Polímero	14 Tambores	220kg x 14T	1.320\$	18.480 \$
Sulfato de aluminio	4 Varitanque	1000kg x 4V	450\$	1.800 \$
Soda Caustica	Un (1) Varitanque	1000kg x 1V	32\$	0,98\$
Total Material				213.030,98\$

Tabla N3: Realizado por el autor y datos administrados por la empresa Cargill de Planta Valencia.

Junio				
Material	Cantidad	Unidad	Costo unitario	Costo mes
Ácido Clorhídrico	260 Tambores	220kg x 255T	750\$	195.000 \$
Polímero	14 Tambores	220kg x 16T	1.320\$	18.480 \$
Sulfato de aluminio	4 Varitanque	1000kg x 4V	450\$	1.800 \$
Soda Caustica	Un (1) Varitanque	1000kg x 1V	32\$	1.76\$
Total Material				215.281.76\$

Tabla N4: Realizado por el autor y datos administrados por la empresa Cargill de Planta Valencia.

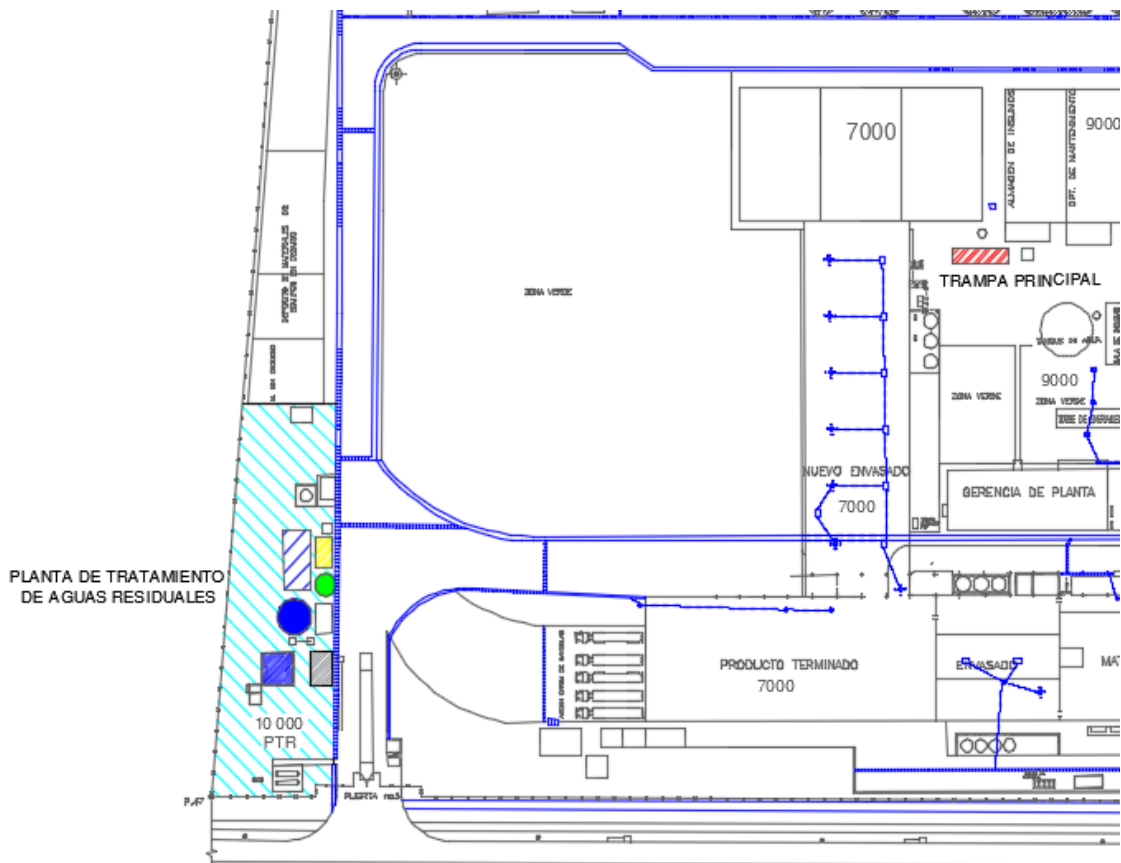


Figura 20: Vista planta de la Planta de tratamiento de aguas residuales y de la Trampa principal.

Fuente: Archivos Planotech del departamento de mantenimiento.

5.1.3-Entrevista no estructurada realizada, a los operadores de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) de Cargill Planta Valencia.

Entendiendo como funciona el proceso de la clarificación de las aguas residuales en PTAR, se realizó una entrevista no estructurada a cada operador, realizando preguntas relacionada con el proceso de clarificación, con la finalidad de determinar las causas del problema a resolver.

Se realizó la entrevista a 3 operadores, cada uno de diferentes turnos, y como las respuestas a las preguntas que se le realizaron, individualmente fueron semejantes o parecida en su totalidad, se determinó unificarlas por similitud de contenido.

¿Cuáles son los procedimientos de arranque en la planta de tratamiento de aguas residuales?

-Verificar que el reactor biológico TK-10003 este operativo, tomar medición del volumen de lodo que debe ser aproximadamente de 300ml a 600ml, chequear que los aireadores A-10003A y A-10003B estén funcionando correctamente.

-Preparar la solución de sulfato de aluminio en el tanque TK-10007, con 1000 litros de sulfato de aluminio diluido en 1000 litros de agua.

-Preparar la solución de polímero Bioflowr 774L con 2 litros disueltos en 2000 litros de agua en el tanque TK-10010.

-Arrancar el aireador A-10001A del tanque de igualación TK-10001 desde la botonera del equipo pulsando el selector ON.

-Encender la bomba P-10001A del tanque de igualación TK-10001 desde la botonera del equipo, antes las válvulas de succión y descarga deben de estar completamente abierta.

-Abrir completamente la válvula de recirculación del tanque de igualación TK-10001, para evitar la entrada de flujo hacia el DAF TK-10002, hasta estabilizar el PH en un rango de 6.5 a 8.

-Tomar la medida del PH en la salida del tanque de igualación TK-10001, si es mayor al rango de (7 – 8) dosificar ácido clorhídrico con la bomba P-10007 e ir midiendo con el Phmetro y cuando se encuentre dentro del rango, dejar de suministrar ácido clorhídrico.

-Una vez que el PH este controlado, abrir la válvula manual que permite la entrada del flujo de proceso al DAF TK-10002, y cerrar completamente la recirculación del tanque de igualación TK-10001. Asegurarse que las bombas de suministro de sulfato de aluminio P-10002A y polímero P-10010B estén operativa y dosificando correctamente.

-Después de haber verificado que el agua tratada esté en condiciones óptimas, cerrar completamente la válvula manual de recirculación hacia el tanque de igualación TK-10001 y abrir completamente la válvula de entrada de agua al reactor biológico TK-10003.

-Una vez que la planta esta arrancada según los pasos anteriores, verificar todas las variables del proceso como PH, Turbidez, Volumen de lodo, temperatura, caudal, lo cual deben estar dentro del rango especificado en la hoja de control de ensayos de PTAR.

Tabla N5: Entrevista no estructurada realizada por el autor y datos adquiridos por los operadores de PTAR.

¿Cuáles son los procedimientos para determinar el pH del agua en la planta de tratamiento de aguas residuales?

- Tomar la muestra del agua para analizar en aproximadamente 100ml de un envase plástico.
- Chequear que el Phmetro este calibrado, limpiando bien el electrodo e introducirlo en la solución de buffer , si el instrumento indica un pH diferente a 7 llevar la aguja indicadora del instrumento hasta la posición 7 de la escala, también se aplica para el buffer 4 y 10.
- Después que el instrumento este correctamente calibrado retirar el electrodo de la solución con Buffer y limpiarlo con abundante agua, luego secarlo con paño limpio y seco.
- Introducir el electrodo del Phmetro en la muestra tomada y agitar suavemente.
- Apreciar directamente en la escala graduada el valor del Ph de la muestra
- Después de haber tomado la lectura correspondiente, retirar el electrodo de la muestra e introducirlo en una solución líquida para mantenerlo calibrado.

Tabla N6: Entrevista no estructurada realizada por el autor y datos adquiridos por los operadores de PTAR.

¿Cuál es el procedimiento para medir la turbidez en la salida del DAF?

- El procedimiento se realiza por medio de una prueba de jarra: se toma una muestra del agua dosificada de coagulante efluente del serpentín, luego se deja mezclar por varios minutos, se reduce la velocidad de mezclado, se le agrega un floculante, mezclando lentamente.
- Luego se detiene el mezclado y se deja sedimentar la muestra, esto dura varios minutos. Una vez sedimentada se toma una muestra del agua ya clarificada y se mide la turbidez por medio de un turbidímetro, para determinar que se cumpla con los parámetros de turbidez deseados.

Tabla N7: Entrevista no estructurada realizada por el autor y datos adquiridos por los operadores de PTAR.

¿Cuántos tambores de ácido clorhídrico dosifican en el tanque de igualación por día?

-Dependiendo de la medida que nos dé el Phmetro en la entrada del tanque de igualación: Si el pH esta entre 13,2 a 12,5 se usa aproximadamente 4 tambores por turno, si es de 10, 5 a 11,6 se usa 1,5 de tambores.

Tabla N8: Entrevista no estructurada realizada por el autor y datos adquiridos por los operadores de PTAR.

¿Cuántos tambores de Polimero bioflowr 774L usan para la dosificación al serpentín?

-Dependiendo de la calidad del producto (a veces viene menos espeso y eso dificulta que atrape las grasas) y de la cantidad de grasa efluente de la trampa principal, se usa aproximadamente más de medio tambor diario.

Tabla N9: Entrevista no estructurada realizada por el autor y datos adquiridos por los operadores de PTAR.

¿Cuántos litros de Sulfato de aluminio dosifican en el serpentín?

-Una vez que se arranca el DAF y que se cumpla con los parámetros de la salida del Tanque de igualación TK-10001 (6.5 a 8 de pH), dosificamos un litro por 3.5 segundos en el serpentín.

Tabla N10: Entrevista no estructurada realizada por el autor y datos adquiridos por los operadores de PTAR.

Interpretación:

Tratar las aguas residuales siguiendo los pasos mencionados, requiere de mucha atención y mucho tiempo de recorrido en la revisión del todo el sistema, por parte del operador de turno, permitiendo esto una alta probabilidad de que ocurra ciertos y determinados cambios de los niveles de pH en el Tanque de igualación TK-10001, mientras que el operador realiza otras actividades dentro de la planta de tratamiento, como observar la clarificación del aguas en el DAF TK-10002 o la acumulación del lodo en el Tanque Espesador TK-10006 entre otra actividades ya mencionadas en la entrevista. Este proceso se repite cuatro (4) veces por turno, por lo que aproximadamente cada hora se registran los niveles de alcalinidad/acides de la entrada y salida del Tanque de Igualación TK-10001. Esto conlleva a un gasto innecesario en la dosificación de ácido clorhídrico.

Tabla N11: Interpretación de la entrevista no estructurada realizado por el autor.

5.1.4.- Ficha de observación directa en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) en Cargill Planta Valencia.

Por medio de este método de investigación, se realizó una ficha de observación de las actividades que se realizan durante el proceso de clarificación de las aguas residuales con la finalidad de detectar las causas que generan el consumo excesivo de los productos químicos.

Ficha de observación de factores diagnosticados en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) en Cargill Planta Valencia.

Factores Diagnosticados	Bueno	Regular	Malo	Observación
Revisión del inventario de tambores en el almacén de productos químicos.	X			-El almacén tiene una capacidad de almacenar hasta 90 tambores de ácido Clorhídrico, 20 de Polímero, 6 varitanques de sulfato de aluminio y 2 de soda caustica
Revisión del inventario de productos químicos en la base de operaciones PTAR.	X			-Se almacena 12 tambores de ácido Clorhídrico, 8 de Polímero, se vacía 4 varitanques al mes aproximadamente en el tanque de sulfato de aluminio TK-10007 y un varitanque de soda caustica.
Mantenimiento de la infraestructura en PTAR		X		-Detalles en el volado del techo en el almacén de ácido clorhídrico, Fisura en el puente del tanque clarificador, soporte flojo de la base de la bomba neumática p-10010A (nota: Estos detalle ya han sido reportados al departamento de mantenimiento por el supervisor)
Mantenimiento del controlador lógico programable (PLC)	X			-Se realizan mantenimiento eléctrico cada 5 meses.
Cronograma de paradas en PTAR		X		-Se realizan paradas de planta en caso de alguna modificación en la infraestructura, equipo, o si hay descarga de tambores de ácido clorhídrico en el almacén de productos químicos. Con respecto al último se hacen descarga del producto 3 veces al mes.
Comunicación por radiotransmisor		X		

Tabla N12: Factores diagnosticados del proceso de clarificación de las aguas residuales en PTAR. Realizado por el autor.

Factores Diagnosticados	Bueno	Regular	Malo	Observación
Situación de la trampa principal durante el proceso de clarificación.			X	-En el manual de procedimiento no incluye como tratar las aguas residuales en la fosa 2; dependiendo de la situación, el operador puede chequear el pH manualmente o si está en la base de operaciones de PTAR y se requiere de un vaciado inmediato en la fosa 2, se le informa de la situación al operador solo por observación directa sin medir el pH.
Cumplimiento con las normas de seguridad en la manipulación del Ácido Clorhídrico	X			-Estrictamente se debe hacer uso del equipo de seguridad tanto para operarios en caso de manipulación de ácido clorhídrico, como para el personal empleado en caso de hacer registro del inventario, manteniendo cierta distancia.
Capacitación del personal operario	X			
Cumplimiento de los parámetros en PTAR	X			
Check list diario de cumplimiento de orden	X			-Se registra en una hoja de control de PTAR, los resultados dentro o fuera de los parámetros, obtenidos durante el proceso.

Tabla N13: Factores diagnosticados del proceso de clarificación de las aguas residuales en PTAR. Realizado por el autor.

Representacion Grafica de los factores diagnosticados del proceso de clarificacion de aguas residuales en PTAR

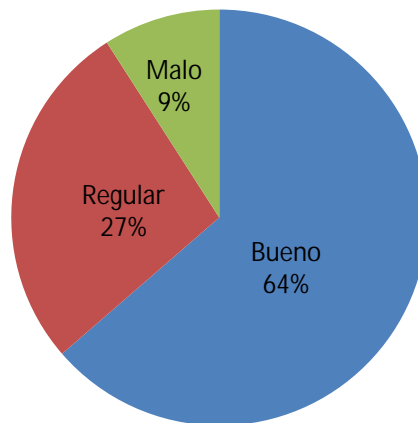


Grafico 1: Factores diagnosticados del proceso de clarificación de las aguas residuales en PTAR. Realizado por el autor (2019)

El diagnostico revelo que el proceso de la clarificación de las aguas residuales tiene un bajo porcentaje en factores negativos. Sin embargo, este factor se debe tratar por ser unas de las causas del consumo excesivo del ácido clorhídrico, durante el proceso de la clarificación de las aguas residuales.

5.1.5- Análisis de los resultado obtenidos por medio de la entrevista no estructurada y de una ficha observación directa.

Por medio de la observación directa se registró otras de las causas del consumo excesivo del ácido clorhídrico, con respecto a la trampa principal, ya que se desconoce cuál es exactamente la situación del nivel de pH en la fosa 2 durante el

proceso de la clarificación, pues las aguas residuales efluentes de las tanquerías y de las otras trampas, vienen mezcladas con soda caustica la cual aumenta los niveles de alcalinidad del agua y estas al pasar por un proceso de separación de grasa por el barre lodo de la trampa principal, automáticamente es succionada por la bomba, almacenándolas en la fosa 2.

A medida que aumenta el nivel del agua en la fosa 2, se activa una bomba que succiona el agua con menos grasa para llevarla al tanque de igualación TK-10001, este proceso puede ocurrir en cualquier momento o incluso durante el proceso de la clarificación del agua en la planta. Es posible que si se mejora el registro de pH en la fosa 2, el proceso de la clarificación en el tanque de igualación TK-10001 puede mejorar, reduciendo la dosificación del ácido clorhídrico, controlando el nivel de pH y evitando paradas innecesarias de la planta.

Haciendo uso de la entrevista no estructurada se logró determinar que otras de las causas del consumo excesivo del ácido clorhídrico es debido al método de medición de pH en el tanque de igualación el cual es muy prolongado, y con respecto a los otros productos como el polímero y el sulfato de aluminio, se determinó que deben ser tratadas las grasas efluente de la trampa principal, pues a menor grasa, menos consumo de polímero y sulfato de aluminio.

A continuación se realiza una visualización del diagrama de Ishikawa, según las causas del alto consumo de químicos en PTAR, que se detectaron durante la investigación por medio del uso de la entrevista no estructurada y la ficha de observación:

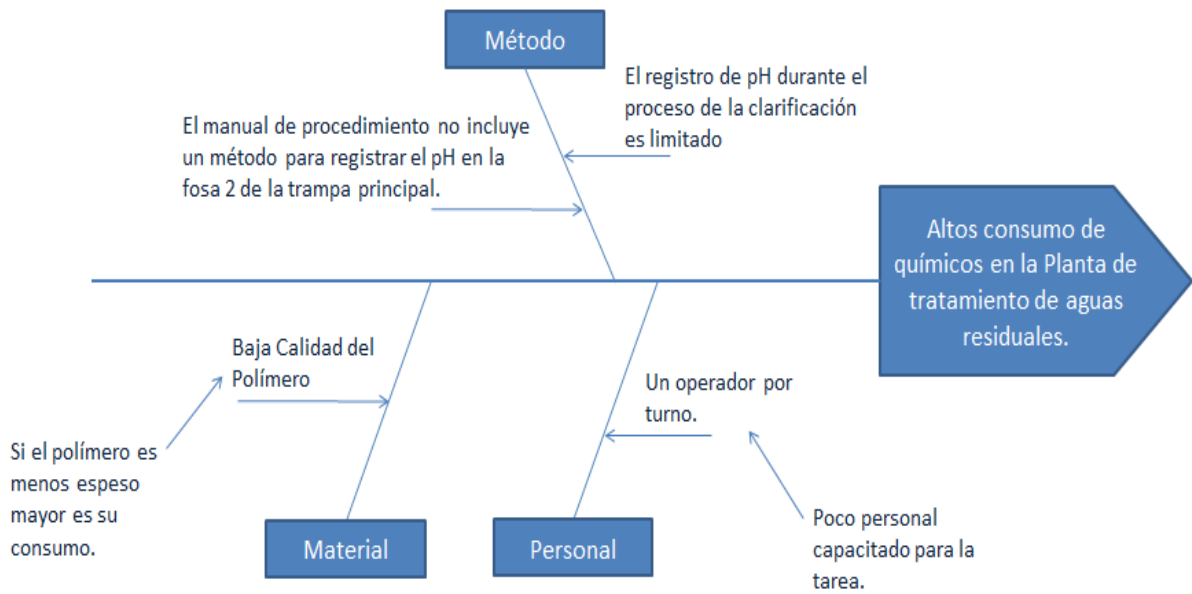


Figura 21: Diagrama de causa y efecto, realizado por el autor. (2019)

Esta investigación se expuso en una reunión de ACR (análisis causas raíz) por parte del gerente del proceso, el supervisor de servicios industriales y pasantes en el departamento de proceso. Tomando en cuenta las opiniones de los operadores, se determinó que se requiere de una mejora continua, usando como herramienta el software WonderWare instalado en un ordenador que se conecta directamente con el PLC (Controlador programable lógico) en la base de operaciones de PTAR, para la implementación de nuevos equipos de medición automática, con el propósito de tener registros automáticos de los niveles de pH, temperatura y turbidez en tiempo real registrados en el software WonderWare e integrando en el sistema a los operadores, reduciendo el trabajo de campo y mejorando el proceso de clarificación.

Para la integración de los nuevos equipos de medición Endress Hauser en el WonderWare, se requerirá de una actualización del PI&D de la Planta de tratamiento de aguas residuales, con el propósito de hacer un registro documental del nuevo proceso y usarlo como material de apoyo para la integración de los equipos en el WonderWare, una vez revisado por el supervisor de servicios industriales y aprobado por el gerente de proceso, se expone la propuesta en el departamento de gerencia.

5.2 Fase II: Evaluación técnica de los equipos e instrumentos estandarizarlo a la norma ISA S5.1.

La empresa Cargill de planta Valencia, realizo una adquisición de equipos de automatización utilizados para medir diferentes parámetros en determinados procesos industriales como por ejemplo: Clarificación de las aguas residuales en la empresa Cargill Planta Valencia; La empresa escogida fue Endress Hauser, por ser esta una empresa especializada y dedicada a la producción de instrumentos de automatización como son: Medidores de flujo, medidores de presión, temperatura, nivel de líquido, pH, Turbidez, caudal etc. Esta empresa ofrece equipos de gran durabilidad y rendimiento al igual que otras empresa del ramo, pero aún menor costo de adquisición, además la empresa Endress hauser es pionera en tecnología digital con la aplicación del software smarblue o en este caso WonderWare. Ofrece servicios técnicos para la instalación de los equipos o permiten la instalación de los mismos bajo responsabilidad del cliente.

Durante la planificación para las instalaciones de los nuevos equipos se tomó en consideración, el uso de recursos propios de la empresa, debido a que las cotizaciones para la instalación de estos equipos dieron un valor aproximado de 2.387,79 \$, se decidió utilizar el personal técnico de mantenimiento y el personal operario de PTAR para la instalación y cableado de los equipos de medición; de esta manera la empresa se ahorra el costo de la instalación.

5.2.1:-Tabla de evaluación técnica de los equipos de medición Endres Hauser.

En esta Fase se realizó una evaluación de los equipos de medición Endress Hauser disponibles en el almacén de repuestos de Cargill planta Valencia, tomando como base las especificaciones técnicas exigidas para el proyecto, con la finalidad

de comprobar si cumplen con la condiciones, para la adaptación en el proceso de clarificación de aguas residuales.

Criterio a evaluar	Cumple/No cumple	Observación
Especificación técnica.		
Medidor de pH CAP250 Endress Hauser		
Sensor de pH CPS71	SI	Tiene la capacidad de medir el pH en 1-14
Conexión directa al PLC	NO	Se requiere de una conexión directa al transmisor modelo M CM442 Endress Hauser, para la conexión al PLC.
Resistencia a las condiciones ambientales	SI	Puede soportar una temperatura de hasta Max 80°C (176°F)
Resistencia a la corrosión	SI	Su material está hecho a base de polipropileno
Monitor de pantalla digital	NO	Solo se puede visualizar el registro de pH en tiempo real en el transmisor M CM 422
Medidor de turbidez CYA 251 Endress Hauser		
Sensor de turbidez CUS51D	SI	Rango de medición de 0 a 50 NTU (mg/l)
Conexión directa al PLC	NO	Se requiere de una conexión directa al transmisor modelo M CM442 Endress Hauser, para la conexión al PLC.
Resistencia a las condiciones ambientales	SI	Puede soportar una temperatura de hasta Max 50°C (122°F)
Resistencia a la corrosión	SI	Su material está hecho a base de polipropileno

Tabla N14: Realizado por el autor (2019).

Criterio a evaluar	Cumple/No cumple	Observación
Especificación técnica.		
Transmisor M CM442 Endress Hauser		
Monitor de pantalla digital	SI	Revela todos los parámetros, dependiendo del equipo al que esté conectado y es de una interfaz de uso intuitivo
Almacenamiento de memoria digital	SI	Posee un SD capaz de guardar los registros de pH, turbidez, temperatura entre otras, en tiempo real. También tiene la capacidad de enviar la memoria almacenada a un ordenador, ya sea por wifi o conexión directa.
Conexión directa al PLC	SI	La conexión directa se realiza por medio de un cable de medición CYK10.
Conexión directa con varios equipos de medición	SI	Posee 8 canales: 4 de entrada y 4 de salida.
Resistencia a las condiciones ambientales	SI	Su diseño robusto hecho de Policarbonato, permite soportar entornos difíciles con interferencias electromagnéticas.

Tabla N15: Realizado por el autor (2019).

Interpretación:

Se revisó detenidamente cada uno de los equipos, confirmando si son aptos para la integración al proceso de la clarificación de las aguas residuales y tomando en cuenta la condición actual de la planta de tratamiento, se determinó que cada equipo de medición Endress Hauser, mencionado en las especificaciones técnicas, cumplen con las condiciones exigidas para la automatización de la Planta de tratamiento de aguas residuales, pues estos equipo pueden facilitar un registro de pH, temperatura y turbidez en tiempo real y almacenar su registro, lo cual nos da la garantía de mejorar el proceso de clarificación de agua, reduciendo la labor en el campo, integrando a los operadores al sistema y mejorando el uso del ácido clorhídrico, permitiendo el mantener un parámetro de 9.8 a 10.5de ph, estimando la reducción del uso de cuatro tambores por turno a uno por turno.

Tabla N16: Interpretación de la evaluación técnica de los equipos de medición Endress Hauser Realizado por el autor (2019)

5.2.2:-Ubicación propuesta de los equipos de medición Endress Hauser.

De acuerdo con los resultados de la evaluación, se instalarán los equipos de medición, según diversas opciones y determinadas posiciones:

Serán ubicados dos transmisores M CM442 de marca Endress Hauser, en la base de operaciones de PTAR y en la trampa principal al lado del PLC. Tres equipos de medición de pH y temperatura de marca Endress Hauser Flowfit CAP250 se ubicaran en la salida del tanque de igualación TK-10001, en la salida de la fosa 2 de la trampa principal y en la entrada del serpentín del DAF TK-10002, seguido de un equipo de medición de turbidez marca Endress Hauser Flowfit CYA251 que se instalara en la salida del DAF TK-10002.

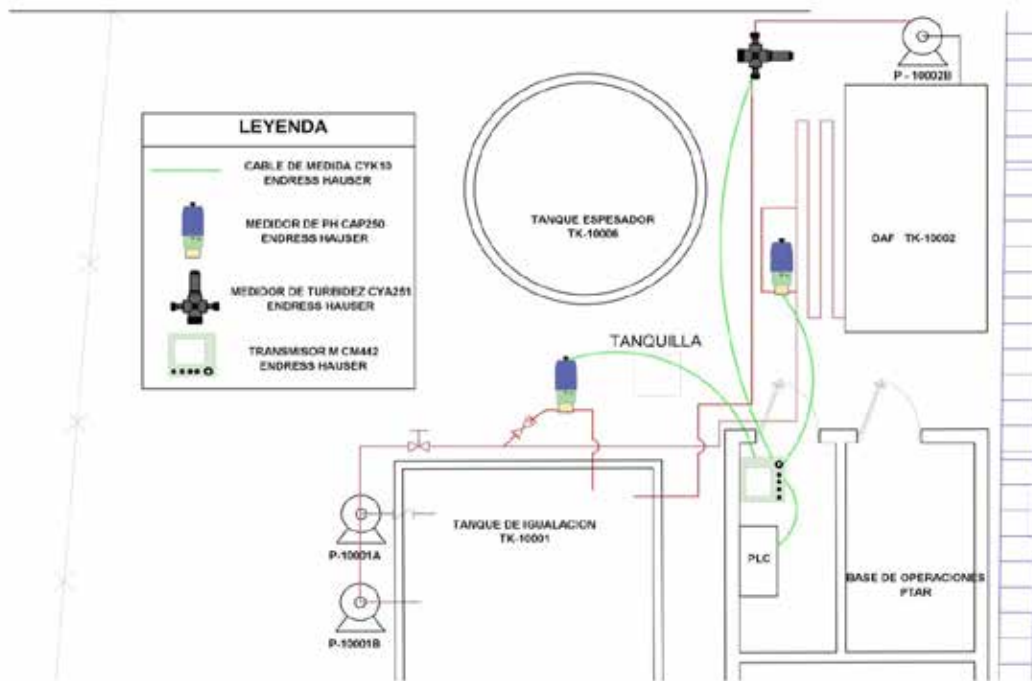


Figura 22: Ubicación propuesta de los equipos de medición Endress Hauser en la Planta de tratamiento de aguas residuales. Layout realizado por el autor (2019).

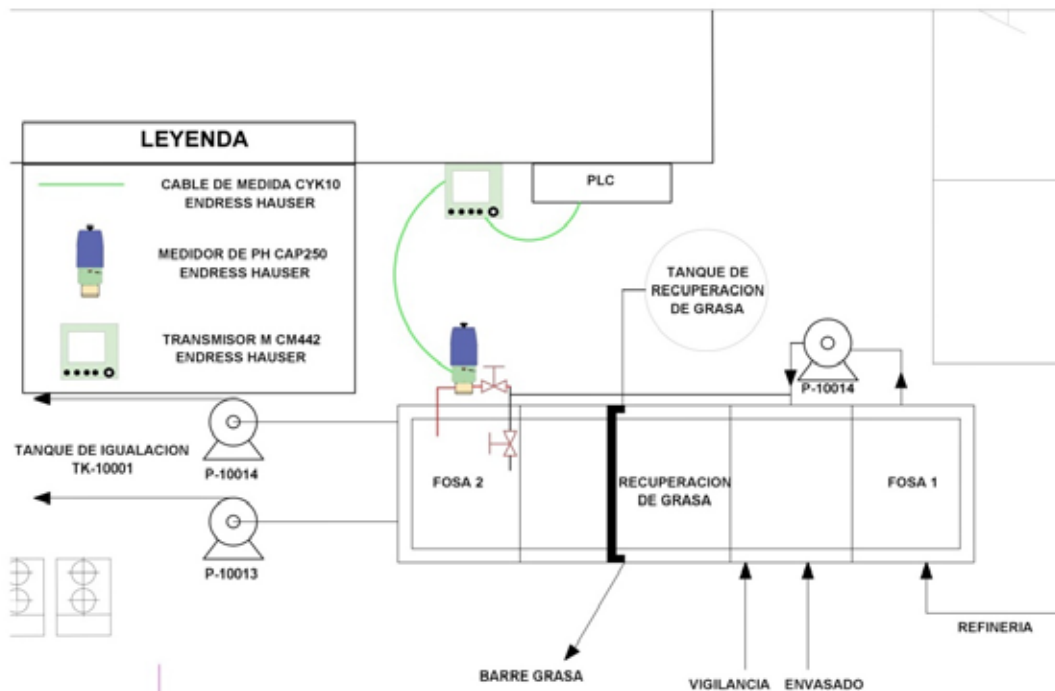


Figura 23: Ubicación propuesta del medidor de pH CAP250 en la fosa 2 de la trampa principal y del transmisor M CM442 Endress Hauser al lado del PLC frente a la trampa principal. Layout realizado por el autor (2019).

5.2.3-Montura del Transmisor M CM442 según el manual de instrucciones.

Se definió que se debe instalar 2 transmisores M M442: Uno en la base de operaciones de PTAR y el otro en la Trampa Principal. Su instalación será de montura a la pared. El transmisor viene equipado con una pletina de soporte, de fácil instalación.

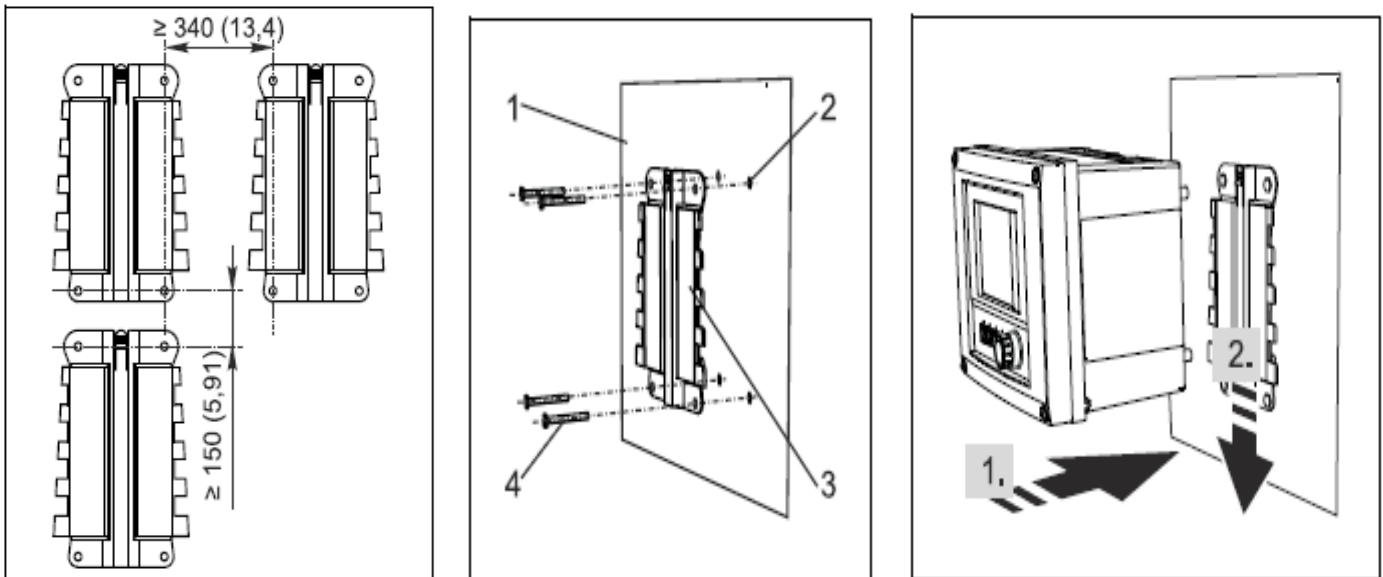


Figura 24: Dimensión del soporte y Montura a pared del transmisor M CM442.

Manual de instrucciones Transmisor M CM442

Primero se comenzara en la base de operaciones de PTAR, una vez terminada la instalación del soporte y la montura del transmisor M MC442, se procederá a instalar tubos conduit de 3/4" desde la base de operación de PTAR hasta la salida del tanque de igualación TK-10001 y canalizar los cables de medición CYK10. De igual manera se procederá a instalar el otro Transmisor M CM442 en la trampa principal frente a la fosa 2, una vez terminadas las instalaciones de los equipos de medición CAP250 en PTAR.

5.2.4-Montura del portasonda en el proceso y detalles técnicos según el manual de instrucciones Flowfit CAP250.

Para el modelo CPA250 existen Tres tipos de montaje para sensores y limpieza:

1-Para que circule fluido por el bypass, la presión p_1 debe ser superior a la presión p_2 . Por consiguiente, deberá instalarse una placa de orificio o una válvula de estrangulación en la tubería principal.

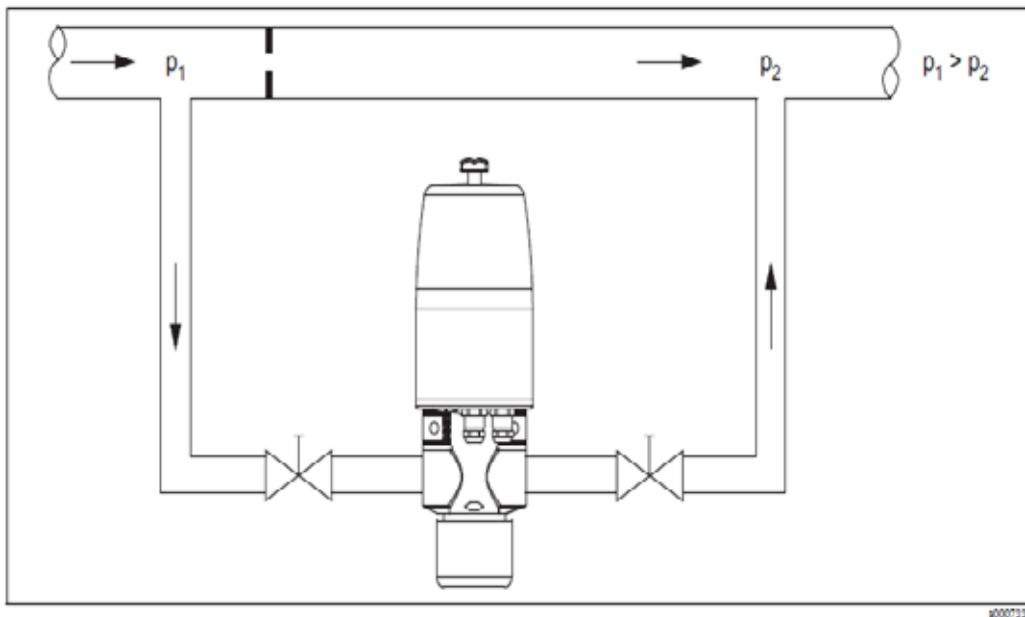


Figura 25: Ejemplo de la instalación con bypass y placa de orificio en el conducto principal.

Fuente: Manual de instrucciones Flowfit CPA 250

2-Alternativamente, puede instalar una bomba de compresión en el de Bypass para producir la presión necesaria.

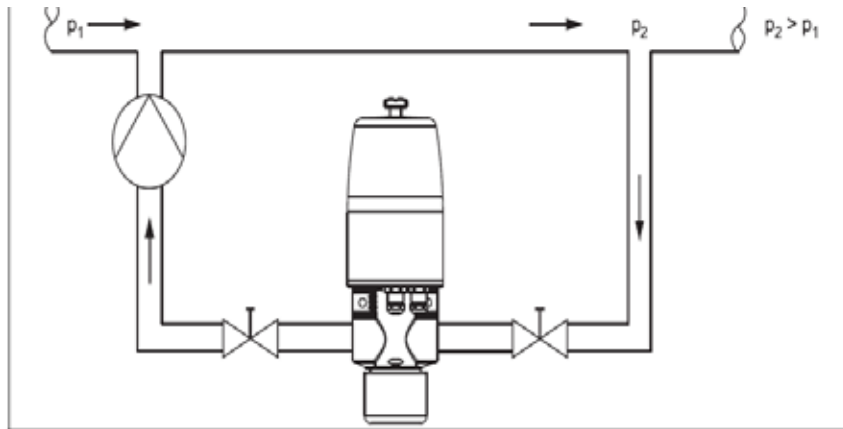


Figura 26: Ejemplo de la instalación con bypass y bomba de compresión.

Fuente: Manual de instrucciones Flowfit CPA 250

3-En el caso de una instalación con salida abierta, no se precisa ningún procedimiento para aumentar la presión.

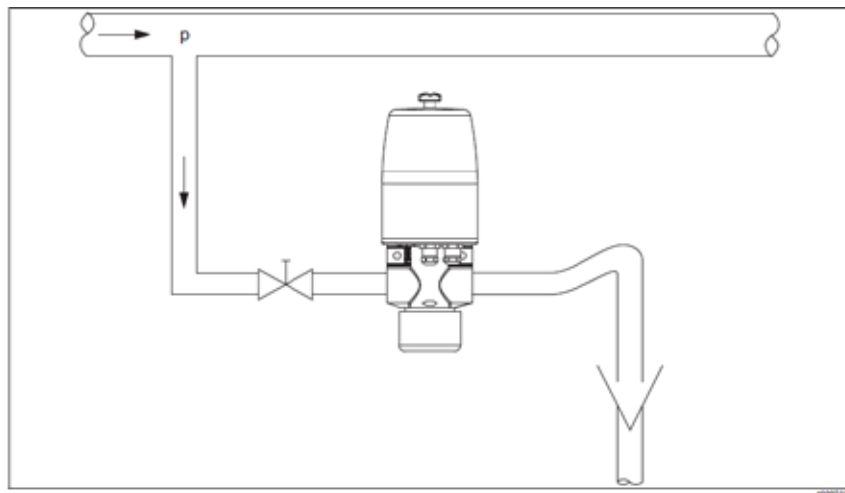


Figura 27: Ejemplo de instalación con salida abierta. Fuente: Manual de instrucciones Flowfit CPA 250

5.2.4.1-Propuesta de montura del portasonda con salida abierta en la salida del Tanque de igualación TK-10001.

Para la instalación del modelo CPA250, al tanque de igualación TK-10001, se le aplicara la instalación con salida abierta, usando tubería de tres cuartos de pulgada (3/4”) PVC, una válvula de corte adaptada a la salida del tanque de igualación TK-10001, un soporte de acero carbonado con dos abrazaderas, seguido de una conexión al Transmisor M CM442 con un cable de medida CYK10 Endress Hauser a modo de prueba, comparando el registro de pH con un phchimetro (peachimetro) manual, con el registro de pH reflejado en el transmisor, y verificando que se cumplan en ambos las mismas condiciones ph. Terminando la prueba se hará la conexión del transmisor al PLC.



Figura 28: propuesta ilustrada de instalación con salida abierta en la salida del tanque de igualación TK-10001. Fuente: Realizado por el autor(2019)

5.2.4.2-Propuesta de montura del portasonda con Bypass de la entrada al serpentín del DAF TK-10002.

Para la entrada al serpentín se debe dismantelar y desconectar el phchimetro (peachimetro) manual eléctrico, tuberías PVC de tres cuartos de pulgada (3/4”) y válvulas plástica señalado en la figura 27.



Figura 29: Propuesta de dismantelamiento de tuberías y válvulas, instalados en el serpentín. Fuente: Realizado por el autor(2019)

Reemplazándolas con nuevos instrumentos industriales de la misma descripción e instalando el medidor de pH CAP250. Luego se debe conectar con un cable de medida CYK10, al transmisor M CM442 a modo de prueba, tomando una muestra de la salida del serpentín determinando su pH y compararlas con el registro de pH visualizado en el Transmisor M CM442.



Figura 30: Propuesta ilustrada de la instalación con Bypass en la entrada del serpentín del DAF TK-10002. Fuente: Realizado por el autor(2019).

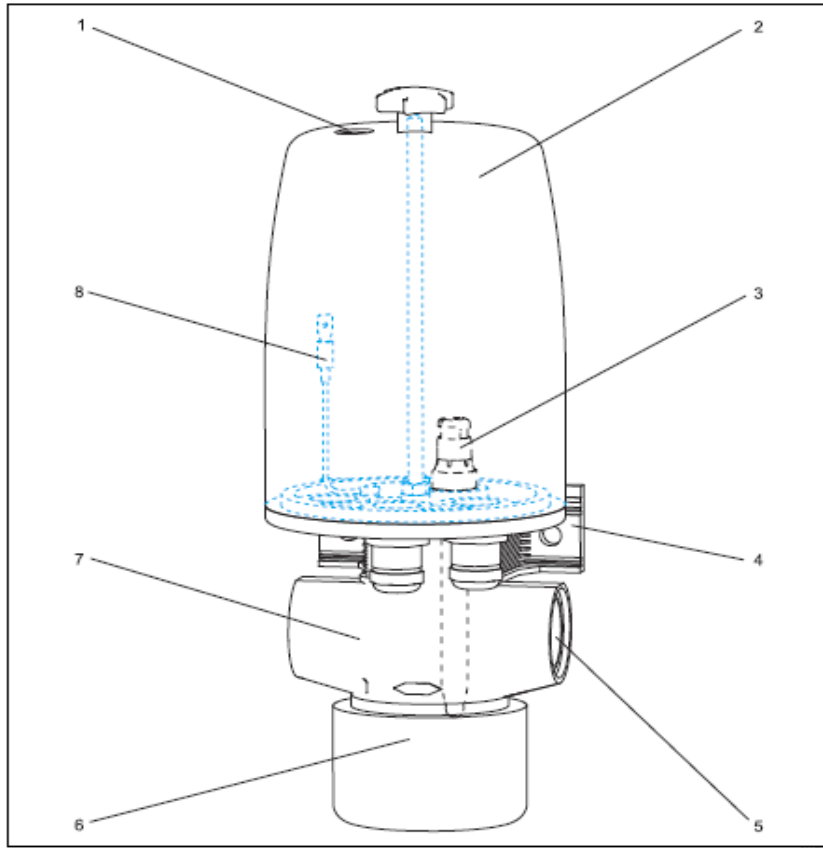
5.2.4.3-Propuesta de montura del portasonda con salida abierta en la fosa 2 de la trampa principal.

Ya terminada la instalación de los equipos de medición CAP250 en PTAR, se procederá a instalar el Transmisor M CM442 con montaje a pared en la trampa principal, luego se requerirá de una instalación de tubo conduit de 3/4" para la canalización de los cable de medición CYK10 y se procederá a instalar el equipo de medición CAP250 en la fosa 2, aplicando el mismo método de instalación de la salida del tanque de igualación TK-10001 a modo prueba. Una vez terminada la prueba se conectara el transmisor M CM442 al PLC.



Figura 31: Propuesta ilustrada de instalación con salida abierta en la Fosa 2 de la trampa principal. Fuente: Realizado por el autor(2019)

5.2.4.4-Detalles técnicos del medidor de pH y temperatura automático modelo Flowfit CPA 250.



**Figura 32: Visión general abreviada del Modelo CPA 250.
Fuente: Manual de instrucciones Flowfit CPA 250**

- 1-Orificio de referencia para el suministro del electrolito desde el depósito de abastecimiento CPY7.
- 2-Cubierta de protección.
- 3-Sensor de pH
- 4-Placa de sujeción.
- 5-Conexión a proceso
- 6-Vasija de calibración.

7-Prensaestopas para cable

8-conexión PML.

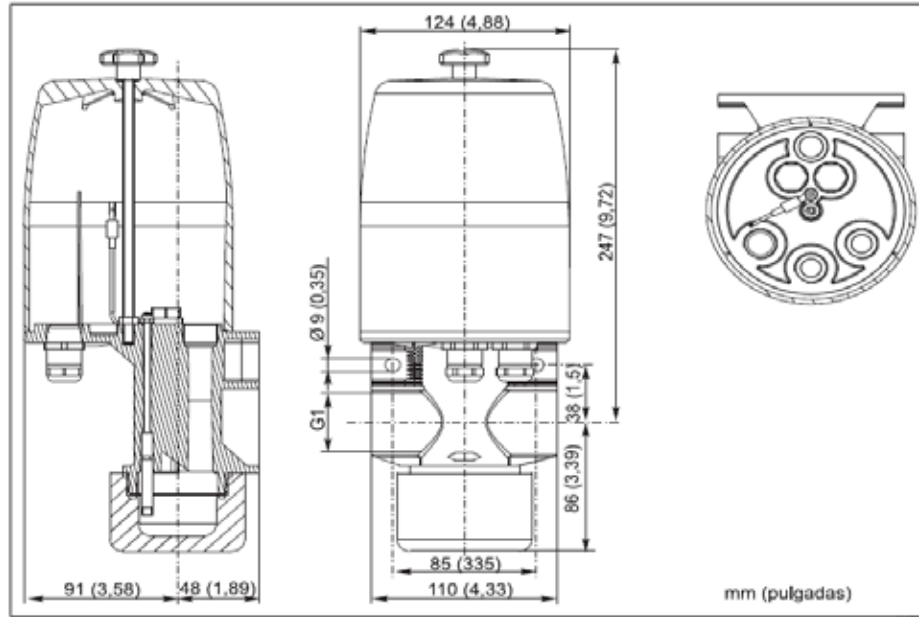


Figura 33: Dimensiones del modelo CPA 250
Fuente: Manual de instrucciones Flowfit CPA 250

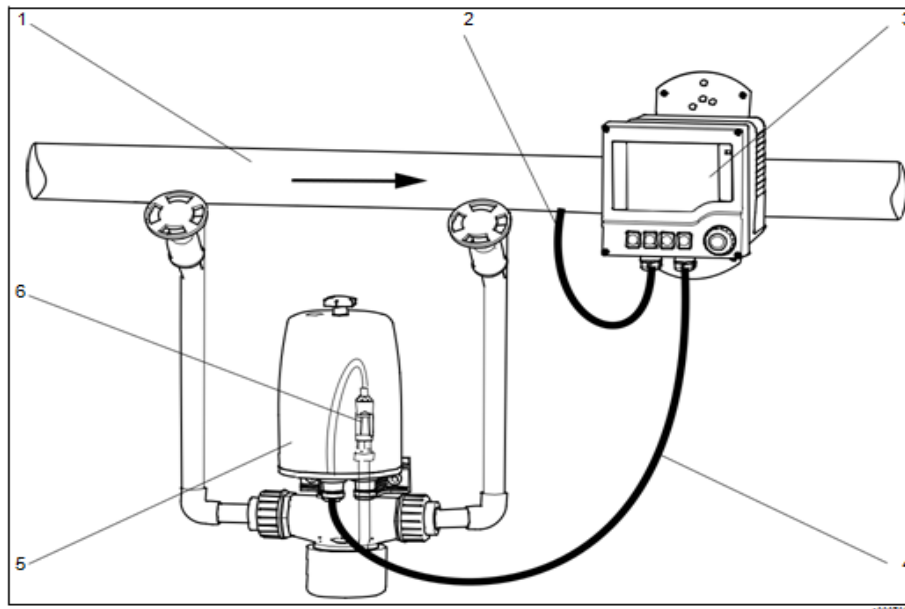


Figura 34: Sistema de medición (instalación en bypass)
Fuente: Manual de instrucciones Flowfit CPA 250.

- | | |
|-----------------------------------------|---------------------------|
| 1-Linea de proceso con bypass y válvula | 4-Cable de medición CYK10 |
| 2-Linea de alimentación del transmisor | 5-Flowfit CPA250 |
| 3-Transmisor Liquiline MCM42 | 6-Sensor de pH CPS71 |

5.2.4.5-Montura del portasonda en el proceso y detalles técnicos del medidor de Turbidez CYA251 en el proceso.

Para conseguir caudal mediante el portasondas con un bypass, la presión p_1 debe ser mayor a la presión p_2 . Esto se puede conseguir con la instalación de una placa de orificio en la tubería principal.

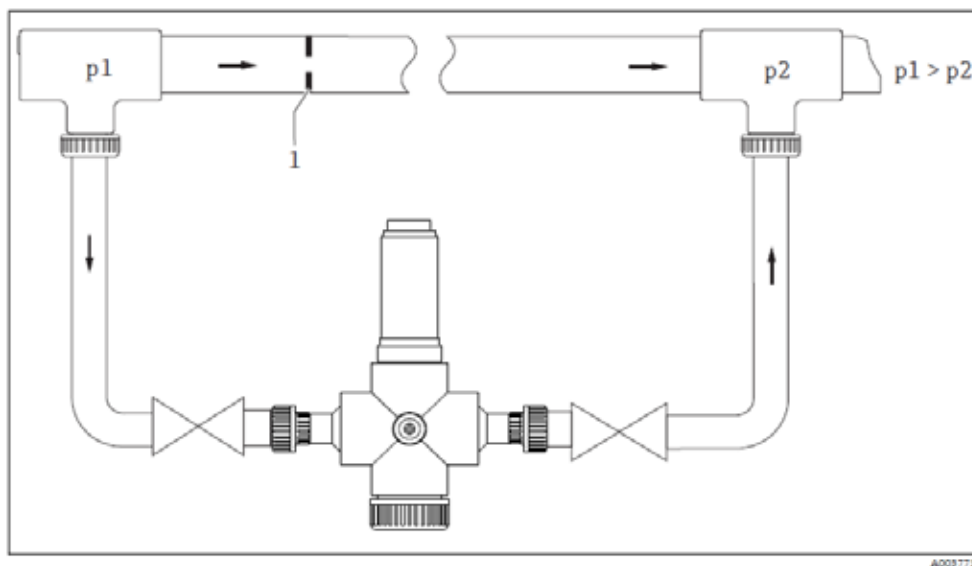
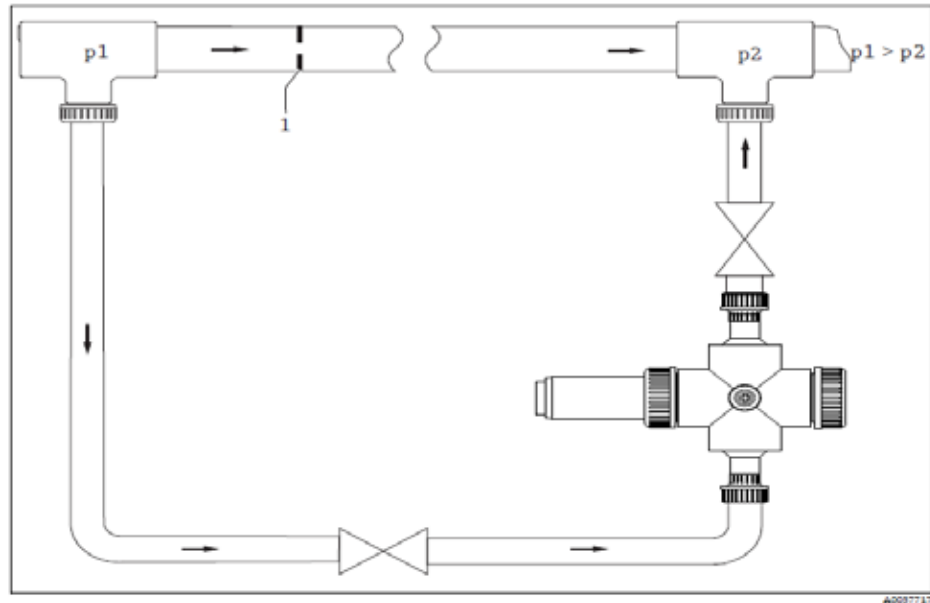
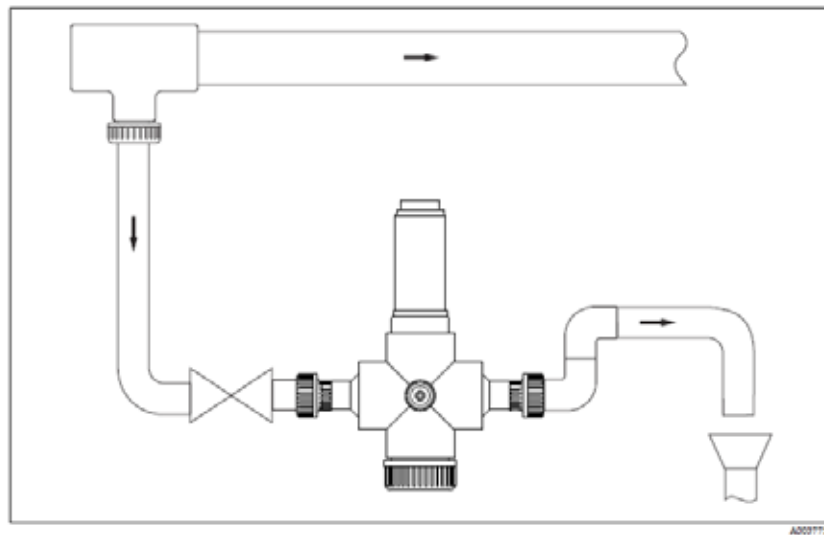


Figura 35: Ejemplo de conexión con bypass y placa de orificio (1) en la tubería principal. Fuente: Manual de instrucciones Flowfit CYA 251



**Figura 36: Ejemplo de conexión con bypass y placa de orificio(1) en la tubería principal (portasondas rotado 90° , entrada en la parte superior)
Fuente: Manual de instrucciones Flowfit CYA 251**

No se requiere medidas para aumentar la presión para las tuberías de derivación que se bifurca desde la tubería principal.



**Figura 37: Ejemplo de conexión con una salida abierta
Fuente: Manual de instrucciones Flowfit CYA 251**

Las conexiones de entrada y salida de cámara de flujo siempre son idénticas. La cámara de flujo no especifica la entrada y salida, por lo tanto esta se puede seleccionar en función de cada aplicación.

La cámara de flujo está diseñada para la conexión a las tuberías y mangueras.

5.2.5.- Propuesta de montura del portasonda con salida abierta en la salida del DAF TK-10002.

Para la instalación del modelo CYA251 a la salida del DAF TK-10002 se le aplicara la conexión con salida abierta, haciendo recirculación en el tanque de igualación TK-10001, usando tuberías de tres cuartos pulgada (3/4") PVC:



Figura 38: Propuesta ilustrada con vista fachada lateral de la conexión con salida abierta. Fuente: Realizado por el autor(2019)



Figura 39: Propuesta ilustrada con vista fachada frontal de la conexión con salida abierta. Fuente: Realizado por el autor(2019)

En este caso como la montura de la cámara de flujo es de una tubería de derivación con salida abierta, primero se le debe instalar una válvula de corte aguas arriba desde la cámara de flujo cerca de la bifurcación de la salida del DAF TK-10002, Luego se debe montar el portasonda en posición vertical. Se debe comprobar que la posición del portasonda y de la entrada garantice un venteo automático. Luego se procederá a instalar tubos conduit de 3/4" para la canalización del cable de medición CYK10, haciendo conexión con el transmisor M CM442. De igual manera se tomara una muestra del agua efluente de la salida del DAF TK-10002 y se medirá la turbidez de forma manual, comparando el resultado de turbidez que registrara el transmisor M CM442. Terminando la prueba se procederá a conectar el transmisor al PLC.

5.2.5.1-Detalles técnicos del medidor de Turbidez automático modelo Flowfit CYA251.

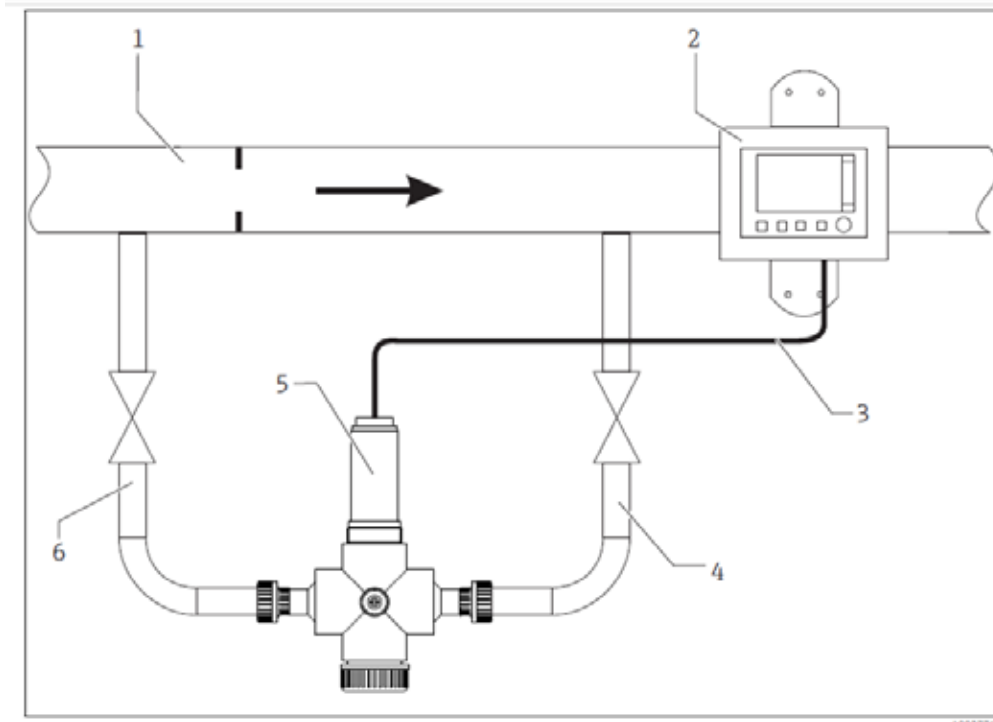


Figura 40: Sistema de medición de turbidez CYA251

Fuente: Manual de instrucciones Flowfit CYA 251

El sistema de medición completo incluye:

- Flowfit Camara de flujo CYA251.
- Transmisor Liquiline CM442
- Sensor de 40 mm CUS5OD
- Cable de medida.

- 1-Tuberia de proceso
- 2-Transmisor Liquiline CM442
- 3-Cable de medida
- 4-Linea de retorno con válvula de corte
- 5-Camara de flujo con sensor de 40mm
- 6-Entrada con válvula de corte.

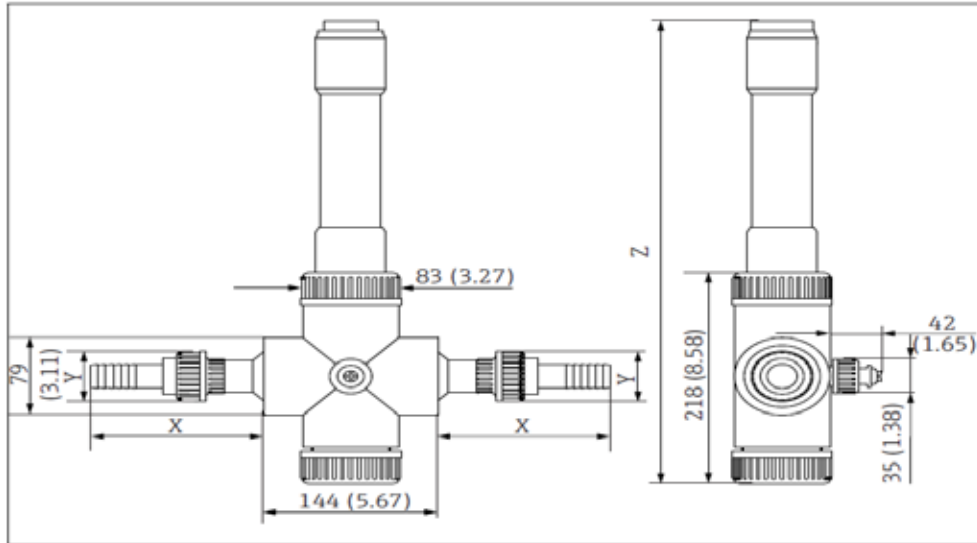


Figura 41: Dimensiones del modelo CYA 251
Fuente: Manual de instrucciones Flowfit CYA 251

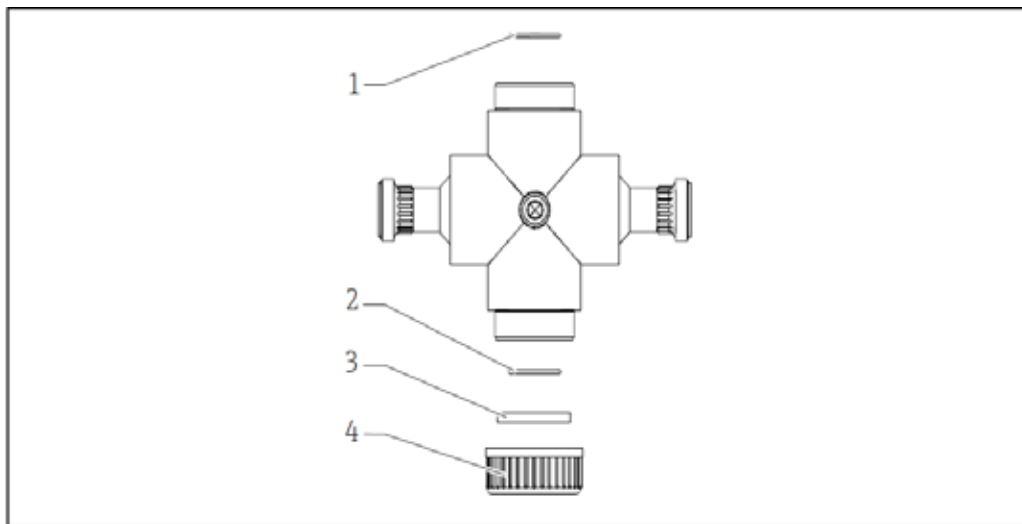


Figura 42: Portasondas con el anillo de fijación interior y cubierta provisional.
Fuente: Manual de instrucciones Flowfit CYA 251

- 1-Junta torica interior “superior”.
- 2-Junta torica interior “inferior”.
- 3-Cubierta provisional.
- 4-Anillo de fijación inferior.

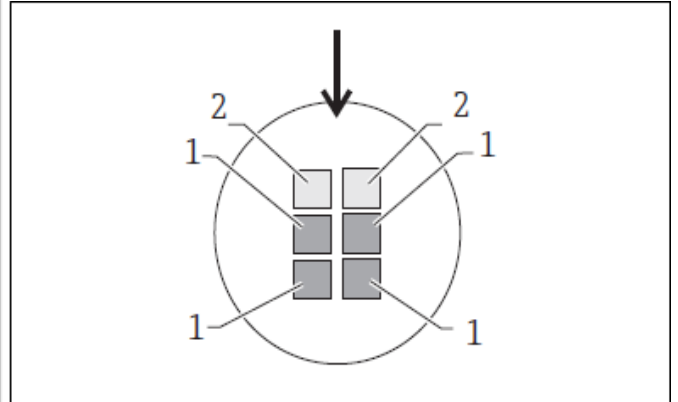
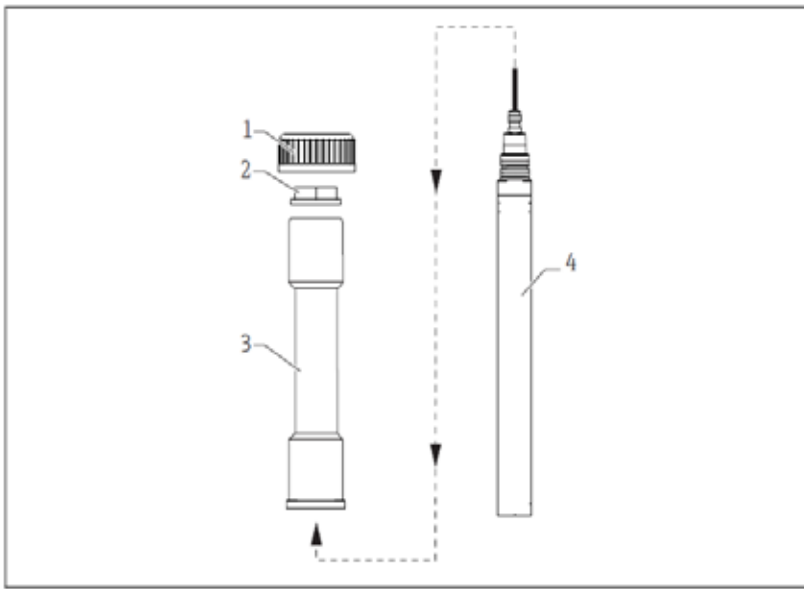


Figura 43: Casquillo de instalación (izquierda) y Sensor de Turbidez CUS51D
Fuente: Manual de instrucciones Flowfit CYA 251.

- 1-Anillo de fijación.
- 2-Tuerca de fijación.
- 3-Adaptador del sensor.
- 4-Sensor.

- 1-Receptor
- 2-LED

Es importante tomar en cuenta los pasos a seguir indicados en el manual de instrucciones de cada equipo, y adaptarlos a las condiciones del Tanque de igualación TK-10001, Serpentín del DAF, la fosa 2 de la trampa principal con los modelos Flowfit CPA250 y para la salida del DAF TK-10002 con el modelo Flowfit CYA251. Únicamente el personal técnico cualificado debe realizar el montaje, la puesta en marcha, la configuración y el mantenimiento del sistema de medición autorizado por el supervisor de servicios industriales y operador del sistema. La conexión eléctrica únicamente podrá ser realizada por un electricista certificado del departamento de mantenimiento. El personal técnico debe haber leído el manual de instrucciones y atenerse a las mismas.

5.2.6.- Mantenimiento de los equipos de medición CAP250 y CYA251 según el manual de intrusiones Endress Hauser.

Antes de cada limpieza primero se debe cerrar las válvulas, despresurizando la tubería conectada al equipo. Luego se procede a limpiar el portasonda y el sensor en un intervalo de tiempo regular. Dependiendo del tipo de suciedad se usa ciertos y determinados detergentes:

Tipo de suciedad	Detergente
Grasas y aceites	Agua caliente o agentes (alcalinos) templados que contienen surfactantes o solventes orgánicos solubles en agua (p. ej., etanol)
Incrustaciones de cal, deposiciones de hidróxidos metálicos, deposiciones biológicas liofóbicas	Aprox. 3 % de ácido clorhídrico
Incrustaciones de sulfuro	Mezcla de un 3 % de ácido clorhídrico y tiocarbamida (disponible en el mercado)
Acumulación de proteínas	Mezcla de un 3 % de ácido clorhídrico y pepsina (disponible en el comercio)
Fibras, sustancias suspendidas	Agua a presión, posiblemente agentes tensoactivos
Ligeras acumulaciones biológicas	Agua a presión

Tabla N17: Aplicación de detergente según el tipo de suciedad. Fuente: Manual de instrucciones Flowfit CAP250 y CYA 251.

5.2.7.-Costo total estimado de los equipos de medición e instrumentos industriales propuestos en los montajes.

Equipos de medición Edress Hauser				
Material	Cant.	Und.	Costo unitario	Costo Total
Medidor de pH y temperatura Flowfit CAP250	3		291.63\$	874.89\$
Medidor de Turbidez CYA251	1		740.67\$	740.67\$
Transmisor M CM442	2		323.60\$	647.2\$
Cable de medición CYK10	71	m	106.45\$	1511.59\$
Total Material				3.774.35\$
Instrumentos industriales				
Material	Cant.	Und.	Costo unitario	Costo Total
Tubería PVC de 3/4"	25	m	1.12\$	28\$
Tubería conduit de 3/4"	51	m	18.9\$	321.3\$
Codo PVC de 3/4" 90 grados	19	Pza	3.47\$	65.93\$
Pletina de acero al carbonado con dimensión 350mmX60mmX3.50mm	6	Pza	7.23\$	43.38\$
Abrazadera	4	Pza	6.66\$	26.64\$
Válvula de corte de 2"	1	Pza	28.36\$	7.06\$
Válvula de corte de 1"	1	Pza	12.31\$	12.31\$
Válvulas plástica de 3/4"	2	Pza	3.53\$	7.06\$
Reductor acero galvanizado 2" a 3/4"	1	Pza	11.87\$	5.53\$
Reductor de acero de 1" a 3/4"	2	Pza	16.99\$	33.98\$
Total Material				551,19\$

Tabla N18: Realizado por el autor (2019).

5.2.7.-Representacion simbólica de los equipos e instrumentos industriales usando la herramienta P&ID bajo la norma ISA 5.1.

El conocimiento que se tiene sobre la instrumentación de un proceso se vierte en el plano llamado “piping and instrumentation diagram” (P&ID) o diagrama de tuberías e instrumentación. En general, al realizar un plano de instrumentación, a cada instrumento se le asigna un icono consistente en un círculo que contiene un código alfanumérico llamado TAG NUMBER o número de etiqueta, el cual debe cumplir con ciertas características, que se señalan a continuación del punto de identificación funcional de los instrumentos. ISA recomienda utilizar ciertas clases de líneas para representar el flujo de proceso y señales de instrumentos, además define símbolos para válvulas, actuadores que indican nombres de equipo, materiales y fluidos entre otros; dejando en libertad para representar cualquier equipo de proceso.

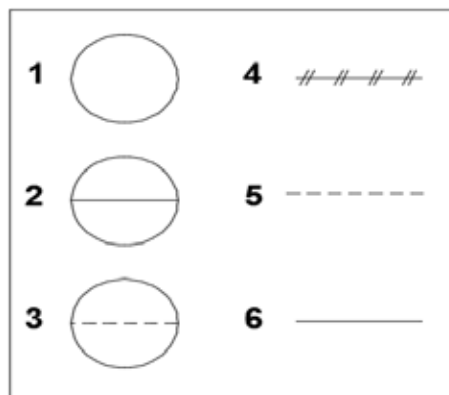


Figura 44: Símbolos básicos P&ID. Realizado por el autor (2019).

Referencias

- 1- Instrumento montado localmente.
- 2- Instrumento montado en frente panel.
- 3- Instrumento montado en rack.
- 4-Linea de señal de presión de aire.
- 5-Linea de señal eléctrica. (Cable de medición CYK10)
- 6-Linea de proceso (tuberías :PVC(polícloruro de vinilo),SCH40(hierro negro 40).PEAD(Polietileno de alta densidad))

En representación de los equipos e instrumentos, propuestos para la instalación, se estandarizo en formato PI&D de la siguiente manera:



Tabla N19: Representación P&ID de los equipos de medición CAP250 y CYA251 Endres Hauser. Realizado por el autor (2019).

En general a cada equipo se le representa como un círculo en formato P&ID, pero en este caso se ilustra con 2 círculos uno encima del otro, pues tanto el equipo de medición CAP250, como el CYA251, cumplen con dos funciones:

Equipo de medición	TT	Transmisor de temperatura
CAP250	AT-PH	Análisis y transmisor de PH
Equipo de medición	AT-OXY	Análisis y transmisor de oxígeno disuelto
CYA251	AT-TURB	Análisis y transmisor de turbidez

Tabla N20: Identificación de letras, función y variables para los equipos de medición Endress Hauser. Realizado por al autor (2019).

Las letras indican que tipo de instrumento es, su función y variable. Estas letras se pueden identificar con la tabla de “letras de identificación para variables medidas” bajo la norma ISA S5.1.

Letras de identificación					
	Primera Letra		Letras Sucesivas		
	Variable medida	Modificador	Función de lectura	Función de salida	Modificador
A	Análisis		Alarma		
B	Quemador, combustión		Selección del usuario	usuario	usuario
C	Selección del usuario			Controlador	
D	Selección del usuario	Diferencial			
E	Tensión		Sensor (elemento		
F	Rata de flujo	Relación	primario)		
G	Selección del usuario		Dispositivo de vidrio,		
H	Manual		mirilla		Alto
I	Corriente (eléctrica)		Indicación		
J	Potencia	Muestreo			
K	Tiempo	Rata de tiempo		Estación de control	
L	Nivel		Luz		Bajo
M	Humedad	Momentáneo			Medio,
N	Selección del usuario		Selección del usuario	Selección del	intermedio
O	Selección del usuario		Orificio, restricción	usuario	
P	Presión, vacío		Punto de prueba		
Q	Cantidad	Integrador, total			
R	Radiación		Registrador		
S	Velocidad, frecuencia	Safety		Interruptor	
T	Temperatura			Transmisor	
U	Multivariable		Multifunción	Multifunción	Multifunción
V	Vibración, análisis			Válvula, damper	
W	Peso, fuerza		Vaina o pozo térmico		
X	Sin clasificar	Eje X	Sin clasificar	Sin clasificar	Sin clasificar
Y	Evento o estado	Eje Y		Relé, convertidor	
Z	Posición, dimensión	Eje Z		Elemento final,	

Tabla N21: Letras de identificación para variables de letras. Fuente: J.Carballo (2011).

Los números identifican el lazo de control, por ejemplo en la figura 37 se visualiza que el equipo de medición CAP250, tiene un lazo de control con 10001 lo que significa en este caso, pertenece al tanque de igualación **TK-10001** o el equipo de medición CYA251 con el control de lazo 10002 pertenece al **DAF TK-10002**. De esta manera se estandarizo los equipos de medición Endres hauser en formato P&ID bajos las normas ISA. También se estandarizo en formato P&ID los instrumentos industriales, instalados en la planta de tratamiento de aguas residuales:

	Indicador de presion	
	Indicador y transmision de caudal	
	Actuador motorizado	
	Valvula de solenoide	
	Valvula Check	
	Valvula de globo	
	Valvula Gate	
	Aireador	
	PLC (Controlador logico programable)	
	Bomba (puede ser centrifuga o neumatica)	

Tabla N22: Símbolos P&ID e identificación de los instrumentos industriales. Realizado por el autor (2019).

5.3-Fase III: Diseño plan de mejora para el consumo de químicos usando la herramienta PI&D bajo las normas ISA S5.1.

En esta fase se procedió con el levantamiento P&ID, luego de estandarizar los equipos e instrumentos industriales a formato P&iD bajo las normas S5.1. Se hizo el levantamiento P&ID con el propósito de usarlo como material de apoyo para el

programador que integrara los equipos en el software Wonder ware, configurando el PLC.

La realización de la documentación digitalizada o levantamiento P&ID, se desarrolló en un trabajo de campo, observando la infraestructura física existente con sus respectivos equipamiento y del funcionamiento de la totalidad de la planta. Ya que la última actualización data del año 2014, por lo que se procedió a hacer un levantamiento completo del P&ID, junto con la propuesta. Los equipos de medición e instrumentos industriales propuestos se revelan en color rojo.

5.3.1- Levantamiento P&ID de la plata de tratamiento de aguas residuales y de los equipos de medición e instrumentos industriales propuesto. bajo las normas ISA S5.1.

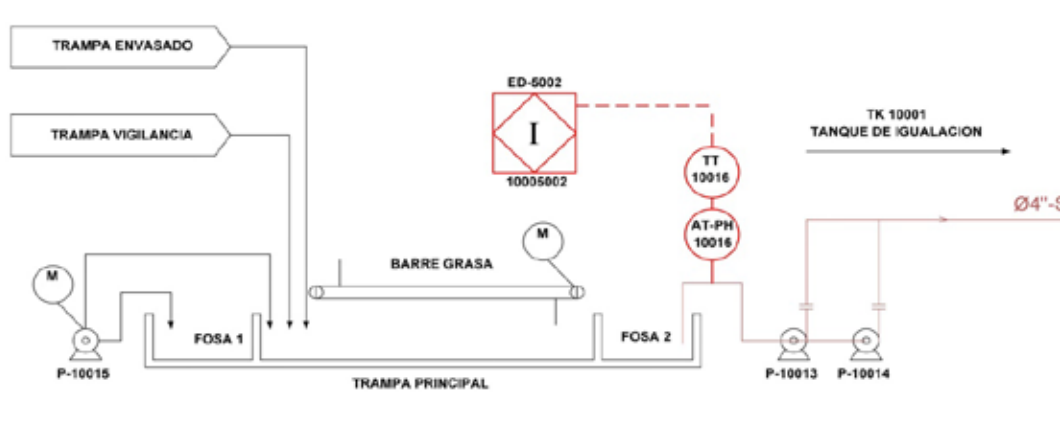


Figura 45: Propuesta de la instalación del equipo de medición CAP250 en la trampa principal fosa 2 en formato P&ID. Layout hecho por el autor. (2019).

Se realizó un levantamiento P&ID del proceso de la clarificación del agua residual comenzando con la trampa principal visualizada en la figura 45, donde se puede observar el medidor de pH CAP250 (AT-PH/10016), transmitiendo al PLC, la medida en pH de la fosa 2, visualizada en el ordenador ubicado en la base de operaciones de PTAR. Llenándose la Fosa 2 de las aguas efluente de la fabricación de alimentos, automáticamente el agua es enviada por las bombas centrifugas (p-

10013, p-10014) al tanque de igualación (TK-10001) pasando por el tanque fibra de vidrio (TK-10005).

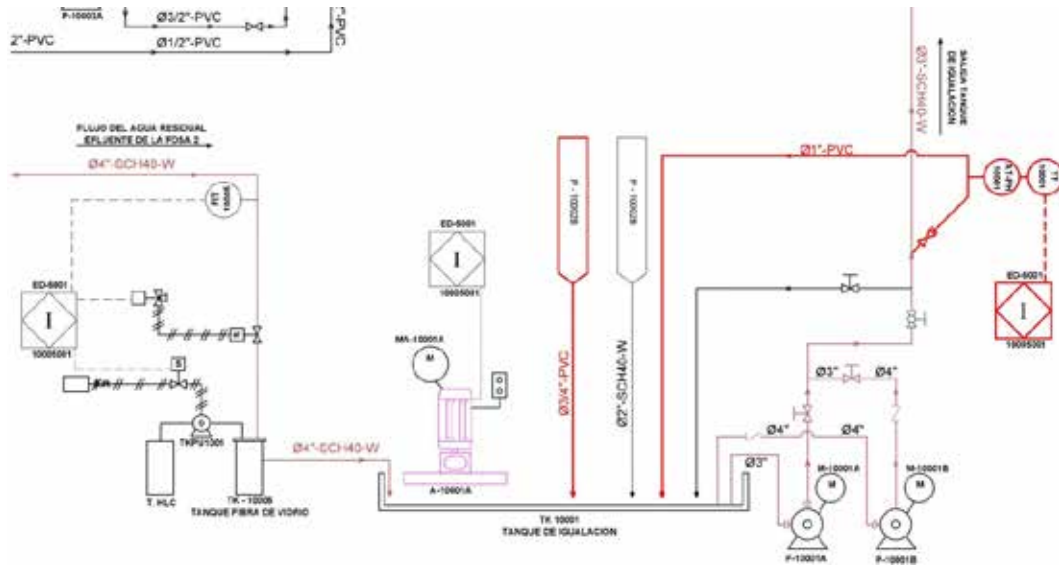


Figura 46: Propuesta de la instalación del equipo de medición CAP250 en la salida del tanque de igualación TK-10001, en formato P&ID. Layout hecho por el autor. (2019).

Recibiendo los datos adquiridos por el medidor de pH CAP250 instalado en la fosa 2, inmediatamente el operador dosifica la cantidad necesaria de ácido clorhídrico en el tanque fibra de vidrio (TK-10005), evitando el aumento de pH en el tanque de igualación (TK-10001) transmitido por el medidor de pH CAP250 (AT-PH / 10001). Terminando la dosificación el operador espera que el baje entre 8 a 6 de pH, parámetros necesarios para la entrada al serpentín. Se estima que con el nuevo proceso de medición, se consumirá como mínimo un tambor por turno y se elimina la necesidad de tomar medidas de pH de forma manual.

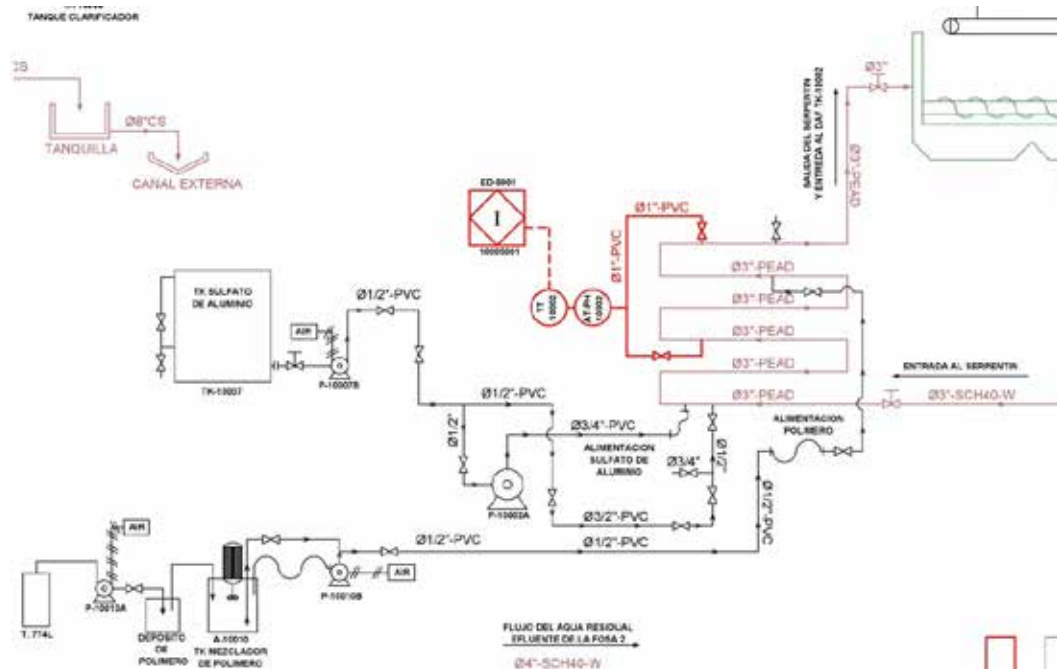


Figura 47: Propuesta de la instalación del equipo de medición CYA251 en la entrada al serpentín del DAF TK-10002, en formato P&ID. Layout hecho por el autor. (2019).

Cumpliendo con los parámetros de la entrada al serpentín, se le dosifica sulfato de aluminio al serpentín del DAF(TK-10002) separado las grasas del agua tratada y luego se le dosifica un 1% de polímero atrapando las grasas formando floculos o lodos. Con el medidor de pH CAP250 (AT-PH/10002) instalado en la entrada al serpentín, se visualiza desde el monitor, la medida de pH del agua tratada en tiempo real, vigilando que el pH no cambie, pues si el pH no está dentro de los parámetros, el sulfato de aluminio no puede cortar la grasa del agua.

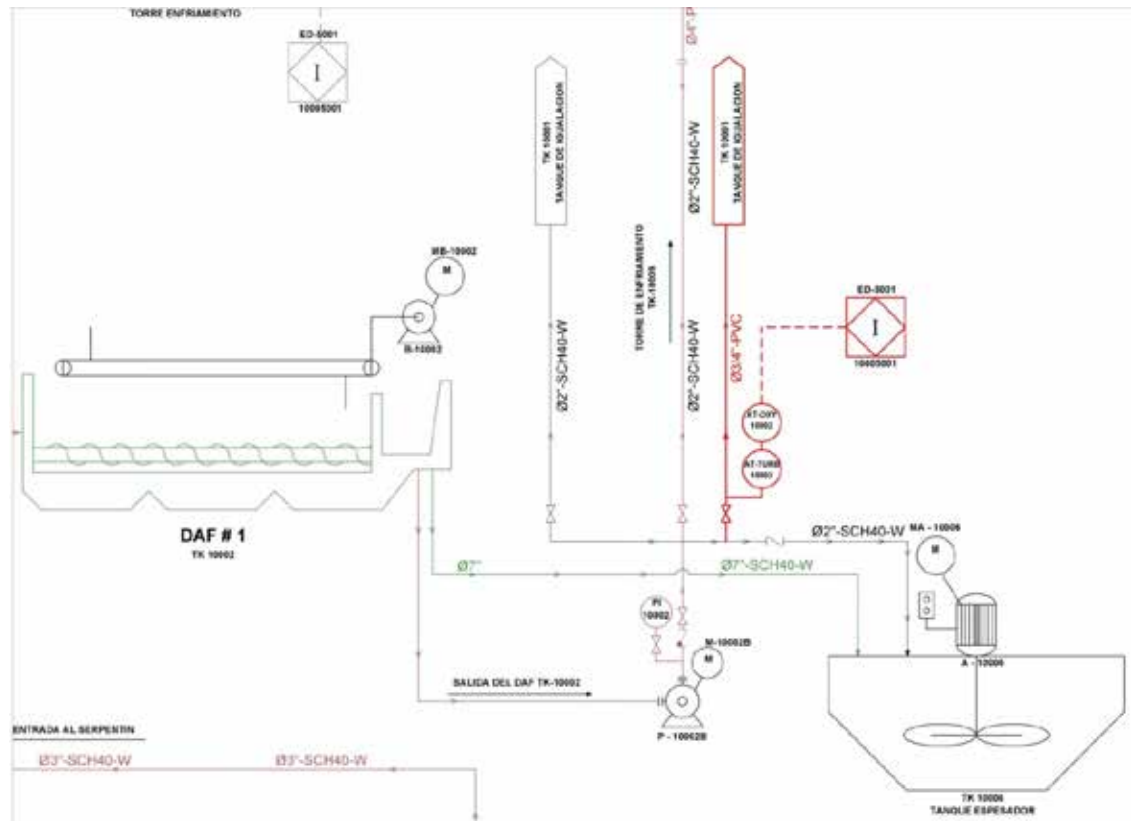


Figura 48: Propuesta para instalación del equipo de medición CAP250 en la salida del DAF TK-10002, en formato P&ID. Layout hecho por el autor. (2019).

Entrando el agua clarificada junto con los floculos o lodos (grasa tratada) en el DAF (TK-10002), el barre lodo separa la grasa tratada del agua clarificada, llevando la grasa tratada al tanque espesador (TK-10006) para ser vendidos como materia prima a empresas interesadas en adquirir dicho material. Mientras que el agua clarificada fluye hacia la salida del DAF(TK-10002); El agua clarificada es enviada al medidor de turbidez CYA251 (AT-TURB) determinando si cumple con un parámetros menor o igual a 30 NTU(Solidos suspendidos), visualizado por el operador en el monitor ubicado en la base de operaciones de PTAR. Cumpliendo con los parámetros, el agua clarificada es enviada a le Torre de enfriamiento (TK-10009). Este proceso elimina la necesidad de tomar muestras y llevarlas al laboratorio para determinar si el agua tratada cumple con los parámetros de turbidez.

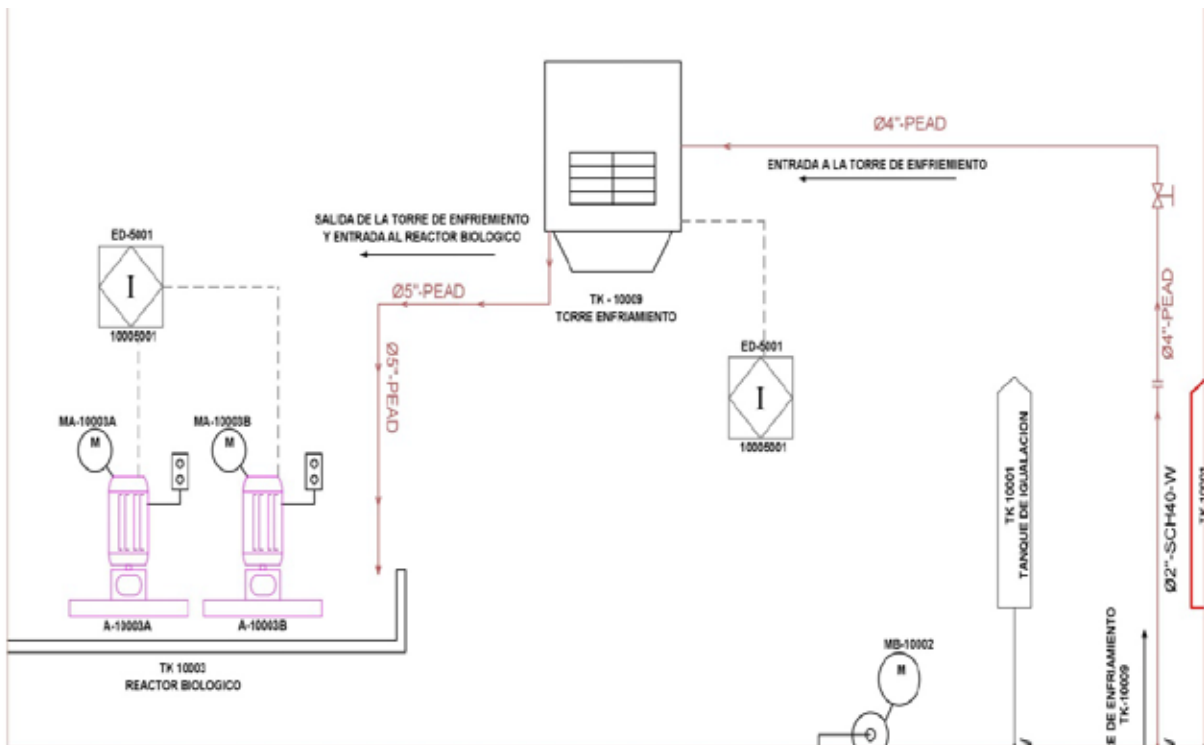


Figura 49: Levantamiento P&ID del proceso de la clarificación de las aguas residuales en la torre de enfriamiento y Reactor biológico. Layout hecho por autor (2019).

El agua clarificada efluente del DAF (TK-10002), entra a la Torre de enfriamiento (TK-10009) con la finalidad de bajar su temperatura de 40°C a 32°C. Luego de cumplir con este requerimiento, el agua clarificada es enviada al Reactor biológico (TK-10003), para disminuir las partículas de grasa restante, consumidas por las bacterias Glotonas, que dando resto de micropartículas de lodo muerto o seco.

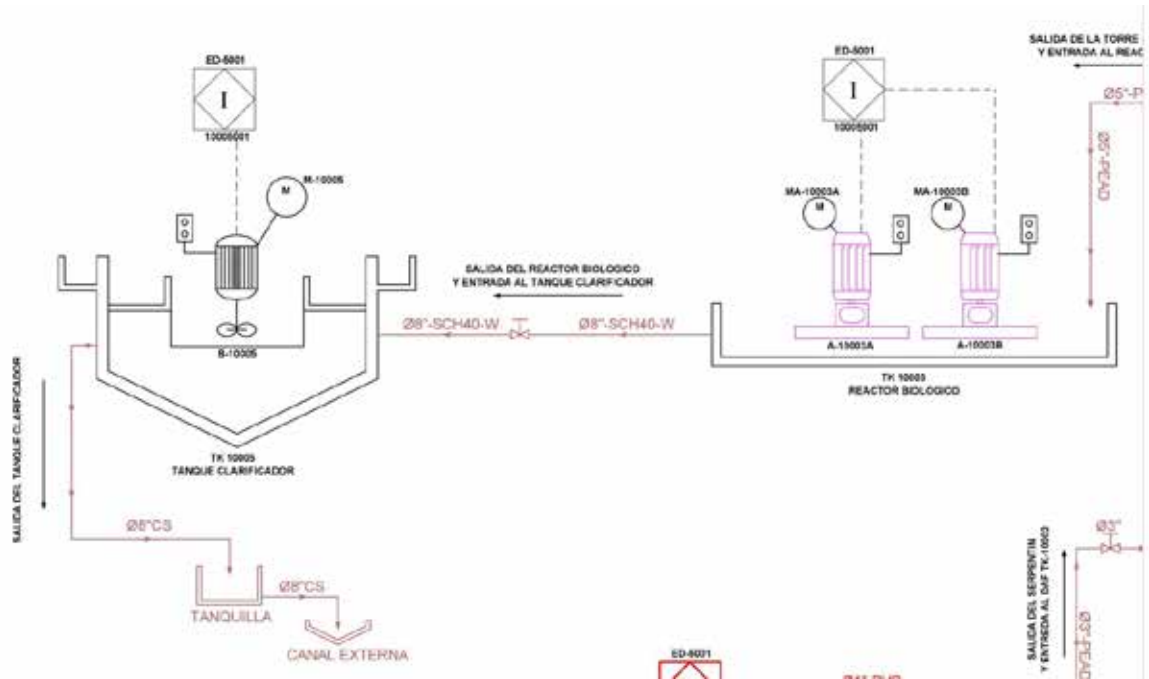


Figura 50: Levantamiento P&ID del proceso de la clarificación de las aguas residuales en el Reactor biológico y en el tanque Clarificador, con salida a tanquilla y canal externa. Layout hecho por autor (2019).

El agua clarificada con partículas de lodo muerto, efluente del Reactor Biológico (TK-10003), es enviada al Tanque Clarificador (TK-10005), con la finalidad de separar el lodo muerto o seco del agua clarificada con el agitador (B-10005), acumulando partículas de lodo muerto en su centro, mientras que el agua clarificada es filtrada hacia la Tanquilla, verificando que cumpla con los parámetros de salida de planta como: pH (8-6), Oxígeno disuelto (2-3), Temperatura (32°C a 22°C), Sólidos suspendidos(400 ml como mínimo), Demanda química de oxígeno(DQO(mg/l)).

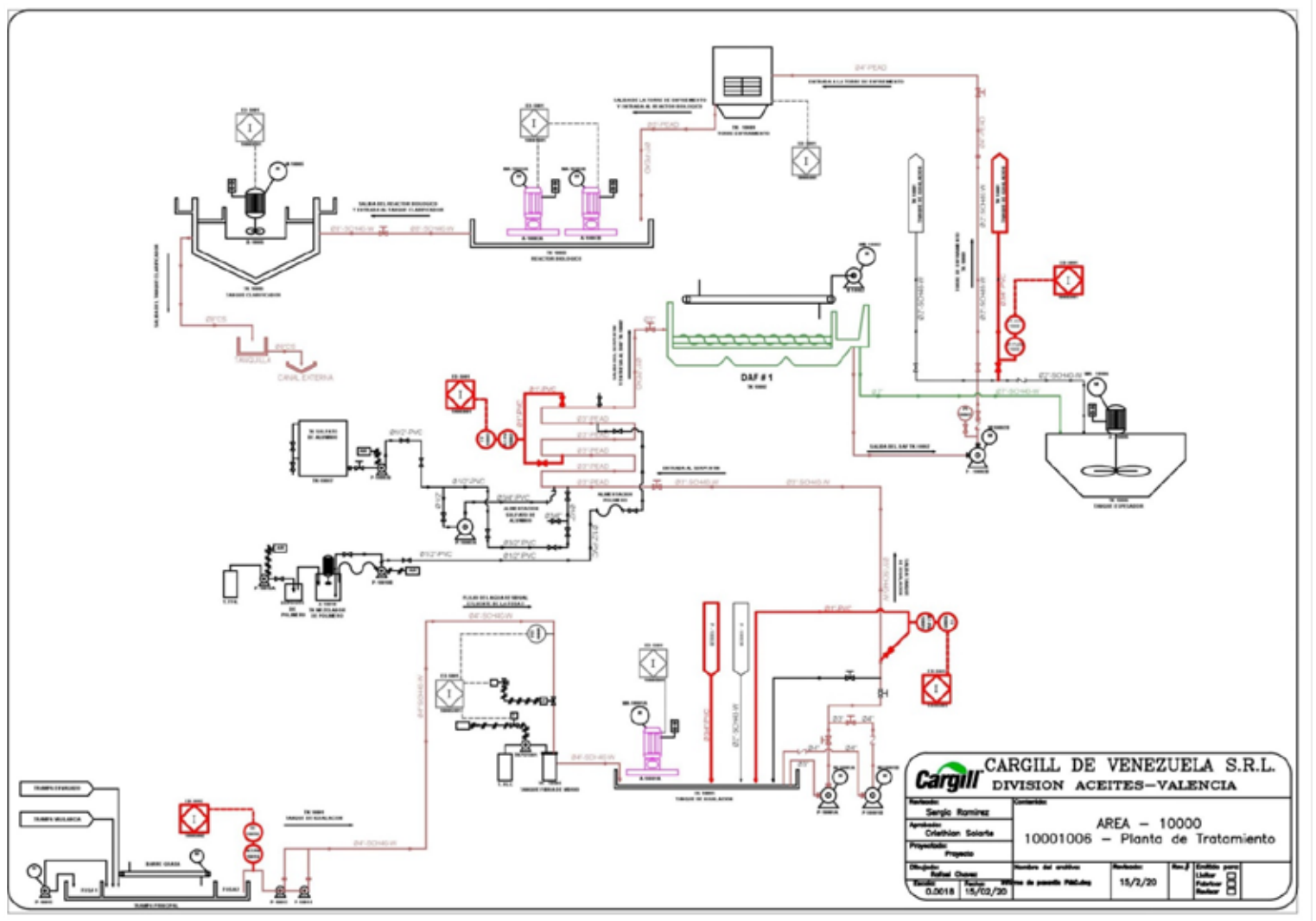


Figura 51: Plano P&ID del proceso de la clarificación de las aguas residuales en la Planta de tratamiento de aguas residuales, con propuesta para la instalación de equipos de medición e instrumentos industriales. Layout hecho por autor (2019).

Terminando el levantamiento P&ID de la situación actual de la Planta de tratamiento de aguas residuales, con los equipos de medición Endress hauser, se hizo revisión del plano P&ID por parte del supervisor de servicios industriales y aprobado por el gerente de proceso, para luego exponer la propuesta al departamento de gerencia y guardarlo en los archivos PlanoTech del departamento de mantenimiento. Esto servirá no solamente como material de apoyo para el programador del PLC, ayudara al departamento de proceso a diseñar nuevas propuesta en PTAR y al departamento de Mantenimiento a realizar o actualizar el manual de procedimiento en PTAR.

5.4-Fase IV: Evaluación económica la rentabilidad del proyecto.

En esta fase se realizó una evaluación económica de la instalación de los equipos de medición Endress Hauser e instrumentos industriales propuestos en la fase II, añadiendo horas laborables, para el proceso de desmantelamiento, desinstalación, instalación de equipos de medición y configuración del PLC (controlador lógico programable).

5.4.1- Estimación de costo para la instalación de los equipos de medición e instrumentos industriales, en la planta de tratamiento de aguas residuales Cargill Planta Valencia.

5.4.1.1- Costos instalación del transmisor en la base de operaciones PTAR.

Costo estimado para la Instalación del transmisor M CM442 en la base de operaciones de PTAR							
Descripción	Cant.	Und.	Costo unitario material	Costo total material	Costo unitario labor	Costo total labor	Costo total
Instalación y montura en la pared del Transmisor M CM442	1	Pza	323.60\$	323.60\$			323,60\$
Instalación de tuberías conduit de 3/4" desde la base de PTAR hasta la salida del tanque de igualación	9	m	18.9\$	56.7\$			56,7\$
Horas laborables en el montaje del transmisor e instalación de los tubos conduit 3/4"	4	Hrs			11.26	45.04\$	22,52\$
Costo Total							402,82\$

Tabla N23: Realizado por el autor (2020).

5.4.1.1- Costos instalación del equipo de medición CAP250 Endress Hauser en la salida del tanque de igualación.

Costo estimado para la instalación de equipo de medición CAP250 en la salida del tanque de igualación							
Descripción	Cant.	Und.	Costo unitario material	Costo total material	Costo unitar labor	Costo total labor	Costo total
Suministro de pletina para fabricación de soporte	2	Pza	7.23\$	14.46\$			14,46\$
Horas laborables para la fabricación del soporte	4	Hrs			5.63\$	22.52\$	22,52\$
Instalación de abrazadera con soporte	2	Pza	6.66\$	13.32\$			13,32\$
Montura del equipo de medición CAP250 en el soporte fabricado	1	Pza	291.63\$	291.63\$			291,63 \$
Instalación de válvula de corte de 1"	1	Pza	12.31\$	12.31\$			12,31\$
Instalación del Reductor de acero de 1" a 3/4" en la válvula de corte	1	Pza	16.99\$	16.99\$			16,99\$
Instalación de tuberías de 3/4" PVC	1.60	m	1.12\$	1.79\$			1,79\$
Montaje de codos PVC de 3/4" 90 grados	4	Pza	3.47\$	13.88\$			13,88\$
Instalación de cable de medición CYK10	13	m	106.45\$	276.77\$			276,77 \$
Horas laborables en la instalación del equipo de medición CAP250 con los int. industriales	6	Hrs			5.63\$	33.78	33,78\$
Costo Total							697,45 \$

Tabla N24: Realizado por el autor (2020).

5.4.1.1- Costos instalación del equipo de medición CAP250 Endress Hauser en la entrada al serpentín del DAF TK-10002.

Costo estimado para la instalación de equipo de medición CAP250 en la entrada del Serpentín							
Descripción	Cant	Und	Costo unitario material	Costo total material	Costo unitario labor	Costo total labor	Costo total
Horas laborales para el desmantelamiento de Phmetro eléctrico, tubos PVC 3/4" y desconexión de cable.	4	Hrs			11.26\$	45.04\$	45,04\$
Suministro de pletina para fabricación de soporte	2	Pza	7.23\$	14.46\$			14,46\$
Horas laborales para la fabricación del soporte	4	Hrs			5.63\$	22.52\$	22,52\$
Instalación de tubo conduit 3/4"	10	m	18.9\$	63\$			63\$
Instalación de tuberías de 3/4" PVC	3.40	m	1.12\$	3.8\$			3,8\$
Instalación de válvulas plásticas de 3/4"	2	Pza	3.53\$	12.46\$			12,46\$
Montura del equipo de medición CAP250 en el soporte fabricado	1	Pza	291.63\$	291.63\$			291,63\$
cable de medición CYK10	12	m	106.45\$	255.48\$			255,48\$
Horas laborales en la instalación del equipo de medición CAP250 con los instrumentos industriales	10	Hrs			11.26\$	112.6\$	112,6\$
Costo Total							820,99\$

Tabla N25: Realizado por el autor (2020).

5.4.1.1- Costos instalación del transmisor M CM442 en la trampa principal.

Costo estimado para la Instalación del transmisor M CM442 en la trampa principal.							
Descripción	Cant.	Und.	Costo unitario material	Costo total material	Costo unitario labor	Costo total labor	Costo total
Instalación y montura en la pared del Transmisor M CM442	1	Pza	323.60\$	323.60\$			323,60\$
Instalación de tuberías conduit de 3/4" desde la base de PTAR hasta la salida del tanque de igualación	12	m	18.9\$	75.6\$			75,6\$
Horas laborables en el montaje del transmisor e instalación de los tubos conduit 3/4"	4	Hrs			11.26	45.04\$	22,52\$
Costo Total							421,72\$

Tabla N26: Realizado por el autor (2020).

5.4.1.3- Costos instalación del equipo de medición CAP250 Endress Hauser en la trampa principal, fosa2.

Costo estimado para la instalación de equipo de medición CAP250 en la trampa principal, fosa 2							
Descripción	Cant	Und	Costo unitario material	Costo total material	Costo unitario labor	Costo total labor	Costo total
Instalación de abrazadera con soporte	2	Pza	6,66\$	13,32\$			13,32\$
Montura del equipo de medición CAP250 en el soporte fabricado	1	Pza	291,63\$	291,63\$			291,63\$
Instalación de válvula de corte de 1"	1	Pza	12,31\$	12,31\$			12,31\$
Instalación del Reductor de acero de 1" a 3/4" en la válvula de corte	1	Pza	16,99\$	16,99\$			16,99\$
Instalación de tuberías de 3/4" PVC	2	m	1,12\$	2,24\$			2,24\$
Montaje de codos PVC de 3/4" 90 grados	4	Pza	3,47\$	13,88\$			13,88\$
Instalación de cable de medición CYK10	18	m	106,45\$	383,22\$			383,22\$
Horas laborables en la instalación del equipo de medición CAP250 con los instrumentos industriales	12	Hrs			16,89\$	112,6\$	112,6\$
Costo Total							860,65\$

Tabla N27: Realizado por el autor (2020).

5.4.1.3- Costos de instalación del equipo de medición CYA251 Endress Hauser en la salida del DAF TK-10002.

Costo estimado para la instalación de equipo de medición CYA251 en la salida del DAF TK-10002							
Descripción	Cant.	Und	Costo unitario material	Costo total material	Costo unitario labor	Costo total labor	Costo total
Instalación de tubo conduit 3/4"	20	m	18.9\$	126\$			126\$
Instalación de válvula de corte de 2"	1	Pza	28.36\$	28.36\$			28,36\$
Reductor acero galvanizado 2" a 3/4"	1	Pza	11.87\$	11.87\$			11,87\$
Instalación de tuberías de 3/4" PVC	18	m	1.12\$	20.16\$			20,16\$
Montura del equipo de medición CYA251	1	Pza	740.67\$	740.67\$			740,67 \$
Montaje de codos PVC de 3/4" 90 grados	7	Pza	3.47\$	24.29\$			24,29\$
Instalación de cable de medición CYK10	28	m	1.12\$	31.36\$			31,36\$
Horas laborables en la instalación del equipo de medición CAP250 con los instrumentos industriales	11	Hrs			16.89\$	185.79	185,79\$
Costo Total							1.168,5\$

Tabla N28: Realizado por el autor (2020).

5.4.1.4- Costos del levantamiento P&ID y Configuración del PLC.

Estimación de costo del levantamiento PI&D y Configuración del PLC							
Descripción	Cant.	Und.	Costo unitario material	Costo total material	Costo unitario labor	Costo total labor	Costo total
Horas laboradas en el Levantamiento P&ID	12	Hrs			1.06\$	12.8\$	12.8\$
Configuración PLC	21	Hrs			200\$	4200\$	4200\$
Asistencia técnica	21	Hrs			11.26\$	236.46\$	236.46\$
Costo Total							4.449,26\$

Tabla N29: Realizado por el autor (2020).

Costo total de la instalación de equipos de medición e instrumentos industriales.	
Costo Total	8.821,39\$

Tabla N30: Realizado por el autor (2020).

5.4.2- Gasto y Costo actual en los productos químicos utilizados en los meses de abril, mayo y junio en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales en Cargill Planta Valencia.

Abril				
Material	Cantidad	Unidad	Costo unitario	Costo mes
Ácido Clorhídrico	255 Tambores	220kg x 255T	750\$	191.250 \$
Polímero	16 Tambores	220kg x 16T	1.320\$	21.120 \$
Sulfato de aluminio	4 Varitanque	1000kg x 4V	450\$	1.800 \$
Soda Caustica	Un (1) Varitanque	1000kg x 1V	32\$	0,48\$
Total Material				214.170,48\$
Mayo				
Material	Cantidad	Unidad	Costo unitario	Costo mes
Ácido Clorhídrico	257 Tambores	220kg x 257T	750\$	192.750 \$
Polímero	14 Tambores	220kg x 14T	1.320\$	18.480 \$
Sulfato de aluminio	4 Varitanque	1000kg x 4V	450\$	1.800 \$
Soda Caustica	Un (1) Varitanque	1000kg x 1V	32\$	0,98\$
Total Material				213.030,98\$
Junio				
Material	Cantidad	Unidad	Costo unitario	Costo mes
Ácido Clorhídrico	260 Tambores	220kg x 255T	750\$	195.000 \$
Polímero	14 Tambores	220kg x 16T	1.320\$	18.480 \$
Sulfato de aluminio	4 Varitanque	1000kg x 4V	450\$	1.800 \$
Soda Caustica	Un (1) Varitanque	1000kg x 1V	32\$	1.76\$
Total Material				215.281.76\$
Total				642.483,22\$
Promedio				214.161,07\$

Tabla N31: Realizado por el autor (2020).

5.4.2-Beneficios obtenidos en los productos químicos utilizados en los meses de abril, mayo y junio en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales en Cargill Planta Valencia.

Abril				
Material	Cantidad	Unidad	Costo unitario	Costo mes
Ácido Clorhídrico	87 Tambores	220kg x 87T	750\$	65.250 \$
Polímero	16 Tambores	220kg x 16T	1.320\$	21.120 \$
Sulfato de aluminio	4 Varitanque	1000kg x 4V	450\$	1.800 \$
Soda Caustica	Un (1) Varitanque	1000kg x 1V	32\$	0,48\$
Total Material				88.170,48\$
Mayo				
Material	Cantidad	Unidad	Costo unitario	Costo mes
Ácido Clorhídrico	89 Tambores	220kg x 89T	750\$	66.750 \$
Polímero	14 Tambores	220kg x 14T	1.320\$	18.480 \$
Sulfato de aluminio	4 Varitanque	1000kg x 4V	450\$	1.800 \$
Soda Caustica	Un (1) Varitanque	1000kg x 1V	32\$	0,98\$
Total Material				87.030,98\$
Junio				
Material	Cantidad	Unidad	Costo unitario	Costo mes
Ácido Clorhídrico	88 Tambores	220kg x 88T	750\$	66.000 \$
Polímero	14 Tambores	220kg x 16T	1.320\$	18.480 \$
Sulfato de aluminio	4 Varitanque	1000kg x 4V	450\$	1.800 \$
Soda Caustica	Un (1) Varitanque	1000kg x 1V	32\$	1.76\$
Total Material				86.281,76\$
Total				261.483,22\$
Promedio				87.161,07\$

Tabla N32: Realizado por el autor (2020).

Calculando el índice neto de rentabilidad (B/C) o costo beneficios, se tienen como datos el resultado del valor actual de los ingresos totales netos o beneficios netos (VAI) en:

$$\text{VAI} = 87.161,07\$$$

Y el valor actual de los costos de inversión o costos totales (VAC) en:

$$\text{VAC} = 8.821,39\$$$

$$\text{B/C} = \text{VAI} / \text{VAC}$$

Calculando el costo beneficio del plan de mejora se obtiene que:

$$\text{B/C} = 87.161,07 / 8.821,39 = 9.88 > 1$$

Este resultado indica que el plan de mejora beneficiara a la empresa, reduciendo el consumo del ácido clorhídrico, estimando un control estable entre 9.8 y 10.5 de pH, consumiendo un tambor por turno aproximadamente, evitando perdidas innecesarias y permitirá el cumplimiento de los parámetros exigidos por **las normas de clasificación y control de calidad de las aguas de la cuenca del lago de Valencia**. Por medio del uso de los equipos de medición Endres Hauser, reduciendo la labor en el campo, eliminando la necesidad tomar muestra de pH y turbidez de forma manual.

CONCLUSION

Este proyecto se realizó con el objetivo de proponer una solución al uso de los productos químicos, utilizados en el proceso de clarificación de las aguas residuales en el tanque de igualación de la planta de tratamiento de Cargill Planta Valencia, con la idea de mejorar el uso de este recurso y evitar aquellos factores relativos al trabajo de campo que induzcan a errores de factor humano, y de esta manera mejorar las condiciones de trabajo de los técnicos operadores encargados de la realización de este servicio, y además reducir la inversión económica en los productos químicos utilizados en el proceso de clarificación de las aguas residuales. Todo esto está enmarcado en dar cumplimiento al código de conducta basado en los 7 principios de guía de Cargill.

Una vez cumplido con los objetivos de la investigación, lo cual lleva a la culminación de la misma, se presentan las conclusiones de cada fase realizada en este proyecto.

En la fase I se diagnosticó la situación actual en la planta de tratamiento de aguas residuales de Cargill Planta Valencia, donde a pesar de la buena capacitación técnica del personal operario y cumpliendo con los procedimientos adecuados en la verificación del proceso de la clarificación de las aguas residuales en PTAR, es posible que en la verificación realizada en el trabajo de campo, a lo largo del recorrido que deben realizar en la planta y de los muchos factores de riesgo de los cuales tienen que estar pendiente, es probable de que se presenten situaciones en los procesos, donde tengan que tomar decisiones rápidas y esto conlleve a que para resolver un determinado problema, ejemplo: la dosificación de los productos químicos en el proceso de la clarificación de las aguas residuales en el tanque de igualación, se excedan en la utilización del ácido clorhídrico por tratar de cumplir

con los parámetros exigidos por **las normas de clasificación y control de calidad de las aguas de la cuenca del lago de Valencia.**

Otra causa que conlleva el uso excesivo de productos químicos, principalmente del ácido Clorhídrico, es el proceso de medición de pH en el tanque de igualación, ya que se requiere de cierto y determinado tiempo para tomar muestra del pH de forma manual, dependiendo de la medida que se registre en el pHmetro (peachimetro), aumenta la probabilidad de utilizar un mayor número de tambores contenedores de ácido clorhídrico, por lo general los operarios utilizan entre 3 a 4 por turno, siempre y cuando el agua efluente de la fosa 2 de la trampa principal, llegue al tanque de igualación con una medida de 12 o 13 de pH. Debido a esta situación se realizó un plan de mejora para reducir el consumo de productos químicos, proponiendo la instalación de equipos de medición que serán integrados en el software Wonderware, de esta manera se evitara el gasto excesivo de productos químicos, ya que se cambia la medición de pH de forma manual a digitalizada.

En la fase II, se realizó una evaluación de los equipos de medición determinando si cumplen con las condiciones necesarias para la integración al proceso de clarificación, verificando su funcionabilidad y adaptabilidad a las alternativas de montaje, diseñando un plan de instalación de los equipos de acuerdo al orden de los proceso de medición del pH, además se propuso a los operadores el añadir un equipo de medición de turbidez integrado al sistema, lo cual minimizara su labor en el campo y mejorara la dosificación del ácido clorhídrico.

En la fase III, para la integración de los equipos de medición en el software WonderWare, se hizo uso de una herramienta P&ID bajo las Norma S5.1. Para diseñar el nuevo proceso se realizó un levantamiento actualizado de la planta de tratamiento de aguas residuales, integrando en el layout los equipos de medición propuestos, lo cual servirá como material de apoyo al programador que configurara

el PLC integrando los equipos al WonderWare. También servirá como material de apoyo técnico que beneficiara al departamento de procesos, permitiéndole elaborar recomendaciones para la estimación de costos, diseño de equipos y tuberías, y facilitara al departamento de mantenimiento desarrollar pautas y la elaboración de un manual explicativo del funcionamiento del proceso de clarificación.

En la fase IV, se definió el costo estimado del proyecto en la instalación de los equipos de medición e instrumento industriales de la planta de tratamiento de aguas residuales, demostrando la rentabilidad del proyecto y de los beneficios que puede aportar a la empresa. La realización de este proyecto puede mejorar el proceso de la clarificación de la aguas residuales en Cargill Planta Valencia, minimizando las paradas de planta por la adquisición y almacenamiento del ácido clorhídrico y reducción del consumo del mismo, además de reducir los riesgos ergonómicos de cada operador, integrándolos al sistema del programa WonderWare.

RECOMENDACIONES

Por el tiempo total requerido, para la realización del trabajo de pasantía que fue de 12 semanas y por haber enfocado la propuesta en la medición de pH para la clarificación de las aguas residuales y el uso del ácido clorhídrico en este proceso, no fue posible en razón del tiempo de pasantía permitido por la empresa Cargill, realizar el estudio sobre los otros productos químicos como son: Sulfato de aluminio y polímero (Bioflow L774). Realizar el estudio para reducir el costo de los productos antes nombrados se requiere de un nuevo trabajo de campo, enfocado en la trampa principal del área de proceso. Según el diagnóstico realizado específicamente en la entrevista no estructurada en fase I, para reducir el consumo del polímero y sulfato de aluminio se requerirá de un plan de mejora para tratar las grasas almacenadas en la trampa principal, aplicándoles acidulación, pues a menos grasas, menos dosificación de polímero y sulfato de aluminio.

REFERENCIAS

Arias, F. (2012). **“El proyecto de investigación. Introducción a la metodología científica”** 6ta edición.

Carballo, J. (2011). **Tutorial Norma isa S5.1 y Diagrama P&ID.**
Disponible: <https://www.redalyc.org/pdf/215/21514104.pdf>

Castillo, A. (2014), en su informe de pasantía titulado **“Estudio de las posibles modificaciones que permitan el mejoramiento de la condición actual de los lodos de la Planta de tratamiento de aguas residuales para su disposición final”** En la Universidad de Carabobo (UC) para optar por el título de Ingeniero Químico.

Edelovitch, E. y Ringskog, K. (1997). **“Directions & Development: Wastewater Treatment in Latin America, Old and New Options,”** World Bank, Washington, D.C.

Empresa Cargill de Venezuela.
Disponible: <https://www.cargill.com.ve/es/d%C3%B3nde-estamos-locations>.

Empresa Endress+HauserVenezuela,S.A.
Disponible:<http://www.petroguia.com/pet/directorio/servicios/endresshauser-venezuela-sa>

Erossa, M. y Victoria, E. (2004). **Proyecto de inversión en ingeniería (su metodología).**

G, Rivas. (1978). **“Tratamiento de Aguas Residuales”** 2da edición

Giugni, L., Ettetgui, C., Gonzalez, T. y Guerra, T. (2001). **“Bases para la Evaluación de Proyecto de Inversión”**. Universidad de Carabobo.

Julián, P. y Ana, G. (2014). **Definición de plantas industriales.**
Disponible: <https://definicion.de/plantas-industriales/>

Ley Orgánica del Ambiente, Artículo 36 sección IV: Descarga al lago de Valencia y a la red hidrográfica tributaria, del decreto 3219 para **las normas de clasificación y control de calidad de las aguas de la cuenca del lago de Valencia**. Disponible: <https://www.lurconsultores.com/wp-content/uploads/2017/07/Decreto-3219.pdf>

Lozano, L. y Sánchez, P. (2017). en su proyecto de grado titulado “**Sistema de instrumentación, actuación y automatización de una planta de tratamiento de agua potable para campamento de pozos petroleros (PTAP)**.” En la Universidad Piloto de Colombia, optando por el título de Ingeniero Mecatronico. Disponible:<http://repository.unipiloto.edu.co/bitstream/handle/20.500.12277/4908/50826%20%20Lozano%20Su%C3%A1rez%20Liseth%20Dayana%2C%20S%C3%A1nchez%20Guzm%C3%A1n%20Paula.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Maritza, B. (2006). **Manual de trabajo de grado de especialización y maestría y tesis doctorales** 4ta edición.

Orozco, C., Labrador, M. y Palencia, A. (2002). **Metodología. Manual Teórico práctico de Metodología para Tesistas, Asesores, Tutores y Jurados de trabajos de Investigación y Ascenso. Valencia**

Qué son los diagramas de tuberías e instrumentación (PI&D)

Disponible: <https://www.lucidchart.com/pages/es/que-son-los-diagramas-de-tuberias-e-instrumentacion>

Rodríguez, A. y García, L. (2014). en su Proyecto titulado “**Propuesta de automatización de una planta de tratamiento de aguas para uso industrial**” Realizado en la Universidad del Valle de Colombia, para la planta de tratamiento de agua para uso industrial en Colceramica S.A. Planta Girardota. Disponible:

https://www.academia.edu/16999939/Propuesta_de_automatizaci%C3%B3n_de_una_planta_de_tratamiento_de_agua_para_uso_industrial

Salazar, B. (2009). **Herramientas para el ingeniero industrial**. Disponible: <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/procesos-industriales/>

Tamayo, M. (1998). **El proceso de la investigación científica**. 3ra edición. México: Editorial Limusa.

Zapata, J., Villegas, S. y Arango, F. (2006). **Reglas de consistencia entre modelos de requisitos de un método**. Disponible: <http://www.redalyc.org/pdf/215/21514104.pdf>