

	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA			
	Documento	Código	Fecha	Revisión
	FORMATO HOJA DE RESUMEN PARA TRABAJO DE GRADO	F-AC-DBL-007	10-04-2012	A
Dependencia	Aprobado		Pág.	
DIVISIÓN DE BIBLIOTECA	SUBDIRECTOR ACADEMICO		1(103)	

RESUMEN – TRABAJO DE GRADO

AUTORES	EDGAR MAURICIO PEREZ CENTENO
FACULTAD	FACULTAD DE INGENIERÍAS
PLAN DE ESTUDIOS	INGENIERIA MECANICA
DIRECTOR	EDWIN EDGARDO ESPINEL BLANCO
TÍTULO DE LA TESIS	PROPUESTA DE UN SISTEMA PARA LA MEDICIÓN DEL CONSUMO DE LOS SERVICIOS INDUSTRIALES UTILIZADOS EN LAS ÁREAS DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA FRESKALECHE-AGUACHICA, CESAR

RESUMEN

(70 palabras aproximadamente)

EN LA INDUSTRIA LÁCTEA DEBIDO AL CONSTANTE CONSUMO DE LOS PRODUCTOS EN LA CANASTA FAMILIAR SE DEBE MANTENER UNA PRODUCCIÓN CONTINUA Y CON ALTOS ESTÁNDARES DE CALIDAD PARA SATISFACER LAS NECESIDADES DE LOS CLIENTES Y COMPETIR EN EL MERCADO, PARA FRESKALECHE ES DE SUMA IMPORTANCIA MANTENER LA PRODUCCIÓN EN EXCELENTES CONDICIONES Y CUMPLIR CON SUS OBJETIVOS COMO EMPRESA, PARA ELLO COMO RESULTADO A UNA PRODUCCIÓN CONTINUA SE PRESENTAN ALTOS CONSUMOS EN LOS SERVICIOS INDUSTRIALES GENERANDO GRANDES COSTOS PARA LA PLANTA.

CARACTERÍSTICAS

PÁGINAS: 103	PLANOS:	ILUSTRACIONES:	CD-ROM: 01
--------------	---------	----------------	------------



VÍA ACOLSURE, SEDE EL ALGODONAL. OCAÑA N. DE S.
Línea Gratuita Nacional 018000 121022 / PBX: 097-5690088
www.ufpso.edu.co



PROPUESTA DE UN SISTEMA PARA LA MEDICIÓN DEL CONSUMO DE LOS
SERVICIOS INDUSTRIALES UTILIZADOS EN LAS ÁREAS DE PRODUCCIÓN DE LA
EMPRESA FRESKALECHE-AGUACHICA, CESAR

Autor

EDGAR MAURICIO PEREZ CENTENO

Trabajo de grado para optar el título de Ingeniero Mecánico bajo la modalidad de pasantías

Director:

EDWIN EDGARDO ESPINEL BLANCO

Ingeniero Mecánico

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA

FACULTAD DE INGENIERÍAS
INGENIERIA MECANICA

Ocaña, Colombia

Marzo de 2017

A DIOS padre, DIOS hijo y DIOS espíritu por regalarme el conocimiento necesario para cumplir mis metas.

A mi madre Cecilia Astrid centeno Uribe y mi padre Edgar Pérez Pabón por todo el apoyo moral que me brindaron durante esta etapa.

Dedicado a Ana Cecilia Uribe de Centeno.

Índice

Pág.

Capitulo.1 Propuesta de un sistema para la medición del consumo de los servicios industriales utilizados en las áreas de producción de la empresa Freskaleche-Aguachica, Cesar	11
1.1 Descripción de la empresa	11
1.1.1 Misión	12
1.1.2 Visión.....	12
1.1.3 Objetivos de la empresa	12
1.1.4 Descripción de la estructura organizacional	13
1.1.5 Descripción de la dependencia asignada.....	13
1.2 Diagnóstico inicial de la dependencia asignada.....	16
1.2.1 Planteamiento del problema.....	18
1.3 Objetivos	19
1.3.1 Objetivo general.....	19
1.3.2 Objetivos específicos.	19
1.4 Tabla descripción de las actividades.....	20
Capitulo 2. Enfoques referenciales	21
2.1 Enfoque conceptual.....	21
2.2 Enfoque legal	36
Capitulo 3. Informe de cumplimiento del trabajo	37
3.1 Presentación de resultados	37
3.1.1 Objetivo específico 1.	37
3.1.1 Objetivo específico 2..	69
3.1.2 Objetivo específico 3.	85
Capitulo 4 Diagnostico final	98
Capitulo 5. Conclusiones	99

Capitulo 6. Recomendaciones..... 100

Referencias..... 101

Lista de figuras

	Pág.
Figura 2. Estructura de mantenimiento freskaleche S.A.S	15
Figura 3 Diagnóstico inicial de la dependencia de mantenimiento a través de la matriz dofa.	17
Figura 4 Descripción de las actividades a desarrollar.....	20
Figura 5. Planta freskaleche aguachica.....	38
Figura 6. Área de acopio.....	39
Figura 7. Tanques de almacenamiento 3 y 4.....	39
Figura 8. Tanques de almacenamiento capacidad total de 140.000litros.	40
Figura 9. Área de quesos.....	41
Figura 10. Tina 00.....	42
Figura 11. Tina desueradora	42
Figura 12. Hiladora #1 e hiladora #3.	43
Figura 13. Homogeneizador FBF de capacidad 10.000 Lts/h.	44
Figura 14. Maquinas empacadoras ESSI A2, ESSI A 3/2 y ESSI A 3/1.....	44
Figura 15. Área de pulverización.....	45
Figura 16. Evaporador de 4 efectos.	45
Figura 17. Máquina se secado spray marca IAF.....	46
Figura 18. Tubería de agua entrando al área de UHT.	51
Figura 19. Conexión futura en la línea de entrada #4 área de UHT.	52
Figura 20. Conexión futura en la línea de entrada #2 área de UHT.	52
Figura 21. Plano tubería de aire área UHT.	54
Figura 22. Plano futuro independización de aire comprimido área de acopio.....	56
Figura 23. Ficha técnica caldera Distral de 500Bph	59
Figura 24. Ficha técnica caldera Continental de 300Bph	60
Figura 25. Tanque almacenamiento de vapor.....	61
Figura 26. Medidor de flujo subestación de gas.	61
Figura 27. Tabla seguimiento a consumo de gas.	62

Figura 28. Tabla de conversión caballos de fuerza de la caldera.....	63
Figura 29. Imagen documento de seguimiento a consumo de gas de 04 a 14 de Septiembre de 2016.....	64
Figura 30. Tabla de características principales para la selección de medidores.	66
Figura 31. Tabla selección de medidores.....	68
Figura 32. Funciones principales de un sistema scada	70
Figura 33. Partes de un sistema scada.....	71
Figura 34. Comunicación entre los medidores y el plc.....	72
Figura 35. Tablero actual.	75
Figura 36. Fuente principal de 110 v – 24 v DC del tablero de control.....	75
Figura 37. Plc siemens S-7 disponible en tablero de control.....	76
Figura 38. Interfaz hombre maquina HMI.....	76
Figura 39. Módulos conectados al plc siemens S-7.....	76
Figura 40. Relés vcp electric.....	77
Figura 41. Brekers C60H-DC, C60 N 2P.	77
Figura 42. Computador disponible en tablero de control.	77
Figura 43. Plc siemens S-7 montado al programa tia selection tool.....	81
Figura 44. Diseño ubicación y trayecto de los medidores.	83
Figura 45. Diseño del plc.	84
Figura 46. Consumo de gas durante el año 2016.....	86
Figura 47. Consumo de electricidad durante el 2016	87
Figura 48. Consumo energético de la planta freskaleche.	89

Introducción

En la industria láctea debido al constante consumo de los productos en la canasta familiar se debe mantener una producción continua y con altos estándares de calidad para satisfacer las necesidades de los clientes y competir en el mercado, para Freskaleche es de suma importancia mantener la producción en excelentes condiciones y cumplir con sus objetivos como empresa, para ello como resultado a una producción continua se presentan altos consumos en los servicios industriales generando grandes costos para la planta.

En la planta freskaleche-Aguachica actualmente existe la necesidad de conocer el consumo real de los servicios industriales utilizados para procesar sus productos como leche, avena, crema de leche, quesos y leche en polvo y así conocer los gastos de aire comprimido, vapor y agua en la producción.

En este trabajo se presenta una propuesta de diseño para medir el consumo por medio de un controlador lógico programable el cual registrara en tiempo real el caudal utilizado en cada área de proceso. Para esto fue necesario independizar las tuberías que suministran los servicios a las 4 áreas de proceso y seleccionar los medidores registren el consumo.

Capítulo 1. Propuesta de un sistema para la medición del consumo de los servicios industriales utilizados en las áreas de producción de la empresa

Freskaleche-Aguachica, Cesar

1.1 Descripción de la empresa

FRESKALECHE S.A.S es una empresa líder a nivel nacional en el sector de productos lácteos y alimentos procesados, ofreciendo a sus clientes y consumidores productos como: leche larga vida, leche en polvo, yogurt, kumis, bebida láctea, quesos, avena y frescos; buscando satisfacer las necesidades de alimentación de la población y garantizando los requisitos de calidad exigidos legalmente y por la empresa. Con una capacidad instalada de producción de aproximadamente 350.000 L/día, (la cual varía dependiendo de la época de lluvia o verano, hasta reducirse en un 40%) se distribuye en 2 procesos principales: producción de leches y producción de lácteos.

Uno de los elementos que más ha colaborado con el proceso de crecimiento de la empresa es el establecimiento de unas Fuertes y duraderas relaciones de tipo comercial con personas y entidades de la región. Es así como a través de toda su existencia se ha conseguido labrar una alta imagen de seriedad y cumplimiento con los clientes y proveedores.

En lo relacionado con los proveedores es necesario mencionar que su número sobrepasa el millar, como consecuencia de las actividades propias de la organización el mayor número de ellos corresponde a proveedores de leche cruda (que en su mayoría son pequeños y medianos productos de las zonas de influencia de la empresa).

Indudablemente uno de los importantes factores de crecimiento ha sido el de contar con el personal competente y comprometido con los intereses de la empresa y la comunidad, esto se ha conseguido con la continua capacitación y entrenamiento y promoviendo entre el personal la conciencia hacia la calidad y el mejoramiento continuo.

Por otro lado tiene muy presente el respeto y cumplimiento a las normas de seguridad industrial, ambientales y la satisfacción de los intereses de los socios (Gestion de calidad - FRESKALECHE, diez de mayo del 2016).

1.1.1 Misión. Desarrollar, producir y comercializar productos lácteos y alimentos procesados que aporten bienestar y nutrición a nuestros consumidores cumpliendo con altos estándares de calidad y políticas organizacionales, con el fin de generar beneficios a la sociedad, nuestros proveedores, clientes, colaboradores y rentabilidad para los accionistas (Gestion de calidad - FRESKALECHE, diez de mayo del 2016).

1.1.2 Visión. A 2017 Freskaleche crecerá en 50% sus ventas de manera rentable Bucaramanga 2012 (Gestion de calidad - FRESKALECHE, diez de mayo del 2016)

Objetivos de la empresa

Ofrecer productos lácteos y alimenticios procesados, con el compromiso de cumplir requisitos legales vigentes y de otra índole de calidad, inocuidad, ambiental, seguridad y salud en el trabajo que garantice la satisfacción de las necesidades de nuestros clientes y colaboradores, aportando bienestar y nutrición a nuestros consumidores, mediante la innovación, mejora

continua de los procesos, estrategias para prevenir la contaminación, los accidentes de trabajo, lesiones y enfermedades laborales.

Contar con el personal competente y comprometido que fortalezca la cultura de gestión integral, comunicación para lograr mayor competitividad y consolidación así nuestro liderazgo (Gestión de calidad - FRESKALECHE, diez de mayo del 2016).

1.1.4 Descripción de la estructura organizacional

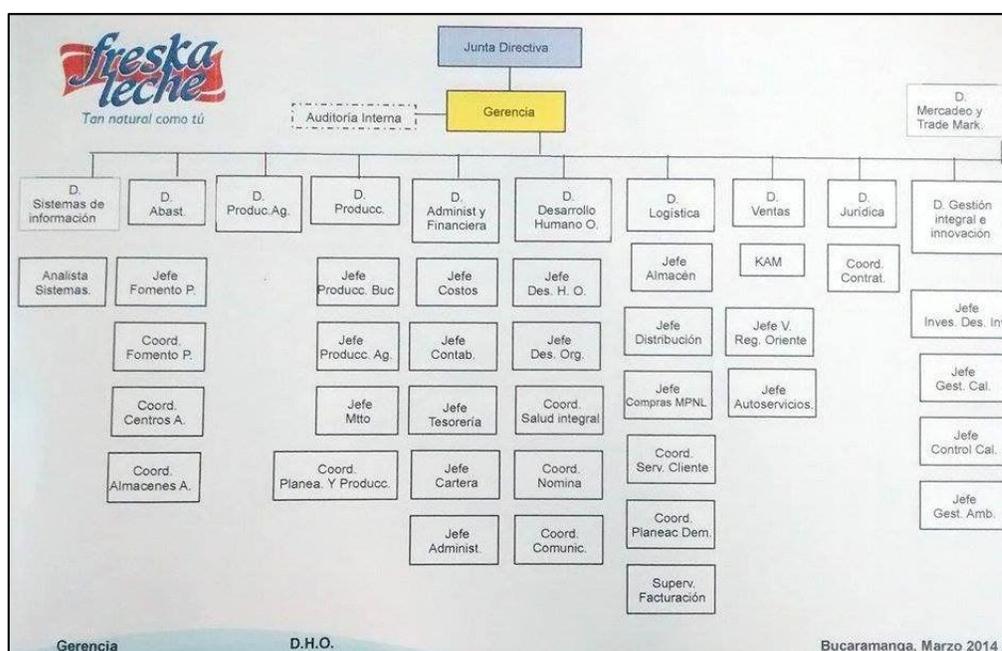


Figura 1. Estructura organizacional freskaleche aguachica S.A.S. Fuente: Sistema integrado de gestión plan HACCP freskaleche Aguachica S.A.S

1.1.5 Descripción de la dependencia asignada. La dependencia asignada para el desarrollo de las pasantías es en el área de mantenimiento en la planta Freskaleche Aguachica, esta área está dividida en dos partes, una es desde la planta de Freskaleche en Bucaramanga dirigida por el jefe de mantenimiento general el ingeniero Freddy Rueda, y otra en la planta de Aguachica dirigido

por el coordinador de mantenimiento, el ingeniero Ezequiel Villegas Contreras, persona encargada de supervisar y dirigir las diferentes actividades realizadas a todos los activos físicos, también está a cargo de controlar los activos fijos en las Diferentes áreas de proceso de la empresa, antes y después de que presenten fallas o deterioros, a su vez está a cargo de inspeccionar los diseños en busca de actualización para las áreas de producción de la planta.

Por otra parte la planta freskaleche – Aguachica tiene un contrato con la empresa essi, la cual le brinda el servicio de mantenimiento a todos los equipos operacionales de la planta, mantenimiento preventivo y correctivo. Esta empresa dentro de la planta freskaleche tiene una persona encargada de dirigir y planear al personal técnico encargado de ejecutar los trabajos de mantenimiento. Las actividades realizadas por los técnicos son llevadas por órdenes de trabajo al planeador de freskaleche – Aguachica para subirlas a un software llamado SAP (Sistemas, Aplicaciones y productos), el cual permite realizar las rutas de mantenimiento preventivo y predictivo, manejo de pedido de repuestos y costos de servicios prestados a la empresa, esto respecto a mantenimiento.

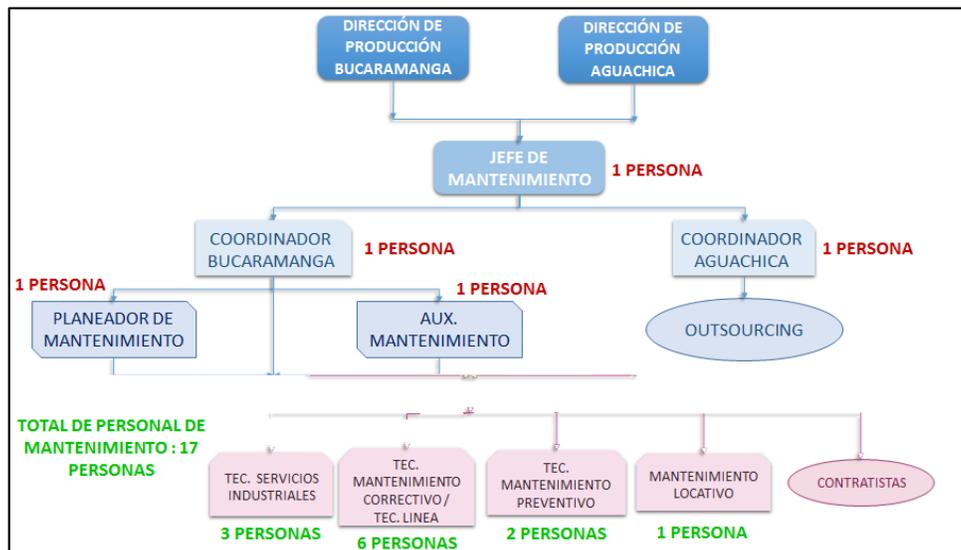


Figura 1. Estructura de mantenimiento freskaleche S.A.S. Fuente. Estructura organizacional de mantenimiento freskaleche S.A.S

1.2 Diagnóstico inicial de la dependencia asignada

DEBILIDADES	OPORTUNIDADES
<ul style="list-style-type: none"> No existe un control exacto sobre los consumos de servicios industriales. No existe un control exacto sobre los costos de los servicios industriales para producir sus productos 	<ul style="list-style-type: none"> La empresa permite el crecimiento de las personas que trabajan profesionalmente. La planta está en un nivel de crecimiento que promueve empleo a la región
FORTALEZAS	AMENAZAS
<ul style="list-style-type: none"> Las personas dentro del área de mantenimiento poseen con grandes conocimientos para el beneficio de la empresa. Se tiene en cuenta la opinión del equipo de trabajo y de jefes de producción para tomar decisiones de mejora. 	<ul style="list-style-type: none"> Aumento de paradas inesperadas por falta de mantenimiento Aumento de contaminación cruzada por parte del incumplimiento de las normas de seguridad de la planta.
FO	DO
<ul style="list-style-type: none"> Los trabajadores relacionados con el área de mantenimiento crezcan en el conocimiento y análisis de los consumos por área de producción. Conocer el consumo real en cada área de proceso. 	<ul style="list-style-type: none"> Seguir en constante crecimiento para el bienestar de la región, generando empleo a la población de Aguachica. Producir productos con altos estándares de calidad y bajos costos de proceso.
FA	DA

-
- Establecer capacitaciones seguidas a los operarios en las áreas de producción y a contratistas sobre el riesgo de contaminación cruzada.
 - Capacitar al personal de producción sobre la importancia de evitar excesos de consumo de los servicios industriales.
 - Establecer políticas de mantenimiento propio en la empresa con el interés general de reducir paros innecesarios en los momentos de producción.
-

Figura 2. Diagnóstico inicial de la dependencia de mantenimiento a través de la matriz dofa. Fuente: Autor.

1.2.1 Planteamiento del problema. Actualmente en la planta Freskaleche, Aguachica no se cuenta con un control de consumos de servicios industriales (agua, vapor, aire) utilizados durante la operación de sus productos. Esto se debe a la falta del monitoreo del caudal utilizado, el cual provoca que se desconozca el gasto real de cada servicio en las áreas de proceso, generando gastos económicos excesivos por la utilización de estos.

Por lo anterior para que el proceso sea sostenible se deben planear acciones para independizar las tuberías que suministran los servicios a las 4 áreas y seleccionar los medidores, con el fin de visualizar el consumo de los servicios generados en la planta freskaleche Aguachica. Entonces, se plantea la propuesta para la medición de estos, que pretende conocer y monitorear cada servicio utilizado en la elaboración de los productos, dando así una solución a la condición actual y un aporte productivo a la empresa.

1.3 Objetivos

Objetivo general

Proponer un sistema para la medición del consumo de los servicios industriales (vapor, agua, aire) utilizados en las áreas de producción de la empresa freskaleche-Aguachica, cesar.

Objetivos específicos.

Estudiar los parámetros requeridos para el sistema de medición del consumo de los servicios industriales con la finalidad de seleccionar y ubicar los medidores.

Diseñar el sistema de medición de acuerdo a los requisitos para su funcionamiento, utilizando la programación adecuada con la finalidad de visualizar el caudal utilizado en cada área por medio de un controlador lógico programable.

Realizar un estudio financiero por medio del valor presente neto y la razón costo beneficio sobre la propuesta del sistema de medición para determinar la viabilidad de la propuesta.

1.4 Tabla descripción de las actividades

Objetivos específicos	Actividades
Estudiar los parámetros requeridos para el sistema de medición del consumo de los servicios industriales con la finalidad de seleccionar y ubicar los medidores.	<ul style="list-style-type: none"> -Conocer y estudiar las áreas de producción y el proceso industrial de la planta -Indicar y separar las líneas de suministros de servicios industriales en las diferentes áreas -Realizar levantamientos de planos de las tuberías que se distribuyen de servicios industriales hacia las áreas de producción -Diseñar por medio de un programa asistido por computadora las líneas de distribución de los servicios industriales
Diseñar el sistema de medición de acuerdo a los requisitos para su funcionamiento, utilizando la programación adecuada con la finalidad de visualizar el caudal utilizado en cada área por medio de un controlador lógico programable.	<ul style="list-style-type: none"> -Determinar los consumos de vapor en la planta Freskaleche, Aguachica -Seleccionar y ubicar los medidores adecuados para el registro de consumo de la planta -Conocer los diferentes sistemas de comunicación existentes -Analizar la comunicación entre medidores y un controlador lógico programable. -Evaluar el plc que dispone la planta Freskaleche – Aguachica para el sistema de monitoreo -Realizar el esquema adecuado para el sistema de medición.
Realizar un estudio financiero por medio del valor presente neto y la razón costo beneficio sobre la propuesta del sistema de medición para determinar la viabilidad de la propuesta.	<ul style="list-style-type: none"> -Definir los flujos de fondo de la propuesta del sistema de medición -Evaluar la inversión del proyecto.

Figura 3. Descripción de las actividades a desarrollar. Fuente: Autor

Capítulo 2. Enfoques referenciales

2.1 Enfoque conceptual

SAP: Es un sistema de información basado en módulos integrados, que abarca prácticamente todos los aspectos de la administración empresarial.

SAP es un sistema ya definido que se adopta a todas las necesidades de una empresa. Para ello se usan los módulos que se requieran y se configuraran para adaptarse a las necesidades de la empresa. SAP esta creado para abarcar todos los sectores del negocio (málaga, 2017).

UHT: Tratamiento a temperatura ultra-altas para alimentos y productos lácteos. En el tratamiento a temperaturas ultra-altas (Ultra High Temperature, UHT), el objetivo es maximizar la destrucción de microorganismos mientras se minimizan los cambios químicos en el producto. Esto implica encontrar la combinación ideal de temperatura y tiempo de procesado para los diferentes tipos de alimentos (Pak, s.f.).

CIP: Cleaning In Place (limpieza en el lugar). En una industria higiénica, como el caso de alimenticia, farmacéutica y cosmética la limpieza sistemática de las instalaciones se debe considerar como parte integrante de la producción.

La limpieza se lleva a cabo mediante la circulación de agua y disoluciones de productos químicos calientes a través del equipo o tubería que trabaja en contacto con los productos. Su acción física, química y bacteriológica elimina la suciedad y los microorganismos de las

superficies. En el más amplio sentido de la palabra, el proceso de limpieza comprende tres estadios: limpieza, desinfección, esterilización (Edelflex, 2015).

Amoniaco: Aunque el amoníaco es tóxico, algo inflamable y explosivo bajo ciertas condiciones, sus excelentes propiedades térmicas lo hacen ser un refrigerante ideal para fábricas de hielo, para grandes almacenes de enfriamiento. El amoníaco es el refrigerante que tiene más alto efecto refrigerante por unidad de peso.

En la presencia de la humedad el amoníaco se vuelve corrosivo para los materiales no ferrosos.

El amoníaco es fácil de conseguir y es el más barato de los refrigerantes. Su estabilidad química, afinidad por el agua y no-miscibilidad con el aceite, hacen al amoníaco un refrigerante ideal para ser usado en sistemas muy grandes donde la toxicidad no es un factor importante (Montoya Londoño, 2009).

Tablero de control: El tablero de control es una metodología gerencial que sirve como herramienta para la planeación y administración estratégica de las empresas.

Es una aplicación de sistemas de autocontrol y mejora continua. Lo podemos definir como una estructura de control de la administración y operación general de la empresa, cuya fortaleza radica en su filosofía de mejora continua y en el trabajo en equipo basado en una visión estratégica unificada. Facilita la toma de decisiones a los socios y ejecutivos de una empresa ya que se tiene la información de manera inmediata de las diferentes áreas y permite detectar inmediatamente las desviaciones de los planes, programas y estrategias y decidir las medidas correctivas (Fleitman).

Controladores lógicos programables (PLC): Un Programmable Logic Controller o Controlador Lógico Programable (PLC), es un equipo electrónico, programable en lenguaje no informático, diseñado para controlar en tiempo real y en ambiente de tipo industrial, procesos secuenciales.

Un PLC trabaja en base a la información recibida por los captadores y el programa lógico interno, actuando sobre los accionadores de la instalación.

El PLC por sus especiales características de diseño tiene un campo de aplicación muy extenso. La constante evolución del hardware y software amplía constantemente este campo para poder satisfacer las necesidades que se detectan en el espectro de sus posibilidades reales.

Su utilización se da fundamentalmente en aquellas instalaciones en donde es necesario un proceso de maniobra, control, señalización, etc., por tanto, su aplicación abarca desde procesos de fabricación industriales de cualquier tipo a transformaciones industriales, control de instalaciones, etc (Montoya Londoño, 2009).

Bit: Unidad mínima de información que puede adoptar dos valores o estados distintos (dígito binario) (subsidiarios, 13 de julio 2012).

Byte: Unidad informática compuesta de ocho bits (subsidiarios, 13 de julio 2012).

Sistema SCADA: El Sistema de Control Supervisorio y de Adquisición de Datos (SCADA) es una tecnología que permite obtener y procesar información de procesos industriales dispersos o lugares remotos inaccesibles, transmitiéndola a un lugar para supervisión, control y procesamiento, normalmente una Sala o Centro de Control. Un SCADA permite entonces supervisar y controlar simultáneamente procesos e instalaciones distribuidos en grandes áreas, y

generar un conjunto de información procesada como, por ejemplo, presentación de gráficos de tendencias e información histórica, de informes de operación y programación de eventos, (Márquez, Abril 2005).

Conceptos básicos del sistema SCADA: Los sistemas SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) son aplicaciones de software, diseñadas con la finalidad de controlar y supervisar procesos a distancia. Se basan en la adquisición de datos de los procesos remotos.

Se trata de una aplicación de software, especialmente diseñada para funcionar sobre ordenadores en el control de producción, proporcionando comunicación con los dispositivos de campo (controladores autónomos, autómatas programables, etc.) y controlando el desarrollo del proceso de forma automática desde una computadora. Además, envía la información generada en el proceso productivo a diversos usuarios, tanto del mismo nivel como hacia otros supervisores dentro de la empresa, es decir, que permite la participación en el proceso de otras áreas como por ejemplo: control de calidad, supervisión, mantenimiento, etc.

Cada uno de los ítems de SCADA (Supervisión, Control y Adquisición de datos) involucran muchos subsistemas, por ejemplo, la adquisición de los datos puede estar a cargo de un PLC (Controlador Lógico Programable) el cual toma las señales y las envía a las estaciones remotas usando un protocolo determinado, otra forma podría ser que una computadora realice la adquisición envía un hardware especializado y luego esa información la transmite hacia un equipo de radio vía su puerto serial, existen muchas otras alternativas de transmisión.

Las tareas de Supervisión y Control generalmente están más relacionadas con el software SCADA, en él, el operador puede visualizar en la pantalla del computador de cada una de las

estaciones remotas que conforman el sistema, los estados de ésta, las situaciones de alarma y tomar acciones físicas sobre algún equipo lejano, la comunicación se realiza mediante buses especiales o redes LAN. Todo esto se ejecuta normalmente en tiempo real, y están diseñados para dar al operador de planta la posibilidad de supervisar y enviar mandos de control a dichos procesos.

Estos sistemas actúan sobre los dispositivos instalados en la planta, como son los controladores, autómatas, sensores, actuadores, registradores, etc. Además permiten controlar el proceso desde una estación remota, para ello el software brinda una interfaz gráfica que muestra el comportamiento del proceso en tiempo real.

Generalmente se vincula el software al uso de una computadora o de un PLC, la acción de control es realizada por los controladores de campo, pero la comunicación del sistema con el operador es necesariamente vía computadora. Sin embargo el operador puede gobernar el proceso en un momento dado si es necesario (Morales, julio 2012).

Interfaz hombre – máquina HMI: Una interfaz Hombre - Máquina o HMI es el aparato que presenta los datos a un Operador (humano) y a través del cual éste controla el proceso (Montoya Londoño, 2009).

Este subsistema permite al usuario interactuar con el sistema para la ejecución de diferentes funciones, entre las que se puede citar las siguientes:

Funciones de control y supervisión sobre todo el proceso

Funciones de planificación y mantenimiento de operaciones

Funciones de presentación gráfica o impresa de: diagramas gráficos, menús de selección, despliegue de datos tabulados, despliegue de alarmas y tendencias históricas o reales, etc (Márquez, Abril 2005).

Entradas: Adapta y codifica de forma comprensible para la CPU las señales procedentes de los dispositivos de captadores (programables, 2001).

Salidas: Decodifica las señales procedentes de la CPU, y las amplifica y manda con ellas los dispositivos de salida o actuadores como lámparas, relés, etc, aquí también existen interfaz de adaptación a las salidas de protección de circuitos internos (programables, 2001).

Entradas digitales: Permiten al autómata captador de tipo todo o nada como finales de carrera pulsadores, prendido o apagado de dispositivos electrónicos.

Los módulos de entrada digitales trabajan con señales de tensión, por ejemplo cuando por una vía llegan 24 voltios se interpreta como “1” y cuando llegan cero voltios se interpreta como un “0” (programables, 2001).

Entradas analógicas: Los módulos, de entrada analógicas permiten que los autómatas programables trabajen con accionadores de mando analógico y lean señales de tipo analógico como pueden ser temperatura, presión o caudal (programables, 2001).

Salidas digitales: Un módulo de salida digital permite al autómata programable actuar sobre los preaccionadores y accionadores que admitan órdenes de tipo todo o nada. El valor

binario de las salidas digitales se convierte en la apertura o cierre de un relé interno del autómatas en el caso de módulos de salidas a relé. En los módulos estáticos (bornero), los elementos que conmutan son los componentes electrónicos como transistores o triacs, y en los módulos electromecánicos son contactos de relés internos al módulo. Los módulos de salidas estáticos al suministrar tensión, solo pueden actuar sobre elementos que trabajan todos a la misma tensión, en cambio los módulos de salida electromecánicos, al ser libres de tensión, pueden actuar sobre elementos que trabajen a tensiones distintas (programables, 2001).

Salidas analógicas: Los módulos de salida analógica permiten que el valor de una variable numérica interna del autómatas se convierta en tensión o intensidad. Lo que realiza es una conversión D/A, puesto que el autómatas solo trabaja con señales digitales. Esta conversión se realiza con una precisión o resolución determinada (número de bits) y cada cierto intervalo de tiempo (periodo muestreo). Esta tensión o intensidad puede servir de referencia de mando para actuadores que admitan mando analógico como pueden ser los variadores de velocidad, las etapas de los tiristores de los hornos, reguladores de temperatura... permitiendo al autómatas realizar funciones de regulación y control de procesos continuos (programables, 2001).

Termo resistor PT100: Una Pt100 es un sensor de temperatura. Consiste en un alambre de platino que a 0 °C tiene 100 ohm y que al aumentar la temperatura aumenta su resistencia eléctrica.

Una Pt100 es un tipo particular de RTD (Dispositivo Termo Resistivo) Normalmente las Pt100 industriales se consiguen encapsuladas en la misma forma que las termocuplas, es decir

dentro de un tubo de acero inoxidable u otro material (vaina), en un extremo está el elemento sensible (alambre de platino) y en el otro está el terminal eléctrico de los cables protegido dentro de una caja redonda de aluminio (cabezal).

Además la Pt100 puede ser colocada a cierta distancia del medidor sin mayor problema (hasta unos 30 metros) utilizando cable de cobre convencional para hacer la extensión (Pt100, su operación, instalación y tablas.).

Protocolo de comunicación: Es un conjunto de reglas y formatos (semántica y sintaxis) que determina el comportamiento de la comunicación de (N)-entidades en el desempeño de (N)-funciones (Márquez, Abril 2005).

Protocolo de control BSC: Protocolo BSC (Binary Synchronous Communications) desarrollado por la IBM; a este protocolo se le denomina también Protocolo BISYN. Este protocolo utiliza ciertos caracteres de control para delimitar los diferentes campos y para el control de sus funciones propias.

El protocolo BSC es un protocolo sincrónico que opera en HDX y requiere un reconocimiento para cada trama transmitida antes de enviarse la trama siguiente. Este protocolo está diseñado para trabajar en punto a punto o en multipunto con una sola estación de control o estación primaria; esta es la denominada operación Maestra-Esclava (Márquez, Abril 2005).

Protocolo XMODEM: El protocolo XMODEM es un protocolo de transferencia de archivos (FTP), desarrollado en 1977, que ha sido instrumentado en muchos de los programas de transferencia de archivos en los sistemas BBS (Bulletin Board Service).

El protocolo XMODEM es de dominio público de modo que se puede desarrollar e instrumentar libremente en programas de comunicación (software) (Márquez, Abril 2005).

Protocolo YMODEM: El protocolo YMODEM se desarrolló como una extensión del protocolo XMODEM para incorporar algunas características adicionales a fin de mejorar su comportamiento (Márquez, Abril 2005).

Protocolo DDCMP: El protocolo de mensajes de comunicaciones de datos digitales (DDCMP) es un protocolo de comunicaciones orientado a bytes diseñado por Digital Equipment Corporation en 1974 para permitir la comunicación sobre enlaces de red punto a punto para el protocolo de red DECnet Phase de la compañía. El protocolo utiliza enlaces síncronos y asíncronos completos o semidúplex y permite detectar y corregir los errores introducidos en la transmisión. Se mantuvo y se extendió para versiones posteriores del protocolo DECnet (Márquez, Abril 2005).

Protocolos de control por dígitos: Los protocolos de control a nivel de enlace más utilizados en la transmisión de datos son los Protocolos de Control por Dígitos (Bit-Oriented Protocols). En estos protocolos la información se puede transmitir en secuencias de dígitos de cualquiera longitud sin necesidad de dividirla en caracteres, pues el control se hace dígito a

dígito. Sin embargo, consideraciones de tipo instrumental y tecnológico requieren que la longitud de una secuencia de dígitos sea un múltiplo entero de un carácter, generalmente un octeto (Márquez, Abril 2005).

Protocolo SDLC: El protocolo SDLC fue desarrollado por la IBM en 1974 específicamente para sistemas multipunto con una Estación Principal y múltiples Estaciones Secundarias. El Protocolo SDLC es un protocolo sincrónico, FDX, para operación punto a punto y multipunto. Este protocolo opera en el Modo de Respuesta Normal (Normal Response Mode, NRM) en el cual todas las Estaciones Secundarias están subordinadas a la Estación Principal (Sistema Maestra-Esclava) y no efectúan ninguna operación que no sea solicitada por la Maestra (Márquez, Abril 2005).

Protocolo HDLC: El HDLC es una especificación de protocolo de línea orientado al bit, de la Organización Internacional de Estándares (ISO) y es la base para desarrollar numerosos protocolos ampliamente usados en la capa de enlace (garcia, 2000)

Protocolos industriales: Los protocolos industriales deben poseer algunas características muy importantes para su utilización en los Sistemas de Control de Procesos y en los SCADA.

Estas características son:

Deben ser sistemas fáciles de reparar y mantener. Las operaciones en un sistema industrial son muy sensibles a retardos producidos por fallas o mantenimiento. Si las operaciones no

demandan un alto nivel de intercambios y altas velocidades, se puede utilizar el protocolo más sencillo, por ejemplo, el protocolo ASCII.

Deben poseer un alto nivel de integridad en la transferencia de datos. En un ambiente industrial con altos niveles de ruido eléctrico y donde no se permite errores en la transferencia de datos, por ejemplo, en el control de operaciones críticas, los protocolos deben poseer sistemas muy robustos para la detección y recuperación de errores. La naturaleza de muchas operaciones de control y supervisión no permite retardos entre los primeros y los últimos dispositivos en una cadena de transmisión de los datos. Los protocolos empleados deben cumplir con esta condición (Márquez, Abril 2005).

Protocolos ASCII: American Standard Code for Information Interchange (Código Estándar Estadounidense para el Intercambio de Información). Los protocolos ASCII son muy populares debido a su simplicidad, lo cual los hace apropiados para instalaciones sencillas, generalmente una Maestra y una Remota. Su principal desventaja es su lentitud y su incapacidad para manejar sistemas más complicados, por ejemplo, sistemas multipunto de más de 32 remotas (Márquez, Abril 2005).

Protocolo HART: El Protocolo HART (Highway Addressable Remote Transducer) permite la transmisión simultánea de información analógica y digital pues generalmente opera superpuesto sobre el lazo de corriente de 4-20 mA.

El Protocolo HART se utiliza típicamente en configuración punto a punto, para la configuración remota, ajuste de parámetros y diagnóstico de dispositivos de campo inteligentes.

Este protocolo no es apropiado para sistemas que requieren respuestas muy rápidas; sin embargo, si se requieren altas velocidades, se puede utilizar el protocolo en configuración multipunto (multidrop). En este caso no se emplea el lazo de corriente, es decir, la presencia de señales analógicas en el sistema; todas las mediciones se efectúan con los formatos HART (Márquez, Abril 2005).

Protocolo MODBUS: Modbus es un protocolo de transmisión desarrollado por la Gould Modicon (ahora AEG Schneider Automation) para sistemas de control y supervisión de procesos (SCADA) con control centralizado. Utilizando este protocolo, una Estación Maestra (MTU) puede comunicarse con una o varias Estaciones Remotas (RTU) con la finalidad de obtener datos de campo para la supervisión y control de un proceso. El protocolo Modbus es muy utilizado en la industria en una gran variedad de sistemas SCADA (Márquez, Abril 2005).

Protocolo bristol BSAP: El Protocolo BSAP (Bristol Synchronous/Asynchronous Protocol) de la Bristol Babcock Instruments/Systems es un protocolo industrial utilizado para el control y supervisión de sistemas SCADA. Es un protocolo muy completo con una topología tipo árbol con un máximo de seis niveles y 127 nodos por nivel; a su vez, cada nodo puede controlar hasta 127 dispositivos remotos. Cada nodo tiene una dirección única basada en su posición en la red y puede ser maestra de los niveles inferiores o esclava de los niveles superiores (Márquez, Abril 2005).

Protocolo MICROBUFFER: El Protocolo Microbuffer es un protocolo de línea, diseñado en Venezuela por la Compañía AETI. Su estructura está concebida para la operación de sistemas de control distribuido y sistemas SCADA. Este protocolo permite la interconexión directa entre dos nodos cualquiera de la red (estructura de red de área local), o entre un nodo y el resto (operación punto a punto o multipunto). En el caso de sistemas SCADA, se establece uno o más nodos como Maestras (MTU) y al resto como remotas (RTU), pero sólo las MTU pueden iniciar intercambios con las RTU (modo de respuesta normal (NRM)).

El protocolo Microbuffer se puede configurar para trabajar en diversos medios, tales como en redes de área local (ETHERNET, por ejemplo), con canales de radio HDX tipo remota o canales tipo RS-232C/RS-485 (conductores metálicos directos o con módems). Es posible que en un SCADA en particular se utilice los tres medios; la estructura del protocolo lo permite (Márquez, Abril 2005).

Protocolo CONITEL: El Protocolo Conitel 2020 es un protocolo industrial utilizado para la supervisión y control de sistemas SCADA. Características:

Control por Dígitos

Topología punto a punto y multipunto. Una Maestra (MTU) y una o varias esclavas (RTU).

Número máximo de nodos: 15

Transmisión Asíncrona HDX/FDX

Operación en Modo de Respuesta Normal

Velocidad: 1200 bps

Interfaz: RS-232C formato General de las Tramas (Márquez, Abril 2005).

Protocolo DNP 3.0: El Protocolo DNP 3.0 (Distributed Network Protocol) está basado en las normas del comité 57, Grupo de Trabajo 03 de la IEC para el desarrollo de un protocolo para aplicaciones en telecontrol, SCADAs y sistemas de automatización distribuidos. Este protocolo fue desarrollado por la GE Harris en 1990, y en 1993 fue cedido al Grupo de usuarios DNP, que es una organización sin fines de lucro formada por compañías de servicio público y vendedores. El Protocolo DNP 3.0 es un protocolo abierto y de propiedad pública que fue diseñado para lograr la interoperabilidad entre RTU, IED (Dispositivo Electrónico Inteligente (Intelligent Electronic Device)) y estaciones maestras.

Este protocolo ha sido adoptado por la IEEE como práctica recomendada para la interconexión IED-RTU.

El DNP 3.0 es un protocolo abierto, robusto y eficiente, con el cual se puede

Solicitar y responder múltiples tipos de datos en mensajes sencillos (Márquez, Abril 2005).

Red de campo FIELDBBUS: Es básicamente un nuevo protocolo de comunicación de datos digitales que será utilizada en la industria para substituir la norma de transmisión analógica de 4-20 mA

Fieldbus describe una nueva red de comunicación digital, bidireccional, multipunto de bus serial usada para enlazar dispositivos de campos, tales como controladores, transductores, actuadores y sensores. Para esa red nuevo dispositivos fieldbus, llamados dispositivos inteligentes, están siendo construidos con microprocesadores capaces de procesar algoritmos PID, ejecutar funciones tales como autodiagnósticos, mantenimiento, así como proveer capacidad de comunicación bidireccional. Parte del objetivo del protocolo autoriza a los

dispositivos inteligentes asumir el control del proceso en el nivel de instrumentación, dando como resultado de la creación de una tecnología que simplifica el control de los procesos y la automatización de la manufactura (Muñoz, septiembre 1998).

Flujo de fondo: Es un reporte que nos presenta las entradas y salidas de dinero de una organización durante un período de tiempo.

Los ingresos y egresos provienen de varias fuentes. Algunos ejemplos típicos de ingresos son: Venta de mercadería, venta de servicios, alquileres, otros (Flujos de fondo , 2015).

VPN: El Valor Actual Neto (VAN) de una inversión se define como el valor actualizado de la corriente de los flujos de caja que la misma promete generar a lo largo de su vida, véase el segmento esquema temporal.

Una inversión es efectuable cuando el $VAN > 0$, es decir, cuando la suma de todos los flujos de caja valorados en el año 0 supera la cuantía del desembolso inicial (si éste último se extendiera a lo largo de varios períodos habrá que calcular también su valor actual).

El van es incapaz de valorar correctamente aquellos proyectos de inversión que incorporan opciones reales (de crecimiento, abandono, diferimiento, aprendizaje, etcétera) lo que implica que el valor obtenido a través del simple descuento de los flujos de caja infravalore el verdadero valor del proyecto. Es decir, el criterio VAN supone, o bien que el proyecto es totalmente reversible (se puede abandonar anticipadamente recuperando toda la inversión efectuada), o que es irreversible (o el proyecto se acomete ahora o no se podría realizar nunca más) (santos, 2008).

2.2 Enfoque legal

NTC ISO 9001.2008. Sistemas de gestión de la calidad.

NTC ISO. 14001.2004. Sistema de gestión ambiental.

Decreto número 616 de 2006. Reglamento Técnico sobre los requisitos que debe cumplir la leche para el consumo humano que se obtenga, procese, envase, transporte, comercializa, expendia, importe o exporte en el país

Resolución 1409 del 2012 reglamento de seguridad para protección contra caídas en trabajo en alturas.

NTC 1000. 2004. Metrología. Sistema internacional de unidades.

ISO 1745. 1975. Procesamiento de información – Procedimientos de control del modelo básico para sistemas de comunicación.

NRF-105-PEMEX-2012. Sistemas Digitales de Monitoreo y Control.

Capítulo 3. Informe de cumplimiento del trabajo

3.1 Presentación de resultados

Objetivo específico 1. Estudiar los parámetros requeridos para el sistema de medición del consumo de los servicios industriales con la finalidad de seleccionar y ubicar los medidores.

Para dar cumplimiento a cada uno de los objetivos planteados se realizaron una serie de actividades que muestran el trabajo realizado durante la pasantía en la empresa FRESKALECHE Aguachica.

Actividad 1. Conocer las áreas de producción y el proceso industrial de la planta.

Para dar cumplimiento a la primera actividad, el practicante de mantenimiento mecánico debió consultar en la documentación asociada al proceso de producción de la empresa, y posteriormente dirigirse a campo para verificar la información descrita en los documentos y reconocer el proceso en cada una de las áreas.

La planta FRESKALECHE S.A.S Aguachica es una fábrica productora de leche y sus derivados (Ver figura 5), entre los productos procesados y comercializados están: leche U.H.T, queso en diferentes presentaciones, avena, crema de leche y leche en polvo. La planta está dividida en cuatro áreas principales que son, acopio, quesos, leche ultra pasteurizada (UHT) y pulverizadora.

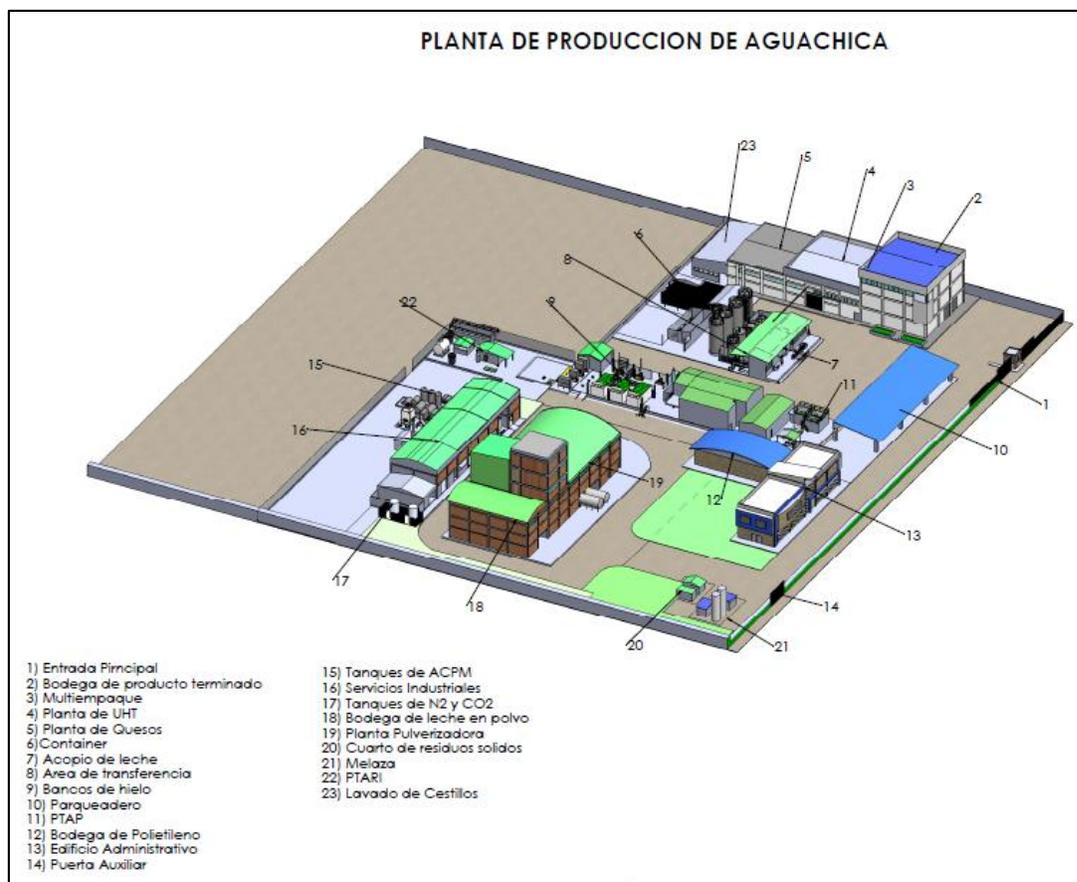


Figura 4. Planta freskaleche aguachica. Fuente. Departamento de mantenimiento

La producción da inicio en el área de Acopio (Ver figura 6), donde se recibe la leche cruda por medio de descarga de cantinas o mulas, para luego ser filtrada y llevada por medio de tuberías a los tanques de almacenamiento 3 y 4 (Ver figura 7), con una capacidad de 10mil litros cada uno.

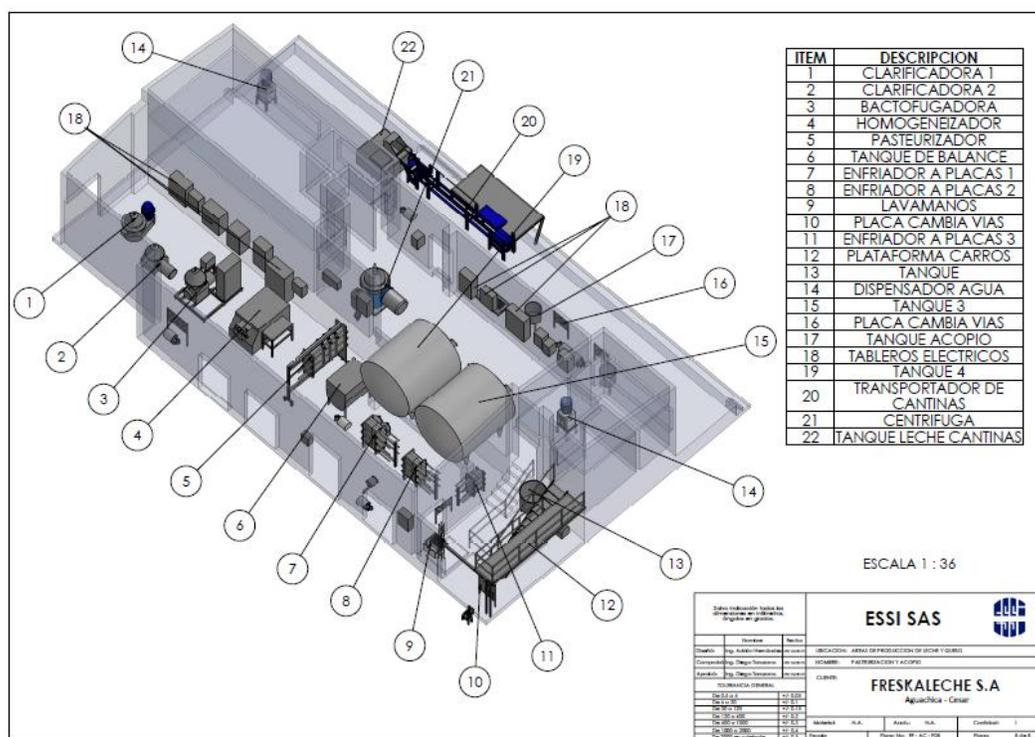


Figura 5. Área de acopio. Fuente. Departamento de mantenimiento



Figura 6. Tanques de almacenamiento 3 y 4. Fuente. Autor

La leche almacenada es transportada a dos intercambiadores de placas conectados en serie los cuales son los encargados de bajar la temperatura de la leche a un rango de 2 a 4° C, una vez su temperatura se encuentre en el rango específico es llevada a los segundos tanques de almacenamiento con una capacidad total de 140000 litros (Ver figura 8), una vez se vaya a procesar la leche, la leche cruda pasa por la zona de transferencia, que se encuentra ubicada al lado de la zona de recibo de leche, con el fin de tratar la leche cruda y enviarla a sus destinos de procesos, esta leche cruda debe ser descremada, bactofugadora con el fin de separar sólidos de la leche, y por último pasa por el pasteurizador que calienta la leche a 68° C para eliminar bacterias de esta, luego es transportada por tuberías a las áreas de quesos, UHT y pulverizadora.



Figura 7. Tanques de almacenamiento capacidad total de 140.000litros. Fuente. Autor

El área de quesos se encuentra dividida en tres partes: proceso, empaque y almacenamiento (Ver figura 9), la leche suministrada desde los tanques de almacenamiento es inicialmente cuajada por medio de movimientos rotativos en la tina 00 (ver figura 10), para luego pasar a la tina de desuere (ver figura 11) la cual se encarga de separar la leche cuajada, llamada masa y el suero (agua de leche) producido.

Una vez la masa este homogénea los operarios de manera manual toman la masa (queso) y la depositan en las maquinas hiladoras (ver figura 12) que por medio de brazos mecánicos compactan el queso hasta lograr que quede uniforme, para luego ser llevado a las maquinas dosificadoras que realizan el corte adecuado según sus presentaciones, una vez cortado es depositado en moldes y llevado a la zona de empaques para finalmente dejarlo en la zona de almacenamiento.

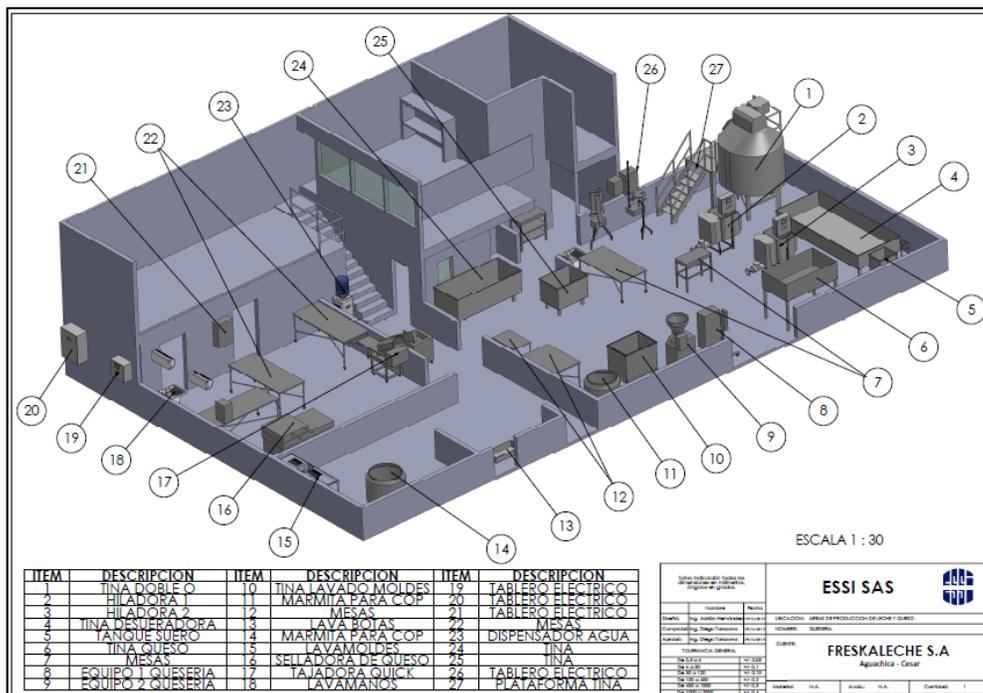


Figura 8. Área de quesos. Fuente. Departamento de mantenimiento



Figura 9. Tina 00. Fuente. Autor



Figura 10. Tina desueradora Fuente. Autor



Figura 11. Hiladora #1 e hiladora #3. Fuente. Autor

Continuamente se encuentra el área de ultra pasteurización (UHT) donde la leche proveniente de los tanques de almacenamiento pasa primero por el homogeneizador FBF de capacidad 10000 LTS/H (ver figura 13) o el homogeneizador de capacidad 5000 LTS/H (Ver anexo 1) utilizado generalmente para el proceso de avena o crema de leche, el homogeneizador es encargado de mezclar, disolver la grasa y refinar bajo presión la leche, que luego es dirigida a un proceso de esterilización donde inicialmente se eleva la temperatura de 4°C a 75-85°C para eliminar el aire o sustancias que produzcan mal olor, enseguida la leche es calentada a un rango de temperatura de 116-120°C y posteriormente calentada de 4 a 5 segundos a un rango de 138-142°C para finalmente ser sometida a un enfriamiento rápido. Una vez que la leche es ultra pasteurizada es llevada a las maquinas empacadoras de leche (A 3/1, A 3/2, A2) (Ver figura 14).



Figura 12. Homogeneizador FBF de capacidad 10.000 Lts/h. Fuente. Autor



Figura 13. Maquinas empacadoras ESSI A2, ESSI A 3/2 y ESSI A 3/1. Fuente. Autor

Por último se encuentra el área de pulverización que está dividida en dos partes; el evaporador y el secador vertical (Ver figura 15). Donde primero la leche pasa por el evaporador de 4 efectos (Ver figura 16) encargado de vaporizar el agua contenida en la leche y a su vez condensar leche alrededor del 48%, para luego llegar al homogeneizador de capacidad de 5000 Lts/H, la leche condensada es llevada por medio de una Bomba pistón de alta presión a la cámara de secado Spray (Ver figura 17), y posteriormente llevada a las boquillas para su atomización con el fin de crear partículas pequeñas de leche líquida y así permitir que sea más fácil su secado,

la leche es pulverizada, y finalmente cae a silos de almacenamiento para ser empacada y lista para comercializar.

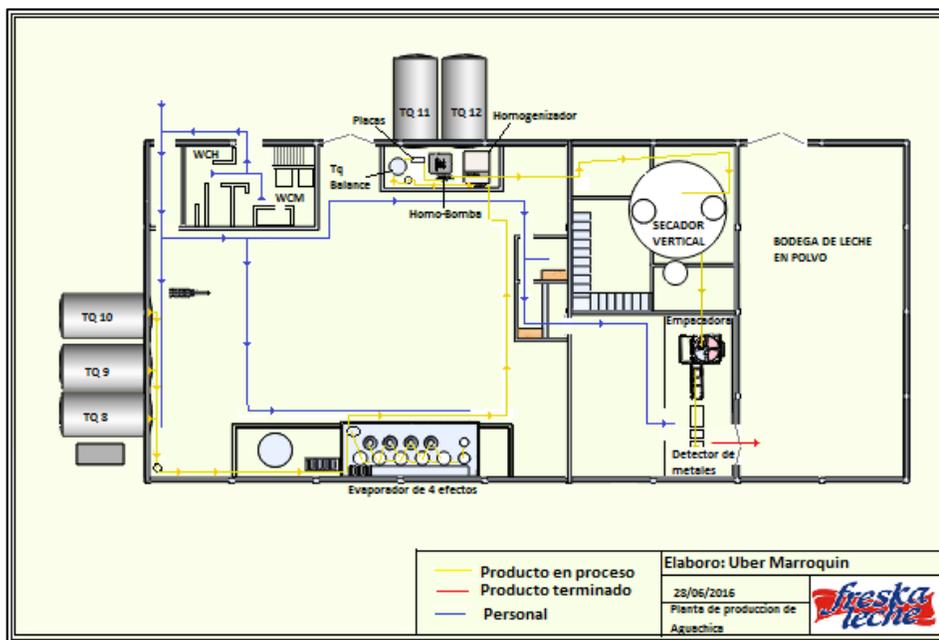


Figura 14. Área de pulverización. Fuente. Departamento de mantenimiento



Figura 15. Evaporador de 4 efectos. Fuente. Autor



Figura 16. Máquina se secado spray marca IAF. Fuente. Autor

De esta manera es como se lleva a cabo la producción de leche y sus derivados en la planta FRESKALECHE Aguachica, donde el practicante conoció el proceso llevado a cabo por medio de documentación y salidas frecuentes a campo.

Actividad 2. Indicar y separar las líneas de suministros de servicios industriales en las diferentes áreas

Para dar cumplimiento a la actividad nombrada, el practicante debió dirigirse a cada una de las áreas de producción para la identificación de las líneas de suministros ya que en la actualidad la planta FRESKALECHE Aguachica no cuenta con planos de las líneas de distribución de servicios industriales, en cada una de las áreas se encuentran las tuberías de aire, vapor y agua, algunas están identificadas con colores de la siguiente manera; azul la línea de aire, verde la línea de agua y plateado la línea de vapor, pero la mayoría no se encuentran o están incorrectamente identificadas.

Inicialmente el practicante con apoyo del personal técnico se encargó de encontrar cada una de las líneas, comprobar que estuviera en funcionamiento y a que maquinas alimenta por medio de las tuberías. Una vez identificada la línea dentro del área el practicante se dirige a encontrar la distribución de la misma fuera del área, y así todo el recorrido hasta el origen y suministro de cada una, la línea de vapor esta suministrada por las calderas (Ver anexo 2), la línea de aire comprimidos es suministrada por los compresores (Ver anexo 3) en las diferentes áreas de la planta y el agua del tanque de tratamiento de agua potable (PTAP) (Ver anexo 4). Este procedimiento se realiza para cada una por separado.

El practicante encontró que en algunas áreas habían dos o más entradas de algunas líneas, en este caso realizo el mismo procedimiento identificando las conexiones de estas tuberías y buscar si se conectaba a una línea diferente, una vez identificadas dichas conexiones con ayuda de los operarios de servicios industriales se procede a verificarlas cerrando el suministro de las líneas un día donde no hubiera producción para no afectar el proceso de la planta.

De esta manera se realizó la segunda actividad planteada, identificando las tuberías que alimentan cada una de las maquinas utilizadas en el proceso en las diferentes áreas.

Actividad 3. Realizar levantamientos de planos de las tuberías que se distribuyen de servicios industriales hacia las áreas de producción

A medida que se llevaba a cabo el desarrollo de la segunda actividad planteada en el primer objetivo se iba realizando paralelamente la tercera actividad; conforme se identificaba el recorrido de las tuberías de aire, agua y vapor en cada área el practicante iba tomando medidas con el flexómetro y plasmando en hojas isométricas de tamaño A4 y localizando un norte para realizar el dibujo acorde a la orientación seleccionada.

Por cada línea de suministro el practicante realizó dos planos diferentes, organizados de la siguiente manera.

Primer plano: El recorrido de la tubería por toda el área hasta su suministro, a que máquinas alimenta y la distribución de la misma en otras áreas si las tiene.

Segundo plano: Un bosquejo de la tubería a futuro desde el área de proceso hasta su inicio de suministro al independizarse de las otras áreas.

Una vez se realizaron los planos de la tubería actual se procedió a realizar la independización de la tubería en las áreas de procesos de la siguiente manera.

En el área de quesos la tubería que suministra el agua es una sola de calibre de 1", su inicio proviene del tanque de distribución ubicado en el área de acopio (Ver anexo 5), esta línea atraviesa todo acopio sin repartir agua a este, entra a quesos y reparte a todo el área, así mismo suministra agua a la zona de máquinas envasadoras (A3/1 y A3/2) ESSI y CIP (Ver anexo 6), y lava manos, mangueras para lavado de pisos de la zona de envase en el área de UHT (Ver anexo 7).

De la misma manera la línea de agua proveniente de acopio suministra a una conexión de manguera de lavado en la zona de embalaje (Ver anexo 8) y alimenta el tanque para la refrigeración de los pistones del homogeneizador fbf de 10.000 Lts y la lava botas para el acceso del área de UHT.

Para el proyecto de medición esta línea de agua no debe alimentar un área diferente a quesos, por consiguiente se propuso soldar y cortar la tubería que conecta con UHT y eliminar el suministro a esta área, además conectar directamente a una línea de tratamiento de agua potable

(ptap) que actualmente es el segundo suministro de agua en acopio (Ver anexo 9), y de esta manera retirar esta conexión e independizar la línea de agua en el área de quesos (Ver anexo 10).

Para el suministro de vapor en las áreas de acopio, cestillos, quesos y UHT actualmente existe una línea principal proveniente de las calderas, la línea está conectada inicialmente para el área de acopio, luego entra al área de cestillos donde el vapor alimenta una maquina encargada de lavar todos los cestillos utilizados para el empaque, distribución y devolución de la leche, de dicha línea se deriva una tubería secundaria empleada para alimentar el área de quesos donde su utiliza el vapor para el lavado de moldes fuera del área de proceso y la maquina termo encogedora de vapor (Ver anexo 11).

En el pasillo del área de cestillos la línea principal alimenta un tanque de almacenamiento de donde se distribuyen cuatro líneas, dos para el área de UHT, una para quesos y una para el retorno de condensados (Ver anexo 12); la línea que alimenta el área de quesos va a las maquinas utilizadas para el proceso y las tinas y marmitas empleadas para el lavado de moldes dentro de la zona (Moldes esterilizados).

Para la independización de la línea de vapor en el área de quesos se propuso eliminar la tubería secundaria, soldar y tapar dicha entrada proveniente de la línea principal y adicionar una tubería de acero al carbono de calibre 1” a la línea saliente del tanque de almacenamiento (Ver anexo 13), de manera que reemplace a la tubería eliminada y el suministro de vapor para el área de quesos quede completamente independiente a las áreas de acopio, cestillos y UHT (Ver anexo14).

Para las áreas de acopio, UHT y quesos el aire es proveniente de la zona de compresores y almacenado en un tanque pulmón donde posteriormente es distribuido por medio de dos tuberías

de calibre $1\frac{1}{2}$ " y $1\frac{1}{2}$ " en la parte superior del tanque (Ver anexo 15); la tubería de $1\frac{1}{2}$ " atraviesa todo acopio, alimenta una parte de este y entra a UHT suministrando a todo el área, continuamente se conecta con una tubería de $1\frac{1}{2}$ " para luego abastecer todo el aire necesario para el área de quesos, (Ver anexo 16); posteriormente esta misma línea de $1\frac{1}{2}$ " sale de quesos y regresa al área de acopio para conectarse con la tubería de $1\frac{1}{2}$ " saliente del tanque pulmón y abastecer aire a esta área.

El practicante en una reunión junto con el coordinador de mantenimiento se encargó de analizar el sistema actual de suministro de aire y se concluyó que para independizar el área de quesos es necesario eliminar la tubería que conecta el área con UHT, además se propone cortar la tubería de $1\frac{1}{2}$ " que alimenta el área de acopio desde quesos y conectar esta línea directamente a la tubería de $1\frac{1}{2}$ " saliente del tanque pulmón y así abastecer el área de quesos por esta línea (Ver anexo 17).

Para el suministro de agua en el área de UHT provienen dos tuberías de calibre de 2" directamente del tratamiento de agua potable, estas tuberías pasan por el área de cestillos, donde las dos se conectan entre sí, una de estas dos tuberías principales tiene una derivación a una tubería de 1" que se dirige hacia el CIP de la maquina A2, y conecta para un manguera de lavado en esta misma zona CIP UHT (Ver anexo 18), de la misma manera esta línea principal deriva una tubería con calibre de 2" que se divide en cuatro líneas para abastecer agua a todo el área de UHT (Ver figura 18).

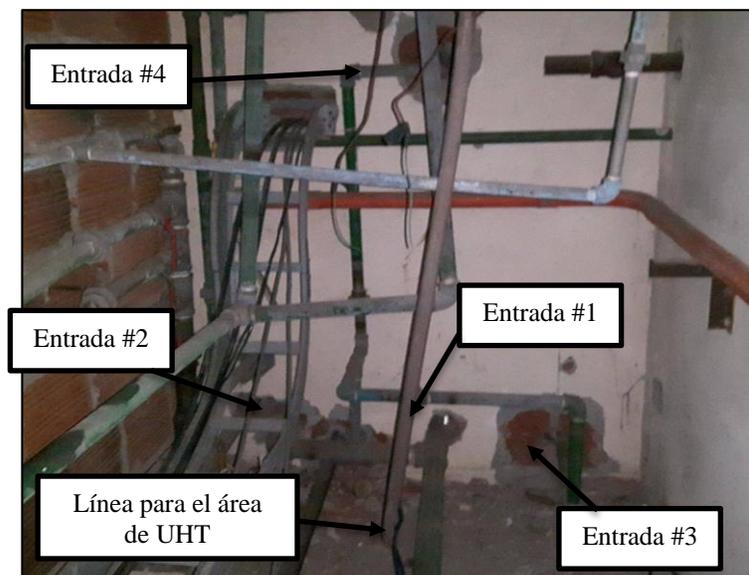


Figura 17. Tubería de agua entrando al área de UHT. Fuente. Autor

Estas líneas están conectadas de manera que suministran agua a todo el área, sin embargo las tuberías que alimentan las máquinas y mangueras de lavado son provenientes del área de quesos, para la independización del agua en UHT como se explicó anteriormente las tuberías que conectan con quesos se cortaran quedando totalmente libres y fuera del circuito de agua, al quedar libres se propone conectarlas a la línea de 2" que se deriva de una de las dos tuberías principales, estas conexiones se harán dentro del área de UHT y quedaran de la siguiente manera.

La tubería proveniente de quesos que conecta a la manguera de lavado en zona de embalaje, la refrigeración automática de los pistones del homogeneizador fbf y el lava botas de acceso al área UHT, será conectada a la tubería de UHT que llega al homogeneizador fbf (Ver figura 19).

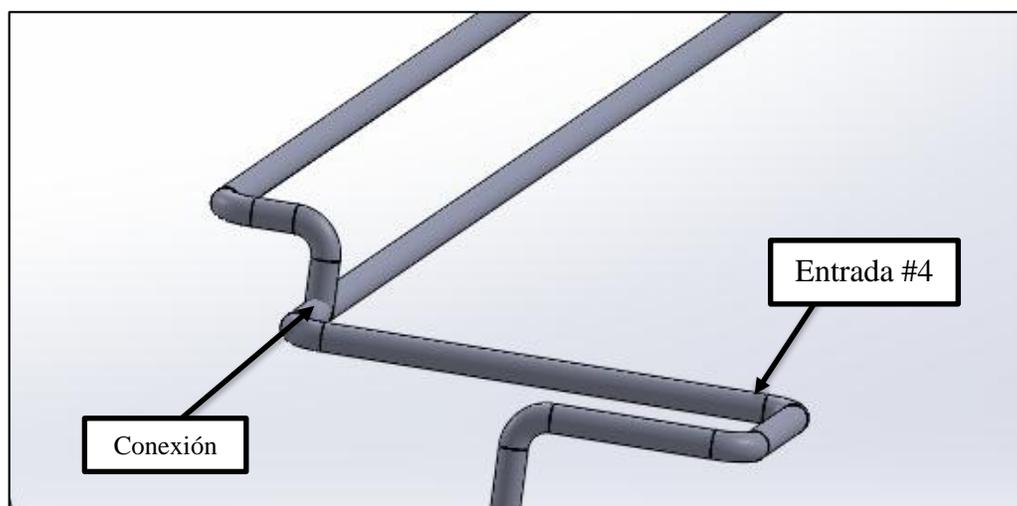


Figura 18. Conexión futura en la línea de entrada #4 área de UHT. Fuente. Autor

La línea que proviene agua de quesos para las maquinas envasadoras y el cip de las maquinas A3/1 y A3/2 de calibre de 1" se conectara a la entrada #2 de calibre de 2" que alimenta el esterilizador de 10.000 Lts (Ver figura 20)

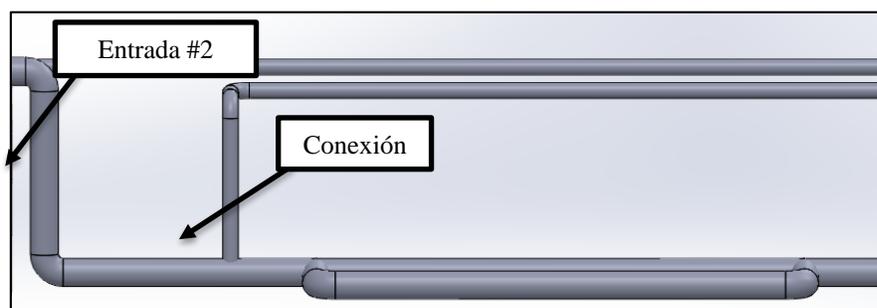


Figura 19. Conexión futura en la línea de entrada #2 área de UHT. Fuente. Autor

Para la tubería de quesos que alimenta el lava manos en la zona de máquinas envasadoras y la manguera de lavado, se conectara a la línea de agua que alimenta a las maquinas A3/1 y A3/2

y el CIP de estas, siendo la misma línea que proviene de quesos, y que quedara ubicada en la tubería del esterilizador de 10.000 Lts, Además se eliminara la tubería de 1" que deriva para el CIP de la maquina A2 y para la manguera de lavado del piso zona CIP UHT y se conectaran a la línea que repartirá agua a todas las máquinas de UHT, quedando de esta manera independizado el servicio de agua para el área.

El vapor para el área de UHT, como anteriormente se describió llega a un tanque de almacenamiento en el área de cestillos el cual tiene cuatro salidas, dos de estas son de 2^{1/2}" de las cuales una de ellas deriva para alimentar el CIP de las maquinas A 3/1 y A 3/2, y el CIP de la maquina A2. (Ver anexo 20), esta línea de 2^{1/2}" se reduce a 2" al igual que la segunda salida del tanque de almacenamiento para entrar al área de UHT, conectarse entre sí y formar una sola línea que reparte vapor a los esterilizadores de 10.000 Lts y 5.000 Lts (Ver anexo 21).

Para la unificación de este suministro se propuso eliminar la primera línea del tanque de distribución y unirla a la segunda salida del tanque, así la línea de vapor quedara independizada con una derivación y retorno a su línea principal (Ver anexo 22).

Anteriormente se expuso que la tubería principal de aire comprimido entra a UHT con un calibre de 1^{1/2}" y dentro del área suministra aire comprimido para quesos, así mismo se propuso eliminar el suministro que proviene de UHT y ubicar el suministro principal fuera de las dos áreas con una conexión de 1^{1/2}" a 1^{1/2}" así la tubería de aire comprimido para quesos estaría independizada, como resultado de la modificación para la quesos se independizaría el área de UHT en aire comprimido (Ver figura 21).

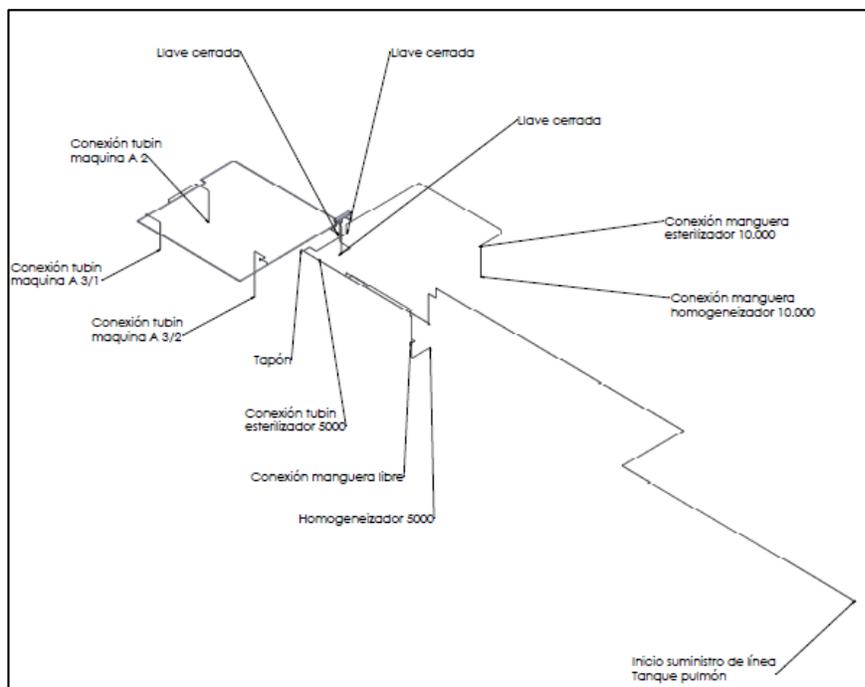


Figura 20. Plano tubería de aire área UHT. Fuente. Autor

Para el suministro de agua en el área de acopio provienen dos tuberías principales de 2” desde el tratamiento de agua potable, donde una de estas líneas llega a un tanque de distribución en el área derivando seis líneas y abasteciendo a todo el área de acopio, a las zonas de recibo de leche, transferencia y zona de tanques (Ver anexo 23). Una de las seis líneas alimenta el área de quesos, la segunda línea principal se deriva en dos, llegando al tanque de balance del pasteurizador y a la bactofugadora reda.

Para independizar quesos se planteó conectar su línea principal con la segunda entrada de agua de acopio, quedando una parte de acopio sin suministro, para suplirlo se propone conectar una tubería a una de las seis líneas que salen del tanque de distribución (Línea #3) la cual actualmente no se está usando; abasteciendo de esta manera agua a todo acopio.

El vapor para abastecer acopio deriva de la línea principal que alimenta a las áreas de UHT, cestillos y quesos, esta tubería entra al área de acopio alimentando a el CIP y al pasteurizador en una sola línea, no existen conexiones de este a otras áreas de proceso, por lo tanto la línea de vapor para acopio es totalmente independiente de otra área y se encuentra lista para ser medida.

El aire comprimido para acopio proviene de tres líneas diferentes, una de ellas es una conexión a la línea de 1^{1/2}" que alimenta a las áreas de UHT y quesos, en esta derivación conecta a una tubería de 1/2" que llega a un tanque de distribución de aire para las electroválvulas de los tanques de almacenamiento de leche, la segunda línea que alimenta acopio es una tubería de 1/2" que proviene directo del tanque pulmón, esta línea deriva y alimenta el tablero de la maquina clarificadora tetra pak, siguiendo su recorrido hasta unirse con la tercera tubería que viene de alimentar aire a quesos, una vez unidas estas dos líneas llegan a la zona de transferencia para suministrar aire a los equipos que la necesiten (Ver anexo 24).

Para ser independizado aire en acopio se contó con la recomendación del coordinador de mantenimiento de la planta, y se estableció que se deberá eliminar la conexión que va del tanque de distribución de las electroválvulas a la tubería de 1^{1/2}" para conectarla fuera del área a la línea que anteriormente conectaba con quesos y además se acopla con la línea del tanque pulmón (Ver figura 22), quedando totalmente independizado el área de acopio para el suministro de aire.

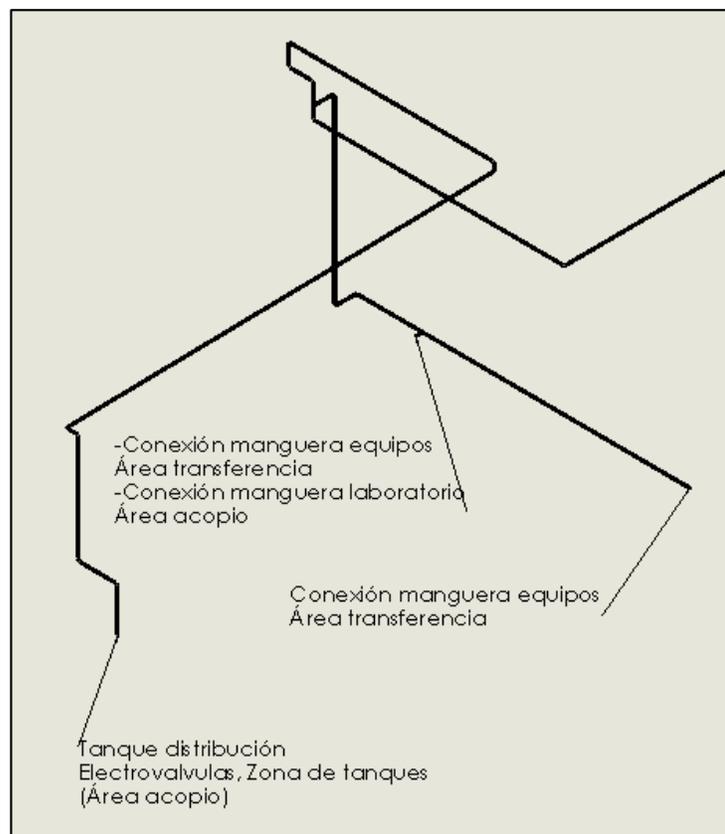


Figura 21. Plano futuro independización de aire comprimido área de acopio. Fuente. Autor

El agua para el área de pulverización es suministrada por una línea de calibre de 2" directa del tratamiento de agua potable, esta línea llega a las zonas de empaque comercial e industrial. Además esta línea alimenta a una parte del área de servicios industriales como conexiones a mangueras de lavado en dos puntos de la zona de las calderas, suministro principal a la zona de agua suavizada, conexión manguera de lavado en la oficina de los operarios de servicios industriales, suministro llenado del banco de hielo #4, manguera de lavado en la zona de almacenamiento de combustible para las calderas, conexión manguera lavado cuarto de químicos, archivo y conexión manguera para el lavado en la zona de gas inerte.

Para independizar toda la pulverizadora del área de servicios industriales es necesario eliminar y sellar la tubería que comunica estas dos áreas, para luego llevar una línea totalmente nueva desde el área de servicios industriales hasta las líneas que vienen directo del tratamiento de agua potable, de esta manera el agua de toda la pulverizadora esta lista para ser medida.

El vapor que se necesita para la pulverización de leche viene desde la zona de caldera con una línea totalmente independiente, sin comunicación a otras zonas o áreas, esta tubería a su inicio (zona de calderas es del calibre de 2”) y llega a las zonas del CIP de pvz, evaporador de 4 efectos y las conexiones al secador vertical por ultimo conecta las tuberías de retorno de condensado del CIP y el secador vertical, actualmente esta línea ya está totalmente independizada (Ver anexo 25), Para un bosquejo de cómo quedaría esta línea a futuro solo se eliminara un tramo de tubería que actualmente está muerto y estará la tubería lista para la instalación de su medidor.

El suministro de aire requerido para la pulverización viene desde la zona de compresores con una tubería independiente a las demás, que solo alimenta al área de pulverización a zonas como el CIP, empaque comercial, industrial, el secador vertical y el evaporador de 4 efectos, esta línea actualmente está independizada para ser medida (Ver anexo 26).

Al realizar estas modificaciones y cambios de líneas en las cuatro áreas de la planta FRESKALECHE, sus líneas serán independientes, se podrá medir y llevar el registro de consumo de cada uno de los servicios requeridos para los procesos de leche UHT, leche en polvo, quesos y sus derivados.

De esta manera se llevó a cabo el levantamiento de planos de las tuberías de suministros y por consiguiente se da cumplimiento a la tercera actividad planteada para el cumplimiento del primero objetivo.

Actividad 4. Diseñar por medio de un programa asistido por computadora las líneas de distribución de los servicios industriales.

Para la realización de la actividad cuatro fue necesario el cumplimiento de las actividades anteriores, de igual manera una reunión con el coordinador de mantenimiento para la aprobación de los bosquejos a futuro al independizarse las tuberías de los servicios industriales en cada área.

El software utilizado para el dibujo de la distribución de las líneas fue Solidworks 2015 con licencia estudiantil dada al practicante por la Facultad de Ingeniería Mecánica de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña; luego de la aprobación del coordinador de mantenimiento respecto a los planos hechos en las hojas isométricas de tamaño A4 y el software a manejar, el practicante de mantenimiento se encargó de realizar los dibujos en el programa asistido por computador teniendo en cuenta las medidas a escala real, el tamaño de las tuberías de distribución de cada servicio y el material de las mismas.

Los planos realizados fueron 6 por área (Ver anexo 27-50) en los cuales se puede ver completa la distribución de las líneas de aire, agua y vapor utilizadas para la producción en la planta FRESKALECHE Aguachica.

Actividad 5. Determinar los consumos de vapor en la planta Freskaleche, Aguachica

El departamento de mantenimiento de la planta FRESKALECHE Aguachica meses antes al ingreso del practicante, determinó los consumos de agua y electricidad en cada proceso (Ver

anexo 51-53), dado así para el cumplimiento de la actividad anteriormente nombrada el pasante se encargó de tomar registro de gas y así hallar el consumo de vapor en la producción.

El suministro de vapor a todas las áreas es dado por dos calderas piro tubulares, una caldera Distral con una capacidad de 500 Bph (Ver figura 23) y caldera continental con una capacidad de 300 Bph (Ver figura 24).

		PLANTILLA FICHA TÉCNICA DE EQUIPOS		Versión: 29 Agos/2015	
FICHA TECNICA					
OBJ. TÉCNICO	CALDERA DISTRAL SERIAL A3181				
CENTRO EMPLAZAMIENTO	AGUACHICA	1001			
ÁREA	SERVICIOS INDUSTRIALES	007			
EMPLAZAMIENTO	GENERACION VAPOR	019			
UBICACIÓN TÉCNICA	FKL-AG-007-019	CE.CO			
ACTIVO FIJO	16000230	N° EQUIPO EN SAP	2263		
1. DATOS DEL FABRICANTE					
FABRICANTE	CALDERAS DISTRAL				
DIRECCIÓN	Av. Argentina N°100 Urb. Fecia - JLBR - AREQUIPA				
FECHA DE ADQUISICIÓN		PAIS	CO		
SERIE	A-3131	TELEFONO	(51-54) 4253		
MODELO	D3E-500-150	FAX	(51-54) 4224		
PLANOS	<input checked="" type="radio"/> SI <input type="radio"/> NO	PAGINA WEB	http://www.calderasindustriales.pe/node/95		
CATALOGO	<input checked="" type="radio"/> SI <input type="radio"/> NO	E-MAIL	calderas@terra.com.pe		
2. DIMENSIONES Y DATOS TECNICOS					
DIAMETRO [m]	2,43	ALTO [m]		LARGO [m]	7,11
PESO (Kg)		AIRE COMBIMIDO		CAPACIDAD	500 BHP
3. REDES					



Figura 22. Ficha técnica caldera Distral de 500Bph. Fuente. Gestión de activos, departamento de mantenimiento planta freskaleche S.A.S

		GESTION DE ACTIVOS FISICOS FRESKALCHE AGUACHICA	
FICHA TECNICA			
OBJ. TÉCNICO	ALDERA 300 BHP CONTINENTAL S.INDUSTRIA		
CENTRO EMPLAZAMIENTO	AGUACHICA	1001	
ÁREA	PLANTA DE LECHE	001	
EMPLAZAMIENTO	GENERACION VAPOR	007	
UBICACIÓN TÉCNICA	FKL-AG-007-019	CE.CO	14202
ACTIVO FIJO	16000675	N° EQUIPO EN SAP	2085
1. DATOS DEL FABRICANTE			
FABRICANTE	CALDERAS CONTINENTAL LTDA.		
DIRECCIÓN	Calle 65 No. 93- 26 Bogotá D.C. - Colombia		
FECHA DE ADQUISICIÓN		PAIS	COLOMBIA
SERIE	CC 0857	TELEFONO	57- 1 438 00
MODELO	F122B300C-2GM	FAX	57-1 224 30 4
PLANOS	<input checked="" type="radio"/> SI <input type="radio"/> NO	PAGINA WEB	http://www.calderascontinental.com/



Figura 23. Ficha técnica caldera Continental de 300Bph. Fuente. Gestión de activos, departamento de mantenimiento planta freskaleche S.A.S

Las calderas se alimentan de gas para producir vapor, el cual es almacenado en un tanque que está conectado de manera que reparte a todas las áreas de producción (Ver figura 25). Para obtener un valor aproximado del consumo de vapor en las diferentes áreas fue necesario determinar el tiempo que opera una caldera durante una hora puesto que esta trabaja de manera intermitente, genera vapor y se detiene, de tal forma que suministra el vapor y vuelve a producirlo. Al obtener los datos del tiempo de operación de la caldera, también se determinó la cantidad de gas que necesita esta para producirlo, esta lectura fue tomada del medidor ubicado en la subestación de gas (Ver figura 26), de esta manera se calculó el consumo de gas en 1 hora de proceso y el tiempo de operación de la caldera en dicha hora.



Figura 24. Tanque almacenamiento de vapor. Fuente. Autor

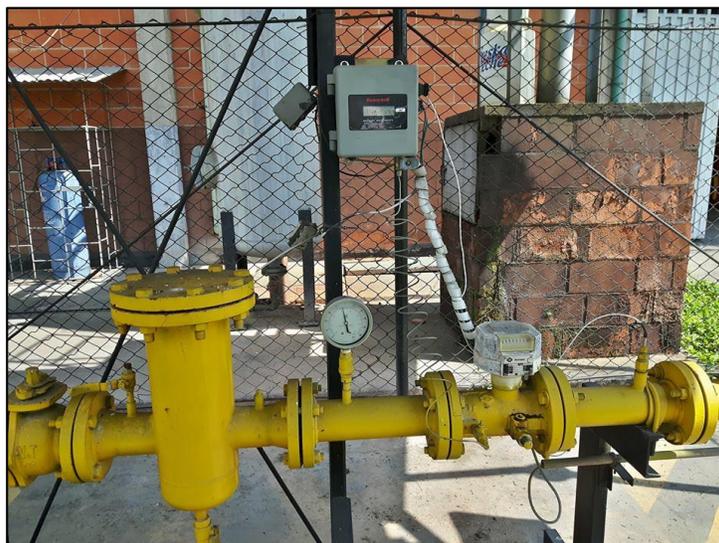


Figura 25. Medidor de flujo subestación de gas. Fuente. Autor

Los datos de los medidores se llevaron en un documento de Excel, para el seguimiento del consumo de gas en los diferentes días se diseñó una tabla en la cual se muestra la hora, los datos de lectura de arranque y parada de la caldera, el consumo de la caldera, el tiempo operado en minutos y una suma del tiempo total en horas (Ver figura 27). El consumo es determinado de la

diferencia entre los datos de lectura de arranque y datos de parada y el tiempo de operación de la diferencia del tiempo en que se arranca y se detiene la caldera.

Seguimiento a consumo de gas septiembre de 2016				
Hora	Lectura Arranque	Lectura Parada	Consumo caldera m ³ /h	Tiempo operando Horas
3:25:00 p. m.	247677			
3:30:00 p. m.		247706	29	5
3:32:00 p. m.	247706			
3:37:00 p. m.		247730	24	5
3:38:00 p. m.	247730			
3:47:00 p. m.		247773	43	9
3:49:00 p. m.	247773			
3:54:00 p. m.		247797	24	5
3:56:00 p. m.	247797			
4:01:00 p. m.		247821	24	5
4:02:00 p. m.	247821			
4:07:00 p. m.		247845	24	5
4:09:00 p. m.	247845			
4:13:00 p. m.		247869	24	4
4:15:00 p. m.	247869			
4:20:00 p. m.		247889	20	5
4:22:00 p. m.	247889			
4:30:00 p. m.		247932	43	8
Total			255	0,85

Figura 26. Tabla seguimiento a consumo de gas. Fuente. Autor

Con los datos obtenidos en la tabla anterior, la capacidad y eficiencia de la caldera se pudo determinar cuántas libras de vapor se genera en un metro cubico de gas de la siguiente manera:

Cálculo aproximado de la generación de vapor de 1 m³ de gas

Potencia de la caldera= 300 BPH

Eficiencia de la caldera = 0,78

Potencia real aproximada:

$$PRA = Potencia * Eficiencia de la caldera$$

$$PRA = 300 * 0,78 = 234 BPH$$

Convirtiendo la potencia real aproximada de la caldera en libras por hora de vapor (ver figura 28):

$$234 BPH * 34,5 = 8073 \frac{Lb}{Hora} vapor$$

Generación de vapor durante 1 hora:

$$= 8073 \frac{Lb}{Hora} vapor * 0,85 Hora$$

$$= 6862,05 Lb de vapor$$

Generación de vapor por metro cubico de gas:

$$= \frac{6862,05 Lb de vapor}{255 m^3 de gas}$$

$$= 26,91 \frac{Lb de vapor}{m^3 de gas}$$

from	multiply	to
sq. ft. EDR steam	240	Btu per hr.
sq. ft. EDR water	160	Btu per hr.
Boiler hp	33.5	MBtu per hr.
Boiler hp	140	sq. ft. EDR steam
Boiler hp	223	sq. ft. EDR steam
Boiler hp.	34.5	lb. per hr. steam
lb. per hr. steam	970	Btu per hr.
to	divide by above	from

Figura 27. Tabla de conversión caballos de fuerza de la caldera. Fuente. The engineering toolbok

Para determinar el consumo de vapor por áreas se hizo un seguimiento en la caldera durante diez días, el practicante con la ayuda de los operarios de servicios industriales se encargó de tomar registro del consumo de gas utilizado para la generación de vapor, en el tiempo tomado existieron áreas de proceso en actividad las cuales se registran en el documento de Excel (Ver anexo 54), seguidamente se agrupan por áreas que trabajaron al mismo tiempo para promediar su consumo por día, posteriormente se saca un promedio en general organizado por las áreas que trabajan al tiempo, con el promedio dado se establecen unas ecuaciones y se determinan los valores aproximados de consumo en cada una de las áreas de producción durante los diez días (Ver figura 29).

Seguimiento a consumo de gas 04 al 14 de septiembre de 2016					Analisis		Resultado				
Fecha	Hora	Lectura Corregida	Consumo m ³ /h	Areas en proceso		Área	m ³ /h	Lb de vapor /Horas equivalentes			
4-Sep	6:00:00 PM	380239		UHT-PAST-PVZ	218.333333	PAST-PVZ-UHT-Q	17	454.053341			
	7:00:00 PM	380519	280	UHT-PAST-PVZ		228	UHT	37	995.67		
	8:00:00 PM	380691	172	UHT-PAST-PVZ		PAST-PVZ-UHT	Pasteurizador	46	72.91		
	9:00:00 PM	380887	196	UHT-PAST-PVZ		227	Pulverizadora	144	3875.04		
	10:00:00 PM	381188	301	UHT-PAST-PVZ		PAST-PVZ					
	11:00:00 PM	381242	54	UHT-PAST-PVZ		190	1	33			
	12:00:00 AM	381549	307	UHT (LAVADO)-PAST-PVZ		PAST-PVZ-Q					
	1:00:00 AM	381757	208	PAST-PVZ		222					
	2:00:00 AM	381965	208	PAST-PVZ		PVZ					
	3:00:00 AM	382146	181	PAST-PVZ		144					
5-Sep	4:00:00 AM	382276	130	PAST-PVZ	176.6						
	5:00:00 AM	382432	156	PAST-PVZ							
	6:00:00 AM	382559	127	PAST-PVZ-UHT(LAV)-Q							
	7:00:00 AM	382704	145	PAST(LAV)-PVZ-UHT(LAV)-Q							
	8:00:00 AM	382929	225	PAST-PVZ-UHT-Q		219					
	9:00:00 AM	383154	225	PAST-PVZ-UHT-Q							
	10:00:00 AM	383469	315	PAST-PVZ-UHT-Q							
	11:00:00 AM	383693	224	PAST-PVZ-UHT-Q							
	12:00:00 PM	383971	278	PAST-PVZ-UHT-Q(LAV)							
	1:00:00 PM	384198	227	PAST-PVZ-UHT-Q(LAV)							
	2:00:00 PM	384403	205	PAST-PVZ-UHT-Q(LAV)							
	3:00:00 PM	384657	254	PAST-PVZ-UHT							
	4:00:00 PM	384989	332	PAST-PVZ-UHT			250.25				
	5:00:00 PM	385215	226	PAST-PVZ-UHT(LAV)							
	6:00:00 PM	385404	189	PAST-PVZ-UHT(LAV)							
7:00:00 PM	385662	258	PAST-PVZ								
8:00:00 PM	385845	183	PAST-PVZ								
9:00:00 PM	386066	271	PAST-PVZ								

Figura 28. Imagen documento de seguimiento a consumo de gas de 04 a 14 de Septiembre de 2016. Fuente. Autor

De esta manera se da cumplimiento a la actividad planteada por el practicante para la determinación de los consumos de vapor en la planta Freskaleche, Aguachica.

Actividad 6. Seleccionar y ubicar los medidores adecuados para el registro de consumo de la planta freskaleche

Para el desarrollo de esta actividad el departamento de mantenimiento días antes del ingreso del practicante solicito y compro los medidores de agua, vapor y aire para el área de quesos, y fueron cotizados por las empresas INSTRUMATIC, SPIRAX SARCO (Ver anexo 55-57).

Para adquirir los medidores faltantes en las otras áreas el practicante elaboró una hoja de Excel en la cual digitó el calibre de la tubería donde estarán ubicados, un promedio del caudal utilizado en cada área, la presión de operación en cada línea y la salida de los medidores (Ver figura 30).

Las dimensiones de las tuberías fueron tomadas por el practicante durante el levantamiento de planos, el caudal de agua utilizado en cada área fue tomado del registro que el departamento de mantenimiento elaboro días antes del ingreso del pasante a la planta, el vapor que se utiliza en cada área se determinó en el registro de consumo de gas que el practicante realizó durante los 10 días, el aire utilizado para cada área fue tomada por el pasante de los manuales de los equipos ubicados en las áreas de proceso, la presión se obtuvo de las características de operación para el funcionamiento de los equipos y todas las salidas de los medidores serán pedidas de 4 a 20 miliamperios análogo, debido a ser medidores de flujo estos manejaran un caudal variable para luego ser registrados a un plc.

ÁREA	AGUA				VAPOR				AIRE			
	DIMENCIÓN N [pulgadas]	CAUDA L [m ³ /h]	Presión de operación [psi]	OUPUT [salida analógica]	DIMENCIÓN N [pulgadas]	CAUDA L [Lb/h]	Presión de operación [psi]	OUPUT [salida analógica]	DIMENCIÓN N [pulgadas]	CAUDA L [Cfm]	Presión de operación [psi]	OUPUT [salida analógica]
UHT	2	4	60	4-20 mA	2.5	3000	138	4-20 mA	1.5	150	110	4-20 mA
ACOPIO	2	3	60	4-20 mA	1.5	800	138	4-20 mA	0.5	30	110	4-20 mA
PULVERIZACIÓN	2	1.5	60	4-20 mA	2	5200	138	4-20 mA	1.5	150	110	4-20 mA

Figura 29. Tabla de características principales para la selección de medidores. Fuente. Autor

Luego de conocer las características principales de las líneas en cada área, el practicante contacto con proveedores para seleccionar los registradores apropiados, para esto se analizó los medidores que ofertan las empresas, enfatizando que cumplan con un caudal mínimo y máximo requerido a la presión de trabajo dada, concluyendo así la selección de estos medidores (Ver figura 31)

A medida que se realizó la independización de todas las líneas que suministran agua, vapor y aire se estableció la ubicación de los medidores en las áreas de proceso, para ello se propuso poner uno por cada servicio en cada área de producción.

De manera que la medición fuese exacta los registradores se instalaran en la línea principal que abastece el área antes de entrar a esta, teniendo en cuenta la dirección de flujo de cada servicio. Excepto en el área de UHT donde se instalara el medidor de agua en el pasillo que comunica el área de cestillos y esta, el medidor de aire se ubicara dentro de UHT antes de suministrar aire a cualquier equipo y pulverización donde los medidores se ubicaran en el área de servicios industriales ya que estas líneas son totalmente independientes con otras áreas.

ÁREA	AGUA				VAPOR				AIRE			
	DIMENSIÓN N [pulgadas]	CAUDA L [m ³ /h] +/-	Presión de operación [psi]	OUPUT [salida analógica]	DIMENSIÓN N [pulgadas]	CAUDA L [Lb/h] +/-	Presión de operación [psi]	OUPUT [salida analógica]	DIMENSIÓN N [pulgadas]	CAUDA L [Csfm] +/-	Presión de operación [psi]	OUPUT [salida analógica]
UHT	1	10.6/0.6 2	60	4-20 mA	2	3246/64.9 2	138	4-20 mA	1	600/15	110	4-20 mA
ACOPIO	1	10.6/0.6 2	60	4-20 mA	1.5	1693/33.8 6	138	4-20 mA	0.5	137/5	110	4-20 mA
PULVERIZACIÓN	0.5	8/0.32	60	4-20 mA	2	3246/64.9 2	138	4-20 mA	1	600/15	110	4-20 mA

Figura 301. Tabla selección de medidores. Fuente. Autor

Objetivo específico 2. Diseñar el sistema de medición de acuerdo a los requisitos para su funcionamiento, utilizando la programación adecuada con la finalidad de visualizar el caudal utilizado en cada área por medio de un controlador lógico programable.

Actividad 7. Conocer los diferentes sistemas de comunicación existentes.

Para el cumplimiento de esta actividad el practicante debió investigar sobre los diferentes tipos de comunicación existentes en el campo laboral y sus protocolos, de manera que lograra satisfacer la necesidad que actualmente tiene la planta freskaleche Aguachica, dentro de las comunicaciones existentes en la industria existen; protocolos de comunicación BSC, XMODEM Y YMODEM, DDCMP, protocolo de control de dígitos, SDLC, HDLC y el sistema de procesamiento y control industrial (sistema scada) y sus protocolos industriales como: protocolo ASCII, protocolo HART, protocolo Modbus, protocolo Bristol BSAP, protocolo Microbuffer, protocolo Conitel, protocolo DNP 3.0 y la red de campo Fieldbus.

Dentro de todas estas comunicaciones el sistema scada debido a sus funciones principales (Ver figura 32) cumple con las características que busca la empresa freskaleche Aguachica, el sistema de scada consta de las siguientes partes (Ver figura 33)

Funciones Principales del Sistema	
Supervisión remota de instalaciones y equipos	Permite al operador conocer el estado de desempeño de las instalaciones y los equipos alojados en la planta, lo que permite dirigir las tareas de mantenimiento y estadística de fallas.
Control remoto de instalaciones y equipos	Mediante el sistema se puede activar o desactivar los equipos remotamente (por ejemplo abrir válvulas, activar interruptores, prender motores, etc.), de manera automática y también manual, a través del controlador correspondiente. Además es posible ajustar parámetros, valores de referencia, algoritmos de control, etc.
Procesamiento de datos	El conjunto de datos adquiridos conforman la información que alimenta el sistema, esta información es procesada, analizada, y comparada con datos anteriores, y con datos de otros puntos de referencia, dando como resultado una información confiable y veraz.
Visualización gráfica dinámica	El sistema es capaz de brindar imágenes en movimiento que representen el comportamiento del proceso, dándole al operador la impresión de estar presente dentro de una planta real. Estos gráficos también pueden corresponder a curvas de las señales analizadas en el tiempo. Generación de reportes: El sistema permite generar informes con datos estadísticos del proceso en un tiempo determinado por el operador.
Representación de señales de alarma	A través de las señales de alarma se logra alertar al operador frente a una falla o la presencia de una condición perjudicial o fuera de lo aceptable. Estas señales pueden ser tanto visuales como sonoras.
Almacenamiento de información histórica	Se cuenta con la opción de almacenar los datos adquiridos, esta información puede analizarse posteriormente, el tiempo de almacenamiento dependerá del operador o del autor del programa.
Programación de eventos	Esta referido a la posibilidad de programar subprogramas que brinden automáticamente reportes, estadísticas, gráfica de curvas, activación de tareas automáticas, etc.

Figura 31. Funciones principales de un sistema scada. Fuente: Soriano García. Rubén Alonso, Díaz Sosa. Arístides Mauricio

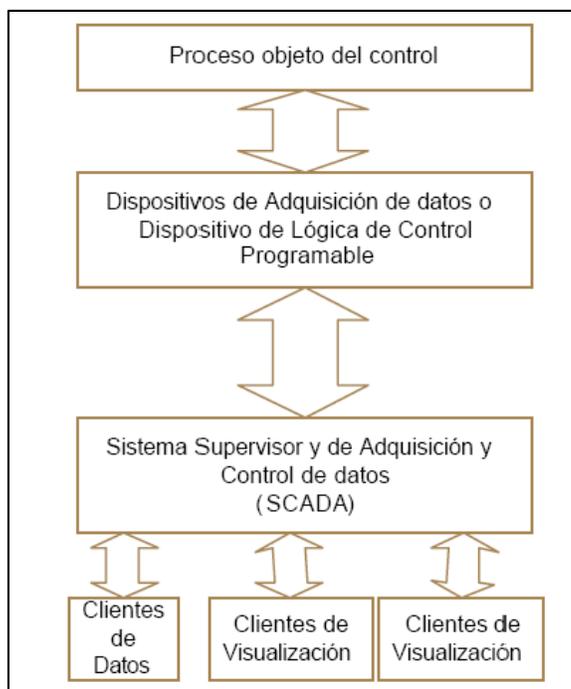


Figura 32. Partes de un sistema scada. Fuente: Interfaces de comunicación industrial. Departamento de automatización y control industrial.

La planta tiene la necesidad de solo visualizar los consumos para así monitorear y supervisar simultáneamente todas las áreas de procesos los suministros de agua vapor y aire en tiempo real, además, se necesita que este monitoreo cuente con un historial de almacenamiento de consumos, el cual pueda ser enviado desde el programa a una hoja de office, al ser estas las necesidades que presenta a la planta una programación con una comunicación scada sería la opción adecuada para este proyecto.

Actividad 8. Analizar la comunicación entre medidores y un controlador lógico programable.

Para cumplir con esta actividad el practicante basándose en la necesidad de la planta estableció que por ser medidores de consumo las marcaciones de flujo que manejan, siempre serán variables por lo tanto estos deben de tener salida analógica (A0) en estas salidas de cada medidor será conectado un cable de instrumentación de 3 hilos calibre 18 encuachetado y llevado hasta su centro de supervisión para ser conectado a su plc (Ver figura 34) a esta conexión se conoce como red o cableado punto a punto. Este plc debe contar con solo entradas analógicas (IA) por ser monitoreo y visualización. Para esto serán instalados 3 medidores en cada área con un total de 12 por lo tanto se necesitara un plc que tenga como mínimo 12 entradas analógicas (IA) para que pueda ser ejecutado a cabalidad el proyecto de medición en la planta freskaleche Aguachica.

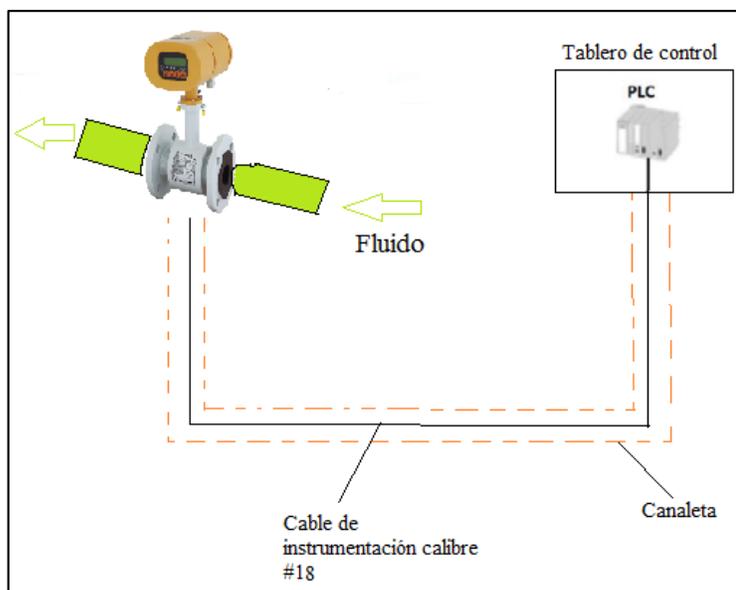


Figura 33. Comunicación entre los medidores y el plc. Fuente. Autor

Actividad 9 Evaluar el plc que dispone la planta Freskaleche – Aguachica para el sistema de monitoreo.

Para el desarrollo de esta actividad el practicante se encargó de analizar el tablero de control existente en la planta y de esta manera verificar si su plc y los módulos que lo componen pueden ser utilizados para el proyecto de medición.

Dicho tablero actualmente se encuentra fuera de servicio, este era utilizado para monitorear de las temperaturas de las torres de condensado de amoniaco, bancos de hielo y controlar el encendido y apagado del nivel llenado de agua para la alimentación de calderas.

El sistema de monitoreo en el área de servicios industriales fue creado en el año 2011, dicho proyecto fue ejecutado y puesto en funcionamiento para el beneficio de la planta, pero a causa de los constantes errores de mediciones en las temperaturas y niveles del llenado de tanques en las calderas se dejó de dar importancia, debido a esto se fue abandonando poco a poco este monitoreo y a la falta de un plan de mantenimiento para la calibración de sus RTD (pt100) y verificación del funcionamiento de los equipos que se conectan a este, se llegó a desconectar de esta programación el encendido y apagado de las bombas de alimentación y nivel de llenado para las calderas, algunas de sus pt100 fueron cambiadas por termómetros analógicos, utilizados para la visualización de temperaturas de los bancos de hielo. En la actualidad los cables que llegan a las torres de condensado están sulfatados, partidos, las RTD están descalibradas, las calderas cuentan con un sistema autónomo de llenado de tanques por medio de electroválvulas, además se han instalado alarmas de emergencia a las calderas que son activadas por problemas de alimentación de combustible y las temperaturas de los bancos de hielo son visualizadas por termómetros analógicos.

El sistema de monitoreo y control sigue funcionando en su plc, pero sin ninguna posibilidad de visualización por las causas descritas anteriormente, además freskaleche no tiene la necesidad de controlar todas estas funciones del área de servicios industriales en un tablero ya que cuenta con todas las posibilidades nombradas que suplen esta necesidad. Dejando así fuera de servicio este tablero de control con todos los elementos que lo componen.

Para este sistema de monitoreo y control se diseñó un tablero (Ver figura 35) el cual cuenta con:

- 1 fuente de 110 v – 24 v DC (Ver figura 36)
- 1 plc siemens simatic s7-300 (Ver figura 37)
- 1 Interfaz hombre maquina (HMI) (Ver figura 38)
- 8 módulos de entrada y salidas conectados al plc (Ver figura 39)
- 7 relés vcp electric (Ver figura 40)
- 4 Breker: 2 de C60H-DC 2P y 2 de C60 N 2P (Ver figura 41)
- 1 monitor pantalla (Ver figura 42)



Figura 34. Tablero actual. Fuente. Autor



Figura 35. Fuente principal de 110 v – 24 v DC del tablero de control. Fuente. Autor



Figura 36. Plc siemens S-7 disponible en tablero de control. Fuente. Autor



Figura 37. Interfaz hombre maquina HMI. Fuente. Autor

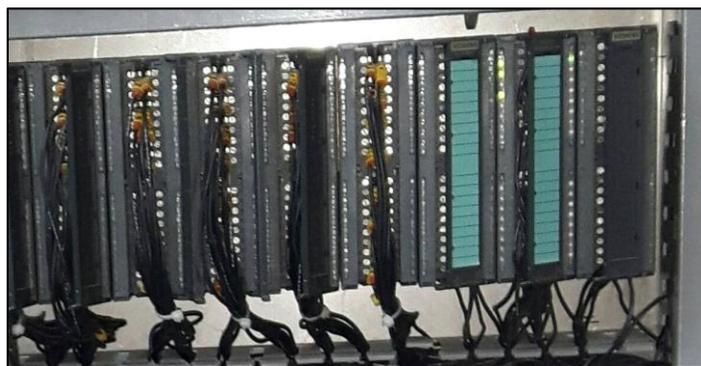


Figura 38. Módulos conectados al plc siemens S-7. Fuente. Autor



Figura 39. Relés vcp electric. Fuente. Autor



Figura 40. Brekers C60H-DC, C60 N 2P. Fuente. Autor



Figura 41. Computador disponible en tablero de control. Fuente. Autor

Una vez identificado el tablero y la función que realizaba se procedió analizar el plc, para esta identificación se analizó las referencias de cada módulo, también la de la fuente del simatic s7-300

Fuente de alimentación:

Ps30-7 2A

Data sheet: 307-1BA00-0AA0

PLC marca Siemens

CPU:

313c simatic S7 300

Data sheet: 313-5BF03-0AB0

El plc cuenta con dos módulos:

AI5/A02X12BIT

DI16/DO16XDC24V

Para el programa de registro y control del área de servicios industriales el tablero cuenta con 8 módulos adicionales a su plc

- Modulo #1

AI8X13BIT

Data sheet: 331-1KF02-0AB0

- Modulo #2

AI8X13BIT

Data sheet: 331-1KF02-0AB0

- Modulo #3

AI8X13BIT

Data sheet: 331-1KF02-0AB0

- Modulo #4

AI8X13BIT

Data sheet: 331-1KF02-0AB0

- Modulo #5

AI8X13BIT

Data sheet: 331-1KF02-0AB0

- Modulo #6

AO8X12BIT

Data sheet: 332-5HF00-A0B0

- Modulo #7

SM 323

Data sheet: 323-1BL00-0AA0

- Modulo #8

AI8X13BIT

Data sheet: 331-1KF02-0AB0

Una vez obtenidos todos los datos del tablero de control se concluye que el tablero tiene un plc con su fuente y 3 módulos diferentes ya que varios de estos están repetidos. El practicante con la referencia del plc, su fuente y de cada módulo procedió a buscar la ficha técnica de cada uno para analizar sus características.

Determinando que el plc con referencia 6ES7313-5BF03-0AB0 puede ser programado con step 7 v5.3 sp2 o superior, step 7 un programa de automatización diseñado por la empresa siemens, además cuenta con 24 entradas digitales (DI), 16 salidas digitales (DO) por si se

requiere conectar captadores de todo tipo como finales de carrera, pulsadores para dispositivos que trabajen de manera constante como encendido y o apagado de motores. También posee 4 entradas analógicas (AI) y 2 salidas analógicas (AO) los cuales permiten trabajar con accionadores de mando analógico, leer señales de temperatura, presión o caudal, se cuenta con una conexión para PT100 que sirve para medir temperaturas, además el plc cuenta con una micro tarjeta de memoria interna para guardar registros de trabajos realizados. Estas son las características principales que componen al plc siemens simatic s7-300.

El módulo de referencia 6ES7331-1KF02 – 0AB0 es un módulo de entradas analógicas el cual cuenta con 8 de ellas (8 AI), además cuenta con conexiones a PT100, NI100, N1000, con una resolución de 13 bytes.

El módulo de referencia ES7332 – 5HF00 – 0AB0, módulo de salidas analógicas el cual cuenta con 8 salidas analógicas (AO), con resolución de 12 bytes.

6ES7323 – BL00 – 0AA0 módulo de entradas y salidas digitales, 16 entradas digitales (DI) y 16 salidas digitales (DO).

El practicante además de investigar sobre el programa de registro y control del área de servicios industriales, procedió a montar la fuente, plc y módulos del sistema actual al programa tia selection tool (Ver figura 43), este es un programa de siemens el cual se genera una lista completa de pedidos con sus productos más recientes, tia selection además de ser un programa de pedidos muestra si la fuente, plc y módulos tienen compatibilidad, si es así el programa corre sin errores algunos y se procede a realizar la listas de pedidos, al buscar las referencias en dicho programa no se encontraron las referencias de la fuente y plc que se encuentra en la planta freskaleche, dichas referencias están obsoletas y han sido reemplazadas por otras que ofrecen las

mismas características pero con más funciones, fue así como el practicante busco las características más importantes del plc y la fuente, determinando que en la actualidad la fuente con referencia 6ES7307-1BA00-0AA0 ha sido reemplaza por la fuente 6ES7307-1BA01-0AA0 y el plc con referencia 6ES7313-5BF03-0AB0 se modificó por el plc con referencia 6ES7313-5BG04-0AB0. Una vez montados los módulos el programa no encontró error alguno, verificando y asegurando el practicante de mantenimiento que el programa de registro y control del área de servicios industriales tiene los equipos adecuados.

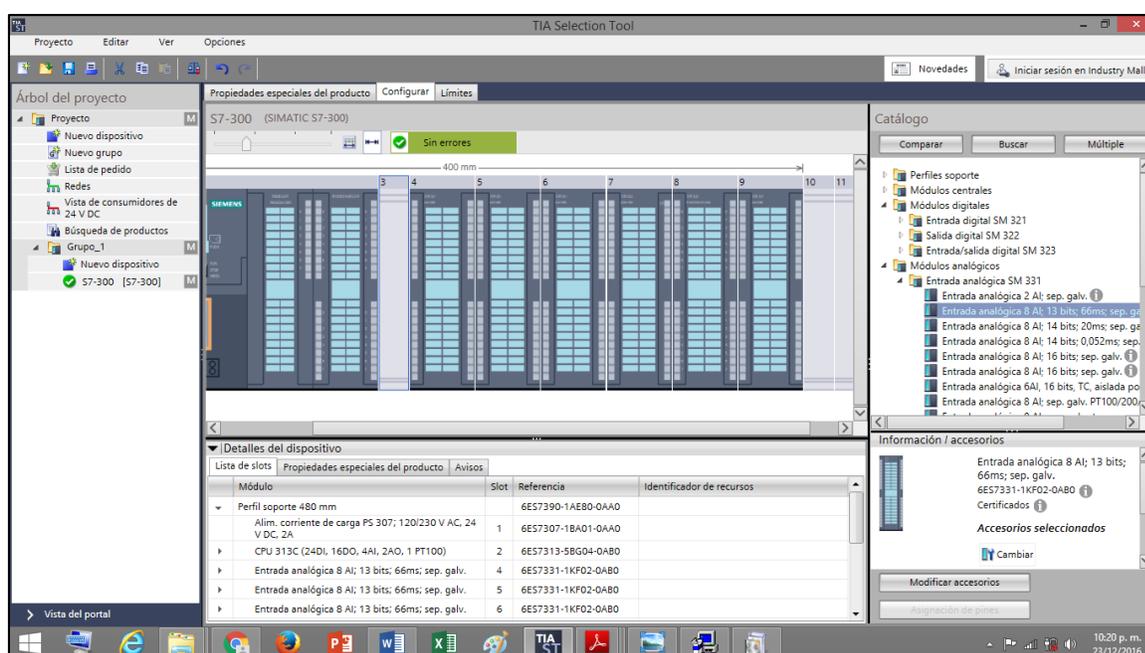


Figura 42. Plc siemens S-7 montado al programa tia selection tool. Fuente. Autor

Estas son todas las características principales que se tiene del PLC S7-300.

Se cuenta con 44 entradas analógicas (AI), 40 entradas digitales (DI), 10 salidas analógicas (AO), 32 salidas digitales (DO), conexiones a PT100, NI100, NI1000 y además cuenta con una

memoria de almacenamiento. El cual si es posible utilizar para el proyecto de monitoreo y supervisión del consumo de los servicios industriales.

Actividad 10. Realizar el esquema adecuado para el sistema de medición.

Para el desarrollo de esta actividad el practicante determino que para el funcionamiento de este proyecto se necesitara el plc siemens S7-300 el cual debe contener, su respectiva fuente y conexión HMI, además este plc debe tener 12 entradas analógicas (AI) como mínimo, una fuente principal de energía de 24 voltios de corriente directa y un Breker principal por seguridad al sistema de monitoreo, un computador con su pantalla, CPU, teclado y mouse correspondiente, un cable USB para conectar del plc a la pantalla del computador.

Como se describió en la actividad 8 de cada medidor saldrá un cable de instrumentación de 3 hilos calibre 18 encuachetado, estos cables serán traídos desde las cuatro áreas de procesos, donde estarán ubicados los medidores, cada medidor está ubicado en la entrada de cada área, excepto los de Pulverización y dos de UHT, todos estos cables se desplazaran desde cada área por medio de canaletas ya existentes en la planta, a estas canaletas se unirán todo cable proveniente de cada área proceso a la zona del taller de mantenimiento (Ver figura 44), estos cables llegaran al tablero de control, una vez el cableado se encuentre en esta zona, se borrara y eliminara el programa actual en el plc siemens S7, se retiraran todas las conexiones del plc, de la fuente del s7-300 y de los módulos de este, se retiraran del tablero los 7 relés vcp, los 4 Breker y el cableado de comunicación entre ellos, quedando dentro del tablero la fuente de 110v – 24 v DC, la fuente del plc 6ES7307-1BA00-0AA0, el plc 6ES7313-5BF03-0AB0, 3 módulos de entrada analógica 6ES7331-1KF02 – 0AB0, 1 Breker mono polar para proteger el sistema dentro del tablero de cualquier sobre carga o corto.

Es así como el S7-300 contara con 28 entradas analógicas (AI) de las cuales serán utilizadas 12 para medir los consumos de vapor, agua, aire en la planta freskaleche, dejando oportunidad para medir otras variables que pueden ser importantes para la empresa a futuro, además contara con 24 entradas digitales (DI), 16 salidas digitales (DO), 2 salidas analógicas (AO) conexión para PT100, NI100, NI1000, por efectos de diseño (Ver figura 45).

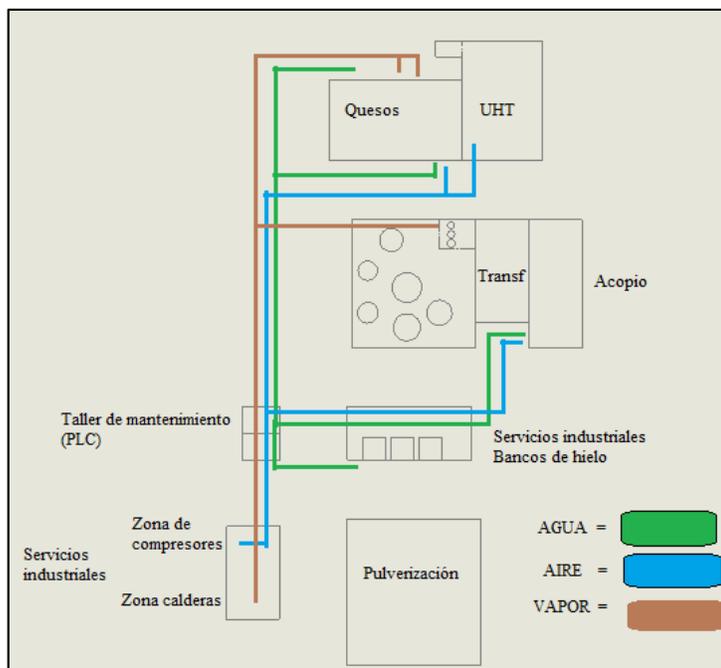


Figura 43. Diseño ubicación y trayecto de los medidores. Fuente. Autor

S7-300 (SIMATIC S7-300)

Sin errores

280 mm

125 mm

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11

Catálogo

Comparar Buscar Múltiple

Módulos analógicos

- Entrada analógica SM 331
 - Entrada analógica 2 AI; sep. galv.
 - Entrada analógica 8 AI; 13 bits; 66ms; sep. galv.
 - Entrada analógica 8 AI; 14 bits; 20ms; sep. galv.
 - Entrada analógica 8 AI; 14 bits; 0,052ms; sep. galv.
 - Entrada analógica 8 AI; 16 bits; sep. galv.
 - Entrada analógica 8 AI; 16 bits; sep. galv.
 - Entrada analógica 6 AI; 16 bits, TC, aislada por canal
 - Entrada analógica 8 AI; sep. galv. PT100/200/1000
 - Entrada analógica 8 AI; sep. galv., termopares
- Salida analógica SM 332
- Entrada/salida analógica SM 334
- Módulos analógicos/digitales F
- Módulos analógicos/digitales Ex
- Comunicación
- Módulos de función

Información / accesorios

Entrada analógica 8 AI; 13 bits; 66ms; sep. galv.
6ES7331-1KF02-0AB0
Certificados

Accesorios seleccionados

Cambiar

Modificar accesorios

Asignación de pines

▼ Detalles del dispositivo

Lista de slots Propiedades especiales del producto Avisos

Módulo	Slot	Referencia	Identificador de recursos
▼ Perfil soporte 480 mm		6ES7390-1AE80-0AA0	
▶ Alim. corriente de carga PS 307; 120/230 V AC, 24 V DC, 2A	1	6ES7307-1BA01-0AA0	
▶ CPU 313C (24DI, 16DO, 4AI, 2AO, 1 PT100)	2	6ES7313-5BG04-0AB0	
▶ Entrada analógica 8 AI; 13 bits; 66ms; sep. galv.	4	6ES7331-1KF02-0AB0	
▶ Entrada analógica 8 AI; 13 bits; 66ms; sep. galv.	5	6ES7331-1KF02-0AB0	
▶ Entrada analógica 8 AI; 13 bits; 66ms; sep. galv.	6	6ES7331-1KF02-0AB0	

Figura 44. Diseño del plc. Fuente. Autor

Objetivo específico 3 Realizar un estudio financiero por medio del valor presente neto, el periodo de recuperación y la razón costo beneficio sobre la propuesta del sistema de medición para determinar la viabilidad de la propuesta.

Actividad 11. Definir los flujos de fondo para propuesta del sistema de medición.

Para cumplir con esta actividad se determinó los flujos financieros de la propuesta del sistema de medición como lo son: egresos iniciales del proyecto, ingresos de operación, la vida útil del proyecto y la tasa de descuento de este.

De acuerdo a la investigación realizada se determina que los egresos iniciales de fondo son los gastos que se llevara a cabo para la propuesta, de acuerdo a esto el practicante debió cotizar todas las actividades requeridas para el cumplimiento del proyecto de medición y de esta manera determinar el valor total, dentro de las cotizaciones están: las independizaciones de las tuberías en las 4 áreas, los medidores faltantes y la programación para el sistema de monitoreo y visualización (ver anexos 58-67), dichas cotizaciones dan un valor total de \$170.000.000.

Para obtener los ingresos de operación se analizó los gastos por fugas o excesos de consumo de los servicios industriales que se reducirán al implementar la propuesta de medición, acorde a este se revisaron los excesos de gas y energía durante todo el año 2016 con referencia al año 2015 en los indicadores de gestión que realiza el departamento de mantenimiento de manera mensual (Ver figura 46-47)

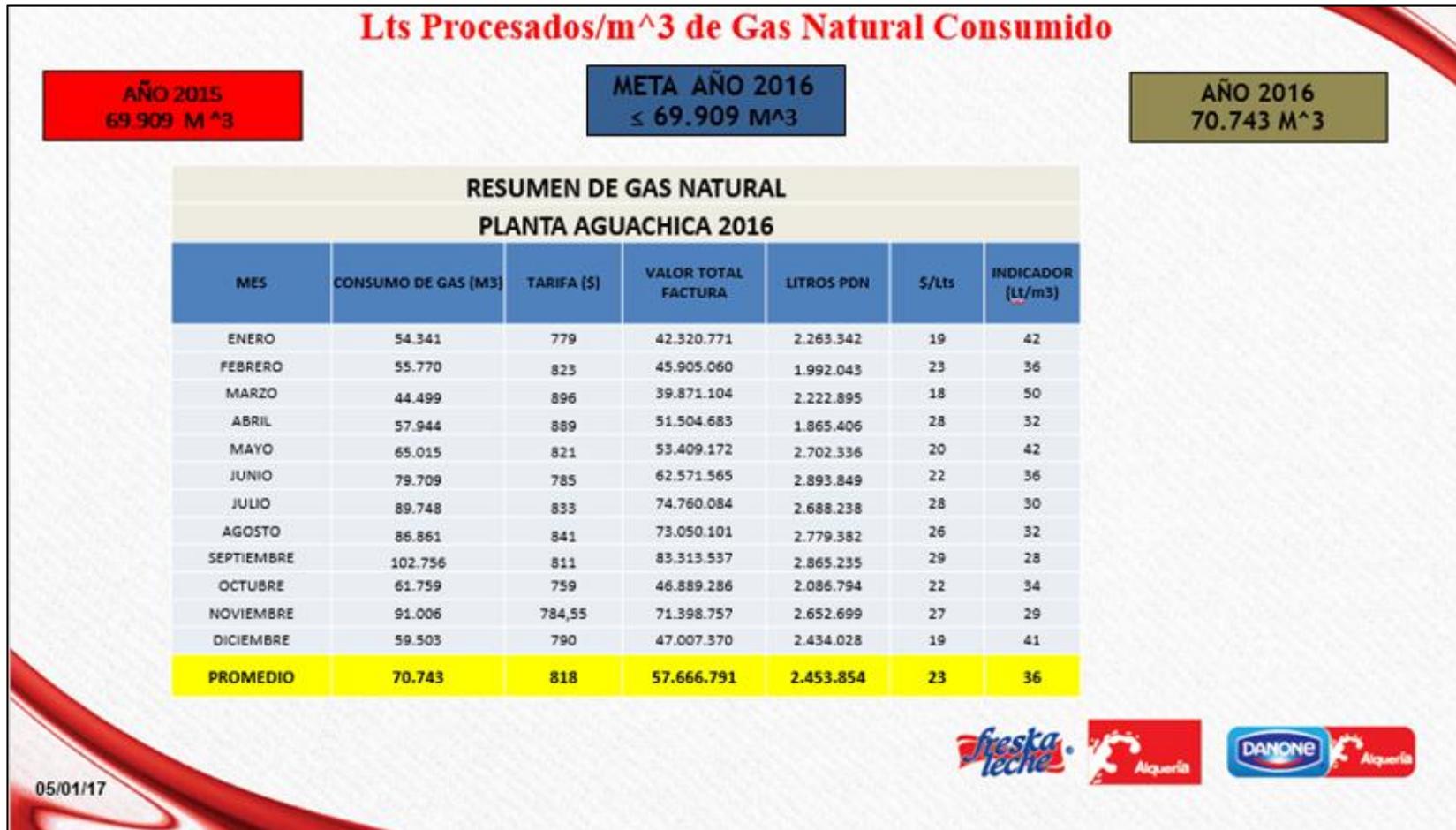


Figura 45. Consumo de gas durante el año 2016. Fuente. Departamento de mantenimiento

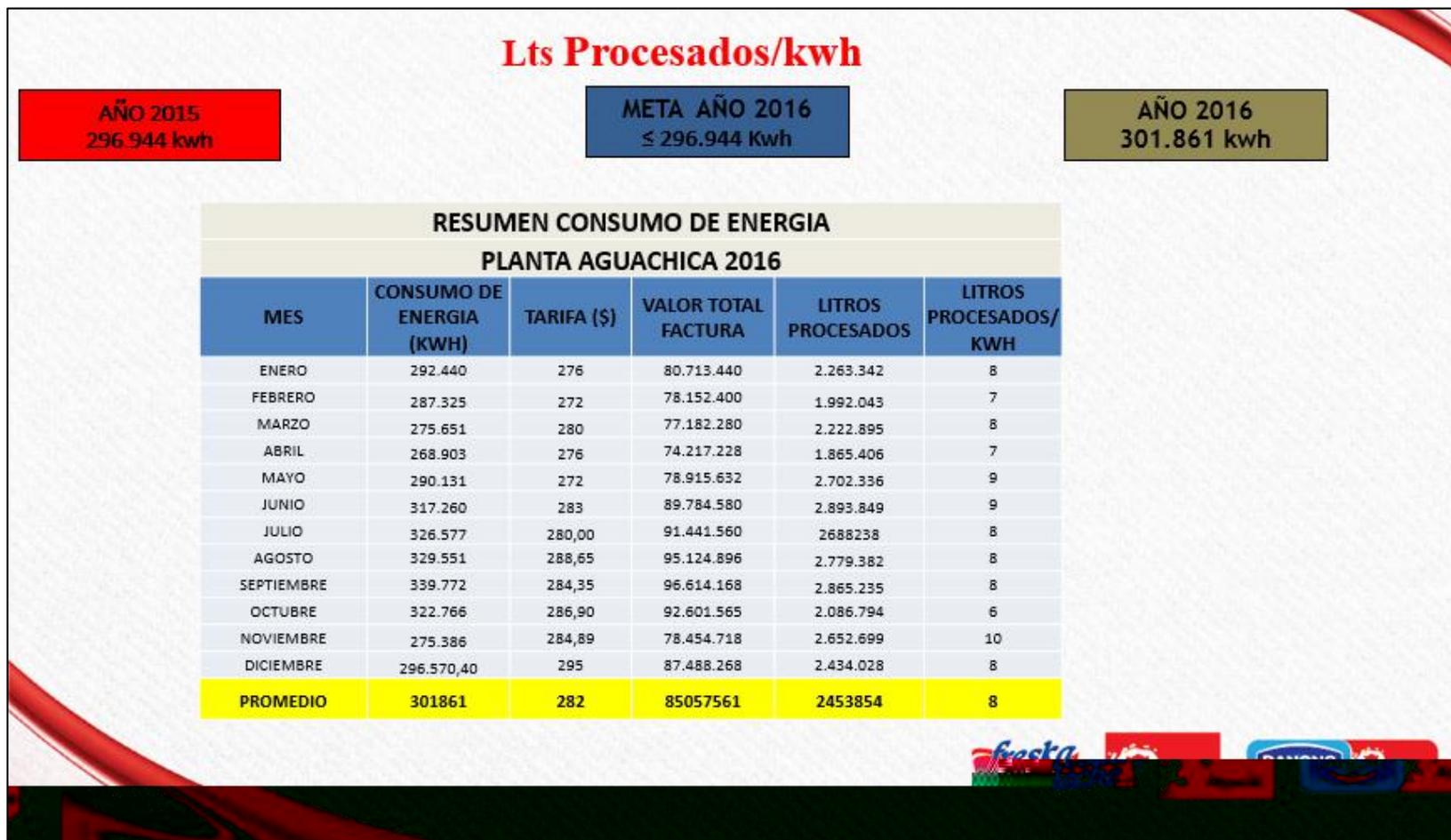


Figura 46. Consumo de electricidad durante el 2016 Fuente. Departamento de mantenimiento

De los indicadores de gestión se muestra un exceso de consumo de gas por $834m^3$ y un consumo de energía de 4.917 Kwh en promedio mensual, estos valores son multiplicados por el costo promediado de cada uno para obtener el valor en pesos.

$$\text{Exceso de vapor año 2016} = 834m^3 * 818 \frac{\$}{m^3} = \$ 682.212$$

$$\text{Exceso de energía eléctrica año 2016} = 4917 \text{ Kwh} * 282 \frac{\$}{\text{Kwh}} = \$ 1.386.594$$

De este análisis se observa que se puede reducir el consumo de vapor y aire comprimido, dado que no se tiene un valor exacto del costo de gas utilizado para generar vapor destinado a las cuatro áreas de proceso y una regulación del gasto de energía que se utiliza para la generación de aire comprimido.

para obtener un promedio de exceso de aire comprimido es necesario determinar qué porcentaje de energía eléctrica se utiliza para los compresores de aire en la planta, para esto el practicante realizo un seguimiento del consumo de energía de todos los equipos en el área de servicios industriales en el cual determino el costo en horas de operación de todos los equipos (Ver anexo 68), luego estos datos se compararon con el valor de servicio de energía en la planta (ver figura 48) para determinar que el 19 % de la energía de la planta se usa para el consumo de los compresores de aire y luego hallar el costo de este cantidad.

Exceso de energía eléctrica en los compresores de aire año 2016

$$\$ 1.386.594 * 0,19 = \$ 263.452,1$$

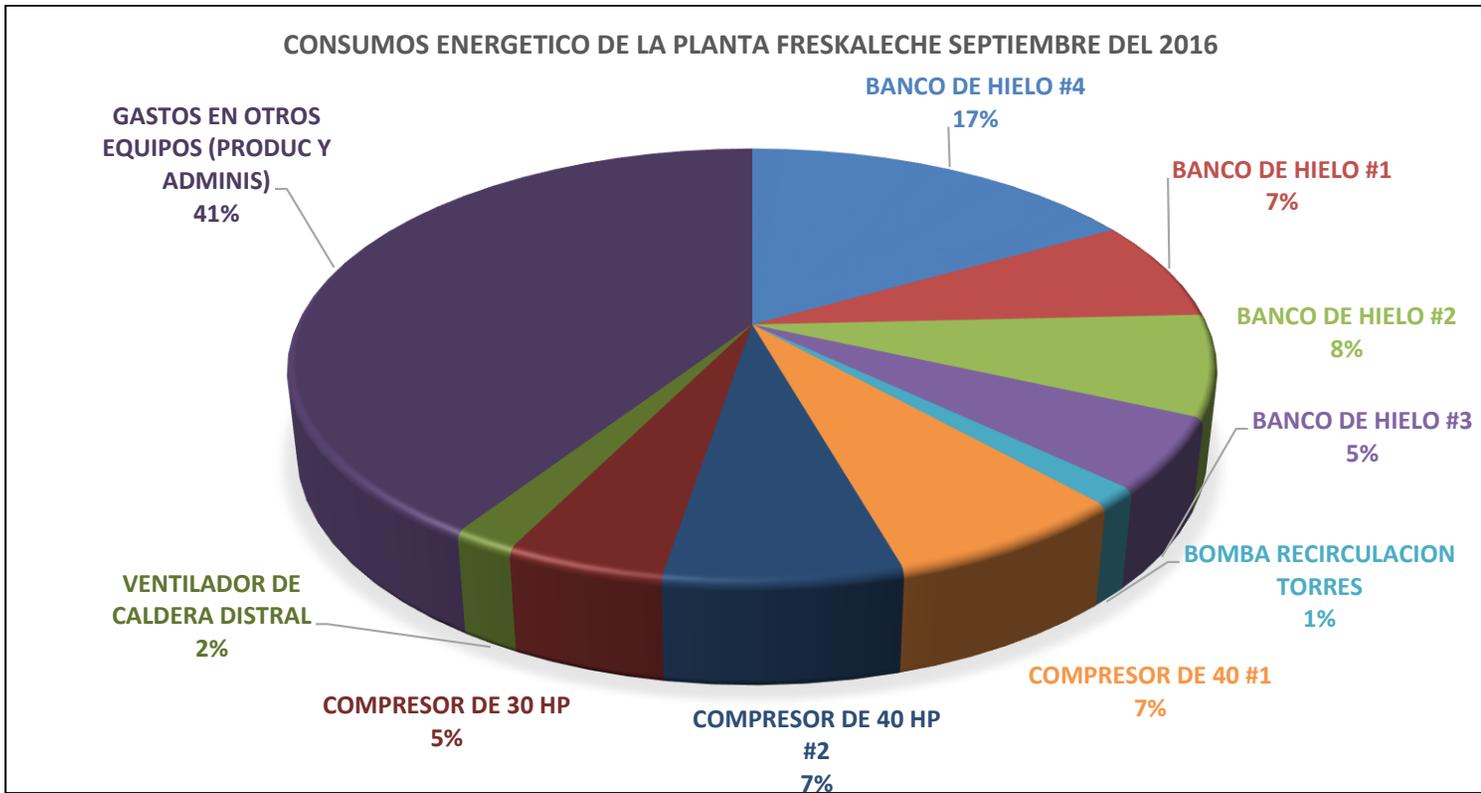


Figura 47. Consumo energético de la planta freskaleche. Fuente. Autor

De esta manera se establece un ingreso de operación reduciendo fugas y excesos de los servicios de vapor y aire comprimido con un valor de \$ 263.452,1 + \$ 682.212

Ingresos de operación para la propuesta de medición = \$ 945.664,1

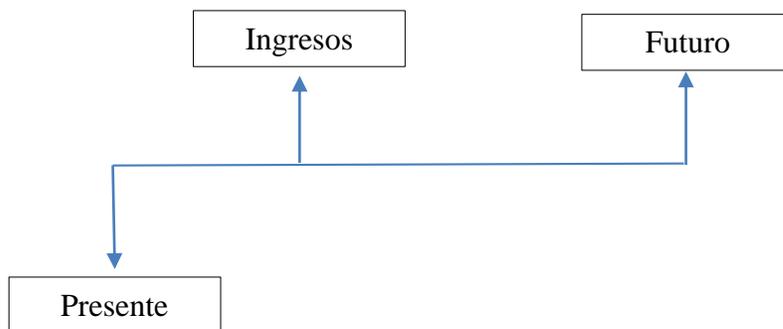
La utilidad del proyecto se estima en 20 años debido a la vida útil de los equipos que lo componen como lo son, medidores y su plc.

La tasa de descuento se estima en 20% debido a la mínima rentabilidad que se exige dado el riesgo de esta inversión.

Actividad 12. Evaluar la inversión del proyecto.

Para cumplir con esta actividad se determinó los criterios del valor presente neto, el periodo de recuperación y la razón costo beneficio para determinar si la propuesta del sistema de medición es viable respecto al costo que esta genera.

Primero se estimó el valor que tendrá la propuesta para un periodo de 20 años



Valor presente:

$$V_p = \$ 170.000.000$$

Ingresos:

$$\text{Ingresos} = \$ 945.664,1 \text{ Mensual}$$

Valor futuro:

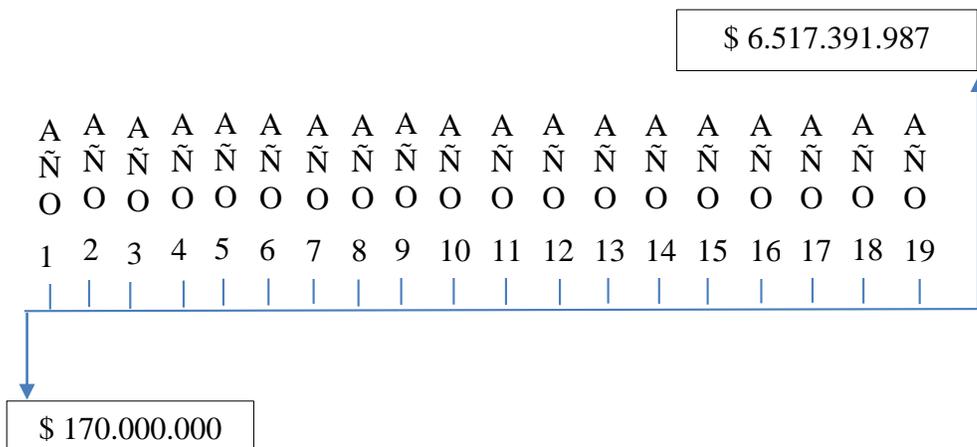
$$V_f = V_p(1 + i)^n$$

$i = 20\%$ Interes compuesto, inflación tasa de crecimiento

$$n = \# \text{ años} = 20$$

$$\therefore V_f = 170.000.000(1 + 0,2)^{20}$$

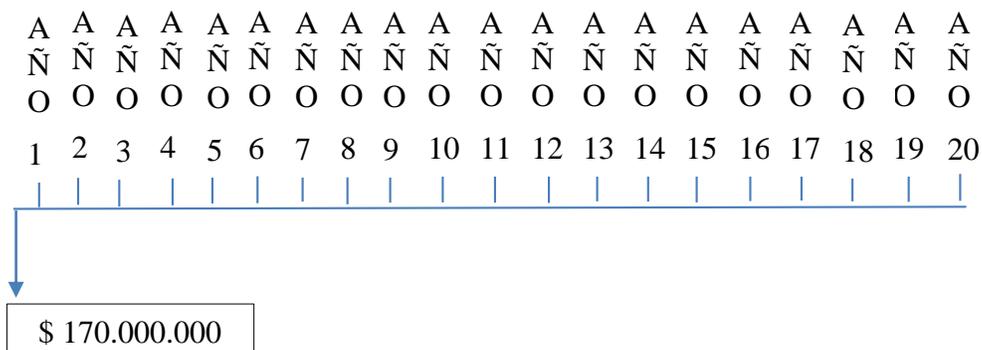
$$\therefore V_f = \$ 6.517.391.987$$



El valor del proyecto dentro de 20 años tendría un costo estimado de \$ 6.517.391.987.

Para determinar el valor presente neto de la inversión se debe convertir los ingresos mensuales que se tendrán a flujos efectivos anuales

Flujos efectivos anuales:



Flujo efectivo = \$ 945.664,1

Flujo efectivo anual = \$ 11.347.969,2

$i = 20\%$

Año 1= \$ 11.347.969,2

$$\text{Año 2} = \$ \text{año 1} + (\$ \text{año 1} * i) \therefore \text{año 2} = \$ 13.617.563,04$$

$$\text{Año 3} = \$ \text{año 2} + (\$ \text{año 2} * i) \therefore \text{año 3} = \$ 16.341.075,65$$

$$\text{Año 4} = \$ 19.609.290,78$$

$$\text{Año 5} = \$ 23.531.148,93$$

$$\text{Año 6} = \$ 28.237.378,72$$

$$\text{Año 7} = \$ 33.884.854,46$$

$$\text{Año 8} = \$ 40.661.825,36$$

$$\text{Año 9} = \$ 48.794.190,43$$

$$\text{Año 10} = \$ 58.553.028,51$$

$$\text{Año 11} = \$ 70.263.634,22$$

$$\text{Año 12} = \$ 84.316.361,06$$

$$\text{Año 13} = \$ 101.179.633,3$$

$$\text{Año 14} = \$ 121.415.559,9$$

$$\text{Año 15} = \$ 145.698.671,9$$

$$\text{Año 16} = \$ 174.838.406,3$$

$$\text{Año 17} = \$ 209.806.087,6$$

$$\text{Año 18} = \$ 251.767.305,1$$

$$\text{Año 19} = \$ 302.120.766,1$$

$$\text{Año 20} = \$ 362.544.919,3$$

Valor presente neto:

$$VPN = \sum \frac{I_o}{(1+i)^n} - INV_0$$

INV_0 = Inversión inicial en el momento cero de la evaluación = \$ 170.000.000

I_o = Flujos efectivos anuales

i = Tasa de descuento = 20%

n = Vida útil de la inversión proyecto expresada en años, 20 años, para este análisis.

Para determinar el valor presente neto el practicante realizo una hoja de cálculo en Excel en la cual se introdujo las variables correspondientes para determinar el VPN (Ver anexo 69). El resultado de este a un tiempo de 20 años es de:

$$VPN = 19.132.820$$

El resultado del VPN es positivo lo cual indica que la propuesta es factible.

Una vez el practicante determina que el proyecto a ejecutar es factible procede a determinar el periodo de recuperación de la propuesta, para esto se hace necesario de hallar la tasa interna de retorno y la tasa de retorno contable.

Tasa interna de retorno:

Interés (%)	V_{pn}
20	19.132.820
19	36.743.744,62
18	56.697.392,16
17	79.365.639,71
16	105.186.850,72
15	134.678.912,73
10	363.200.213
5	847.461.809

$$Tir = i_{inf} + (i_{supe} - i_{inf}) * \left(\frac{V_{pn}}{\sum 2 \text{ tasas}} \right)$$

$$Tir = (0,19) + (0,2 - 0,19) * \left(\frac{36.743.744,62}{55.876.564,62} \right)$$

$$Tir = 0,190657$$

$$Tir = 19,0657 \%$$

Tasa de retorno contable:

$$TRC = \frac{tir}{1 - \left(\frac{1}{1 + tir} \right)^{20}}$$

$$TRC = \frac{0,190657}{1 - \left(\frac{1}{1 + 0,190657} \right)^{20}}$$

$$TRC = 0,1966$$

$$TRC = 19,66 \%$$

Periodo de recuperación de la inversión:

$$PRI = \frac{1}{TRC}$$

$$PRI = \frac{1}{0,1966}$$

$$PRI = 5,0864$$

$$\therefore PRI = 5 \text{ años}$$

Por último se determina la razón costo beneficio del proyecto

Relación costo beneficio:

$$R = \frac{B}{C}$$

$$R = \frac{V_{pn}}{\text{costo}}$$

$$VPN = \sum \frac{I_o}{(1+i)^n} - INV_0$$

INV_0 = Inversión inicial en el momento cero de la evaluación = \$ 170.000.000

I_o = Flujos efectivos anuales

i = Tasa de descuento para proyectos = 8,5%

n = Vida útil de la inversión proyecto expresada en años, 20 años

El resultado del VPN a un tiempo de 20 años es de:

$$VPN = 471.353.948,46$$

$$R = \frac{471.353.948,46}{170.000.000}$$

$$R = 2.77$$

El resultado de la razón costo beneficio sobre el proyecto es atractivo.

Respecto a los resultados obtenidos en el análisis financiero, se observa que la propuesta de un sistema para la medición del consumo de los servicios industriales utilizados en las áreas de producción de la empresa freskaleche-aguachica, es viable su ejecución en un periodo de 20 años, teniendo en cuenta que los datos tomados para este estudio solo abarcan los costos que se reducirán al mejorar el consumo de energía y gas evitando la perdida y exceso de los servicios para el proceso.

Sobre los valores dados en este análisis nos indican que el proyecto es factible a un periodo extenso debido a que la reducción de costos es mínima comparada con el valor de este, además este proyecto genera otras grandes ventajas que no pueden ser cuantificadas antes de ejecutarlo, como conocer el gasto real de agua, vapor y aire en las 4 áreas de proceso, y determinar el costo real de cada área, encontrar fugas dentro o fuera del área de proceso, analizar de manera preventiva el estado de los equipos que necesitan de estos servicios para su funcionamiento.

Capítulo 4. Diagnostico final

La propuesta de un sistema para la medición del consumo de los servicios industriales utilizados en las áreas de producción queda en proceso de ejecución por parte de la empresa FRESKAELECHE S.A.S ya que este proyecto debe ser aprobado por el comité de la empresa para continuar la terminación de este. En la empresa queda todo el material necesario para la independización e instalación de sus medidores y de su controlador lógico programable.

Además se aportaron diferentes conocimientos técnicos para dar soluciones a los problemas que se presentaron durante el periodo de prácticas.

Capítulo 5. Conclusiones

El sistema de monitoreo y visualización de consumo de los servicios industriales es una herramienta importante para la empresa freskaleche debido a que se puede cuantificar de manera precisa los servicios utilizados para el procesos de producción, supervisar día a día el consumo de estos servicios creando técnicas para establecer análisis en casos de exceso gasto de estos servicios.

El sistema scada aporta todas las funciones necesarias para suplir las necesidades que tiene la planta freskaleche aguachica, en las cuales se puede monitorear en tiempo real cada área de proceso, visualizar por medio de graficas el registro de cada medidor y la obtención de un control histórico del flujo utilizado en cada área.

En este trabajo se determinó que para un sistema de visualización y monitoreo de los consumos en las áreas de proceso si es posible utilizar el tablero existente en la planta puesto que cuenta con las características adecuadas que se requieren para efectuar el sistema de scada.

Con el debido reconocimiento dado a cada área de proceso se determinó las conexiones adecuadas de las tuberías para la independización de cada línea. Estipulando que no se necesita el cambio de todas las líneas y la instalación de tuberías nuevas en quesos, UHT, acopio y pulverización y de que solo con las adecuaciones necesarias en cada área se puede determinar el consumo total de estas.

El análisis financiero que se realizó al proyecto mostro resultados positivos para su implementación, además Freskaleche al ejecutar este proyecto para el año 2017 reduciría en gran manera el costo de inversión dado que si este se aplaza a un periodo de 10 a 20 años la empresa tendría que invertir el doble para ejecutarlo.

Capítulo 6. Recomendaciones

Levantar planos de todas las tuberías de producto, energía y agua helada en todas las áreas de la planta FRESKALECHE Aguachica y llevarlos a un programa CAD en el cual puedan ser visualizados de mejor forma.

Pintar todas las tuberías con su respectiva señalización.

Aislar todas las tuberías que transporten vapor y agua helada.

Establecer un plan de mantenimiento a todas las conexiones que tengan comunicación con un plc para verificar el funcionamiento de las mismas.

Referencias

- Edelflex. (2015). *Sistemas de limpieza cip (Cleaning In Place)*. Obtenido de <http://www.edelflex.com/content/sistema-de-limpieza-cip-cleaning-place>
- Fleitman, J. (s.f.). *LA IMPORTANCIA DE LOS TABLEROS DE CONTROL*. Obtenido de <http://www.fleitman.net/articulos/balancedScorecard.pdf>
- Flujos de fondo . (Marzo de 2015). Obtenido de Zonaeconomica: <http://www.zonaeconomica.com/flujo-de-fondos>
- Garcia, A. (2000). *Capitulo 6 Protocolo Hdlc*. Obtenido de http://repositorio.pucp.edu.pe/index/bitstream/handle/123456789/28691/Redes_Cap06.pdf?sequence=6
- Gestion de calidad - FRESKALECHE. (diez de mayo del 2016). *Manual de gestion de calidad*. Bucaramanga.
- Málaga, U. d. (2017). *Máster propio universitario en gestión integral de la empresa sobre soluciones SAP*. Obtenido de <http://www.mastersap.es/sap/>
- Márquez, J. E. (Abril 2005). *Transmisión de datos* . Edición Digital .
- Montoya Londoño, J. (2009). *Monitoreo y visualización de temperaturas en el área de generación de frio de la planta derivados de lacteos colanta san pedro de los milagros. medellin* .
- Morales, R. S. (julio 2012). *SIMULACIÓN SCADA (control, supervisión y adquisición de datos) de una planta generadora de energía eléctrica a base de energia geotermica* . San Salvador .
- Muñoz, G. T. (septiembre 1998). *Tutorial de fieldbus*. Lima- peru.
- Pak, T. (s.f.). *Tratamientos a temperaturas ultra-altas (UHT)* . Obtenido de <http://www.tetrapak.com/co/processing/uht-treatment>
- Programables, A. (diciembre de 2001). *Entradas y Salidas* . Obtenido de http://www.sc.ehu.es/sbweb/webcentro/automatica/WebCQMH1/PAGINA%20PRINCIPAL/PLC/ESTRUCTURAS/ESTRUCTURA%20INTERNA/SECCION%20DE%20ES/seccion_de_es.htm
- Pt100, su operación, instalación y tablas. (s.f.). *Arian Control e Instrumentación* .
- Ruben Alfonso Soriano Garcia, A. M. (30 de octubre 2015). *Estudio técnico de la adquisición y transmisión de datos en tiempo real de temperatura, presión, flujo de agua y flujo de vapor geotérmico, mediante puerto de enlace wireless y representación de los datos en SCADA-WEB, de pozos de producción de una centra*. El salvador .

Santos, T. s. (Noviembre de 2008). *ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE UN PROYECTO DE INVERSIÓN: ETAPAS DE UN ESTUDIO*. Obtenido de Contribución a la economía : <http://www.eumed.net/ce/2008b/tss.htm>

Subsidiarios, C. d. (13 de julio 2012). *SUBCOMITÉ TÉCNICO DE NORMALIZACIÓN DE Mexico* .

Apéndices