ESCUELA SUPERIOR POLÍTÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería Mecánica y Ciencias de la Producción

"Cálculo, Selección y Montaje de un Sistema para el Precocido de Camarón"

TESIS DE GRADO

Previo a la obtención del Título de:

INGENIEROS MECÁNICOS

Presentada por:

José Andrés Ramos Espinoza

Hugo Andrés Vinueza Peralta

GUAYAQUIL-ECUADOR

Año: 2013

AGRADECIMIENTO

A nuestros Padres y Hermanos, Que siempre confiaron en nosotros, Al Ing. Ernesto Martínez, Director de esta tesis por la ayuda prestada en la elaboración de la misma.

DEDICATORIA

Al esfuerzo de mis Padres
José Andrés Ramos Espinoza

A Dios, por permitirme culminar esta
Etapa de mi vida, a mis padres, hermano,
A mi novia, y familiares por su invalorable
Apoyo en el desarrollo de mi vida profesional
Hugo Andrés Vinueza Peralta

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN

Dr. Kléber Barcia V. Ph.D.
DECANO DE LA FIMCP
PRESIDENTE

Ing. Ernesto Martínez L.
DIRECTOR

Ing. Marcelo Espinosa L.
VOCAL

DECLARACIÓN EXPRESA

La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado, nos corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la Escuela Superior Politécnica del Litoral

(Reglamento de Graduación de la ESPOL)

J. RAMOS

José Andrés Ramos Espinoza

Hugo Andrés Vinueza Peralta

RESUMEN

Este Proyecto trata de explicar cómo se implemento una nueva línea de Precocido de camarón para una empresa dedicada al procesamiento del mismo, en base a la selección de los equipos necesarios para cumplir con los requerimientos del proceso.

En nuestro país la acuicultura es la de más auge en la actualidad por ello las empresas camaroneras para ser más competitivas a nivel mundial presentan variedad de ofertas en sus productos como el “Camarón Precocido”, Por ello en la empaquetadora se realizó un estudio de mercado de aceptación de la idea, Luego del visto bueno se procedió a analizar los requerimientos necesarios por parte del departamento de producción para la selección de equipos en base a cálculos además de la eficiencia, ergonomía, confiabilidad y facilidad de mantenimiento de toda la maquinaria, se decidió para el montaje de los equipos un lugar donde tenga una fácil accesibilidad siendo el área de bodega la más cercana a la planta convirtiéndose en la más apta para el proceso; Los requerimientos básicos para poder cumplir con nuestros objetivos son el cuarto de fuerza (generación de vapor), redes de distribución de vapor hacia el equipo cocinador de camarón, sistema de transporte y congelación.

Estimando un cronograma inicial para el montaje de los equipos dando un total de 10 semanas, se comienza con la instalación del sistema completo aun con la demora de la llegada de la caldera los trabajos se desarrollan en un tiempo menor al programado además de realizar las pruebas y puestas en marchas todos los equipos quedan operativos y listos para empezar con la nueva línea de producción.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN…… VI

INDICE GENERAL…….. VIII

ABREVIATURAS……..… XI

SIMBOLOGÍA…….. XII

INDICE DE FIGURAS…… XV

INDICE DE TABLAS…….. XVII

INTRODUCCIÓN……..…. 1

CAPITULO 1

1. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

1.1. Descripción del Proceso de Empaque de Camarón …….....…. 3

1.1.1 Recepción y Clasificación 3

1.1.2 Congelación 6

1.1.3 Empaque y Almacenamiento 7

1.2. Presentación de Productos de Exportación.....…….. 8

1.3. Propuesta del Nuevo Producto.....…… 11

1.4. Objetivos Generales.....…… 13

1.5. Objetivos Especificos 13

CAPITULO 2

2. DESARROLLO DEL NUEVO PRODUCTO

2.1. Camarón Precocido……..…… 14

2.1.1. Presentación 14

2.1.2. Proceso 16

2.1.3. Diagrama de Proceso 20

2.1.4. Diagrama de Equipos 21

2.2. Características de Equipos Requeridos ……..…… 25

CAPITULO 3

3. CÁLCULO Y SELECCIÓN DE EQUIPOS A INSTALAR

3.1. Selección de Equipos Principales……. 26

3.1.1. Selección del Cocinador de Camarón 26

3.1.2. Selección de Equipo de Congelación de Camarón 30

3.1.3. Selección de Equipo de Pesaje Automático de Camarón 31

3.2. Cálculo y Selección de Equipos……..…… 34

3.2.1. Cálculo y Selección de la Caldera 34

3.2.2. Cálculo y Selección del Tanque de Almacenamiento y Diario de Combustible 43

3.2.3. Cálculo y Selección del Sistema del Sistema de Ablandamiento de Agua 53

3.2.4. Cálculo y Selección del Tanque de Agua de Alimentación 58

3.3. Dimensionamiento y Selección de Tuberías para Vapor..... 60

3.4. Requerimientos de Energía 76

CAPITULO 4

4. MONTAJE DE EQUIPOS

4.1. Adecuación de los Sitios ……..... 77

4.1.1. Montaje Equipos de Generación de Vapor 84

4.1.2. Montaje de Equipos para Camarón Precocido 108

4.1.3. Montaje de Equipos Auxiliares 113

CAPITULO 5

5. **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

5.1. Conclusiones……. 125

5.2. Recomendaciones…… 126

Anexos 138

Referencias 139

ABREVIATURAS

Kg	Kilogramos
Lbs	Libras
Kcal	Kilocalorías
Cm^3	Centímetros cúbicos
Gr	Gramos
Gal	Galones
M^3	Metros Cúbicos
Ft	Pies
In	Pulgadas
Pa	Pascales
Bar	Bares
°C	Grados centígrados
°F	Grados Fahrenheit
BHP	Caballos de fuerza de caldera
GPM	Galones por minuto
Seg	Segundos
Min	Minutos

ÍNDICE DE FIGURAS

Página

Figura 1.1 - Esquema de Recepción y Clasificación de Camarón ……..…... 5
Figura 1.2 - Pelado y Desvenado del Camarón ……..... 8
Figura 1.3 - Camarón con Cabeza ……..…. 9
Figura 1.4 - Pelado Fácil sin Cabeza …….….. 9
Figura 1.5 - Camarón con Caparazón ……...… 10
Figura 1.6 - Camarones Pelados y Limpios……...… 11
Figura 2.1 - Diagrama de Proceso ……. 19
Figura 2.2 - Diagrama de equipos del área de recepción …….. 20
Figura 2.3 - Diagrama de Equipos del área de congelación ……..... 21
Figura 2.4 - Diagrama de Equipos del Cuarto de Fuerza ……..……..... 22
Figura 2.5 - Diagrama de Equipos Cuarto de Cocción de camarón …...…. 23
Figura 3.1 - Tanque de Enfriamiento ……. 28
Figura 3.2 - Advantec 1M (Aire Forzado) …….. 29
Figura 3.3 - Embolsadora ……..……. 30
Figura 3.4 - Banda Transportadora Flush Grid Serie 1100 …….…… 32
Figura 3.5 - Caldera Cleaver Brooks modelo CB – 100 …….. 40
Figura 3.6 - Sistema de Tratamiento de Agua tipo Dúplex ……... 57
Figura 3.7 - Vapor –Velocidad …… 65
Figura 3.8 - Esquema de tubería caldera cocinador ……..... 67
Figura 4.1 - Distribución Cuarto de Fuerza ……..... 78
Figura 4.2 - Distribución de Equipos …….… 80
Figura 4.3 - Distribución Cuarto de cocido de camarón ……..... 82
Figura 4.4 - Distribución de aéreas de trabajos contratistas ……..… 84
Figura 4.5 - Trabajos Civiles …….....…..... 86
Figura 4.6 - Ubicación de Tanques de almacenamiento y diario de combustible con sus respectivos muros de contención ……..…..... 87
Figura 4.7 - Soportes para tubería de vapor y condensado ……..... 88
Figura 4.8 - Formato de Indetificacion de Riesgos / Impactos ……..… 91
Figura 4.9 - Soporte tipo Patín .....……..… 91
Figura 4.10 - Distribución del Cuarto de Fuerza ..... …….… 93
Figura 4.11 - Instalación de caldera de 100 HP …….... 98
Figura 4.12 - Distribuidor de vapor con sus accesorios ……..… 94
Figura 4.13 - Ubicación del Distribuidor de vapor ……..……..... 95
Figura 4.14 - Esquema de instalación del sistema de tratamiento de agua . 96
Figura 4.15 - Esquema de Instalación de Accesorios de accesorios ..…….. 97

Figura 4.16 - Ubicación del sistema de tratamiento de agua ……..……. 103
Figura 4.17 - Instalación del desaireador cuarto de fuerza …….. 105
Figura 4.18 - Banco reductor de presión ……. 108
Figura 4.19 - Instalación de tubería en canal de agua de drenaje …….. 110
Figura 4.20 - Instalación de tubería en soportes de cemento ……. 110
Figura 4.21 - Instalación de tubería colgante ……..…….. 111
Figura 4.22 - Tolva modelo TK210FC ……..... 114
Figura 4.23 - Tolva y Horno de la línea de Precocido 115
Figura 4.24 - Grilletes permitidos por la INEN CPE-10 115

ÍNDICE DE TABLAS

Página

Tabla 3.1 - Requerimientos y Especificaciones del Horno ……..... 27
Tabla 3.2 - Producción del Horno modelo FC2WWF….……..... 27
Tabla 3.3 - Requerimientos y especificaciones del Chiller ……. 28
Tabla 3.4 - Parámetros para el agua en condiciones estables a la entrada y salida de la caldera …… 35
Tabla 3.5 - Matriz de decisión para seleccionar una caldera en base a la posición relativa de los gases y del agua …….. 38
Tabla 3.6 - Matriz de decisión para seleccionar una caldera Pirotubular de acuerdo a la disposición de los tubos ……..…… 39
Tabla 3.7 - Especificaciones técnicas de Caldera modelo CB – 100 …..... 41
Tabla 3.8 - Cuadro de comparación de Parámetros…….…… 41
Tabla 3.9 - Dimensiones d área a ubicarse del tanque diario combustible... 42
Tabla 3.10 - Dimensiones tanque diario de combustible de forma esférica . 44
Tabla 3.11 - Dimensiones tanque diario de combustible de forma cilíndrica 45
Tabla 3.12 - Dimensiones del muro de contención …… 45
Tabla 3.13 - Dimensiones del tanque de almacenamiento de combustible de forma esférica ……...……. 46
Tabla 3.14 - Dimensiones del tanque de almacenamiento de combustible de forma
cilíndrica……..... 47
Tabla 3.15 - Dimensionesl muro de contención del tanque de combustible. 47
Tabla 3.16 - Grados De Dureza del agua según Water Quality Association 53
Tabla 3.17 - Dimensionamiento del Tanque necesario para contener determinada cantidad de resin……..... 55
Tabla 3.18 - Características del Sistema Ablandador …….…….. 55
Tabla 3.19 - Parámetros de Operación de Ablandadores ……...……... 56
Tabla 3.20 - Comparación del sobredimensionamiento y subdimensionamiento de tuberia……..... 60
Tabla 3.21 - Métodos y factores para el seleccionamiento de tuberías …..... 61
Tabla 3.22 - Factores conocidos para la selección de tuberías …..…….. 61
Tabla 3.23 - Método para seleccionar tuberías según distancia a recorrer.. 62
Tabla 3.24 - Factores necesarios para la selección de tubería tramo caldera – distribuidor de vapor ……..……... 63
Tabla 3.25 - Factores necesarios para la selección de tubería tramo distribuidor de vapor – equipo de cocción de camarón ……..... 66
Tabla 3.26 Presiones y factor de presión ……..…..... 68

Tabla 3.27 Factor de presión y diámetro de tubería …… 69
Tabla 3.28 Propiedades mecánicas de la tubería para vapor ……..… 70
Tabla 3.29 - Tabla de Propiedades Lana Mineral …….. 72
Tabla 3.30 - Tabla de Propiedades de la Fibra de vidrio ……..... 72
Tabla 3.31 - Tabla de Espesores de aislamiento de Fibra de Vidrio ……. 73
Tabla 3.22 - Tabla de Espesores de aislamiento de Lana Mineral ……. 74

INTRODUCCIÓN

El procesamiento de camarón en el Ecuador es una de las actividades con mayor desarrollo en los actuales momentos con ello las empresas que se dedican a este negocio cada vez buscan mejorar la calidad en sus productos para que estos puedan competir satisfactoriamente en el extranjero.

Debido a que el camarón ecuatoriano es una materia prima apetecible a nivel mundial convirtiéndose en un producto importante en el desarrollo social y económico del país porque este genera plazas de trabajo debido a la gran demanda de este crustáceo.

Una de las alternativas que manejan las empresas que exportan camarón es el Precocido de este, ya que es una variedad en el mercado porque facilita la preparación para el consumo teniendo una alta calidad de producto debido a los estrictos controles que hay en este tipo de industrias.

El uso de un determinado método de cocción que utilice cada empresa dependerá de factores tales como: pérdida de peso del producto, problemas de corrosión de los equipos, textura y sabor. Teniendo en cuenta que estos dos últimos dependerán de el tiempo y temperatura que se apliquen en el proceso.

La presente tesis está enfocada a explicar la correcta selección de equipos para el montaje de una nueva línea de Precocido en una empaquetadora de camarón ya que para ser competitivos en los mercados internacionales se debe presentar variedad e innovación de productos para el gusto y satisfacción de los consumidores.

Los trabajos de instalación fueron realizados por una contratista y supervisados por los cronogramas ya especificados antes del inicio del proyecto siendo 10 semanas el tiempo en que se entregaría listo el equipo funcionamiento con una producción por día de 1000 libras por hora de capacidad.

El montaje se lo dividió en dos ya que por un lado están los equipos del cuarto de fuerza donde se va a generar el vapor como medio de cocción donde está la caldera hacia los equipos que están planta que reciben este vapor en el horno para así cocer el camarón a los parámetros requeridos para obtener el producto final deseado.

CAPÍTULO 1

1. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

1.1. Descripción del Proceso de Empaque de Camarón

La empaquetadora de camarón en donde se realizó la instalación del sistema tiene ubicación cerca del rio Guayas, vía por la cual recibe la materia prima de sus propias piscinas o compras a terceros; una vez llegado el camarón a la zona de recepción es llevado hacia las tolvas donde harán ingresar el producto a planta, es ahí donde pasará por etapas de clasificación, congelado, empaquetado y almacenado para luego ser exportado y distribuido internacionalmente como a nivel local.

Para poder tener una idea más clara de lo que se realiza en estas instalaciones, hemos separado cada línea de proceso, tal como se muestra a continuación:

- Recepción y Clasificación
- Congelación
- Empaque y Almacenamiento

1.1.1. Recepción y Clasificación

Esta planta cuenta con un amplia área destinada a la de recepción de camarón comúnmente llamado muelle, es aquí donde el camarón es recibido por diferentes medios de transporte ya sea vía terrestre ó marítima; por tierra el camarón es transportado en plataformas o camiones, mientras que por mar es transportado en gabarras; todos los bines son desembarcados con la ayuda de montacargas y llevados hacia las tolvas de recepción en donde el personal de calidad realiza un estudio al camarón denominado proceso de muestreo.

Una vez analizados cada uno de los parámetros el camarón es depositado en las ventanillas de recepción y mediante bandas transportadoras son llevados a las diferentes líneas de clasificación; en la actualidad la planta cuenta con 8 líneas de diferentes capacidades de producción que van desde las 3000 Lbs. hasta las 8000 Lbs., cada una de las líneas de clasificación está compuesta por una tolva de alimentación, donde el camarón es depositado para posteriormente pasar a la banda de inspección, donde el personal asignado retira cualquier material ajeno, tal como, peces, pedazos de madera, piedras, etc. que hayan venido con el camarón dentro de los bines, luego de que se ha realizado la respectiva inspección, el camarón es transportado hacia las clasificadoras, en estas tolvas anteriormente mencionadas se procede a tomar muestras de

camarón para determinar la talla que se va a producir y de esta manera calibrar los equipos con la talla deseada; el camarón clasificado es transportado hacia el sistema automático de pesaje, el camarón pesado es depositado en paneras o en canastillas plásticas dependiendo de la producción que se va a realizar; luego de este proceso el camarón es llevado a la línea de congelación, cabe mencionar que la temperatura en el interior de la planta es de 10°C, a esta temperatura es a la que se encuentra aproximadamente el camarón al final del proceso de clasificación.

Esquema de Clasificación de Camarón

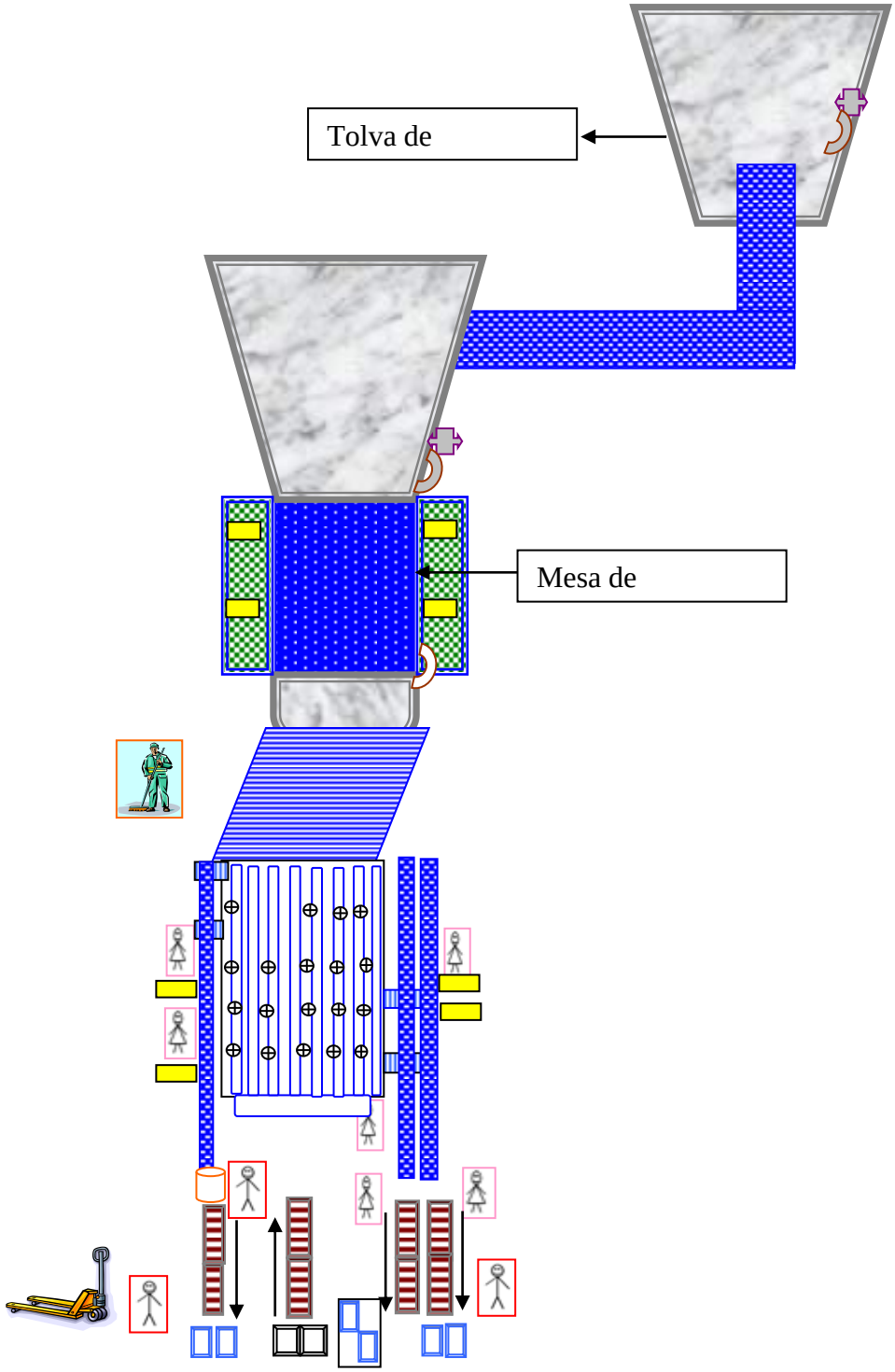


FIGURA. 1.1 – ESQUEMA DE RECEPCIÓN Y CLASIFICACIÓN DE CAMARÓN; ELABORADO POR: JOSÉ RAMOS Y HUGO VINUEZA

1.1.2. Congelación

Una vez que el camarón ha sido seleccionado y clasificado (existe camarón desvenado y descabezado) pasa inmediatamente a la línea de congelación, en la actualidad se cuenta con tres líneas de congelación, cada una con diferentes capacidades pero que cumplen con el mismo funcionamiento, el objetivo de la línea de congelación como su nombre lo indica es de congelar el producto, al final del proceso el camarón debe de tener una temperatura entre los -18°C; Para poder cumplir con los parámetros, el camarón pasa por varios equipos, los cuales se describen a continuación:

- Cabinplant.- Dentro de este equipo es donde se congela el camarón por medio de un baño de salmuera a -18°C, logrando que el producto al final de esta línea obtenga una temperatura interna de -10°C.
- Duchas y Glaseado.- Debido al baño de salmuera el camarón queda con residuos de sal y es por este medio que se logra eliminar el exceso de sal, el cual consiste en un baño de agua potabilizada a baja temperatura por medio de aspersores.
- Advantec 1M.- Es un equipo de enfriamiento por convección de aire forzado, dentro del cual el camarón ingresa a una temperatura promedio de -10°C y debe salir a una temperatura final entre -18°C .

1.1.3. Empaque y Almacenamiento

Luego del proceso de congelación el camarón se procede a ubicarlo en sus respectivas cajas o presentaciones, que van de acuerdo a la producción realizada, a la talla, y al destino del producto; el proceso de empaque se lo realiza con personal designado para esta área, con ayuda de bandas transportadoras los empaques son enviados a los detectores de metales, para garantizar que ningún tipo de material metálico haya caído por equivocación o por accidente dentro de las cajas, luego de este paso las cajas pasan por una zunchadora automática para poder sellar las cajas y proceder a ubicarlos en los pallets; una vez que las cajas son estibadas son transportadas hacia las cámaras de congelación, dentro de estas cámaras el producto permanece en un ambiente a una temperatura de -31°C hasta ser distribuidos a los contenedores para ser transportados y exportados a diferentes partes del mundo.

1.2. Presentación de Productos de Exportación

En la actualidad la empresa empacadora de camarón cuenta con varias líneas de producción, debido a las diferentes clases de productos (ya sean estos camarones crudos o cocidos) requeridos por sus mayores consumidores en varias partes del mundo.

A continuación se nombran los diferentes productos finales que pasan por el proceso del cocido de camarón:

- Pelado y Desvenado del Camarón: Son aquellos que se les ha removido la cabeza “cefalotórax” y el caparazón hasta el último segmento, lo que significa extraer la vena pero mantener su cola, esto sucede antes del proceso de congelación, los camarones son procesados con un estilo de corte redondo diseñados para tener una excelente presentación de su cola.

FIGURA 1.2. – PELADO Y DESVENADO DEL CAMARÓN

FUENTE: www.promarisco.com

- Camarón con Cabeza: Son del tipo de camarón con cabeza y cola, son procesados de manera que mantengan su textura y su curvatura natural teniendo una mejor presentación.

FIGURA 1.3. – CAMARÓN CON CABEZA

FUENTE: www.promarisco.com

- Pelado fácil sin Cabeza: Son aquellos sin cabeza, pero con caparazón y cola, los camarones que se utilizan para este tipo de producto provienen de nuestra acuicultura, el caparazón se procesa y envasa mediante un rígido control para garantizar la textura final del camarón.

FIGURA 1.4. – PELADO FÁCIL SIN CABEZA

FUENTE: www.promarisco.com

El otro tipo de productos que se obtienen en planta que se ofrece al mercado son los camarones crudos los cuales son los siguientes:

- Camarón con Caparazón: Significa que son del tipo que poseen la cola con caparazón, este producto pasa por un arduo control de calidad desde que se recepta hasta la llegada al consumidor.

FIGURA 1.5. – CAMARÓN CON CAPARAZÓN

FUENTE: www.promarisco.com

- Camarones Pelados y Limpios: son aquellos en los que se les ha quitado la cabeza y la vena a cada uno asegurando que el producto final tenga un corte uniforme.

FIGURA 1.6. – CAMARONES PELADOS Y LIMPIOS

FUENTE: www.promarisco.com

1.3. Propuesta del Nuevo Producto

Sabiendo que al desarrollar nuevas propuestas en productos para el consumidor hace que cualquier empresa sea competitiva dentro del mercado nacional y mundial se ha trazado como meta la planta empacadora el lanzamiento de su nueva línea de producción, conocido como Precocido de Camarón, para lo cual se ha realizado un previo estudio de mercado y de su aceptación en los lugares destinados para su venta, se obtuvieron resultados muy satisfactorios con lo cual se tomó la decisión de llevar a cabo el desarrollo y montaje de los equipos necesarios para la obtención de este producto; el proceso de Precocido requiere calor para lo cual es necesario construir un cuarto de fuerza, lugar donde se designó la instalación de los equipos para la generación de vapor, como la caldera, los tanques de combustible, la alimentación de agua con su respectivo sistema ablandador; el vapor que se genera en la caldera es llevado a planta por medio de la tubería o línea de vapor; la línea es conectada al horno, el cual es el encargado de realizar el cocido del camarón, una vez culminado este proceso, se le baja la temperatura al camarón por medio de nuestro sistema generador de frío, el cual se encuentra separado del cocinador por medio de una pared formada de paneles aislantes evitando de esta manera incrementos en la temperatura del producto; culminado este proceso el camarón pasa por las mesas donde es empacado y transportado a los túneles, en donde se mantendrán a las temperaturas adecuadas hasta ser entregados a los consumidores.

1.4. Objetivos Generales

- Posicionar en el mercado una nueva alternativa de consumo de camarón que facilite y ahorre tiempo de preparación a los consumidores.
- Satisfacer las necesidades de cada uno de nuestros clientes a nivel mundial.
- Ser la empresa a nivel Nacional de mayor producción de PreCocido de camarón de la más alta calidad.

1.5. Objetivos Específicos

- Realizar el montaje de la nueva línea de producción.
- Garantizar el correcto funcionamiento e instalación de los equipos.

CAPÍTULO 2

2. DESARROLLO DEL NUEVO PRODUCTO

2.1. Camarón Precocido

A partir de un estudio se analizó todas las ventajas y desventajas al utilizar los diferentes métodos de cocción que existen resultando el más adecuado el de generación de vapor, por el cual, el rendimiento (pérdida de peso), textura y sabor del producto dependerán de la temperatura y el tiempo en que se apliquen durante el proceso.

Durante la cocción del camarón se produce una transferencia simultánea de masa y calor, la transferencia de calor que existe entre el horno y la superficie del camarón es por convección y luego por conducción en el interior del músculo del marisco.

La temperatura y el tiempo son factores muy importantes para el proceso por ello es indispensable establecer el tiempo de permanencia del producto a determinada temperatura dentro del horno ya que así se podrá evitar una sobre cocción pudiendo disminuir las propiedades organolépticas del camarón.

2.1.1. Presentación

La industria camaronera en nuestro país ha crecido considerablemente con el pasar de los años, debido al incremento de la demanda del producto a nivel mundial, lo cual nos ha llevado a la implementación de nuevas máquinas y sistemas que permitan el aumento de la producción de manera general y poder satisfacer la cantidad solicitada de las diferentes clases o líneas de producto. Una de las nuevas implementaciones que se realizaron dentro de la planta empacadora es la línea de Precocido de camarón, la misma que surge de la necesidad de ubicar dentro del mercado nuevas alternativas para los consumidores y de esta manera abarcar mayor demanda a nivel mundial.

El producto final tiene la garantía de tener la más alta calidad debido a los estrictos controles que se dan continuamente durante el proceso para asegurar el tamaño de los diferentes tipos y tallas de camarones.

Todo camarón recién cocido es libre de aditivos, solo se usa un pequeño toque de sal para realzar el sabor natural, con esto el producto está listo para el consumo.

2.1.2. Proceso

El proceso comienza con la recepción del camarón que viene de las piscinas camaroneras y de compras a terceros, una vez que la materia prima es obtenida se procede a realizar el control de calidad de la misma, para determinar si el producto cumple con las normas establecidas por la planta; el mismo que consiste en tomar muestras de 5 Lbs. en canastillas por cada 3000 Lbs. de camarón para ser llevados al departamento de calidad para realizar el respectivo análisis organoléptico, donde se analizan los siguientes parámetros de calidad:

- **Gramaje del camarón**.
- **Deshidratación**.
- **Flacidez**.
- **Melanosis**
- **Pruebas de cocción.**

Luego que el camarón ha pasado este control es llevado a las tolvas de recepción para de esta manera ingresar a la planta.

Una vez adentro el camarón pasa por las bandas de inspección, donde el personal de planta retira elementos ajenos al camarón que hayan venido en los bines, posteriormente el camarón inspeccionado es transportado hacia las máquinas clasificadoras, estas máquinas se calibran dependiendo de la talla que se desea procesar, para lo cual el departamento de producción hace un estudio previo; luego que el camarón es clasificado se transporta a las líneas de pelado, ya sea pelado manual o automático, después este camarón es colocado en gavetas para ser transportado a la línea de cocido.

La línea de cocido consta de una tolva de alimentación de camarón, el cocinador, y un tanque chiller o tanque de enfriamiento; en la tolva de recepción se deposita el tipo y talla de camarón, ya sea este: entero, pelado, sin cabeza, desvenado, que el departamento de producción seleccionado de acuerdo a los pedidos en el mercado exterior, el camarón seleccionado es transportado al horno por medio de una banda transportadora, este equipo es una cámara dentro de la cual se procede a cocinar al camarón por medio de vapor obtenido desde la caldera; dependiendo de la talla que se procese los parámetros de frecuencia o velocidad del camarón dentro del cocedero y su temperatura varían; una vez que el camarón termina su proceso de cocido pasa inmediatamente al Chiller o tanque enfriador, es un tanque que contiene agua a una temperatura de 10°C a 8°C, esto se lo realiza

con fin de cortar la cocción del camarón y de bajar de manera inmediata su temperatura.

El camarón que ha pasado el proceso de enfriamiento es transportado al sistema de congelación por aire forzado, este equipo se lo conoce con el nombre de Advantec 1M, el mismo que está conformado por 6 ventiladores y serpentines en su interior, funciona con el refrigerante amoniaco (NH3) y tiene una capacidad para procesar 5000 Lb/h de camarón , la temperatura a la que ingresa el refrigerante debe de estar en el rango de -40°C para poder trabajar en optimas condiciones; la temperatura a la que ingresa el camarón en este equipo es de 10°C a 8°C y sale del proceso a una temperatura de -18°C a -16°C.

Una vez concluida la congelación del producto el mismo es llevado por medio de transportadores hacia el proceso de empacado, el mismo que se lo realiza de manera manual o automática, pero en la actualidad se cuenta con el sistema manual, este proceso de empaque consta de:

- Duchas de agua, cuya función es bañar al camarón con agua potabilizada, es decir, agua apta para el consumo humano; este glaseo se lo realiza con el fin de compensar la deshidratación por la cual ha pasado el camarón.

- Mesas y bandas de inspección, aquí el camarón es inspeccionado y depositado en fundas de empaque por el personal asignado para este proceso.

- Mesa de pesaje, las fundas son pesadas para corroborar los pesos de cada una de las fundas.

- Detector de metales y selladoras manuales o automáticas, son los equipos encargados de sellar cada una de las fundas.

- Mesa de empaque en caja, aquí el camarón es ubicado en cada una de las cajas de presentación, las mismas que son asignadas de acuerdo al país que va a ser transportado el producto.
- Transporte hacia las cámaras de almacenamiento, cada una de las cajas es ubicada en pallets para ser transportados por medio de montacargas manuales hacia las cámaras, en donde una persona es la encargada de estibar los pallets; la temperatura de las cámaras debe mantenerse a una temperatura de -25°c para poder conservar el producto.

Una vez que el camarón pasa por todo este proceso está listo para ser enviado a los diferentes países.

2.1.3. **Diagrama de Proceso**

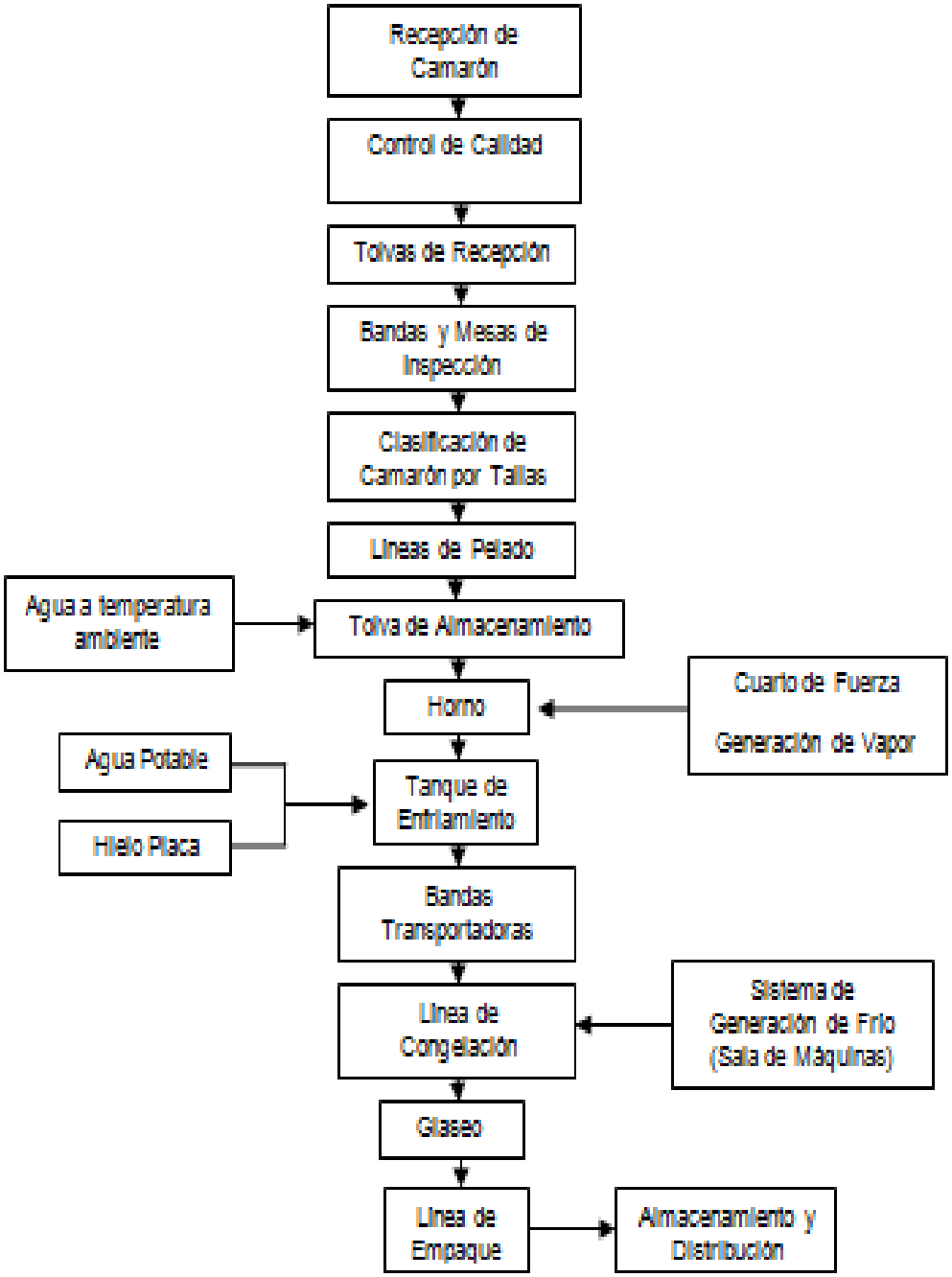


FIGURA 2.1. DIAGRAMA DE PROCESO
ELABORADO POR: JOSÉ RAMOS Y HUGO VINUEZA

2.1.4. Diagrama de Equipos

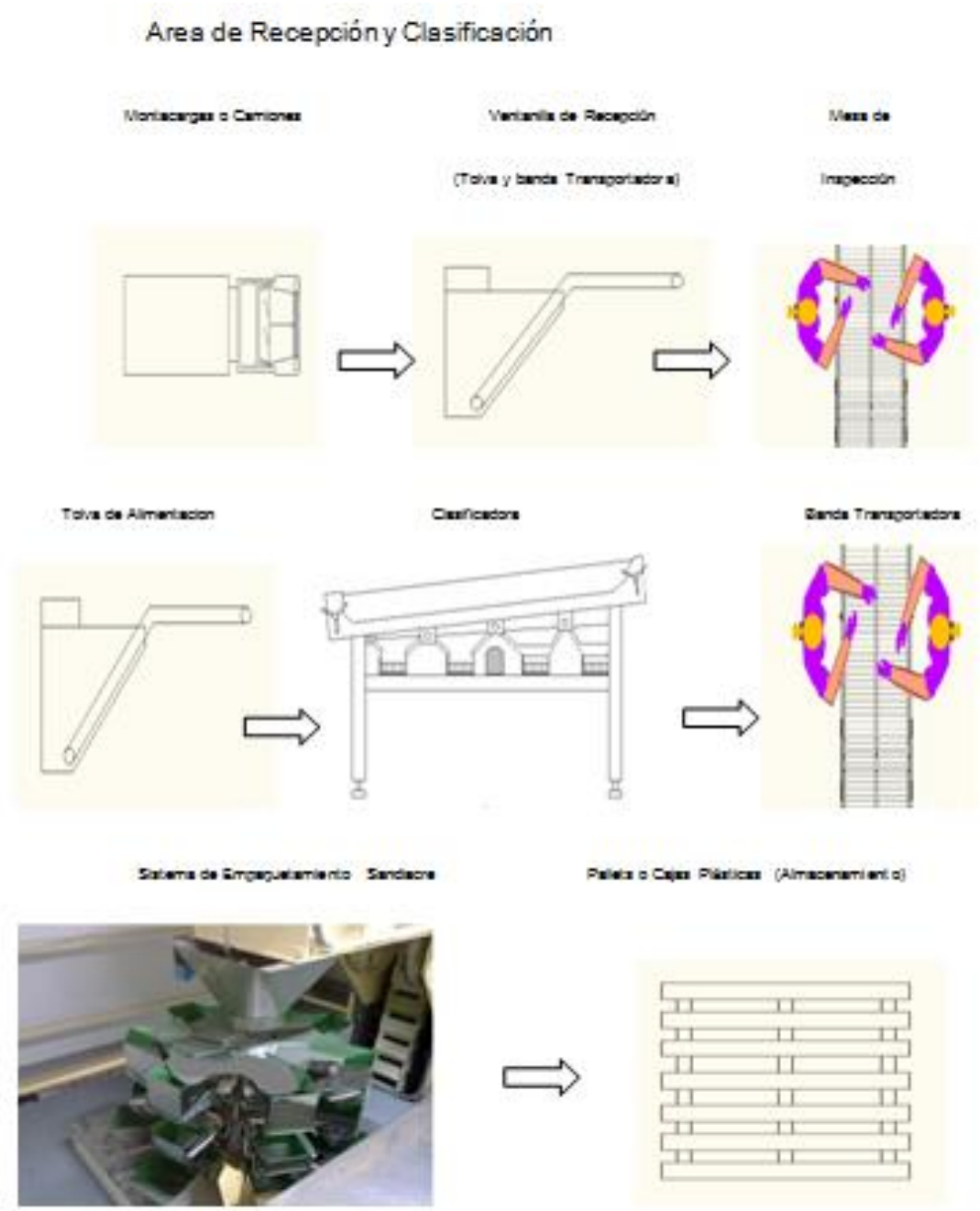


Figura 2.2. DIAGRAMA DE EQUIPOS DEL ÁREA DE RECEPCIÓN
ELABORADO POR: JOSÉ RAMOS Y HUGO VINUEZA

Area de Congelación

Cabinplant (Baño de Salmuera -15°C)

Glaseado (Duchas de Agua Potable)

Advantec 1M

FIGURA 2.3. DIAGRAMA DE EQUIPOS DEL ÁREA DE CONGELACIÓN
ELABORADO POR: JOSÉ RAMOS Y HUGO VINUEZA

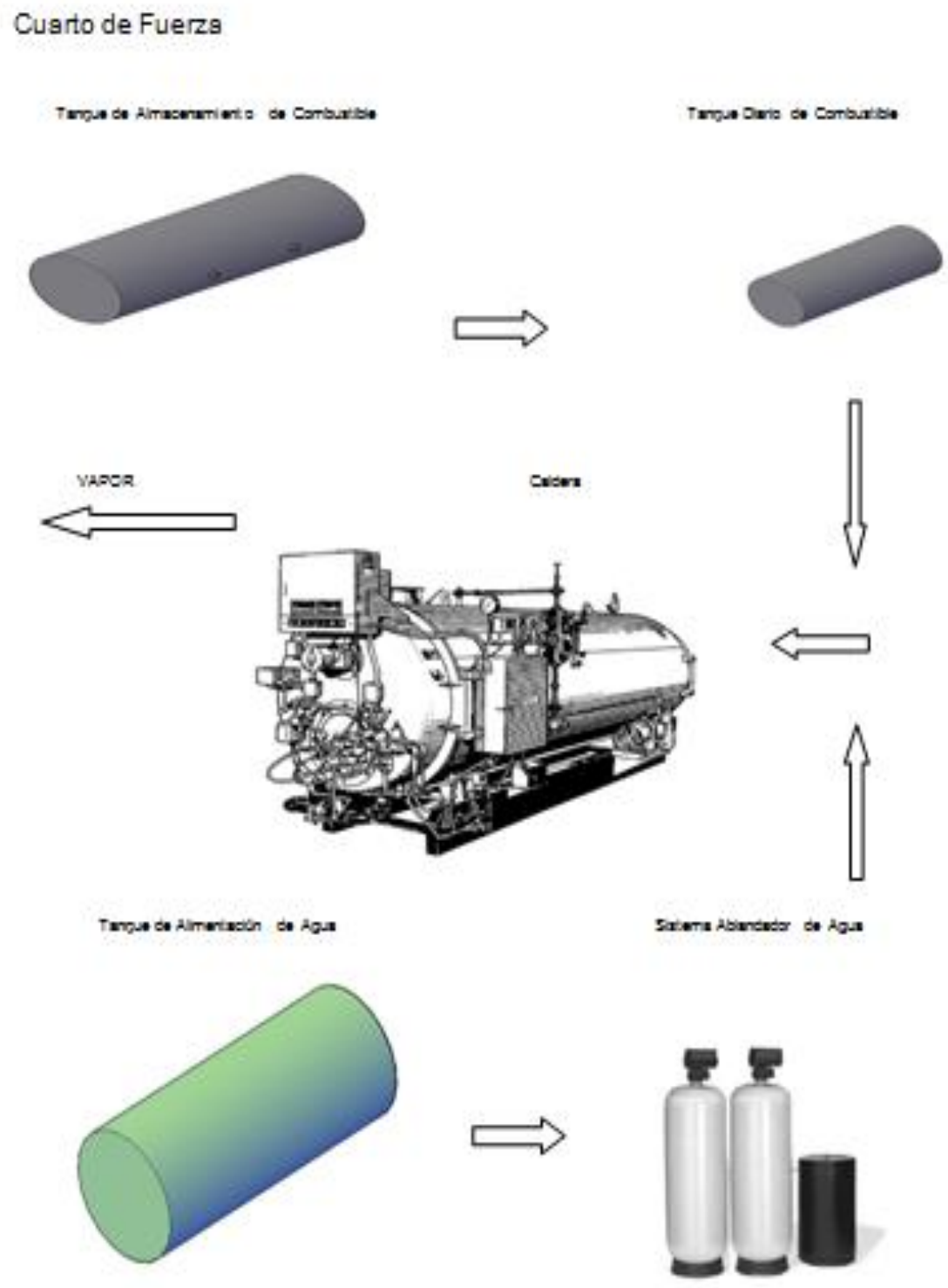


FIGURA 2.4 DIAGRAMA DE EQUIPOS DEL CUARTO DE FUERZA
ELABORADO POR: JOSÉ RAMOS Y HUGO VINUEZA

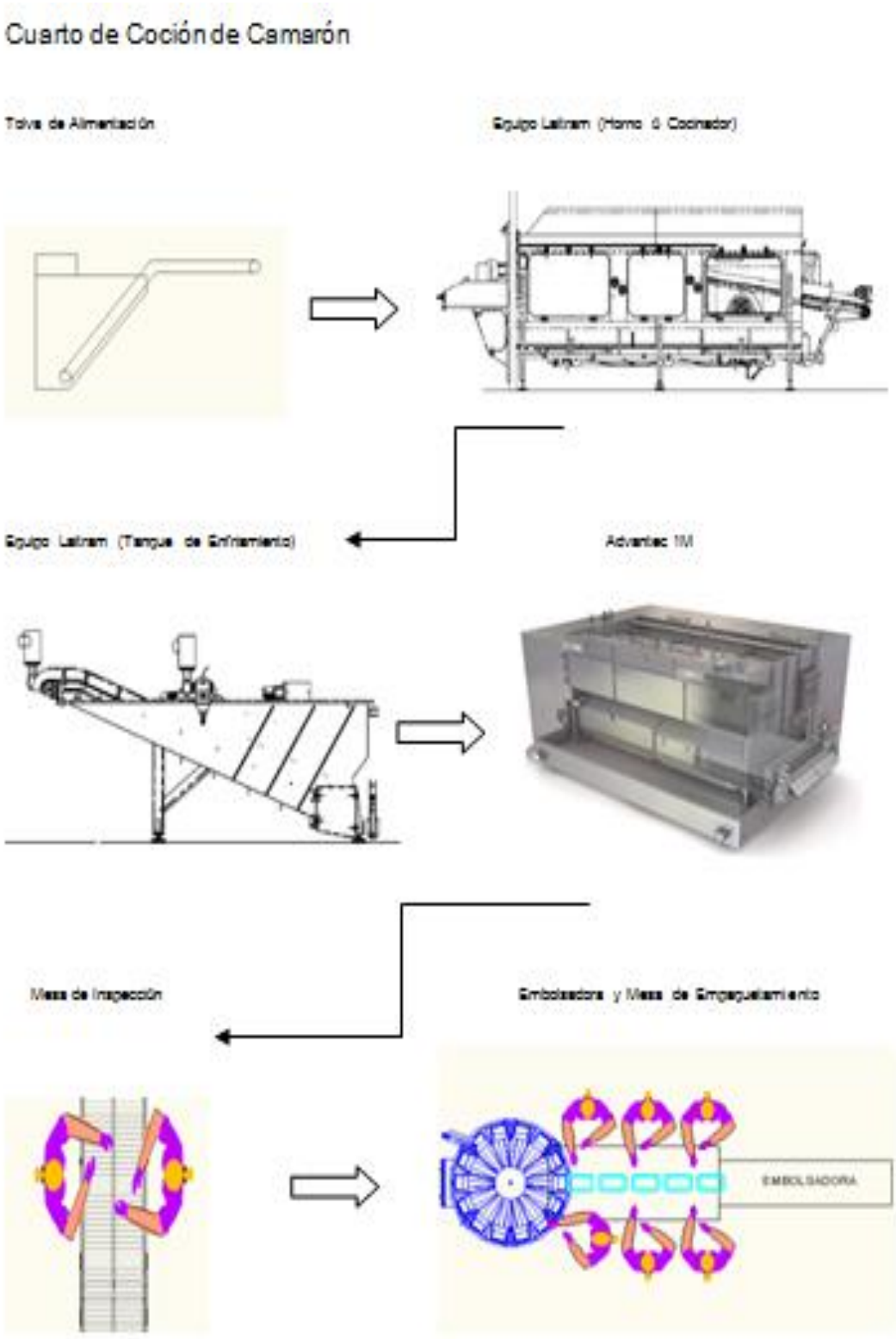


FIGURA 2.5. DIAGRAMA DE EQUIPOS DE CUARTO DEL COCCIÓN
ELABORADO POR: JOSÉ RAMOS Y HUGO VINUEZA

2.2. Características de Equipos Requeridos

Para poder obtener camarón Precocido es necesario contar con los equipos adecuados que satisfagan las necesidades de operación de esta nueva línea de producción, para lo cual hemos considerado los siguientes requerimientos:

- Cuarto de Generación de Vapor

  Dentro de este cuarto encontraremos los siguientes equipos necesarios para la obtención de vapor: caldera, ablandador de agua, tanque de agua de alimentación, tanques de combustible.

- Cuarto de Cocción de Camarón

  Este cuarto está compuesto por los siguientes equipos: tolva de alimentación, horno y tanque de enfriamiento; cabe mencionar que por tratarse de una industria alimenticia estos equipos deben cumplir con estrictas normas de calidad y salubridad.

Debido a la gran variedad y clases de equipos existentes en el mercado, debemos proceder a hacer un análisis para determinar ventajas y desventajas de cada uno de ellos, de acuerdo a los requerimientos y necesidades de la planta, y de esta manera seleccionar los equipos más apropiados y eficientes.Todo esto se lo podrá observar en Capitulo 3. Las Normas que cumple equipo Laitram son: de la FDA (Food and Drug Administration), U.S.FDA regulación para establecimiento alimentos y normas sanitarias,las INEN (Instituto Ecuatoriano de Normalización) para manipulación de alimentos.

CAPÍTULO 3

1. CÁLCULO Y SELECCIÓN DE EQUIPOS A INSTALAR

3.1. Selección de Equipos Principales

En el presente capitulo se indica cómo realizar una correcta selección de maquinas mediante cálculos, matrices de decisión y guías de fabricantes que ayudan con su experiencia a lograr el resultado requerido al final de cada proyecto.

A continuación se muestra la elección del equipo necesario para la cocción del camarón debido a que se lo eligió en base a la producción a realizarse por día, la misma que es establecida por el departamento de producción de la empresa, siendo esta 1000 Libras por hora del producto.

3.1.1. Selección del Cocinador de Camarón

Debido a que el equipo va a ser usado en una industria alimenticia, debe cumplir con estrictas normas sanitarias; para lo cual consultamos a una de las empresas más reconocidas a nivel mundial, Laitram Machinery, la cual es una empresa dedicada al diseño y fabricación de equipos para las industrias camaroneras; de acuerdo al parámetro de

producción de camarón Precocido el personal de Laitram nos recomienda usar el siguiente sistema de cocción:

- ✓ **Tolva de alimentación de Camarón, modelo TK210.**

  Este tipo de equipo está compuesto además de la tolva de una banda transportadora modular y una paleta que sirven para distribuir uniformemente el flujo del producto con lo cual asegura la eficiencia del proceso.

  Las dimensiones de esta tolva son: largo 3.4 metros, ancho 1.9 metros y alto de 1.7 metros y una capacidad aproximada de manejo de producto de 1670 libras.

- ✓ **Horno modelo FC2WWF.**

  Este componente del equipo es encargado de la cocción del camarón ya que por el interior de este circula una mezcla de aire vapor entre 50°C y 100°C,Esta temperatura y el tiempo que dure el paso del producto dentro horno son parámetros importantes en el proceso ya que de esto depende que se obtenga un buen rendimiento y calidad final.

  Una recomendación de la empresa Laitram es que la transferencia de calor por convección debe ser con temperaturas bajas ya que así se obtendrían mejores resultados como que el camarón mejore en el rendimiento, color y textura conservando el sabor natural.

Las dimensiones del equipo son: de largo 7.5 metros, ancho 3.6 metros y alto 2.1 metros.

TABLA 3.1. REQUERIMIENTOS DEL HORNO

FUENTE: FABRICANTE LAITRAM

Requerimientos y Especificaciones del Horno Modelo FC2WWF	
Consumo de Energía	17.5 Kw-hr
Requerimientos de Vapor	1386 Kg/hr
Presión de Vapor	75-100 psi en tubería de suministro de 3 pulg.

TABLA 3.2. PRODUCCIÓN DEL HORNO MODELO FC2WWF

FUENTE: FABRICANTE LAITRAM

Producción del Horno Modelo FC2WWF			
Talla de Camarón	21-25	41-50	90-100
Mayor capacidad de cocción (Camarón Pelado y desvenado)	725 kg/hr (1600 lbs/hr)	907 kg/hr (2000lbs/hr)	1043 kg/hr (2300lbs/hr)
Mayor capacidad de cocción (Camarón con cola y cascara)	798 kg/hr (1760 lbs/hr)	943 kg/hr (2080lbs/hr)	1088 kg/hr (2400lbs/hr)
Velocidad aproximada de la banda dentro del Horno	4.7 ft/min	6.6 ft/min	10.9 ft/min

- ✓ **Tanque de enfriamiento o Chiller modelo CH100**

Este último componente del sistema es el encargado de enfriar el flujo del producto que sale del horno en agua a una temperatura de 10°C con el fin de que estos camarones no se deshidraten y así mantengan su mejor rendimiento y textura.

Las dimensiones del tanque son: largo 5.33 metros, ancho 1.89 metros y alto 1.64 metros.

TABLA 3.3. REQUERIMIENTOS DEL CHILLER

FUENTE: FABRICANTE LAITRAM

Requerimientos y especificaciones del Tanque de enfriamiento	
Consumo de agua	25 m^3 (110 GPM)
Capacidad de manejo de producto	907 kg (2000 Lbs)

FIGURA 3.1. - TANQUE DE ENFRIAMIENTO
FUENTE: www.laitrammachinery.com

Todos los equipos que componen el sistema de cocción están construidos con acero inoxidable austenítico AISI 316 de grado alimenticio el cual tiene la propiedad de ser resistente a la corrosión siendo un punto muy importante ya que va a estar expuesto a medios extremos tanto a bajas como altas temperaturas durante el proceso.

3.1.2. Selección de Equipo de Congelación del Camarón

La selección del equipo Advantec 1M se dio ya que es uno de los equipos utilizados en los procesos de congelación en la empacadora de camarón, este es un equipo de enfriamiento por convección de aire forzado consta de ventiladores y serpentines en su interior funcionando con un refrigerante NH3 (amoniaco) a -40°C con capacidad para 5000 Lb/h de producto, La temperatura a la cual ingresa el camarón dentro del equipo es de 10°C y sale a en un rango de -18°C cumpliendo con lo que se requiere para este proyecto.

FIGURA 3.2 - ADVANTEC 1M

FUENTE: www.jbtfoodtech.com

3.1.3. Selección de Equipo de Pesaje Automático de Camarón

Para seleccionar maquinas de pesaje automático se debe tomar en cuenta varios factores como el tipo de producto que va ser pesado, instrumentación y control, el flujo que va a pasar por el equipo para ser medido además de las recomendaciones del proveedor del equipo.

Debido a que en la empresa camaronera en la cual se realiza la instalación del sistema ya cuenta con un equipo de medición de peso cuya marca era Sandiacre, la cual es una maquina pesaje automática y a la vez Embolsadora de productos, se eligió esa ya que justamente puede dividir la producción en paquetes de 6 Kg al ser calibrada a esa medida siendo lo requerido para la nueva línea a implementar.

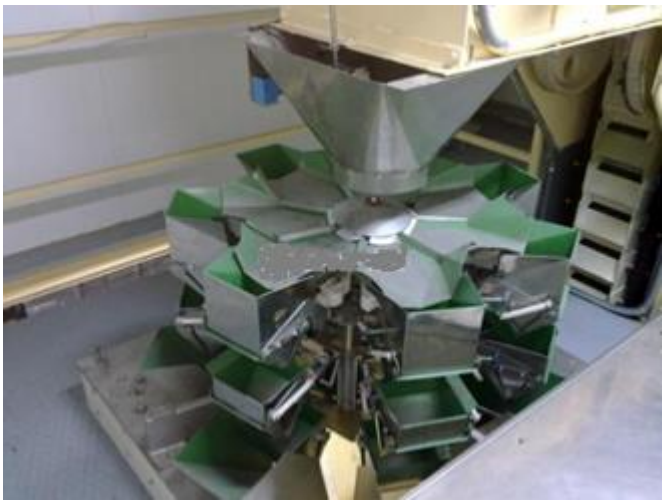


FIGURA 3.3. - PESADORA Y EMBOLSADORA

FUENTE: www.hayssensandiacre.com

3.1.4. Selección del Sistema de Transportación de Camarón

Se debe tener en consideración para el proceso de selección de bandas transportadoras los siguientes parámetros:

- El tipo de recorrido de la banda, en estos casos, Recto.
- La elección del material siendo el polietileno el más adecuado debido a su resistencia superior a los impactos y flexibilidad, es también químicamente resistente a muchos ácidos, bases e hidrocarburos. Este material cumple con las regulaciones de la FDA para ser utilizado en aplicaciones de procesamiento alimenticio y de empaques.
- La selección del paso de la banda, cuanto menor sea este menor será la acción poliédrica y menor también el espacio requerido para la transferencia de productos.

De acuerdo a lo mencionado anteriormente se puede utilizar el catalogo “Manual de ingeniería de las bandas transportadoras Intralox” (REF. 1), siguiendo las referencias nos indica que la banda que se necesita en el proceso es del tipo flush grid serie 900 (paso 1,07 in; 27,2 mm) y material de polietileno ya que sus características mecánicas como eficiencia a bajas temperaturas, un bajo coeficiente de fricción y su buena flexibilidad son ideales para el presente proyecto.

Todo el sistema de transportación mediante bandas son del tipo seleccionado anteriormente menos las que se encuentran dentro del equipo Advantec 1M ya que estas son de material acero inoxidable AISI 316 ya que van a estar expuestas continuamente a baños de salmuera, por ello deben tener propiedades que contrarresten la corrosión en las mismas.

Figura 3.4. - BANDA TRANSPORTADORA FLUSH GRID SERIE 900

FUENTE: MANUAL DE INGENIERÍA PARA BANDAS TRANSPORTADORAS INTRALOX

3.2. Cálculo y Selección de Equipos Auxiliares

Las máquinas elegidas en esta sección son las encargadas de la generación del vapor que llegará al horno, se debe tener énfasis en las recomendaciones y a los datos que pida el fabricante ya que con su experiencia ayudará mucho a la correcta elección de los equipos.

3.2.1. Cálculo y Selección de la Caldera

La selección de la caldera se la realizará en base a los parámetros operacionales establecidos por la empresa, los cuales se detallan a continuación:

- Caudal de vapor por hora ó flujo másico:

  1400 Kg vapor/ hora = 3080 lb vapor/ hora
- Presión Máxima de operación:

  125 psi = 8,79 Kgf/ cm^2 = 8,62 bar
- Temperatura de agua de alimentación a la caldera = 70°C.
- Producción de camarón Precocido: 1000 Lbs/hr

Con estos datos operacionales se puede realizar el cálculo mediante el método descrito a continuación para determinar los HP del intercambiador de calor adecuado para el proceso que se quiere utilizar.

- **Conociendo la cantidad de vapor necesaria para el proceso**

  Para lo cual se usa la siguiente relación:

  $$1\boldsymbol{BHP}\ de\ caldera = 34.5\ Libras\ de\ vapor$$

  Para los requerimientos de 3080 libras de vapor necesarios para nuestro proceso se tiene que:

  $$3080\ libras\ de\ vapor\ x\ \frac{1\ BHP}{34.5\ libras\ de\ vapor} = 89.3\ BHP$$

  Lo cual quiere decir que se debe considerar de superior capacidad, la cual podría ser de 90 BHP.

Mediante este método se observa que se necesita una caldera cuya potencia o capacidad mínima sea de 90 BHP, pero en caso de no encontrar una caldera de tales características se procede a seleccionar una caldera con una capacidad mayor y cercana al obtenido mediante los cálculos.

Con este dato, además se debe corroborar calculando la eficiencia de la caldera, en este caso se utilizará el método directo que relaciona la energía aprovechada en la transformación del agua en vapor, y la energía suministrada por el combustible.

$$\eta = \frac{\text{Calor que sale con el vapor producido}}{\text{Calor suministrado por el combustible}}$$

Este calor que sale exportado con el vapor es un proceso de flujo constante, en el cual el calor transmitido es igual a la variación de la entalpia del fluido, por consiguiente, la producción de la caldera medida por el calor absorbido por el agua y vapor será:

$$Q = m_s C_P dt = m_s (h – h_f)$$

Siendo: Q = producción de la caldera (Kcal/hr)

m_s = peso del vapor producido por la caldera (Kg/hr)

h = entalpia del vapor en condiciones de salida (Kcal/Kg)

h_f = entalpia del liquido en condiciones de entrada (Kcal/Kg)

TABLA 3.4. PARÁMETROS DE ENTRADA Y SALIDA DEL AGUA A LA CALDERA; ELABORADO POR: JOSÉ RAMOS Y HUGO VINUEZA

Parámetros para el agua en condiciones estables	
Temperatura de entrada de agua	70 °C
Temperatura de salida de agua	173,51°C mediante tabla de vapor saturado @ 125 psi [REF.2]

Sabiendo que:

m_s = 1400 Kg/hr

h = 666,96 Kcal/Kg (vapor saturado @ 8,79 Kg/cm^2) [REF. 3]

h_f = 71,3 Kcal/Kg (liquido comprimido @ 8,79 Kg/cm^2 (REF. 3)

$$Q = (1400\ Kg/hr)\ (666{,}96\ Kcal/Kg - 71{,}32\ Kcal/Kg)$$

$$Q = 833896\ Kcal / Kg$$

Además que el calor suministrado por el combustible es:

$$Q_s = m_d \times PC$$

Siendo,

m_d = flujo de combustible (Kg/hr)

PC = Poder calorífico (Kcal/ Kg)

Entonces conociendo la relación entre la densidad específica y la densidad API del diesel (33,7 ° API) se encuentra:

$$\text{Peso especifico} = 141{,}5 / (131{,}5 + °API)$$

$$\text{Peso especifico} = 0{,}856$$

Peso especifico = Densidad de la sustancia / densidad del agua a 60°F

$$0{,}856 = d_s / 1\ gr/cm^3$$

$$\text{Densidad del diesel} = 0{,}856\ gr/cm^3$$

La conversión del caudal de combustible que inicialmente estaba en gal/hr a Kg/hr es:

$$m_s = (30\ gal/hr)(3785cm^3/gal)$$

$$m_s = (113550cm^3/hr)(0,856gr/cm^3)$$

$$m_s = 97198,8\ gr/hr = 97,2\ Kg/hr$$

Entonces,

$$Q_s = (07,2\ Kg/hr)(10700Kcal/Kg)$$

$$Q_s = 1040027,16\ Kcal/hr$$

Finalmente,

$$\eta = Q\ /Q_s \times 100$$

$$\eta = (833896Kcal/Kg)/(1040027,16\ Kcal/hr) \times 100$$

$$\eta = 81\%$$

Para poder seleccionar la caldera que cumpla con los parámetros de operación antes mencionados; se hará un análisis de las posibles alternativas utilizando el método de ponderación de factores o matriz de decisión, para lo cual se usará una escala de valor del 1 al 10, de esta manera se evaluará cada una de las ventajas y desventajas entre las diferentes clases de calderas y de esta manera poder seleccionar la mejor alternativa.

- **Selección de la caldera en base a la posición relativa de los gases y del agua**

  Posibles alternativas:

  - ✓ Alternativa 1: Caldera Pirotubular
  - ✓ Alternativa 2: Caldera Acuatubular

TABLA 3.5. MATRIZ DE DECISIÓN PARA SELECCIONAR UNA CALADERA EN BASE A LA POSICIÓN DE LOS GASES Y AGUA

Parámetros de Evaluación	**Ponderación Ideal**	**Alternativa 1**	**Alternativa 2**
Eficiencia térmica	10	6	8
Fácil Mantenimiento	8	7	5
Fácil Instalación	10	8	5
Fácil Operación	8	7	6
Confiabilidad	10	8	8
Durabilidad	10	9	9
Costo	6	5	3
Total	60	50	44
Porcentaje	100%	83.33%	73.33%

Analizando cada uno de los parámetros de se elige la caldera Pirotubular; con esto se determina si se usa una caldera vertical u horizontal, para lo cual se empleará una nueva matriz de decisión y se utilizará los mismos parámetros.

- **Selección de la caldera Pirotubular de acuerdo a la disposición de los tubos.**

Posibles alternativas:

- ✓ Alternativa 1: Caldera Pirotubular Horizontal
- ✓ Alternativa 2: Caldera Pirotubular Vertical

TABLA 3.6. - MATRIZ DE DECISIÓN PARA SELECCIONAR UNA CALDERA PIROTUBULAR DE ACUERDO A LA DISPOSICIÓN DE TUBOS

Parámetros de Evaluación	**Ponderación Ideal**	**Alternativa 1**	**Alternativa 2**
Eficiencia térmica	10	9	7
Producción de vapor	10	8	5
Fácil Mantenimiento	8	7	5
Adquisición de Repuestos	7	6	5
Costo	7	4	4
Total	42	36	26
Porcentaje	100%	86%	62%

El tipo de caldera que se seleccionó es una Pirotubular de tubos Horizontales con una capacidad de 100 BHP; una vez establecidos estos parámetros se procede a buscar la caldera que cumpla con estos requisitos; una de las compañías más reconocidas a nivel mundial es Cleaver Brooks, esta compañía se dedica a la fabricación de calderas industriales, para lo cual se recurre a los manuales de venta para poder seleccionar la caldera que cumpla con los parámetros antes mencionados, para nuestro requerimiento de 98 BHP no existe una caldera con esta capacidad, en este caso se selecciona la caldera con una potencia superior pero cercana a los 98 BHP, es decir, se elige una caldera de 100 BHP con una presión de diseño de 150 PSIG.

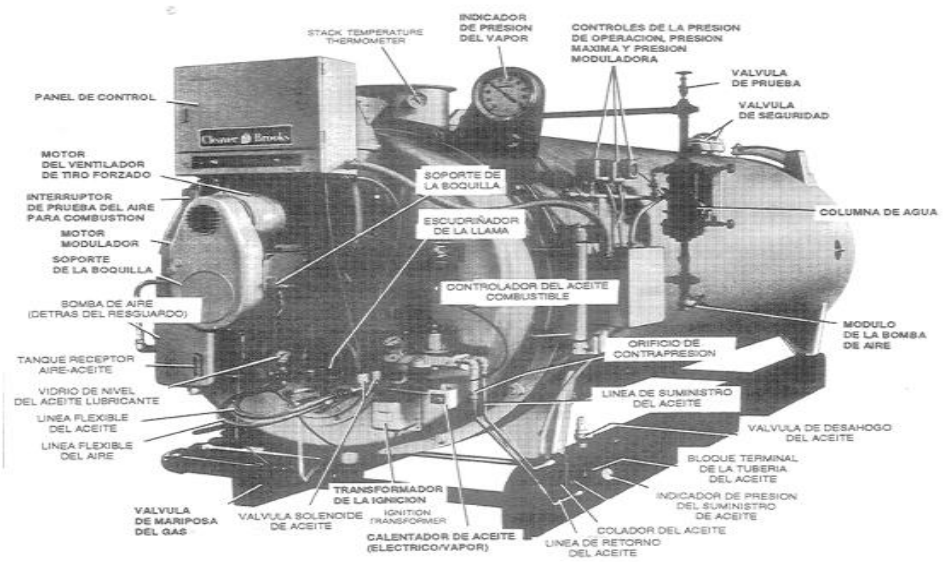


FIGURA 3.5. -CALDERA CLEAVER BROOKS MODELO CB - 100

TABLA 3.7. - ESPECIFICACIONES TÉCNICAS CALDERA MODELO CB-100

BOILER HP	15[C]	20[C]	30[C]	40[C]	50	60	70	80	100
RATINGS - SEA LEVEL TO 3000 FT									
Rated Cap. (lbs steam/hr @212°F) Btu Output (1000 Btu/hr)	518 502	690 670	1035 1004	1380 1339	1725 1674	2070 2009	2415 2343	2760 2678	3450 3348
APPROXIMATE FUEL CONSUMPTION AT RATED CAPACITY									
Light Oil (gph)[A]	4.5	6.0	9.0	12.0	15.0	18.0	21.0	24.0	30.0
Heavy Oil (gph)[B]	-	-	-	-	14.0	16.5	19.5	22.5	28.0
Gas (cfh) 1000 Btu-Nat Gas (Therm/hr)	625 6.3	835 8.4	1255 12.6	1675 16.8	2095 21.0	2510 25.1	2930 29.3	3350 33.5	4185 41.9
POWER REQUIREMENTS - SEA LEVEL TO 3000 FT, 60 HZ									
Blower Motor hp (except gas)	1	1	1-1/2	2	2	2	2	2[D]	3
Gas Models (only)	1	1	1-1/2	2	2	2	2	2[D]	3
Oil Pump Motor, hp No. 2 Oil	Belt-Driven From Blower				1/3	1/3	1/3	1/3	1/3
Oil Pump Motor, hp No. 6 Oil	-	-	-	-	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3
Oil Heater kW No. 6 Oil	-	-	-	-	5	5	5	5	5
Air Compressor Motor hp (Oil firing Only)	Air Compressor Belt-Driven from Blower Motor				2	2	2	2	2

TABLA 3.8. - CUADRO DE COMPARACIÓN DE PARÁMETROS

Parámetro	**Dato Teórico**	**Datos del Fabricante**
Libras de Vapor por Hora	3080	3450
Presión de operación [PSI]	125	15 - 150

La caldera seleccionada cumple con las condiciones de operación requeridas por la empresa es una caldera Pirotubular – Horizontal marca Cleaver Brooks de 100 BHP. [REF 4]

3.2.2. Cálculo y Selección del Tanque de Almacenamiento y Diario Combustible

Una vez seleccionado el tipo caldera se procede a dimensionar los tanques de almacenamiento y tanque diario de combustible en base al consumo o demanda por hora de dicha caldera, en nuestro caso para el modelo CB – 100 el consumo de combustible es de 30 GPH (tabla 3.3.).

- **Dimensionamiento Tanque Diario de Combustible**

Para poder determinar las dimensiones el tanque de servicio diario de combustible, es necesario establecer los siguientes parámetros:

- Dimensiones del área a ubicarse.
- Horas de funcionamiento de la caldera.
- Tipo de Tanque: Horizontal o Vertical.
- Dimensiones del muro de contención.

Las dimensiones del área donde va a ubicarse el tanque son:

TABLA 3.9. DIMENSIONES DEL ÁREA A UBICARSE DEL TANQUE DIARIO DE COMBUSTIBLE

Ancho [m]	Largo [m]
1,60	3,50

Conocidas las dimensiones se procede a determinar el volumen de líquido que debe almacenar el tanque en función de las horas de producción de camarón Precocido, para este caso es durante un turno de 8 horas, con lo cual se tiene que el volumen es:

$$30\frac{galones}{hora}\,x\,8\frac{horas}{día} = 240\ galones$$

$$240\ galones = 0{,}91\ m^3 \approx 1m^3$$

Como el volumen determinado relativamente bajo se puede seleccionar un tanque tipo horizontal, el cual es apropiado debido a las restricciones del área; para poder determinar el radio y longitud del cilindro inicia asumiendo el volumen determinado se encuentra almacenado dentro de una esfera, con lo cual se puede obtener un radio de referencia:

$$R = \sqrt[3]{\frac{3 * V}{4\pi}}$$

Donde:

R: Radio del cilindro [m]

V: Volumen almacenado [m^3]

Reemplazando los valores ya determinados se obtiene:

$$R = \sqrt[3]{\frac{3 * (1)}{4\pi}} = 0{,}62\ m$$

TABLA 3.10 - DIMENSIONES DEL TANQUE DIARIO DE COMBUSTIBLE DE FORMA ESFÉRICA

Dimensiones del Tanque - Esférico		
Volumen [m^3]	Radio [m]	Diámetro [m]
1,00	0,62	1,24

Con este diámetro se determina la longitud del cilindro, para lo cual se usa la siguiente expresión:

$$L = \frac{4 * V}{\pi * D^2}$$

Donde:

V: Volumen almacenado [m^3]

D: Diámetro [m]

L: Longitud del Cilindro [m]

Reemplazando valores:

$$L = \frac{4 * (1)}{\pi * (1{,}24)^2} = 0{,}8\ metros$$

Al comparar las dimensiones del tanque con las dimensiones del área asignada se observa la separación entre el tanque y el muro de contención será de 0,36 metros, lo cual es una distancia muy pequeña como para que una persona pueda realizar algún tipo de mantenimiento o limpieza del área en

caso de derrame, debido a este inconveniente se procede a determinar otras dimensiones para el tanque considerando entre el muro de contención, utilizando una tabla elaborada en Excel se puede generar varias alternativas, tal como se muestra a continuación:

TABLA 3.11 DIMENSIONES DEL TANQUE DIARIO DE COMBUSTIBLE DE FORMA CILINDRICA

Dimensiones del Tanque - Cilíndrico		
Volumen [m^3]	**Diámetro [m]**	**Largo [m]**
1,00	1,24	0,80
1,00	1,15	1,00
1,00	1,00	1,30
1,00	0,90	1,60
1,00	0,80	2,00
1,00	0,77	2,15

Con las dimensiones seleccionadas para el tanque se obtiene un muro de contención con un espacio de 0,5 metros longitudinal y 0,75 radial.

El muro de contención tendrá las siguientes medidas:

TABLA 3.12. - DIMENSIONES DEL MURO DE CONTENCIÓN

Muro de Contención				
Volumen [m^3]	**Ancho [m]**	**Largo [m]**	**Alto [m]**	**Alto Final [m]**
1,00	1,60	3,75	0,18	0,50

Debido a que el líquido almacenado es Diesel N° 2 el tanque debe ser construido bajo la norma API 650, la cual es usada para el diseño de tanques de almacenamiento.

- **Dimensionamiento Tanque de Almacenamiento de Combustible**

El dimensionamiento de este tanque debe ser de tal manera que pueda cubrir la demanda de combustible durante 15 días de producción en turnos de 8 horas por día, con estos datos se determina el volumen de combustible a almacenar:

$$30\frac{galones}{hora}\,x\,8\frac{horas}{día}\,x15días = 3600\ galones$$

$$3600\ galones = 13{,}68\ m^3\ \approx 14\ m^3$$

Aplicando mismo procedimiento establecido para el tanque de servicio diario se obtiene los siguientes resultados:

TABLA 3.13. - DIMENSIONES DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE COMBUSTIBLE DE FORMA ESFÉRICA

Dimensiones del Tanque - Esférico		
Volumen [m^3]	Radio [m]	Diámetro [m]
15	1,53	3,06

TABLA 3.14. - DIMENSIONES DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE COMBUSTIBLE DE FORMA CILÍNDRICA

Dimensiones del Tanque - Cilíndrico		
Volumen [m^3]	Diámetro [m]	Largo [m]
15,00	3,06	2,0
15,00	2,40	3,3
15,00	2,20	3,9
15,00	2,10	4,3
15,00	2,00	4,8

Las dimensiones del muro de contención serán:

TABLA 3.15. - DIMESIONES DEL MURO DE CONTENCIÓN DEL TANQUE DE COMBUSTIBLE

Muro de Contención				
Vol. [m3]	Ancho[m]	Largo [m]	Alto [m]	Altura Final [m]
15,00	3,20	6,00	0,78	1,00

Al igual que el tanque de servicio diario este tanque de almacenamiento será construido bajo la norma API 650.

- **Selección de la Bomba de Combustible: Tanque de almacenamiento – Tanque diario**

  Para realizar una correcta selección de una bomba se debe tener en cuenta los parámetros como el caudal que se empleará y la presión necesaria para no cavitar.

  Teniendo el volumen del tanque diario 240 galones que es el del recipiente donde se requiere trasladar el combustible desde el tanque de almacenamiento en un tiempo de aproximado de 24 minutos tenemos que el caudal será:

  $$Q = \text{Volumen} / \text{Tiempo} = (240\ \text{gal}) / (24\ \text{min})$$

  $$Q = 10\ \text{GPM} = 0{,}0222801\ \text{ft}^3/\text{Sg}$$

  Utilizando la tabla de GE (Ver anexo para líneas de llenado de tanques) la Velocidad del diesel será V= 3 ft/Sg.

  Sabiendo el caudal y la velocidad se determina el diámetro del tramo de tubería de succión de la bomba.

  $$Ø = (4\ Q / \pi\ V)^{1/2}$$

  $$Ø = 0{,}098\ \text{ft} = 2\ \text{pulgadas}$$

  La entrada de la boquilla al tanque diario es 1 ½” se calcula el caudal de descarga de la bomba:

  $$Q = (3\text{ft/sg})(\ \pi\ (1.5/12)^2)/4$$

  $$Q = 0{,}o37\ \text{ft3/sg} = 17\ \text{GPM}$$

Se calcula el Número de Reynolds para la descarga y succión de la bomba, sabiendo las densidad del diesel 2 = 870 Kg / m^3 y la viscosidad 2.9 x 10^{-6} m^2/sg.

Re = Velocidad x Ø / Viscosidad

Re_S = 16422.41 (flujo turbulento)

Re_d = 12316.81 (flujo turbulento)

Utilizando la rugosidad del Acero A-53 ε = 0,046 mm (REF. 5) para conocer las pérdidas por fricción en las tuberías:

Factor de Fricción de succión : Fs = ε / $Ø_s$ = 9,055 x 10^{-4}

Factor de Fricción de descarga: Fd = 1,207 x 10^{-3}

Pérdidas por Fricción y por accesorios

De la tubería de succión de un largo de 1.11 m se observa que hay 4 codos de 90° y una válvula de cheque lo que equivale en factores de pérdidas equivalentes a 0.39 y 0.35 (REF 5)

K_S= 4(0,39)+0,35 = 1,91

Para la sección de 4.12 metros de largo de la descarga se observa que hay 3 codos de 90 y una válvula cheque:

K_D = 3(1,75)+4 = 9,25

Se utiliza la fórmula para pérdidas por accesorios:

$$Hk = K_T V^2 /2g$$

Siendo Hk_T = factor pérdidas por accesorios total

K_T = sumatoria de pérdidas por accesorios

V = Velocidad

G = gravedad

$$Hk_T = 11,16 (3/3,2) / 2(9,8)$$

$$Hk_T = 0,54$$

Para calcular las pérdidas por fricción se utiliza:

Siendo Hfs = pérdidas de fricción en la tubería de succión

Hfd = pérdidas de fricción en la tubería de descarga

Σ Hft = Sumatoria de pérdidas por fricción

Fs = factor de fricción en la succión

Ls = longitud de tubería en la succión

V = Velocidad

Ø = diámetro

G = gravedad

$$Hfs = Fs\ Ls\ V^2 / 2Øg$$

$$Hfs = 2,88 \times 10^{-4}$$

$$Hfd = 1,90 \times 10^{-3}$$

$$\Sigma\ Hft = 2,188 \times 10^{-3}$$

Aplicando la fórmula Bernoulli Modificada para sacar las pérdidas de la bomba se obtiene:

$$Hb = Z2 + \Sigma\ Hft + Hk = 1.95\ m$$

Para conseguir la potencia de la bomba se utiliza la fórmula:

$$Pot_{bomba} = densidad\ g\ Q\ Hb$$

$$Pot_{bomba} = 30\ watts$$

La potencia al freno se determinara con la eficiencia proporcionada por el fabricante:

$$P_{freno} = Pot_{bomba} / Eficiencia$$

$$P_{freno} = 38 \text{ watts}$$

La carga neta de succión positiva es un dato importante para la selección correcta de la bomba la cual se calcula a continuación, siendo que las pérdidas debido a la fricción son despreciables se tiene que:

$NPSH_{DISPONIBLE}$ = Hs + Pv / densidad x gravedad

Siendo,

Hs = elevación de succión estática

Pv = presión de vapor del agua a 25° C [REF. 6]

$$NPSH_{DISPONIBLE} = 1.41 \text{ m} + 3{,}169 \text{ KPa} / (1000 \text{ Kg} / \text{m}^3 \times 9.8 \text{ m} / \text{sg}^2)$$

$$NPSH_{DISPONIBLE} = 1{,}734 \text{ metros}$$

$$NPSH_{DISPONIBLE} > NPSH_{REQUERIDO}$$

Para los parámetros encontrados se observa en el catálogo del fabricante Liquiflo que la bomba que necesitamos es una bomba centrifuga Modelo 620 de 1750 RPM, 300 PSIG de presión de descarga y que maneje 45 GPM, está es la mejor opción que maneja caudales bajos y características necesarias para el proceso.

3.2.3. Cálculo y Selección del Sistema de Ablandamiento de Agua

El agua utilizada en la generación de vapor será suministrada desde la Planta de Agua, por lo cual para seleccionar el sistema de ablandamiento adecuado se debe primero realizar un estudio de la dureza del agua para de esta manera determinar la cantidad de sólidos suspendidos (Mn, Ca, Fe, etc.) en la misma y la cantidad de granos necesarios para disminuir esta dureza, de manera que no sea perjudicial para la caldera.

La cantidad de dureza eliminada por un ablandador se determina por el nivel de sal (sal de dosificación) y la cantidad de resina disponible; el volumen de resina se mide en pies cúbicos, la dosificación de sal es normalmente 5, 10, o 15 libras por pie cúbico. Las correspondientes capacidades en número de granos se muestran a continuación:

- ✓ 5 **Lbs / pie cúbico** = 20.000 granos
- ✓ 10 Lbs / pie cúbico = 25.000 granos
- ✓ 15 Lbs / pie cúbico = 30.000 granos

Los resultados obtenidos del análisis del agua de alimentación proveniente de la Planta de Agua nos dio un promedio de grado de dureza de:

Partes Por Millón (PPM)	**40**

Establecidas las PPM disueltas en el agua se procede a determinar el número de Granos por Galón (GPG) que se va a necesitar para

nuestro proceso, en la Tabla 3.16 se mencionan los diferentes grados de dureza que han sido establecidos por Water Quality Association (WQA); para este caso específico, de 40 PPM, se observa un grado de Poca Dureza, los GPG a utilizar están en el rango de 1,0 a 3,5 GPG, para determinar las GPG necesarios para 40 PPM de sólidos disueltos se usa la siguiente relación:

$$GPG = \frac{PPM}{17{,}1}$$

$$GPG = \frac{40}{17{,}1} = 2{,}34$$

TABLA 3.16 - GRADOS DE DUREZA DEL AGUA SEGÚN WATER QUALITY ASSOCIATION (WQA)

FUENTE: MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL ABLANDADOR

Grado de Dureza	**Granos por Galón**	**PPM**
Suave	< 1,0	< 17,1
Poca dureza	1,0 – 3,5	17,1 – 60
Mediana Dureza	3,5 – 7,0	60 – 120
Dura	7,0 – 10,5	120 – 180
Muy Dura	> 10,5	> 180

Para determinar los granos totales que va a utilizar nuestro sistema de ablandamiento de agua se usa como guía la fórmula establecida por la marca PARKER BOILER (REF. 7):

$$Granos = BHP * 4{,}2\frac{Glns.}{BHP} * (1 - Condesado[\%]) * Turno * R * GPG$$

Donde:

BHP: Potencia de la caldera.

Condensado: Porcentaje de condensado estimado en el proceso.

Turno: Horas de trabajo por día.

R: Periodo de regeneración del sistema, por lo general de 3 a 6 días.

GPG: Granos por Galón.

Reemplazando valores tenemos:

$$Granos = 100 * 4{,}2\frac{Glns.}{BHP} * (1 - 0{,}4) * 8 * 6 * 2{,}34$$

$$Granos = 28304{,}6 \approx 30000 = \frac{15Lbs}{ft^3}$$

Para determinar la cantidad de resina que necesita el sistema ablandador se utiliza la siguiente fórmula:

Volumen de Resina= (gasto o flujo en GPM) / (5 GPM/ft^3 de resina).

El flujo de agua necesario se calcula en la sección 3.2.4 y es 6.9 GPM

V = (6.9 GPM / 5 GPM/ft^3)

V = 1.38 ft^3 de resina

De la tabla 3.17. Se observa que las dimensiones necesarias para el tanque que tendrá la resina será aproximadamente de 10” x 54”.

TABLA 3.17. - DIMENSIONAMIENTO DEL TANQUE NECESARIO PARA CONTENER DETERMINADA CANTIDAD DE RESINA

FUENTE: PAPER SOBRE ELECCIÓN DE SUAVIZADORES DE AGUA PARA CALDERAS DE VAPOR

Volumen de resina	Dimensiones del tanque
0.75 ft^3	8"x44"
1.0 ft^3	9"x48"
1.5 ft^3	10"x54"
2.0 ft^3	12"x52"
2.5 ft^3	13"x54"
3.0 ft^3	14"x65"
4.0 ft^3	16"x65"
5.0 ft^3	18"x65"
7.0 ft^3	21"x62"
10.0 ft^3	24"x65"
15.0 ft^3	30"x72"
20.0 ft^3	36"x72"
30.0 ft^3	42"x72"
40.0 ft^3	48"x72"

Dentro de la marca Cleaver Brooks se encuentra un sin número de modelos de sistemas para ablandamiento de agua, en este caso se eligió esta marca debido a sus años de experiencia en el tema; con la cantidad de granos determinada seleccionamos el siguiente modelo tipo Dúplex (fig3.6.) (REF.8), por las siguientes razones:

TABLA 3.18. - CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA ABLANDADOR

Modelo	Capacidad de Granos
FSE – 60 – 1 – EDT	**15 Lb/CF = 30000**

- ✓ Evitar paras de producción debido a la revisión o daño de uno de los tanques.

- ✓ En caso realizar el retro – lavado de uno de los tanques.
- ✓ Cambio de la Resina de cada uno de los tanques.

El sistema completo tipo Dúplex consta de los siguientes equipos:

- ➢ Tanque de minerales, Controlador, Válvulas y Transformador
- ➢ Medidor de Flujo y Resina
- ➢ Tanque de Salmuera y Kit de Tubos para salmuera

Para garantizar el correcto funcionamiento de los ablandadores de agua deben cumplir con los siguientes parámetros de operación:

TABLA 3.19.- PARÁMETROS DE OPERACIÓN DE ABLANDADORES

FUENTE: MANUAL DE OPERACIÓN DEL SISTEMA ABLANDADOR

Parámetros	**Mínimo**	**Máximo**
Dureza	-	100 granos por galón
Hierro (Ferroso)	-	10 PPM
Hierro (Férrico)	-	5 PPM
Caudal	0.5 gpm/ft^3	10 gpm/ft^3
Cloro	-	0.1 PPM
Turbidez	-	5 NTU
Presión del Agua	25 PSI	100 PSI
Temperatura del Agua	35 °F	100 °F
PH	6.8	-

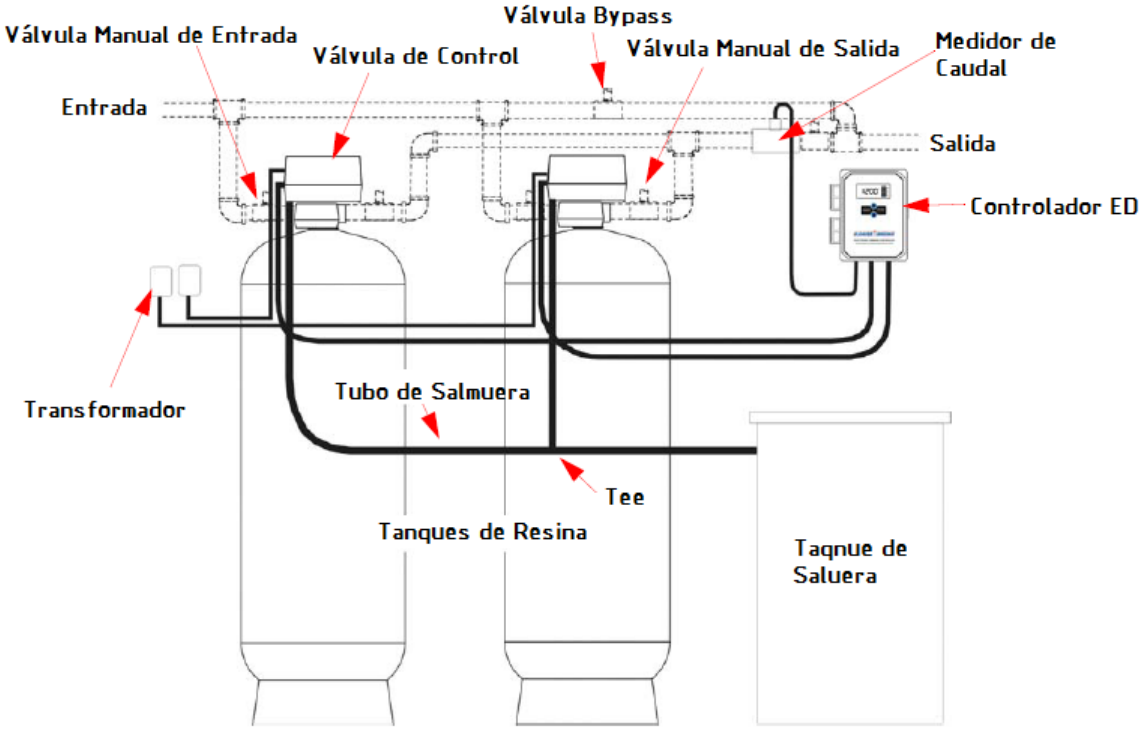


FIGURA 3.6. -SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUA TIPO DÚPLEX FUENTE: MANUAL DE OPERACIÓN DEL SISTEMA ABLANDADOR

3.2.4. Cálculo y Selección del Tanque de Agua de Alimentación

La cantidad de vapor que se genera durante el proceso depende directamente de la cantidad de agua que se suministra a la caldera, por lo cual se recomienda que la capacidad de almacenamiento del tanque de agua sea lo suficiente para poder sostener la evaporación en la caldera por un tiempo mínimo de 20 minutos; los grandes fabricantes de calderas en el mundo mediante varias pruebas experimentales han establecido de manera general que para poder generar 1 BHP o Caballo de caldera se requieren 0,069 GPM (Galones

americanos por minuto) lo cual equivale a 0,261 litros por minuto; para este caso específico de una caldera de 100 BHP se tiene que la demanda de agua será:

$$100\ BHP * \frac{0{,}069 Galones}{Minuto} = 6{,}9 \frac{Galones}{Minuto}$$

Debido a que la reserva mínima de agua debe garantizar la evaporación en la caldera durante 20 minutos, por lo tanto se puede determinar los galones necesarios:

$$6{,}9 \frac{Galones}{Minuto} * 20\ Minutos = 138\ Galones$$

Debido a que el tanque de alimentación de agua hacia la caldera recibirá el retorno del condesado generado durante el proceso no puede estar nunca lleno al 100% de su capacidad, por lo cual se recomienda que los galones determinados anteriormente representen el 70% de la capacidad del tanque, lo cual quiere decir que la reserva mínima de agua que debe almacenar el tanque será determinada por la siguiente relación:

$$\frac{Reserva\ Mínina\ de\ Agua}{0{,}7} = \frac{138\ Galones}{0{,}7} = 197\ Galones$$

Para poder trabajar con una mediada más exacta se redondea este valor y se dimensiona el tanque con una capacidad de 200 Galones.

3.3 Dimensionamiento y Selección de Tubería para Vapor

El sistema de distribución de vapor es el medio de conexión entre la fuente generadora de vapor (Caldera) y el usuario (Equipo de Cocción), para poder seleccionar el diámetro apropiado de la tubería se debe tener en cuenta los siguientes parámetros:

- Demanda de vapor del equipo de cocción.
- Presión de operación de la caldera y del equipo de cocción.
- Distancia entre el cuarto de generación de vapor y el equipo de cocción.

Una vez establecidos los requerimientos antes mencionados se puede determinar el diámetro de la tubería de dos posibles maneras:

- Velocidad del Fluido o Flujo Másico.
- Caída de Presión en el Sistema de distribución.

Los métodos antes mencionados son muy confiables y sencillos de usar, puesto que la selección del diámetro de la tubería se la determina mediante el uso de tablas ya establecidas por fabricantes especializados en sistemas de distribución de vapor, para nuestro caso se utilizará las tablas establecidas por SPIRAXSARCO, a pesar de estas valiosas herramientas es necesario realizar la respectiva comprobación mediante fórmulas matemáticas establecidas y cálculos para evitar caer en el sobredimensionamiento o subdimensionamiento de las tuberías del sistema de vapor, lo cual podría representar varios

factores negativos o pérdidas económicas, a continuación se muestra un cuadro comparativo entre ambos casos con sus respectivos efectos:

TABLA 3.20 - COMPARACIÓN DEL SOBREDIMENSIONAMIENTO Y SUBDIMENSIONAMIENTO DE TUBERÍAS

Sobredimensionamiento	Subdimensionamiento
Elevado costo de los elementos, tuberías, codos, etc.	La velocidad y caída de presión serán mayores
Formación de mayor volumen de condensado debido a mayores pérdidas existentes.	El volumen de vapor será menor al esperado en el punto de operación
Costos de instalación muy elevado	Existirá mayor riesgo de erosión, golpe de ariete y ruidos, causados por el aumento de la velocidad

Es necesario poder identificar si la selección del diámetro de tubería se hará en base a flujo másico o de acuerdo a la caída de presión existente en el sistema, para ambos casos es necesario conocer o tener presente los siguientes requerimientos:

TABLA 3.21.- MÉTODOS Y FACTORES PARA SELECCIÓN DE TUBERÍAS

FLUJO MÁSICO	Presión en la Caldera
	Velocidad de Vapor
	Caudal Másico
CAIDA DE PRESIÓN	Demanda de Vapor
	Presión de Entrada (Absoluta)
	Caída de Presión Admisible en el sistema
	Longitud total de la Tubería a ser instalada

Los datos conocidos hasta el momento son:

TABLA 3.22. - FACTORES CONOCIDOS PARA LA SELECCIÓN DE TUBERÍAS

DESCRIPCIÓN	UNIDADES	
Caudal Másico Caldera	1568 Kg/Hora	3450 Lb/Hora
Presión de Caldera	125 PSI	8,62 Bar
Caudal Másico del Cocinador	1400 Kg/Hora	3080 Lb/Hora
Presión de Operación del Cocinador	100 PSI	6,89 Bar
Longitud de Tubería	493 Ft	150 M

Usando como referencia las experiencias que la empresa internacional SPIRAXSARCO (REF. 9) ha adquirido a lo largo de sus años de estudio en sistemas de distribución de vapor se tiene que, según la distancia a la que se encuentran ubicados los equipos podemos seleccionar el diámetro de la tubería como se muestra en la siguiente tabla:

TABLA 3.23.- MÉTODO PARA SELECCIONAR TUBERÍAS SEGÚN LA DISTANCIA A RECORRER

SELECCIÓN DE TUBERÍA SEGÚN	DISTANCIA [M]
Flujo Másico	< = 50
Caída de Presión	< = 200

Se ha considerado dividir en dos partes la selección del sistema de distribución de vapor, el primer tramo será el que sale de la caldera hasta el distribuidor de vapor, en este caso la selección del diámetro de la tubería será mediante el flujo másico; el segundo tramo de sistema de distribución será el que sale del distribuidor de vapor hasta el equipo de cocción de camarón, el cual se lo selecciona mediante la caída de presión debida.

Selección Diámetro de Tubería: Tramo Caldera – Distribuidor de Vapor

La distancia que existe entre la caldera y el distribuidor de vapor es de 1.5 metros, esta distancia se ha establecido en función de las maniobras que el operador tenga que realizar, como por ejemplo: abrir y cerrar válvulas de purga, realizar mantenimiento a los equipos, fácil movilidad en caso de emergencia, etc.; para poder seleccionar el diámetro de la tubería se debe conocer los siguientes parámetros:

TABLA 3.24.- FACTORES NECESARIOS PARA LA SELECCIÓN DE TUBERÍA TRAMO CALDERA - DISTRIBUIDOR DE VAPOR

Presión de Vapor	**8,62 Bar**
Temperatura de Vapor	173° C
Velocidad de Vapor	25 m/s
Caudal Másico Caldera	1568 Kg/hr

Como se requiere dimensionar la tubería para que transporte 1568Kg/hr de vapor saturado a 8,62 bar y 170°C, de tabla de vapor en el anexo, obtenemos que el volumen especifico es 0.2448 m^3/kg y la velocidad del vapor máxima aceptable será de 25 m/sg.

Y Sabemos que: Q = m x v

Siendo, Q = Caudal volumétrico:

m = Caudal másico

v = volumen específico

$$Q = (1568\ kg/hr)\ (0.2448\ m^3/hr)$$

$$Q = 383.85\ m^3/hr = 0.106624\ m^3/sg$$

Por lo tanto, se usa la fórmula:

$$Q = área\ x\ velocidad$$

Despejando se sabe que: $Ø = ((4x0.106624)/(\pi x25))^{1/2}$

$$Ø = 0.073\ metros = 73\ mm = 2.87\ pulgadas$$

Esto también se puede observar con el método grafico descrito a continuación.

Con los datos de presión de vapor y temperatura de vapor se observa en la Figura 3.7. y se traza una línea vertical desde 173°C (punto A) en la escala de temperaturas hasta 8,62 Bar (punto B); de la intersección de estos dos puntos se dibuja una línea horizontal hasta el caudal de vapor 1568 Kg/h (punto C); ahora se puede trazar una línea vertical hasta la velocidad de vapor de 25 m/s (punto D), desde D se dibuja una línea horizontal hasta interceptar en el eje de diámetro de tubería (punto E), con lo cual nos da un diámetro de 70 mm = 2,76 inch.

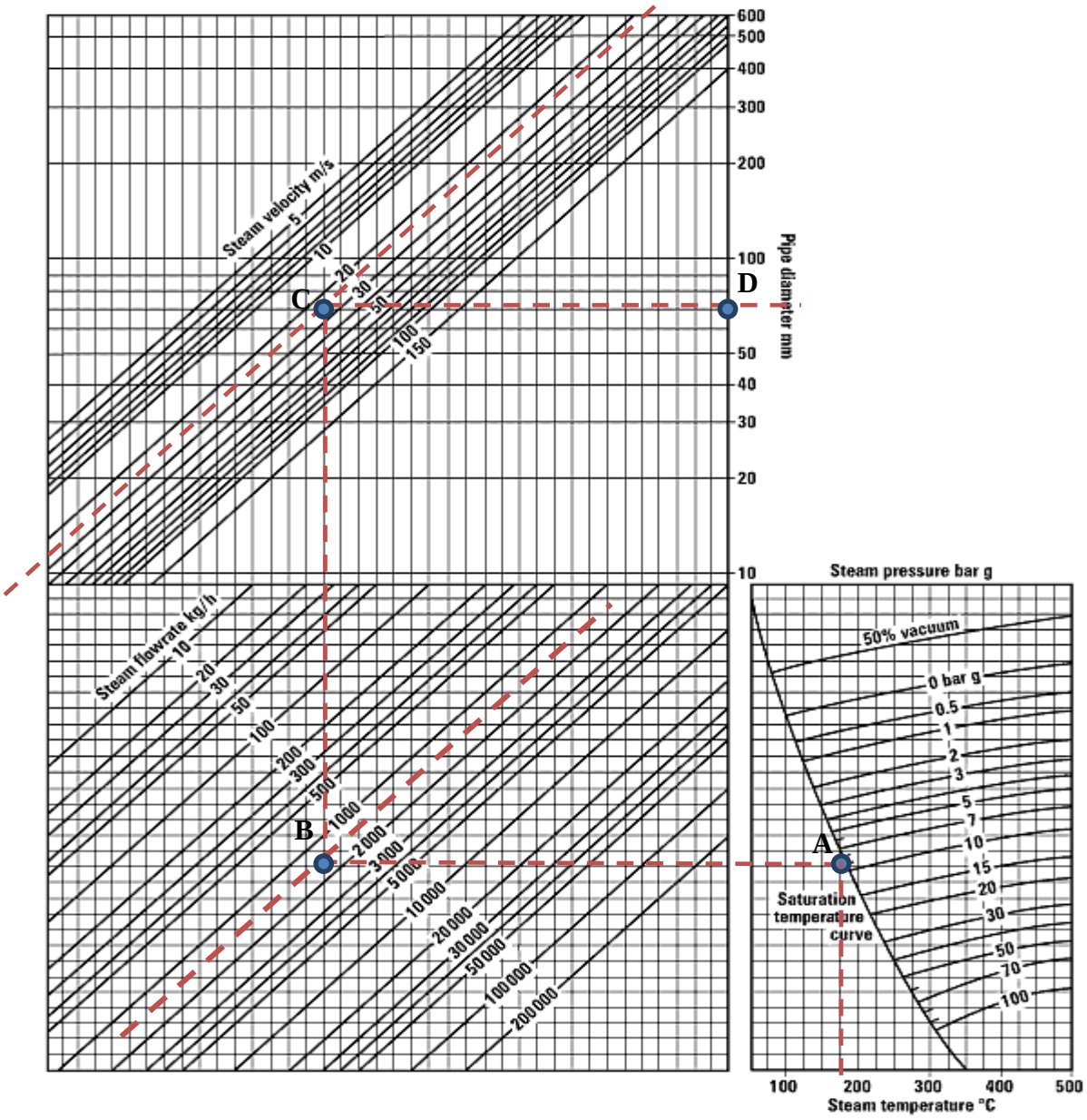


FIGURA 3.7.- TABLA DE VAPOR - VELOCIDAD
FUENTE: MANUAL DE INGENIERÍA DE SPIRAXSARCO

Debido a que dicho diámetro no se encuentra dentro del mercado, se procede a seleccionar su inmediato superior, es decir, 3 pulgadas.

Selección Diámetro de Tubería: Distribuidor de Vapor – Equipo de Cocción de Camarón

La presión y temperatura a la cual llegará el vapor al equipo de cocción es muy importante para lograr un producto de buena calidad, y cumplir con las especificaciones establecidas por el departamento de calidad y producción de la planta; para lo cual es necesario considerar las pérdidas de presión existentes en el sistema, debido a la distancia que se encuentra ubicado el equipo de cocción del cuarto de fuerza, y de esta manera evitar que la presión caiga por debajo de lo especificado por el fabricante; en estos casos es apropiado dimensionar la tubería con el método de la caída de presión, para lo cual se necesita conocer los siguientes valores de referencia: presión en el extremo de alimentación de la tubería, la presión requerida por el equipo de cocción, temperatura del vapor, caudal.

TABLA 3.19.- FACTORES NECESARIOS PARA SELECCIÓN TUBERÍA TRAMO DISTRIBUIDOR VAPOR - EQUIPO DE COCCIÓN

Presión de Vapor en el Distribuidor	**8,62 Bar**
Temperatura de Vapor	173° C
Presión en el Equipo de Cocción	6,89 Bar
Caudal Másico del Cocinador	1400 Kg/h

En este caso se usa como referencia el manual de SPIRAXSARCO, teniendo que para el cálculo de las líneas de vapor mayor de 100 metros es factible realizar un incremento del 5% al 10% en la longitud total debido a que no se consideran los accesorios a instalarse.

A continuación se muestra un esquema representativo de la línea de vapor entre la caldera y el equipo de cocción, considerando todas las variables involucradas para el dimensionamiento de la tubería:

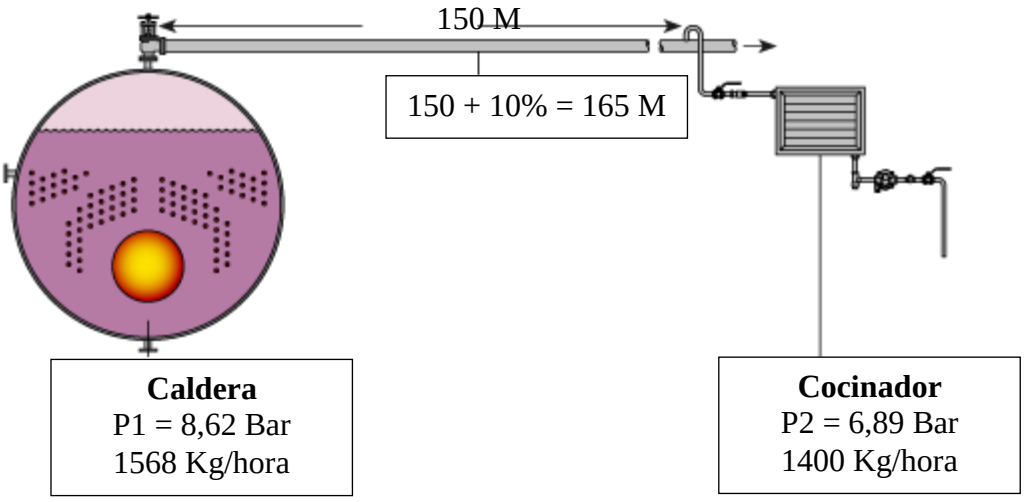


FIGURA 3.8.- ESQUEMA DE TUBERÍA CALDERA COCINADOR
FUENTE: MANUAL DE INGENIERÍA DE SPIRAXSARCO

El primer paso para poder seleccionar el diámetro de tubería adecuado para nuestro sistema es determinar el Factor de Presión del sistema (PF), el cual se calcula mediante la siguiente expresión:

$$FP = \frac{P_1 - P_2}{L}$$

FP= Factor de Presión

P_1 = Factor de Presión de la Caldera

P_2 = Factor de Presión del equipo

L = Longitud total de tubería [m]

Se obtienen los factores de presión para cada uno de los equipos usando la tabla de factores de presión (Ver Anexo Tabla original), para lo cual se tienen los siguientes valores:

TABLA 3.26.- PRESIONES Y FACTORES DE PRESIÓN

ELABORADO POR: JOSÉ RAMOS Y HUGO VINUEZA

Presión Bar g	Factor de Presión (FP)
6.80	53.68
6.89	54.98
6.90	55.02
8.40	77.02
8.50	78.61
8.60	80.22
8.62	80.24
8.70	81.34

Reemplazando los valores en la respectiva expresión se tiene que:

$FP = P_1 – P_2 / L$

$FP = (80.24 – 54.98) / 165 = 0.15$

Con el factor de presión establecido y el caudal másico de vapor requerido por el equipo de cocción (1400 kg/hr), se puede determinar el diámetro de la tubería utilizando la Tabla 3.21

TABLA 3.27.- FACTOR DE PRESIÓN Y DIÁMETRO DE TUBERÍA

FUENTE: MANUAL DE INGENIERÍA DE SPIRAXSARCO

Pressure drop factor (PDF)	Pipe size (mm)												
	15	20	25	32	40	50	65	80	100	150	200	250	300
	Capacity (kg/h)												
0.00016						30.40		90.72	199.1	598.2	1275	2329	3800
0.00020					16.18	34.32	62.77	103.0	225.6	662.0	1437	2623	4276
0.00025				10.84	17.92	38.19	69.31	113.2	249.9	735.5	1678	2904	4715
0.00030				11.95	19.31	41.83	75.85	124.1	271.2	804.5	1733	3172	5149
0.00035			6.86	12.44	20.59	43.76	80.24	130.0	285.3	845.3	1823	3346	5530
0.00045		3.62	7.94	14.56	23.39	50.75	92.68	150.9	333.2	979.7	2118	3884	6267
0.00055		4.04	8.99	16.18	26.52	57.09	103.8	170.8	373.1	1101	2382	4338	7057
0.00065		4.46	9.56	17.76	29.14	62.38	113.8	186.7	409.8	1207	2595	4781	7741
0.00075		4.87	10.57	19.31	31.72	68.04	124.1	203.2	445.9	1315	2836	5172	8367
0.00085		5.52	11.98	21.88	35.95	77.11	140.7	230.2	505.4	1490	3215	5861	9482
0.00100	1.96	5.84	12.75	23.50	38.25	81.89	148.6	245.2	539.4	1579	3383	6228	10052
0.00125	2.10	6.26	13.57	24.96	40.72	87.57	159.8	261.8	577.9	1699	3634	6655	10639
0.00150	2.39	7.35	15.17	28.04	45.97	98.84	179.3	295.1	652.8	1908	4091	7493	11999
0.00175	2.48	7.51	16.30	29.61	49.34	103.4	188.8	311.1	686.5	2017	4291	7852	13087
0.0020	2.84	8.58	18.63	33.83	56.39	118.2	215.8	355.5	784.6	2305	4904	8974	14956
0.0025	3.16	9.48	20.75	37.25	61.30	132.0	240.5	391.3	881.7	2456	5422	10090	16503
0.0030	3.44	10.34	22.5	40.45	66.66	143.4	262.0	429.8	924.4	2767	6068	11033	18021
0.0040	4.17	12.50	26.97	48.55	80.91	173.1	313.8	514.9	1128	3330	7208	13240	21625
0.0050	4.71	14.12	30.40	54.92	90.23	196.1	354.0	578.6	1275	3727	8189	14858	24469
0.0060	5.25	15.69	35.80	60.31	99.05	215.8	392.3	647.3	1412	4148	9072	16476	26970
0.0080	6.08	18.34	39.23	70.12	116.2	251.5	456.0	750.3	1648	4879	10543	19173	31384
0.0100	6.86	20.64	44.13	79.44	130.4	283.9	514.9	845.9	1863	5492	11867	21576	35307
0.0125	7.35	22.20	47.28	81.00	140.1	302.1	547.3	901.9	1983	5867	12697	23074	37785
0.0150	8.27	25.00	53.33	95.62	157.2	342.0	620.6	1020	2230	6620	14251	25974	42616
0.0175	8.58	26.39	55.78	100.4	165.6	360.4	665.1	1073	2360	6994	15017	27461	44194
0.0200	9.80	30.16	63.75	114.7	189.3	411.9	760.1	1226	2697	7993	17163	31384	50508
0.0250	10.99	33.48	70.73	127.3	209.8	459.7	834.6	1367	2970	8817	19332	34750	56581
0.0300	12.00	36.78	77.23	137.9	229.9	501.1	919.4	1480	3264	9792	20917	37697	62522
0.0400	14.46	44.16	93.17	169.2	279.5	600.7	1093	1790	3923	11622	25254	45604	75026
0.0500	16.43	49.53	104.4	191.2	313.8	676.7	1231	2020	4413	13044	28441	51489	85324
0.060	18.14	52.96	115.7	210.8	343.2	750.3	1373	2231	4855	14368	31384	57373	
0.080	21.08	62.28	134.8	245.2	402.1	872.8	1594	2599	5688	16672	36532		
0.100	24.03	70.12	152.0	277.0	456.0	980.7	1804	2942	6424	18879			
0.150	28.50	84.13	183.9	334.2	551.7	1195	2161	3494	7769				
0.250	37.72	112.7	245.2	447.9	735.5	1565	2876	4668					
0.300	41.37	122.7	266.6	487.3	804.5	1710	3126	5057					
0.350	43.34	128.7	283.2	514.9	841.0	1802	3261						
0.400	49.93	147.1	323.6	588.4	961.1	2059	3727						
0.450	50.31	150.0	326.6	600.2	979.9	2083							
0.500	55.90	166.7	362.9	666.9	1089	2314							
0.600	62.28	185.3	402.1	735.5	1201								
0.700	63.07	188.8	407.6	750.9									
0.800	72.08	215.8	465.8	858.1									
0.900	73.28	218.4	476.6										

El diámetro nominal (DN) de la tubería será: 65mm = 2,56 pulgadas = 2 1/2 pulgadas

Determinados los diámetros de las tuberías se debe seleccionar el material con sus respectivas especificaciones, para lo cual se usa la norma ASTM A 53 GR B aplicable para la conducción de fluidos y de fácil adquisición en nuestro medio; este tipo de tubería se puede encontrarla en Cédula 40 ó Cédula 80, debido a que la presión de nuestro sistema no es muy elevado y por cuestiones de costo seleccionamos la tubería Cédula 40.

A continuación se presenta una tabla con las propiedades mecánicas de la tubería seleccionada:

TABLA 3.28.- PROPIEDADES MECÁNICAS DE TUBERÍA DE VAPOR

FUENTE: ACEROS AREQUIPA - NORMA ASTM 53

TUBERÍA PARA VAPOR					
NORMA	DESCRIPCION	RECUBRIMIENTO	RESISTENCIA A LA TRACCION	LIMITE DE ELASTICIDAD	ALARGAMIENTO
ASTM A 53 GR B	USADO PARA EL TRANSPORTE O CONDUCCION DE FLUIDOS	NEGRO O GALVANIZADO	60000 PSI (42,2 Kgf/mm2)	35000 PSI (24,6 Kgf/mm2)	0,50%

En todo sistema de transporte de vapor es muy importante tener en cuenta las pérdidas de calor por conducción y convección a través de la tubería, lo ideal sería que el sistema sea adiabático, lo cual es imposible de lograr, pero lo que se puede lograr es que esas pérdidas

de calor sean mínimas para que el sistema sea más eficiente; para lograr esto es necesario recubrir la tubería con material aislante, siendo esto seleccionar el espesor adecuado para este caso en particular siguiendo los pasos recomendados por fabricantes; a continuación detallamos la selección del aislamiento:

- **Selección de Aislamiento de Tuberías**

Las tuberías que manejan vapor deben estar aisladas para el propósito de conservación de calor, estabilización de temperatura o protección personal.

- Aislamiento para protección personal

Deben aislarse las superficies de tuberías que se localicen a menos de 2,15 m arriba del nivel de piso o distantes 60 cm o menos, de pasillos o plataformas y cuya temperatura de superficie sea igual o mayor a 60 °C.

- Aislamiento para conservación de calor

Este tipo de aislamiento se puede utilizar si la temperatura normal de funcionamiento supera los 140 °F (60 °C) a menos que la pérdida de calor sea deseable.

Características y Propiedades de los Aislamientos

- Lana Mineral o Roca

TABLA 3.29.- TABLA DE PROPIEDADES LANA MINERAL

FUENTE: ESPECIFICACIONES DE AISLAMIENTO TÉRMICO POR SANTOS CMI

Propiedades	En tuberías
Límites máximos de temperatura (°C)	650
Densidad (Kg/m^3)	100 - 128

- Fibra de Vidrio

TABLA 3.30.- TABLA DE PROPIEDADES DE LA FIBRA DE VIDRIO

FUENTE: ESPECIFICACIONES DE AISLAMIENTO TÉRMICO POR SANTOS CMI

Propiedades	En tuberías
Límites máximos de temperatura (°C)	459
Densidad (Kg/m^3)	80

Como el diámetro de la tubería por la cual va a circular el vapor es de 3 pulgadas, y conociendo que la temperatura del vapor es de 450°F, con estos datos se procede a observar en la Tabla 3.31.

TABLA 3.31.- TABLA DE ESPESORES DE AISLAMIENTO DE FIBRA DE VIDRIO (PULGADAS)

FUENTE: ESPECIFICACIONES DE AISLAMIENTO TÉRMICO POR SANTOS CMI

TAMAÑO DE TUBERIA	**350 º F**	**450 º F**	**550 º F**	**650 º F**
< 1”	1	1	1	1
2”	1	1	1	1 ½
3”	1	1	1	1 ½
4”	1	1	1	1 ½
6”	1	1	1 ½	1 ½
8”	1 ½	1 ½	1 ½	1 ½
10”	1 ½	1 ½	1 ½	1 ½
12”	1 ½	1 ½	1 ½	2
> 14”	1 ½	1 ½	1 ½	2

Con esto se concluye que se necesita un aislamiento de fibra de vidrio de espesor de 1 pulgada ya que se lo usará para la conservación de calor en las tuberías.

Para seleccionar el espesor del aislamiento del distribuidor de 6 pulgadas se utiliza la Tabla 3.32 sabiendo que la temperatura de funcionamiento de este es de 550 °F.

TABLA 3.32.- TABLA DE ESPESORES DE AISLAMIENTO DE LANA MINERAL

FUENTE: ESPECIFICACIONES DE AISLAMIENTO TÉRMICO POR SANTOS CMI

TAMAÑO DE TUBERIA	**350 º F**	**450 º F**	**550 º F**	**750 º F**	**950 º F**
1” & pequeño	1	1	1 ½	2 ½	3
2”	1	1	2	2 ½	3
3”	1	1	2	2 ½	3 ½
4”	1	1	2	2 ½	3 ½
6”	1	1 ½	2	3	3 ½
8”	1	1 ½	2	3	4
10”	1	1 ½	2	3	4
12”	1	1 ½	2	3	4
14” & grande	1	1 ½	2 ½	3	4

Se observa que el espesor del aislamiento que se utiliza en el distribuidor para protección personal es de 2 pulgadas.

3.4 Requerimientos de Energía

TABLA 3.17. CONSUMO DE ENERGÍA DE EQUIPOS NUEVOS

ELABORADO POR: JOSÉ RAMOS Y HUGO VINUEZA

Consumo de Energía de Equipos Nuevos					
Ítem	Descripción	Modelo	Voltaje (Voltios)	Amperaje (Amperios)	Frecuencia (Hertzio)
1	Tolva de Recepción	TKF210FC	230-460	---	60
2	Horno	FC2WWF	230,480	60,40	60
3	Tanque de Alimentación	TK210	220	15	60
4	Tanque Enfriador (Chiller)	CH100	220	20	60
5	Tablero de Controles		220	10	60
6	Caldera Pirotubular Horizontal	CB-100-100-150ST	460	---	60
7	Sistema de Alimentación de Caldera (2 Bombas)	CR3-12K-F6J-A-HQQE	230-460	---	60
8	Sistema Ablandador de Agua	WS-FSE-60-1-ED-T	115	---	60

CAPÍTULO 4

4. MONTAJE DE EQUIPOS

4.1. Adecuación de los Sitios

Una vez que se han seleccionado cada uno de los equipos se procedió a realizar las respectivas cotizaciones y órdenes de compra de los mismos, tanto extranjeras como nacionales; mientras los equipos pasan por el proceso de importación y el de desaduanización, se continúa con la adecuación de las áreas en las cuales van a ser montados e instalados los equipos; para lo cual se decidió presentar a la planta empacadora de camarón la distribución más viable de montaje de los equipos de acuerdo a las áreas que ellos tienen disponible, a continuación se menciona los parámetros establecidos por la empresa en cuestión que deben ser considerados al momento de presentar las alternativas:

- Espacio para cada uno de los equipos, recomendadas por los fabricantes.
- Considerar que a futuro se realizará la instalación de una segunda línea de Precocido de camarón, para lo cual debemos dejar reservado el espacio.

A continuación se detalla los trabajos realizados en cada una de las áreas asignadas:

Cuarto de Fuerza – Generación de Vapor

El área destinada para la instalación de los equipos generación de vapor es de 156 m^2, al momento de realizar la presentación de distribución de los equipos se ha considerado que la caldera, los tanques de almacenamiento y tanque diario de combustible son los equipos principales y los primeros en ser ubicados debido a que son los que mayor espacio requieren y de esta manera lograr una mejor distribución dentro del cuarto de fuerza; en la Figura 4.1 se ilustra el cuarto de fuerza con los equipos principales y auxiliares a instalar, los cuales se detallan a continuación:

- ✓ Caldera Primaria Cleaver Brooks de 100 BHP.
- ✓ Caldera Secundaria Cleaver Brooks de 100 BHP (Instalación a futuro).
- ✓ Manifold Distribuidor de Vapor.
- ✓ Tablero de Control (Accionamiento Manual y Automático).
- ✓ Sistema de Tratamiento de Agua de Alimentación de la Caldera.
- ✓ Tanque de Recepción del Retorno de Condensados.
- ✓ Tanque de Almacenamiento de Combustible.
- ✓ Tanque de Consumo diario de Combustible.

Es importante mencionar que para cada uno de los tanques de combustible se construirán sus respectivos muros de contención y de esta manera evitar un derrame del mismo.

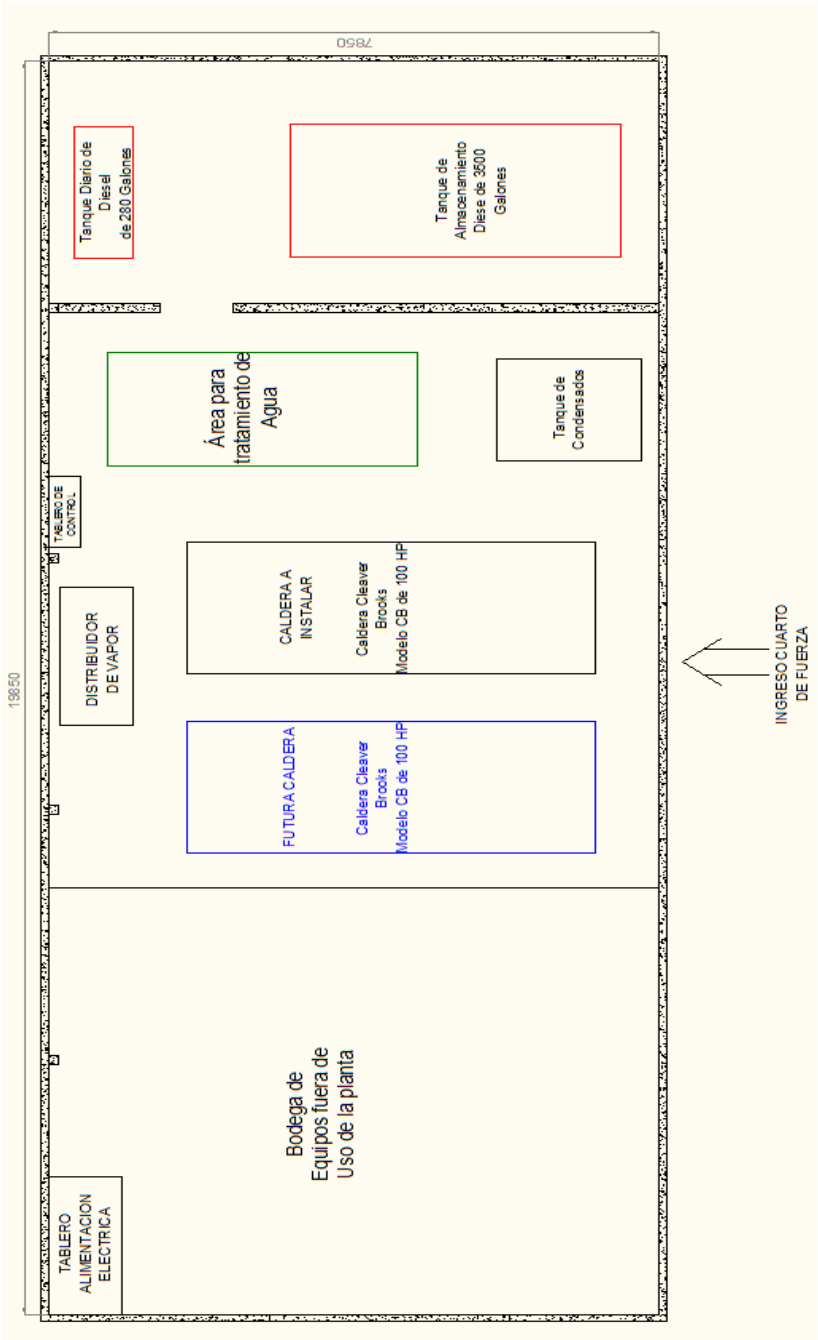


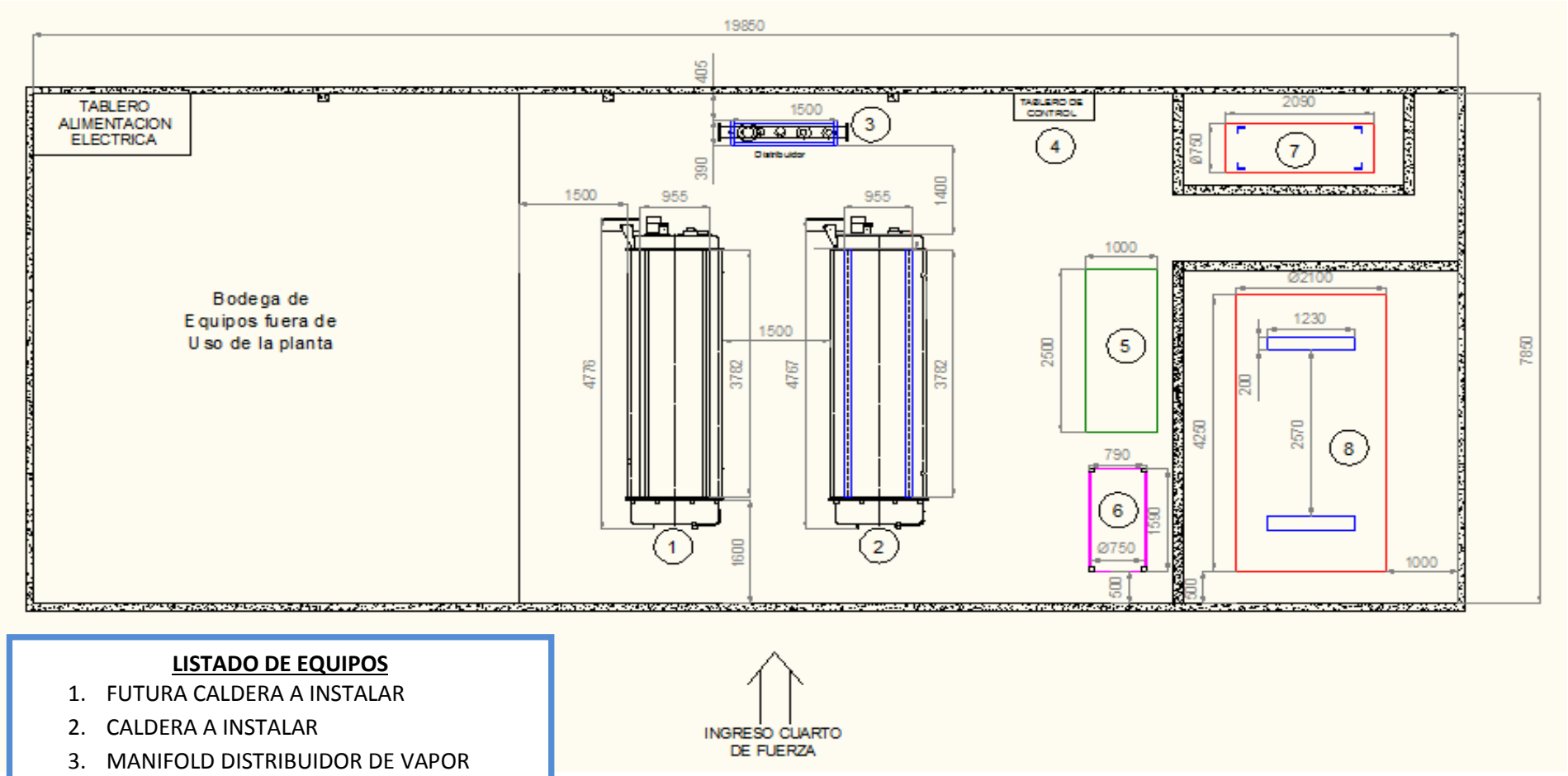
FIGURA 4.1.- DISTRIBUCIÓN CUARTO DE FUERZA

ELABORADO POR: JOSÉ RAMOS Y HUGO VINUEZA

Distribución de Equipos

La caldera y los tanques de combustible son ubicados en cuartos separados, el tanque de almacenamiento de combustible se lo ubica lo más próximo a la pared para que de esta manera el tanquero pueda descargar el combustible a una distancia más corta, cada uno de los tanques contará con su respectivo muro de contención en caso de derrame del combustible; la caldera ha sido ubicada de manera horizontal, respetando el espacio recomendado por el fabricante y las recomendaciones mencionadas por el departamento de mantenimiento, el espacio para la instalación de una futura caldera también ha sido considerado, tal como se ilustra en la figura 4.1.

Los equipos auxiliares necesarios para el correcto funcionamiento de la caldera se ubican de la manera más cercana considerando como mínimo una distancia de separación de 80 cm entre los equipos como para que una persona pueda transitar por el área y realizar los respectivos mantenimientos y maniobras sin ningún inconveniente.



LISTADO DE EQUIPOS

1. FUTURA CALDERA A INSTALAR
2. CALDERA A INSTALAR
3. MANIFOLD DISTRIBUIDOR DE VAPOR
4. TABLERO DE CONTROL – CALDERA
5. AREA DE TRATAMIENTO DE AGUA
6. TANQUE DE RETORNO DE CONDENSADOS
7. TANQUE DIARIO DE COMBUSTIBLE
8. TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE COMBUSTIBLE

FIGURA 4.2.- DISTRIBUCIÓN DE EQUIPOS

ELABORADO POR: JOSÉ RAMOS Y HUGO VINUEZA

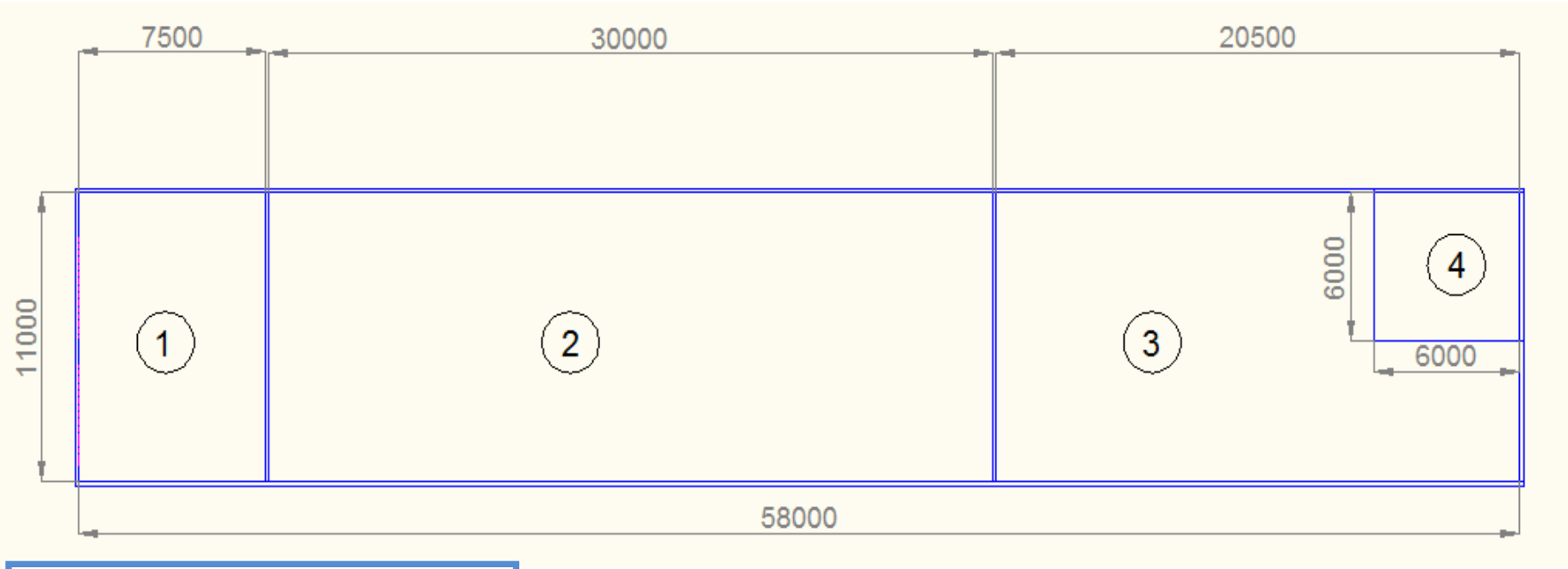
Cuarto de Cocido de Camarón

Los equipos usados en el Precocido de camarón serán ubicados dentro de la planta, el área destinada para este cuarto es de 638 m^2; el cuarto de cocido está dividido en cuatro partes, tal como se muestra en la Figura 4.3 estas divisiones han sido establecidas por la empresa para separar cada área de proceso y de esta manera llevar el respectivo control del personal que ingresa, las áreas o secciones en las que se encuentra dividida este cuarto son:

1. **Cocido del camarón.**
2. **Enfriamiento y Congelación del camarón**
3. **Empaque del camarón.**
4. **Vestuario del personal.**

Para este caso sólo se ha propuesto una alternativa de montaje debido a que el ancho del área asignada no permite ubicar los equipos en otras posiciones, pero hemos respetado los siguientes puntos para la instalación de los equipos:

- ✓ Considerar el espacio para la instalación de un futuro equipo para el cocido de camarón, lo cual involucra a los tres equipos mencionados en el punto 3.1.
- ✓ Dejar el espacio para poder realizar los respectivos mantenimientos en el área.
- ✓ Considerar que cada uno de los cuartos será un área de tránsito para pallets, cajas y personal designado para trabajar en el área.



LISTADO DE EQUIPOS

1. CUARTO DE COCIDO DE CAMARON
2. CUARTO DE ENFRIAMIENTO Y CONGELACION DE CAMARON
3. CUARTO DE EMPAQUE DE CAMARON
4. CUARTO DE VESTUARIO PARA PERSONAL

FIGURA 4.3.- DISTRIBUCIÓN CUARTO DE COCIDO DE CAMARÓN

ELABORADO POR: JOSÉ RAMOS Y HUGO VINUEZA

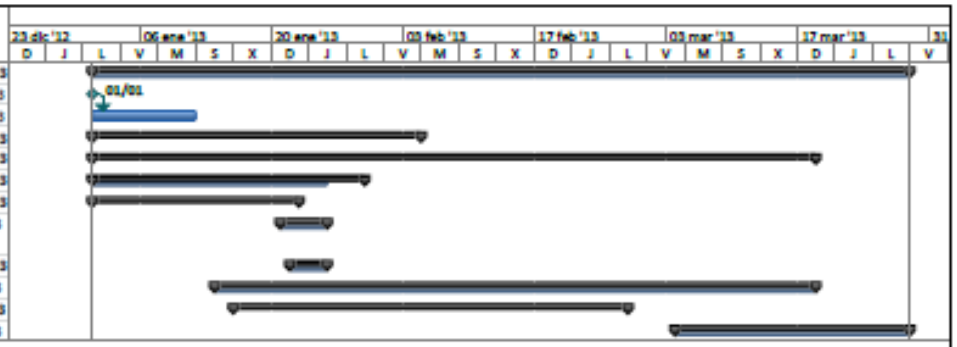
4.1.1. Montaje de Equipos de Generación de Vapor

Establecidas las distribuciones para cada uno de los equipos en las áreas asignadas para su instalación, se presentó el respectivo cronograma de trabajo a realizarse, especificando cada uno de los tiempos a cumplirse durante el desarrollo de cada una de las etapas del montaje; para la elaboración del cronograma se consideró las siguientes obras a realizarse:

- Suministro de Materiales
- Obras Civiles
- Obras Mecánicas
- Obras Eléctricas
- Pruebas y Puesta en Marcha

A continuación se presenta el cronograma detallando cada una de las actividades a realizarse con sus respectivos tiempos de entrega; es importante mencionar que en los puntos siguientes se detallarán los trabajos de esta manera comparar el cronograma real con el planificado.

Id		Modo de tarea	Nombre de tarea	Duración	Comienzo
1			SISTEMA DE PRE COCIDO DE CAMARON	63 días	mar 01/01/13
2			INICIO DEL PROYECTO	0 días	mar 01/01/13
3			ELABORACION DE CONTRATO Y ENTREGA DE ANTICIPO	9 días	mar 01/01/13
4			SUMINISTRO DE MATERIALES	25 días	mar 01/01/13
9			EJECUCION DE OBRAS CUARTO DE FUERZA	55 días	mar 01/01/13
10			OBRAS CIVILES	21 días	mar 01/01/13
11			PREPARACION DEL AREA DE MONTAJE	16 días	mar 01/01/13
16			CONSTRUCCION DE MUROS DE CONTENCION PARA DERRAME COMBUSTIBLE	5 días	lun 21/01/13
21			CONSTRUCCION DE MUNECOS PARA TUBERIA	4 días	mar 22/01/13
24			OBRAS MECANICAS	46 días	lun 14/01/13
37			OBRAS ELECTRICAS	30 días	mié 16/01/13
42			PRUEBAS Y PUESTA EN MARCHA	19 días	lun 04/03/13



Proyecto: CRONOGRAMA SISTEM
Fecha: dom 05/05/13

Tarea		Tareas externas		Tarea manual		Sólo fin	
División		Hito externo		Sólo duración		Fecha límite	
Hito		Tarea inactiva		Informe de resumen manual		Progreso	
Resumen		Hito inactivo		Resumen manual			
Resumen del proyecto		Resumen inactivo		Sólo el comienzo			

Para la ejecución de cada uno de los trabajos a realizarse, obra civil, obra mecánica y eléctrica, el área asignada de trabajo para los contratistas es al lado izquierdo del futuro cuarto de fuerza; debido a que la bodega de materiales se encuentra a una distancia de 500 metros, se asignaron áreas de 2,5 X 2,5 metros para que puedan colocar sus cajones con herramientas y máquinas de trabajo, y de esta manera disminuir los tiempos de movilización hacia la bodega y optimizar los tiempos de trabajo.

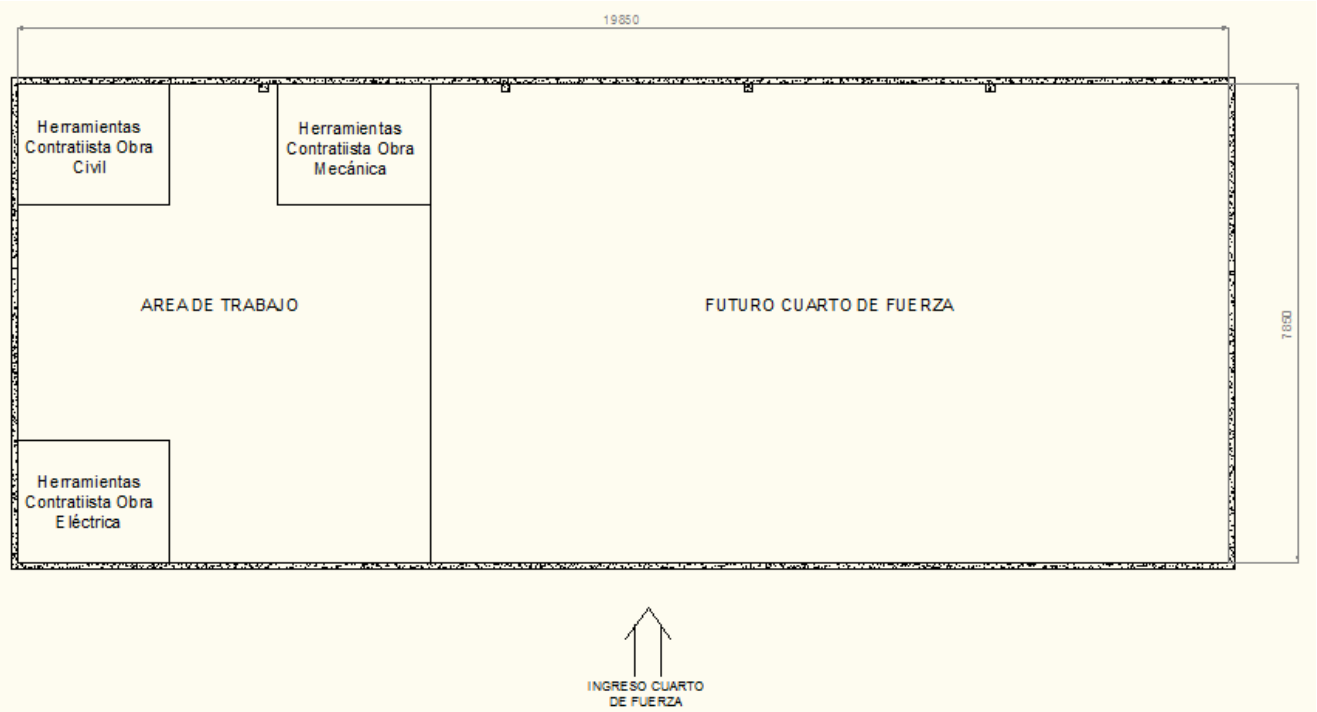


FIGURA 4.4.- DISTRIBUCIÓN DE ÁREAS DE TRABAJO CONTRATISTAS

ELABORADO POR: JOSÉ RAMOS Y HUGO VINUEZA

Una vez establecidos los términos y condiciones de trabajo con cada uno de los contratistas, se dio inicio a los trabajos del cuarto de fuerza.

Obra Civil

Dentro del área asignada para el cuarto de fuerza se comenzaron a realizar los trabajos tal como se mencionan en el respectivo cronograma:

Preparación del área de montaje

Se realizó el desalojo de equipos dados de baja que se encontraban en el área, dejándola despejada para poder realizar los respectivos estudios de suelo a cargo del Ingeniero Civil asignado de la planta y constatar si el suelo era lo suficientemente resistente para soportar el peso del equipo más crítico, en este caso el de la caldera de 100 HP.

Debido a que el suelo no presentaba la resistencia adecuada se procedió a realizar los respectivos trabajos de mejora de suelo, los trabajos realizados fueron de perforación en aquellos lugares (ver Figura 4.5) en que iban a ser montados la caldera, y los tanques de combustibles, puesto que son equipos de peso considerable; una vez realizadas las perforaciones se procedió a realizar la respectiva fundición en los sitios mencionados, instalación de la malla a tierra para la protección de los equipos, nivelación y espera del tiempo de fraguado de la fundición.

El tiempo de preparación del área de montaje se cumplió en base a lo establecido en el cronograma de trabajo.

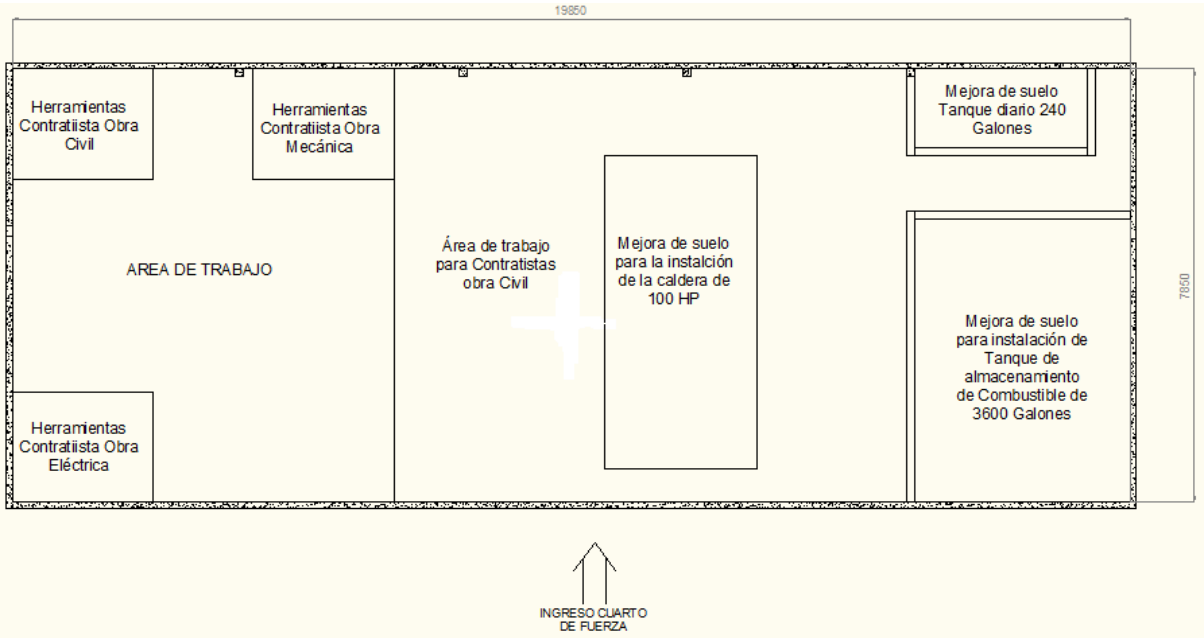


FIGURA 4.5.- TRABAJOS CIVILES

ELABORADO POR: JOSÉ RAMOS Y HUGO VNUEZA

Construcción de muros de contención para derrame de combustible

Antes del inicio de la construcción de los muros de contención para derrame de combustible, los tanques de 3600 y 240 galones ya se estaban construyendo en el área de trabajo, esto debido a que el área asignada para los tanques no es lo suficientemente grande como para construirlos una vez terminados los muros de contención; para este caso todo el material necesario para la construcción de los mismo se pidió con anticipación y se realizaron los trabajos de manera coordinada con el personal a cargo de la obra civil, tanto al momento de instalarlos en sitio como los respectivos trabajos de pintura y pruebas de inspección para cada uno de los tanques.

Para garantizar un trabajo seguro se llevó un estricto control en el uso de los implementos de seguridad acorde a los trabajos a realizar y el respectivo aislamiento del área con conos de seguridad y cinta indicadora del riesgo por los trabajos realizados.

Una vez que los tanques fueron colocados en sitio, se procedió a construir los muros para cada tanque, con sus respectivos acabados, enlucido, y pintado; los materiales para este trabajo se encontraban dentro de la instalación y se pudo cumplir con el cronograma de trabajo planteado e incluso se logró reducir el tiempo previsto para la construcción de los tanques, así como cada uno de sus respectivos muros de contención.

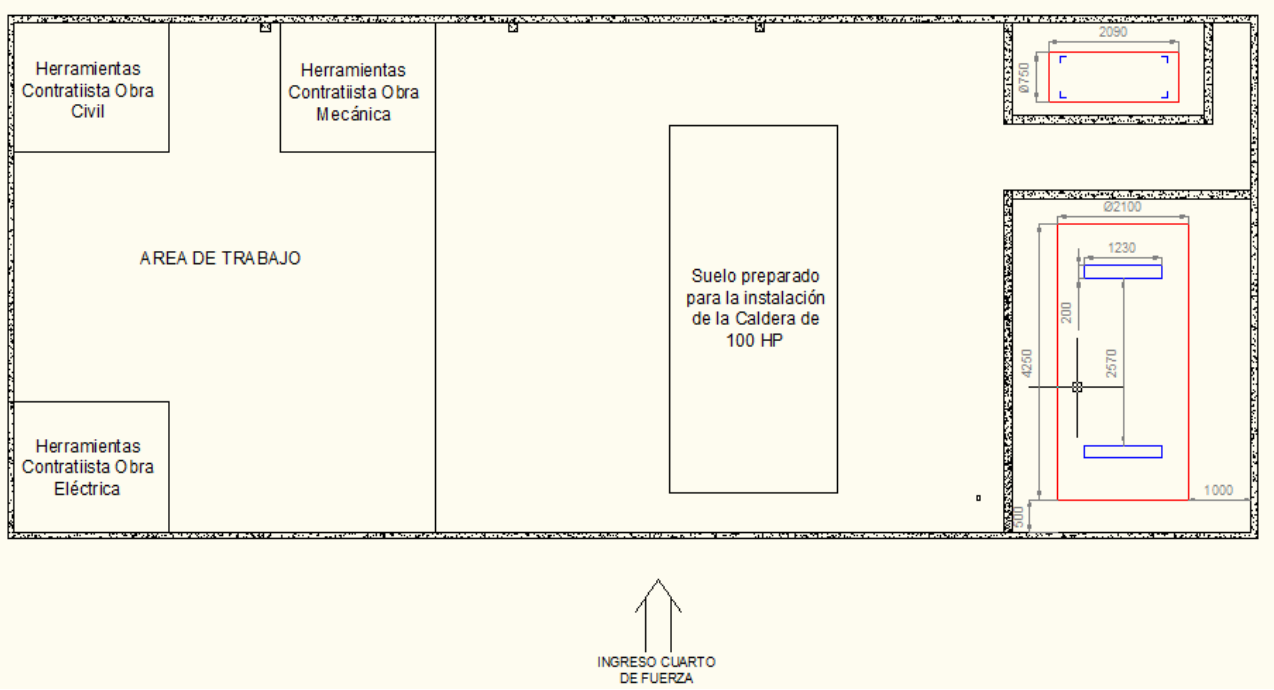


FIGURA 4.6.- UBICACIÓN DE TANQUES CON SUS MUROS

ELABORADO POR: JOSÉ RAMOS Y HUGO VINUEZA

Construcción de Soportes para tubería

La construcción de estos muros se los realizó en el exterior del cuarto de fuerza, ubicándolos en la dirección del trazado de la tubería de vapor y de retorno de condensado, en total se construyeron 20 muros, cuyas dimensiones son de 40 X 40 X 20 centímetros, ubicados a 2 metro de distancia entre sí; este trabajo no presentó ningún tipo de inconveniente y se lo realizó coordinando los trabajos planificados para el montaje de las tuberías, dando el tiempo suficiente para que el cemento frague por completo, cabe mencionar que durante los días de la construcción de los soportes se presentaron lluvias en las diferente horas de trabajo, por lo cual se tuvieron que resanar varias veces varios soportes para que queden en buen estado para cuando se monte la tubería de vapor.

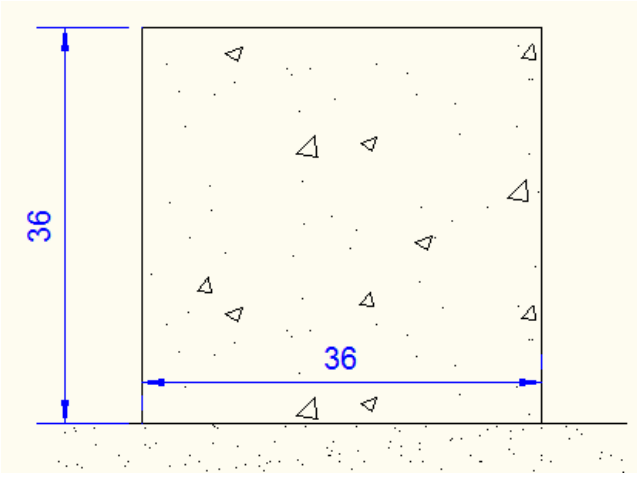


FIGURA 4.7.- SOPORTE PARA TUBERÍA DE VAPOR Y CONDENSADO

ELABORADO POR: JOSÉ RAMOS Y HUGO VINUEZA

Obra Mecánica

Para la realización de la obra mecánica se analizaron cada uno de los posibles riegos presentes al momento de realizar los diferentes trabajos metalmecánicos involucrados en el proyecto, para lo cual se llevó acabo un estricto control de los implementos de seguridad a cada uno de los trabajadores asignados; en el día a día se otorgaban permisos de trabajo acorde a las actividades planificadas para cada día, en la cual se identificaban los siguientes parámetros que se mencionan en el siguiente formato:

FORMATO IDENTIFICADOR DE RIESGOS / IMPACTOS

Descripción de trabajo: _____

Fecha de ejecución: _____

1) PROCEDIMIENTOS DE LA COMPAÑÍA	APLICA	NO APLICA
Control de Energías Peligrosas	_____	_____
Trabajos en Alturas	_____	_____
Trabajos en Caliente (Corte y Soldadura)	_____	_____
Espacios confinados	_____	_____
Izar cargas	_____	_____
Accesos a áreas Intersección de Peatón	_____	_____
Manejo de residuos sólidos y peligrosos	_____	_____

2) RIESGOS A CONTROLAR

Deshidratación: _____ Atrapamiento: _____ Quemaduras: _____

Caídas: _____ Heridas: _____ Contaminación: _____ Salpique: _____

Intoxicación: _____ Asfixia: _____ Radiactividad: _____

Exposición a Arco Eléctrico: _____ Restricciones Médicas: _____

Riesgos Biológicos: _____ Otros: _____

3) SITIOS DE TRABAJO

Piso..... Limpio: ____ Firme: ____ Seco: ____ Libre: ____ Otro: ____

Estructuras..... Buen estado: ____ Mal estado: ____ Otro: ____

Ruta de Evacuación..... Identificada: ____ Libre: ____ Otro: ____

Espacio..... Suficiente: ____ Otro: ____

Iluminación..... Adecuada: ____ Inadecuada: ____ Otro: ____

Ubicación de..... Lava ojos: ____ Camilla: ____ Extintor: ____ Otros: ____

4) EQUIPOS DE PROTECCION PERSONAL

Gafas de Protección: ___ Guantes de Protección: ___ Protección Auditiva: ___

Botas de Protección Dieléctricas: __ Cascos de Protección: __ Mascarilla: __

FIGURA 4.8.- FORMATO DE IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS / IMPATOS

Una vez revisado cada uno de los puntos del formato y haber constatado que los trabajadores cumplían con cada uno de los implementos de seguridad, y conocidos los posibles riesgos al momento de realizar sus trabajos se daba el visto bueno para comenzar la jornada laboral.

Los trabajos mecánicos se coordinaron con la entrega de cada uno de los materiales necesarios para realizar los trabajos tanto al interior del cuarto de fuerza como en el exterior, los mismos que se detallan a continuación:

Construcción, montaje de tanque de 3600 y 240 galones de combustible y pruebas de inspección.

La construcción de los tanques para combustible involucran varios riesgos para la integridad física del personal asignado, durante los días de construcción de los tanques se otorgaron los respectivos permisos de trabajo para corte y soldadura, acorde al formato establecido por la empresa en la cual se mencionan cada uno de los implementos de seguridad a utilizar acorde a la posición en que se va a soldar, el respectivo aislamiento del área con conos de color naranja y cinta indicadora de peligro que limite el paso de personas ajenas a la obra, la utilización de un extintor en caso de generarse un incendio o quemadura, revisión de cada uno de los equipos a utilizar, verificación de que el área este limpia y con una ventilación adecuada.

Una vez que el formato fue revisado, chequeado y firmado por cada uno de los trabajadores y supervisores que garantizaban el cumplimiento de cada uno de los puntos se procede con la construcción de los tanques.

El diseño y construcción de cada uno de los tanques se los realizó bajo la norma API 650, en este caso para el almacenamiento de Diesel N° 2; bajo las condiciones de esta norma se seleccionó como material de construcción de los tanques el Acero A – 36 (nos interesa el espesor), el cual se encontraba en las instalaciones y fue entregado al personal asignado para realizar el trabajo.

El área de trabajo asignada para el contratista fue aislada con cinta de peligro y con conos de color naranja, para de esta manera limitar el área de tránsito y evitar lesiones a personal ajeno a la obra, de la misma manera se revisaron cada uno de los equipos de protección personal EPP para cada trabajo; se supervisaron cada uno de los trabajos de corte de las planchas y de los trabajos de soldadura para garantizar un trabajo de calidad y evitar pérdidas al momento de llenar cada uno de los tanques con el combustible; cada uno de estos fue construido con sus respectivas soportes, entrada hombre (manhole), válvula de purga y conectores para su llenado de combustible.

Una vez que se terminaron de construir los tanques se procedió a realizar las respectivas pruebas para aceptación de la obra, las

pruebas que se realizan a este tipo de construcciones son: líquidos penetrantes, pruebas de ultrasonido, las pruebas de radiografiado , siendo esta última la que se usa con mayor frecuencia así como también las pruebas neumáticas; para este caso se seleccionó la prueba neumática en vista de que no se trata de enormes tanques y no justificaría su gasto económico.

Para poder realizar la prueba neumática a cada uno de los tanques antes mencionados se los cerró herméticamente de todas sus boquillas y se colocaron refuerzos temporales en la parte baja del mismo para de esta manera evitar que se formen posibles deformaciones en la estructura del taque, la presión a la cual fueron sometidos los tanques fue de 5 PSI, la cual es una presión recomendada para tanques con un diámetro menor a 3,65 metros.

Presurizado el tanque se procedió a colocar jabonadura en los cordones de soldadura de las tapas, cuerpo del tanque, boquilla, etc., en lo cual no se observó ningún tipo de filtración y se procedió a pintar cada uno de los tanques con pintura anticorrosiva para luego ser instalados en sus respectivos sitios, tal como se mostró en la figura 4.6.

Construcción e instalación de soportes tipo Patín para tubería de Vapor y Retorno de condensado.

Los soportes para cada una de las tuberías son construidas tipo patín, los mismos que se usan cuando se transporta vapor o algún tipo de fluido a través de la tubería, el material con el cual fueron construidos son de acero estructural A – 36.

Debido al recorrido seleccionado de la tubería de vapor y de retorno de condensado, se instalaron soportes tipo ménsula, pedestal y tipo colgante, los cuales se pueden apreciar en la figura 4.10, en la cual se detallan los lugares en los cuales fueron instaladas según el recorrido trazado hacia el cuarto de en el cual fue ubicado el Cocinador de camarón.

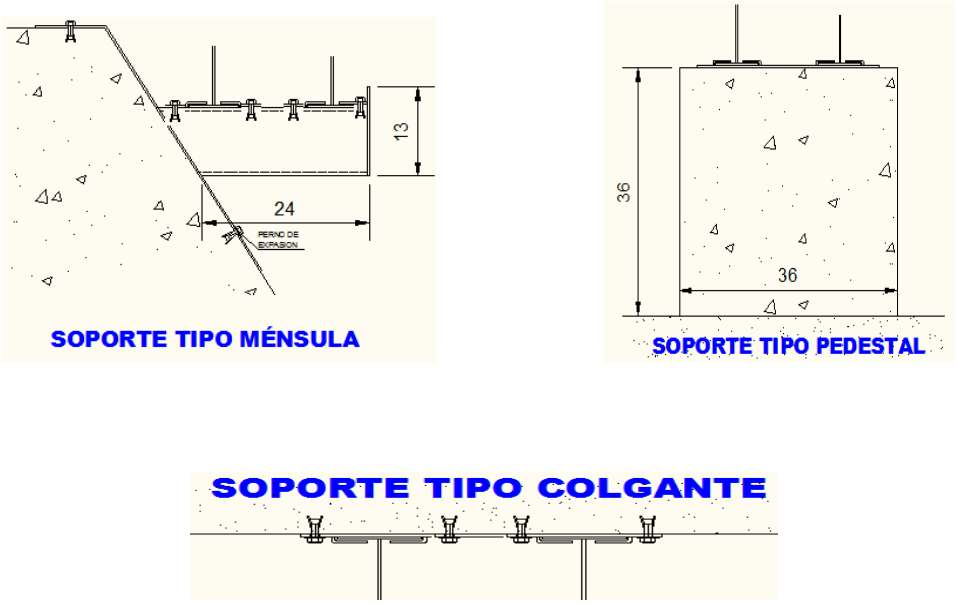


FIGURA 4.9.- SOPORTES TIPO PATÍN

ELABORADO POR: JOSÉ RAMOS Y HUGO VINUEZA

La construcción de los soportes y su instalación se realizó en tres días, logrando disminuir el tiempo programado.

Instalación de Caldera de 100 HP

La instalación de la caldera se la realizó bajo las recomendaciones de la NORMA UNE 60.601, la cual nos menciona los requisitos que un cuarto de caldera debe cumplir, así como la correcta instalación de la caldera dentro del cuarto de fuerza y los espacios a respetar para un realizar un correcto mantenimiento y el personal pueda desplazarse sin complicaciones.

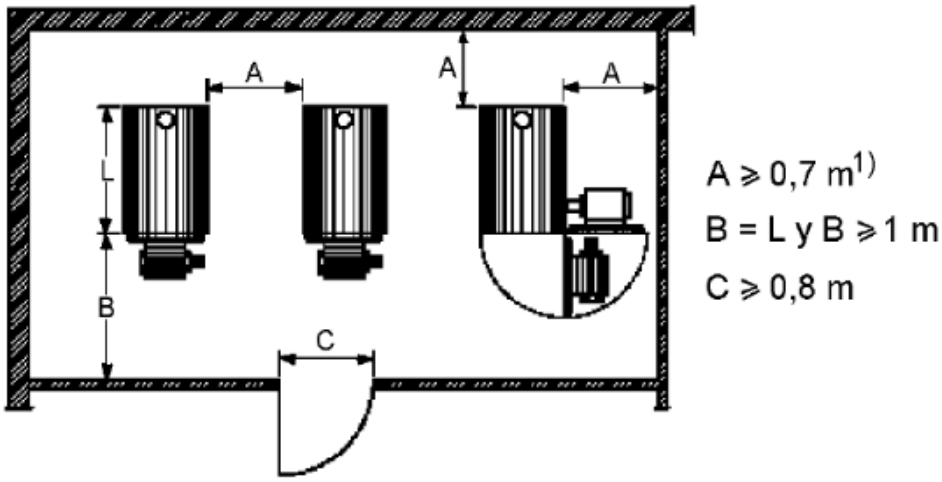


FIGURA 4.10.- DISTRIBUCIÓN CURTO DE FUERZA (ver anexo para distintas opciones de instalación de calderas)

Mientras que el espacio reservado para la instalación de la caldera dentro del cuarto de fuerza se iba mejorando con la obra civil antes mencionada se esperaba el arribo de la caldera a las instalaciones de la planta, pero se presentaron inconvenientes con el proceso de

desaduanización dentro de nuestro país por lo cual la caldera no fue entregada a tiempo sino con 3 días de retraso según lo programado por el departamento de compras en coordinación con la aduana de Guayaquil.

Una vez que la caldera fue recibida dentro de las instalaciones se procedió a realizar el respectivo desembarque del contenedor, para lo cual fue necesario del uso de un montacargas de 10 toneladas y 2 montacargas de 3 toneladas debido a que la caldera era demasiada larga; el montacargas de 10 toneladas sacó la caldera lo más próximo a la puerta del contenedor mientras que los montacargas de 3 toneladas se ubicaban a los costados para soportar la caldera, una vez que la caldera quedó sujeta por los dos montacargas la plataforma avanzó hacia adelante dejando la caldera totalmente fuera del contenedor y los dos montacargas pudieron colocarla en el suelo para que el de 10 toneladas pueda levantarla y ubicarla en el sitio más próximo al lugar de instalación, también se realizó la respectiva verificación de cada una de las partes y accesorios que constaban en el listado de compra.

Para dejar la caldera ubicada en el sitio asignado en base a la NORMA UNE 60.601 fue necesario levantar la caldera con ayuda de un tecle y colocar debajo de su estructura de soporte varios tubos y de esta manera poder deslizarla hasta el lugar adecuado.

La ventilación del cuarto de fuerza es un papel muy importante que se consideró, y lo cual no representó mayor problema dado que el cuarto de fuerza era cubierto con el techo y cerrado con malla metálica, lo cual generaba una ventilación adecuada y evitaba la concentración de calor y malestar para los operadores.

Los tiempos establecidos para la instalación de la caldera se lo realizó en menos tiempo que el establecido aun cuando se presentó el inconveniente de entrega y la falta de coordinación entre el departamento de compras y el proceso de desaduanización del equipo.

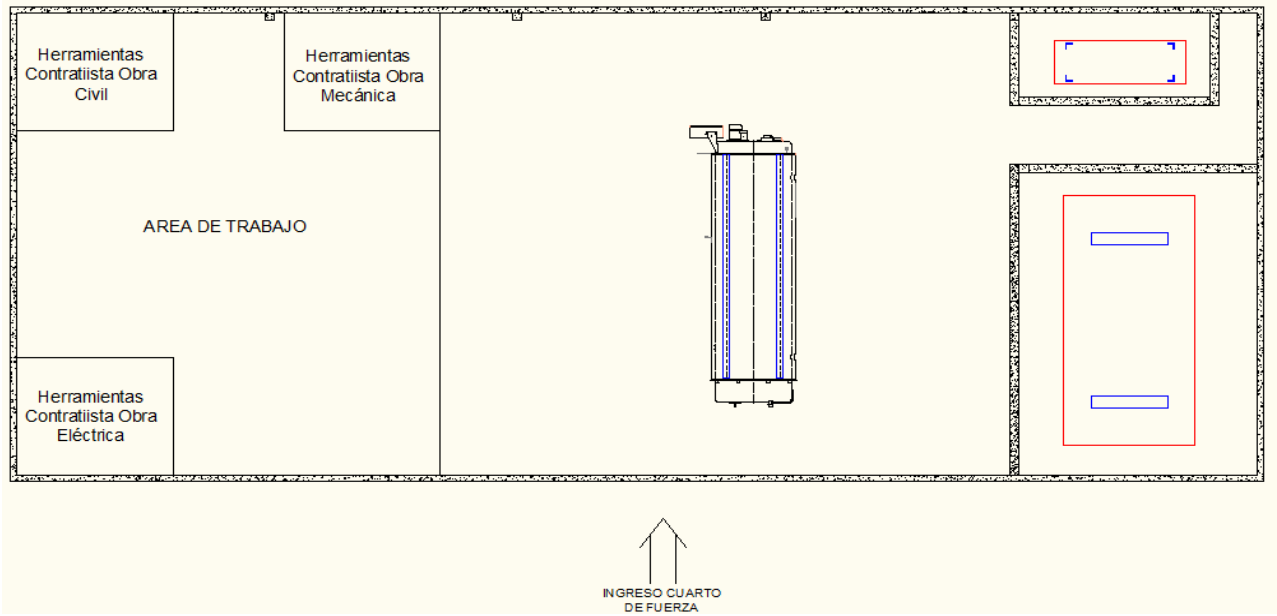


FIGURA 4.11.- INSTALACIÓN DE CALDERA DE 100HP

ELABORADO POR: JOSÉ RAMOS Y HUGO VINUEZA

Construcción e instalación de Manifold para vapor

El distribuidor de vapor fue diseñado para satisfacer la demanda de vapor a la presión establecida para el proceso; su diseño se lo hizo considerando las dos calderas que van a proveer de vapor, una que va a quedar instalada y otra que se instalará a futuro, el distribuidor que es un recipiente horizontal sometido a presión y a determinado flujo másico, está conformado por un cuerpo, sistema de purga o drenaje, bridas laterales con sus respectivos empaques para evitar fugas de vapor, manómetros para poder observar la presión a la cual está operando el sistema.

A continuación se presenta el Manifold de vapor con cada uno de sus partes para su correcto funcionamiento.

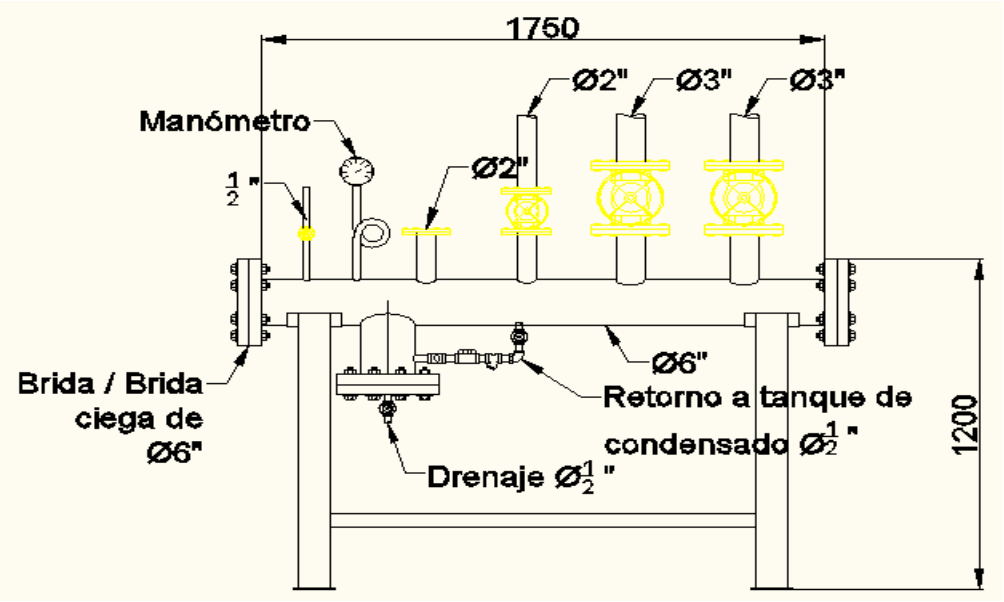


FIGURA 4.12.- DISTRIBUIDOR DE VAPOR CON SUS ACCESORIOS

ELABORADO POR: JOSÉ RAMOS Y HUGO VINUEZA

La construcción del distribuidor de vapor con sus respectivos soportes y accesorios se la realizó en tres días, esto se logró debido al trabajo coordinado y repartido del personal, mientras el soldador realizaba su trabajo de soldadura en la construcción de los soportes tipo patín, el armador preparaba las respectivas superficies del tubo de 6” de diámetro para soldarlo a las bridas y de la misma manera preparaba los empaques para evitar las fugas de vapor; en este caso también fue necesaria una prueba neumática, tal como se mencionó en la pruebas de los tanques de combustible dado que el diámetro del tubo es menor a 3,65 metros; una vez realizada la prueba no se encontraron problemas en los cordones de soldadura, lo cual dio el visto bueno para proceder con los trabajos con pintura anticorrosiva para el equipo y ubicarlo en el sitio, anclado al piso con pernos de expansión tal como se muestra en la figura 4.13.

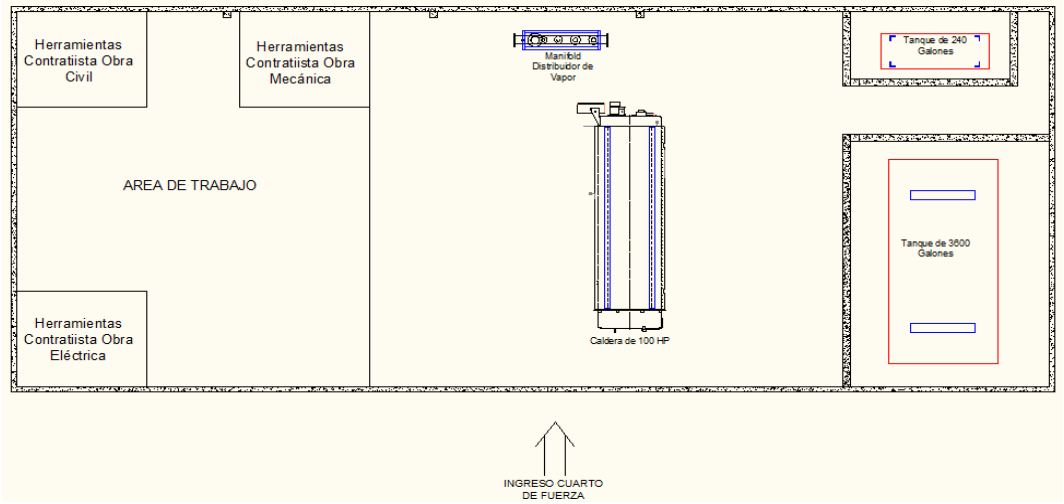


FIGURA 4.13.- UBICACIÓN DEL DISTRIBUIDOR PARA VAPOR

ELABORADO POR: JOSÉ RAMOS Y HUGO VINUEZA

Instalación del sistema de tratamiento de agua

Debido a recomendaciones del fabricante y por tema de garantía del equipo se optó por adquirir el sistema de tratamiento de agua de la misma marca, en base a las condiciones de selección planteadas en el capítulo 3; una vez que el equipo con sus respectivos accesorios fue recibido en la planta junto a la caldera, se procedió a realizar los trabajos en ensamble de sus componentes en base a las recomendaciones dada por el fabricante en el manual de instrucciones, donde se menciona las medidas a las cuales deben ser cortados los tubos y como deben ser colocados sus accesorios, tal como se muestra en las siguientes figuras.

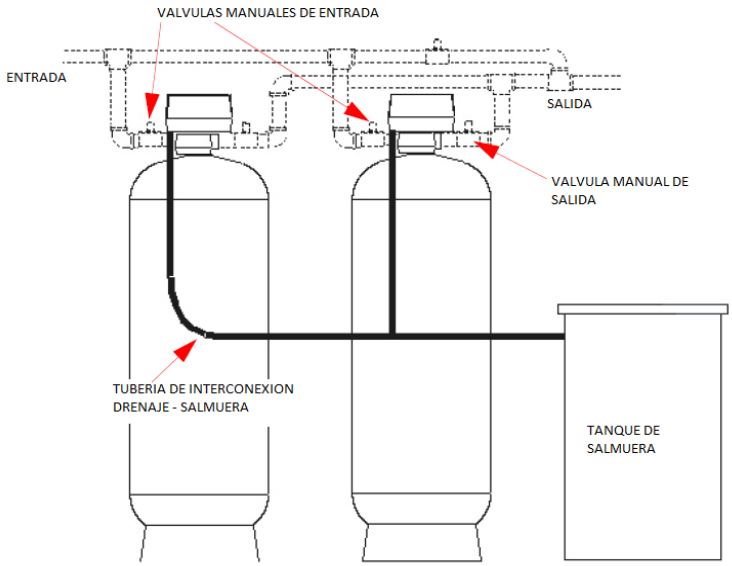
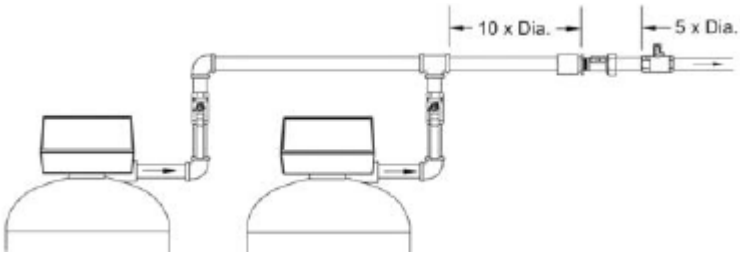


FIGURA 4.14. ESQUEMA DE INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUA

FUENTE: MANUAL DEL SISTEMA ABLANDADOR



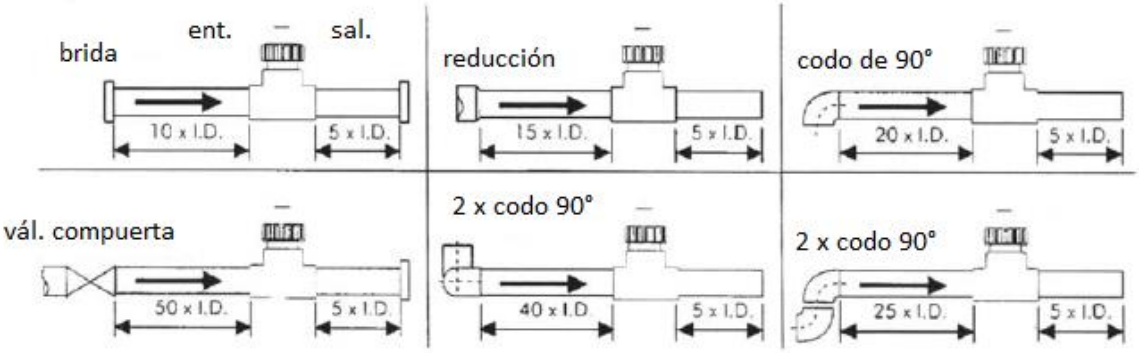


FIGURA 4.15.- ESQUEMA DE INSTALACIÓN DE ACCESORIOS

FUENTE: MANUAL DE OPERACIÓN DEL SISTEMA DE ABLANDAMIENTO DE AGUA CLEAVER BROOKS

La instalación completa del sistema de tratamiento de agua se realizó en tan sólo tres días y no cinco como se lo tenía planificado, debido a que todos los accesorios y demás componentes se recibieron al momento de recibir la caldera salvo las tuberías PVC que fueron adquiridas por compra nacional; la calibración y programación del sistema se la realizó durante la calibración de la caldera, para poder coordinar todos los parámetros y dejar los valores fijos de operación.

A continuación se muestra en una vista de planta del cuarto de fuerza la ubicación del sistema de tratamiento de agua.

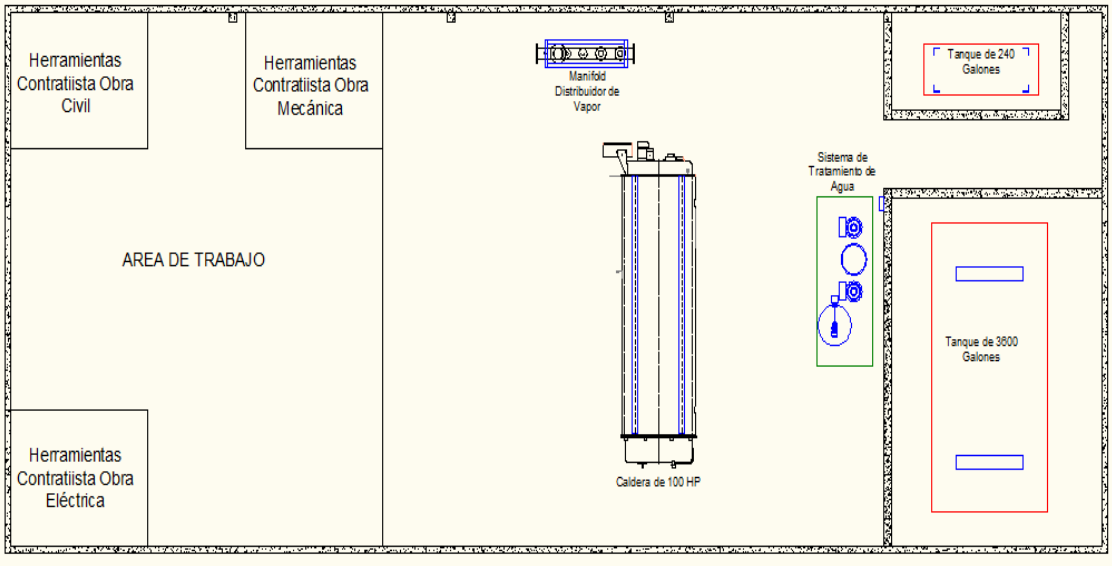


FIGURA 4.16.- UBICACIÓN DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUA

ELABORADO POR: JOSÉ RAMOS Y HUGO VINUEZA

Instalación del Desaireador del cuarto de fuerza

El tanque Desaireador fue seleccionado en base a la potencia de la caldera, es decir de 100 BHP, el pedido se lo realizó con sus respectivos accesorios, indicador de nivel, válvulas de cierre rápido, etc., se lo hizo una vez iniciada la compra de la caldera, para que los tiempos planificados coincidan y no se tenga ningún tipo de retraso.

La entrega del tanque en nuestras instalaciones se realizó según lo planificado con el departamento de comprar y de bodega, para que todas las herramientas necesarias para su instalación estén a la mano, también se pidió un reporte al fabricante sobre las pruebas

realizadas al tanque, pruebas neumáticas para detección de fugas o alguna otra que ellos consideren y de esta manera garantizar un trabajo de calidad.

Una vez que el tanque fue ubicado en el sitio y anclado al piso, se procedió a realizar la instalación de las bombas de agua de alimentación a la caldera, se consideró instalar dos bombas bajo la modalidad de trabajo en stand – by o de emergencia, en caso de que la bomba principal sufra un tipo de avería inmediatamente entre en funcionamiento la bomba secundaria y de esta manera no parar la producción.

El tiempo estimado para la instalación del sistema completo no presentó ningún tipo de inconveniente y se culminó con la instalación dos días antes de lo planificado.

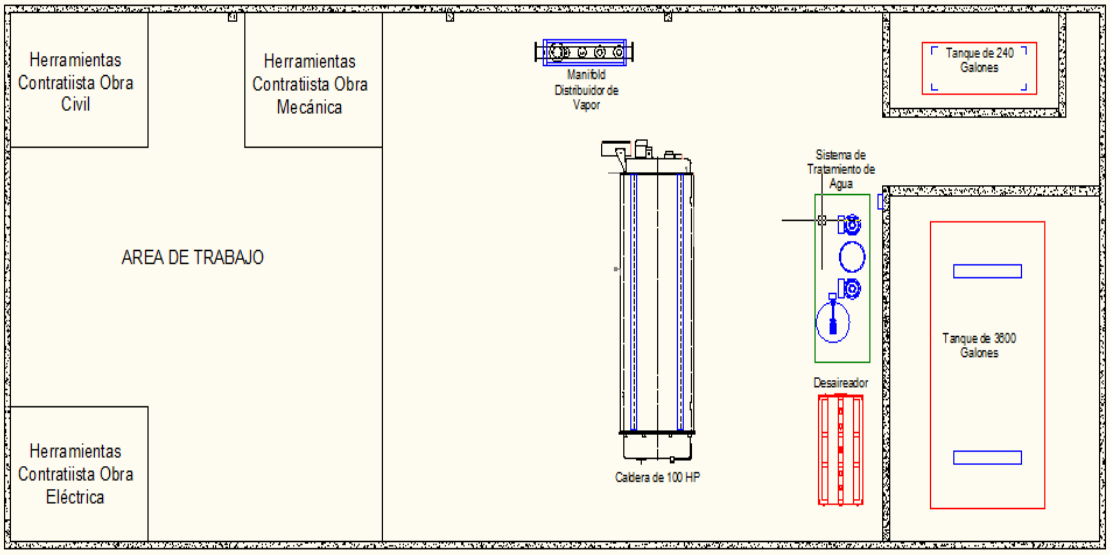


FIGURA 4.17.- INSTALACIÓN DESAIREADOR CUARTO DE FUERZA

ELABORADO POR: JOSÉ RAMOS Y HUGO VINUEZA

Construcción e instalación de la Chimenea

Una vez que la caldera ha sido instalada en el lugar asignado dentro del cuarto de fuerza y establecidos los parámetros de operación, se procedió a la instalación de la correspondiente chimenea de la caldera, la misma que tiene un diámetro de 12” y va bridada a la caldera.

Para poder realizar el montaje se contaron con todas las normas de seguridad involucradas para los diferentes trabajos que se iban a realizar en altura, como la chimenea tiene una longitud de 7,5 metros fue necesaria la utilización de un andamio, arnés, casco de demás

equipos de protección personal (EPP) para cada uno de los trabajadores involucrados en la obra; cada día de trabajo se realizaba un estricto control y verificación de que los equipos a utilizar estén en las óptimas condiciones, la utilización de conos de seguridad fueron necesarios para marcar el área y de esta manera prohibir el paso de personas cerca del área porque habría riesgos como la caída de alguna herramienta de trabajo.

Como el cuarto de fuerza ya tenía instalado un techo formado con Dipaneles Galvalume se tuvo que realizar el agujero para que la tubería pueda atravesar el techo, para esto la persona necesitó su respectivo arnés, sujetarse a una línea de vida, en este caso una de las vigas de la estructura del cuarto de fuerza para brindar la seguridad de quedar sujeto en caso de un resbalón; una vez que el agujero fue realizado de procedió a la instalación de la chimenea, la cual está conformada de dos cuerpos dado que en el mercado existen tuberías de sólo hasta 6 metros de longitud, ambos cuerpos son unidos mediante bridas con su respectivo empaque para sellar las uniones y su respectivo sombrero chino para evitar que el agua entre al interior de la caldera en caso de lluvia.

Una vez armada la chimenea se procedió a la instalación de un tecle a nivel del techo para poder levantarla y con ayuda del personal de apoyo en tierra y otros dos subidos en el andamio dirigir la chimenea hasta dejarla en la posición adecuada, asentada la chimenea en la

descarga de gases de la caldera y colocado su respectivo empaque se colocaron y ajustaron los pernos para dejarla estable en su base, mientras que en la parte superior se cubren los claros dejados en el techo con Chova, para de esta manera evitar filtraciones hacia el interior del cuarto.

Los trabajos de la instalación de la chimenea se realizaron en tan sólo tres días.

Instalación de tubería de vapor y retorno de condesados

La tuberías partieron desde el cuarto de fuerza hacia el cuarto donde se realizará el Precocido de camarón, dado que los soportes para los diferentes tramos de tubería ya se los habían construido y ubicados en sitio a las distancias consideradas, se procedió a soldarlos a las respectivas tuberías y realizar las respectivas conexiones hacia el Cocinador; por seguridad y para poder regular la presión entregada por la caldera hacia el Cocinador fue necesaria la instalación de un banco de reductor de presión, ver figura 4.18, el mismo que fue instalado en sitio y su calibración realizada al momento de realizar las pruebas de los equipos.

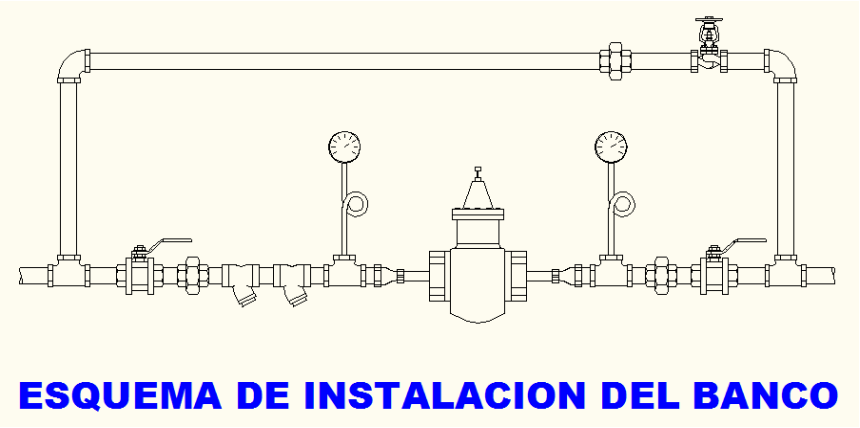


FIGURA 4.18 BANCO REDUCTOR DE PRESIÓN

ELABORADO POR: JOSÉ RAMOS Y HUGO VINUEZA

Una vez que las tuberías fueron instaladas con sus respectivas válvulas de purga, banco reductor de presión y demás accesorios, se procedió a realizar la respectiva prueba neumática para determinar posibles fugas por malas instalaciones o falta de ajustes en las uniones bridadas, o de posibles fugas en las uniones soldadas de cada uno de los accesorios de las tuberías.

Tanto para las líneas de vapor y condensado se realizo un “flushing” para limpiar todas las tuberías internamente y así evitar que cualquier elemento extraño ingrese a las válvulas reguladoras y sistemas de consumos de vapor. El mismo procedimiento se hizo para las líneas de combustible.

Se procedió pruebas hidrostáticas a 2500 psi de acuerdo a la norma ASTM A 53 GR B (ver anexos) tanto en las líneas de vapor,

condensado y combustible para verificar que no existan fugas en uniones.

Garantizada la no existencia de fugas a lo largo de toda la tubería, se procedió a la instalación del respectivo recubrimiento de la línea, el material usado para el mismo fue lana de vidrio de diferente espesor para cada tubería; a medida que el aislamiento era colocado se lo recubría con aluminio para de esta manera impedir que la lana se moje y no dejarla expuesta al ambiente, evitando perdidas de calor y eliminado la formación de condensado mientras la línea se encuentre operando.

Se presentaron varios inconvenientes al momento de realizar la instalación del aislamiento, las excesivas lluvias retrasaron en tres días el tiempo de entrega de la instalación del aislamiento, dado que el aislamiento pierde eficiencia al entrar en contacto con agua de manera excesiva y durante las lluvias se pararon las obras para no generar pérdidas y tener que volver a comprar el material.

En las siguientes imágenes se ilustran las diferentes instalaciones de tuberías realizadas y como quedaron al finalizar la instalación con su respectivo aislamiento.

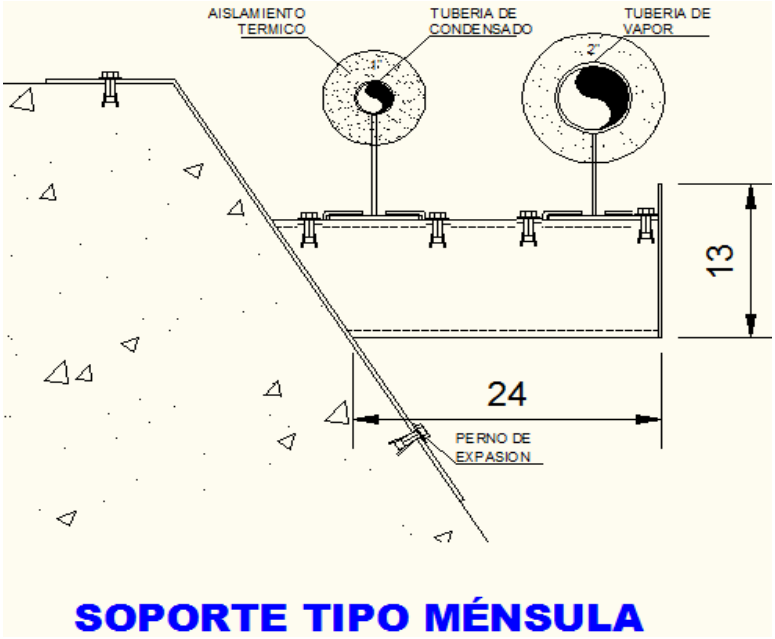


FIGURA 4.19.- INSTALACIÓN DE TUBERÍA EN CANAL DRENAJE

ELABORADO POR: JOSÉ RAMOS Y HUGO VINUEZA

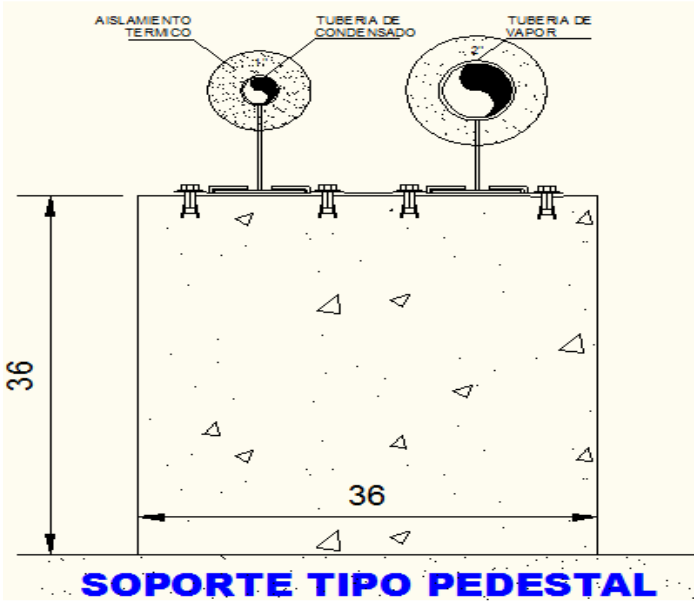


FIGURA 4.20.- INSTALACIÓN DE TUBERÍA EN SOPORTES DE CEMENTO

ELABORADO POR: JOSÉ RAMOS Y HUGO VINUEZA

FIGURA 4.21.- INSTALACIÓN DE TUBERÍA COLGANTE

ELABORADO POR: JOSÉ RAMOS Y HUGO VINUEZA

Obra Eléctrica

Instalados cada uno de los equipos del cuarto de fuerza se procedió a realizar las respectivas alimentaciones eléctricas a cada uno de los equipos, el tablero de control principal de voltaje 440 para la alimentación de todo el cuarto; este trabajo estuvo a cargo del Ingeniero Eléctrico asignado por la empresa, supervisó cada una de las acometidas e instalaciones a cada uno de los equipos instalados.

El tiempo de entrega de la obra eléctrica se cumplió en base al cronograma establecido para los trabajos a realizar.

4.1.2. Montaje de Equipos para Camarón Precocido

En el montaje de planta se deben considerar las aéreas tanto de los equipos nuevos como de los antiguos y futuros, además de los espacios disponibles para los equipos requeridos para realizar la nueva instalación.

Para este trabajo se asigna un Ingeniero con la debida experiencia en este tipo de montajes, teniendo a disposición el personal debidamente calificado para la ejecución de este proyecto.

Primeramente se debe contar con toda la información necesaria de la ingeniería que se realizó antes del montaje como layouts y detalles para no realizar una mala instalación de los equipos.

Procedimiento para el montaje de la nueva línea de Pre - Cocido de Camarón

No hay reglas o procedimientos a seguir para realizar un montaje de maquinarias pero es importante que el personal que esté involucrado en este tipo de trabajos conste con la experiencia para poder realizar el trabajo con seguridad, sin dañar los equipos a instalar y a los que hay que reubicar.

Se hizo coincidir con la parada de planta (cada dos semanas) el inicio de los trabajos para la instalación de la nueva línea de Precocido, siendo lo primero, aislar el área dentro de planta con paneles térmicos

(11 metros de ancho por 60 metros de largo) y así tener esta área lista para la llegada de los equipos.

Con la llegada de los equipos a los patios se comenzó con los procedimientos para el montaje de la nueva maquinaria:

Montaje de la Tolva de alimentación (Modelo TK210 FC)

Teniendo el área designada aislada y coincidiendo con la parada de planta, se procedió al inicio del montaje del equipo, este llega a los patios de la empresa y es ahí donde se sueldan “orejas” en los extremos superiores de la tolva para ser elevada de manera de eslinga múltiple de acuerdo a la norma INEN CPE-10 para ser trasladada al interior de la planta por medio de un camión grúa hasta llegar a su ubicación final, siendo el área elegida la más adecuada en planta para que no haya interferencias con las demás líneas de producción.

La instalación de la tolva al momento del descenso de la misma fue con la guía del personal ya que con su referencia ayudarían al conductor del camión grúa a asentar el equipo en la zona señalada.

Se debe tomar en cuenta de que no es una simple tolva, ya que esta tiene incorporada una banda transportadora modular por ello se tiene que tener un especial cuidado al momento de realizar el ejercicio.

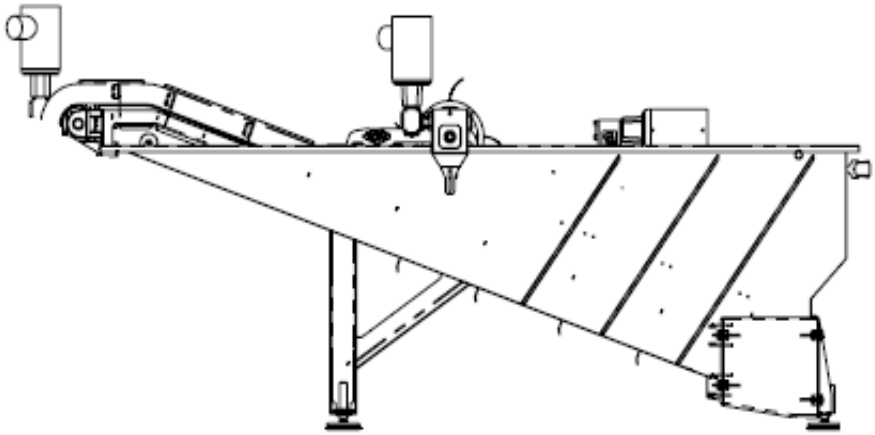


FIGURA 4.22.- TOLVA MODELO TK210 FC

FUENTE: www.laitrammachinery.com

Montaje del Horno (Modelo FC2WWF)

Al igual que todo el equipo suministrado por el fabricante para el cocido del camarón este llega a la empresa a los patios de la misma, para así ser movilizados para su correcto funcionamiento a la ubicación final continuación de la tolva de alimentación con su banda modular antes montada.

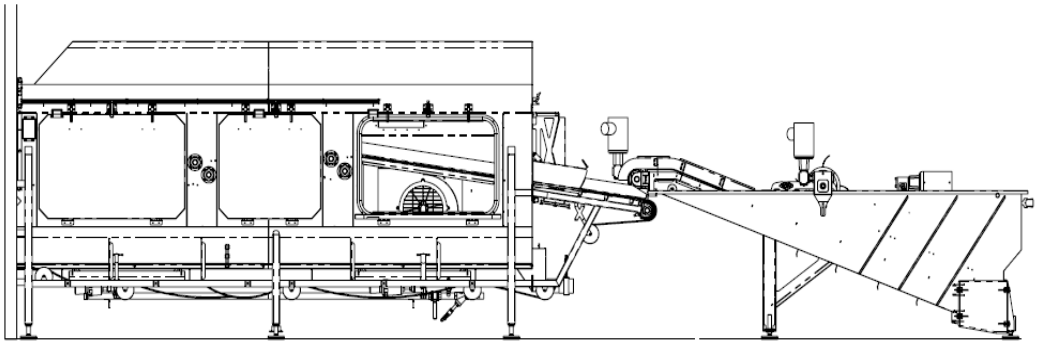


FIGURA 4.23.- TOLVA Y HORNO DE LA LÍNEA DE PRECOCIDO

FUENTE: www.laitrammachinery.com

También se utilizó el camión grúa ya que el fabricante diseño el equipo para que en la parte superior externa se puedan colocar grilletes de acuerdo a la INEN CPE-10 para facilidades de montaje (ver Fig. 4.24); Y así mismo al descenso del horno se tomó como referencia las señalizaciones y tolva antes instalada.

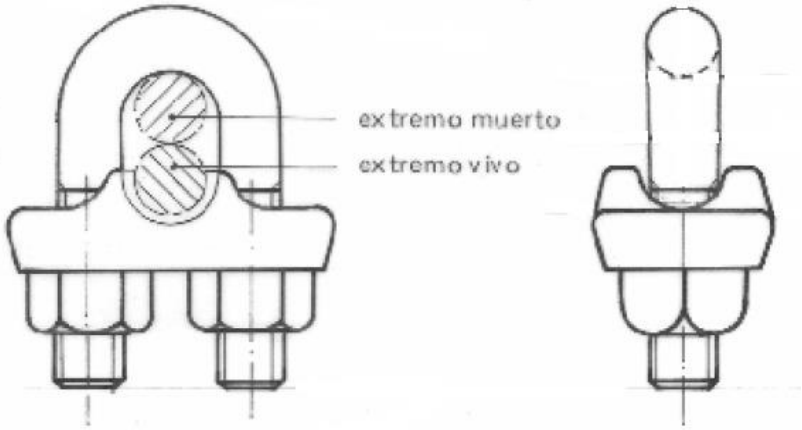


FIGURA 4.24.- GRILLETES PERMITIDOS POR LA INEN CPE-10

Montaje del Tanque Enfriamiento o Chiller (Modelo CH100)

Este es un equipo con el que se debe tener especial cuidado debido a que es un diseño que se acomoda a las más agresivas condiciones para su uso, esta máquina es trasladada al interior de la planta al igual que la tolva mediante la elevación de eslinga múltiple con el camión grúa soldando “orejas” en la parte superior del tanque, con ayuda del ingeniero encargado de la instalación del equipo y su respectivo personal.

El equipo fue alineado con el eje central del horno, además sus patas no fueron ancladas debido a que son solamente son de apoyo. Culminando así por completo el montaje del equipo suministrado por el fabricante.

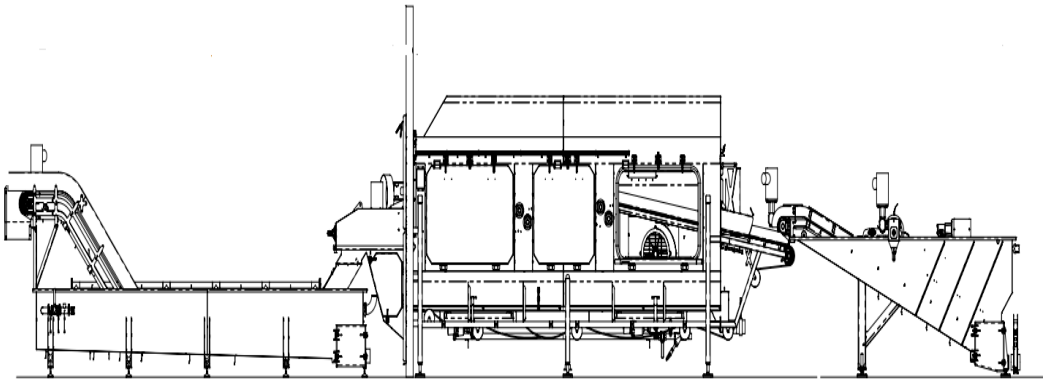


FIGURA 4.25.- EQUIPO DE COCCIÓN COMPLETO

FUENTE: www.laitrammachinery.com

Debido a especificaciones del fabricante se debe construir una pared como se muestra en la fig. 4.25 entre el lado del cocido del producto (horno) y el producto final (tanque de enfriamiento) ya que no debe pasar vapor de un cuarto al otro.

Instalación del Tablero de Control y Programación

El sistema completo para el Precocido de camarón, tolva de recepción y tanque de enfriamiento, se encuentran enlazados a un mismo tablero de control, en el cual se regula la velocidad de cada una de las bandas así como la apertura de cada una de sus válvulas electrónicas que permiten el paso necesario de vapor para cada una de los productos a procesar.

Los controles neumáticos usados para las aperturas de las válvulas de drenaje son controlados desde este mismo tablero, los cuales se usan para realizar el cambio de agua o limpieza de la tolva.

4.1.3. Montaje de Equipos Auxiliares

- **Montaje de Bandas Transportadoras**

El montaje de las bandas transportadoras flush grid serie 900 se lo empezó al momento de que los equipos se encuentren ya instalados dentro de planta.

Los procedimientos para la instalación son:

- Ajustar los módulos intercaladamente para formar la banda
- Comprobar el correcto engranaje del eje
- Instalación de la varilla que une a las demás secciones de la banda modular.

Las cintas transportadoras de acero inoxidable del Advantec 1M ya vienen instaladas por el proveedor.

- **Montaje de mesas de inspección**

Se inició la construcción de las mesas de inspección en los patios de la empresa, tienen una distancia de 22 metros ya que en estas trabajaran alrededor de unas 65 personas revisando el camarón pre cocido para que no haya alguna anomalía en la salida de los equipos cocción.

- **Montaje de la Máquina del Sistema de Pesaje**

La máquina de Pesaje ya estaba disponible en bodega por ello la instalación fue designada por un ingeniero de planta con experiencia en el montaje de este tipo de maquinaria (siguiendo las recomendaciones del diseñador del equipo) para así completar la nueva línea y con ello poner fin a lo consignado al montaje.

- **Pruebas y puesta en marcha del Sistema completo**

Cada uno de los equipos fueron programados bajo los parámetros de operación requeridos en el sistema, de los cuales se detallan los más importantes:

- **Calibración de la Caldera**

La calibración de la caldera juega un papel muy importante en lo que tiene que ver con el impacto ambiental que genera la emisión de gases de combustión, es así que el personal técnico certificado por Cleaver Brooks fue el encargado de realizar la calibración del sistema de inyección y de la mezcla de aire combustible, esta calibración la realizaron con la caldera encendida y partiendo con una calibración estándar, pero que de acuerdo a la norma de cada país puede variar; es por eso que las mezcla de aire combustible se varía hasta llegar a la combustión ideal que no genere gases tóxicos

al ambiente y también se calibró la presión de trabajo y la presión a la cual la válvula de seguridad pare por completo el sistema, la presión de trabajo fue calibrada en base a los requerimientos del equipo de cocción.

La calibración de la caldera tomó tres días en realizarse y se logró cumplir con lo propuesto en el cronograma de trabajo.

- **Calibración del Cocinador**

La calibración del Cocinador se la realizó usando productos de prueba, la calibración consistía en regular la apertura de las válvulas que permiten el ingreso de vapor hacia la cámara de cocción; el camarón que ingresaba al Cocinador lo hacía a cierta velocidad, la misma que iba variando en base a las observaciones realizadas por el departamento de calidad.

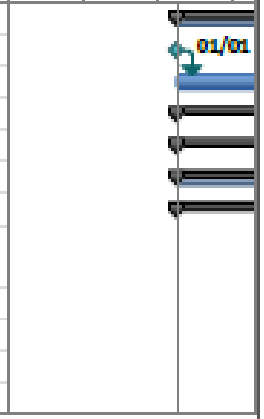
Una vez que el Cocinador y el cuarto de fuerza fueron calibrados se procedió a realizar la una prueba completa de las líneas, es decir, generación de vapor, cocción de camarón, enfriamiento y congelamiento del camarón, mesas transportadoras, pesaje en la máquina automática y de empaque, con lo cual se podían detectar posibles fallas en algún tipo de sistema y realizar las correcciones respectivas; en este caso solo se presentaron problemas en el pesaje automático de la máquina, esto se debió a un error en la

calibración del PLC de control; con esta prueba completa también se lograron calibrar las mesas transportadoras de camarón dando el tiempo necesario para que las personas que trabajan en el área puedas ubicar los camarones en la manera adecuada para que ingresen al congelador Cabinplant.

Una vez corregidos estos pequeños inconvenientes el sistema de Precocido de camarón queda listo para su uso y exportación del producto.

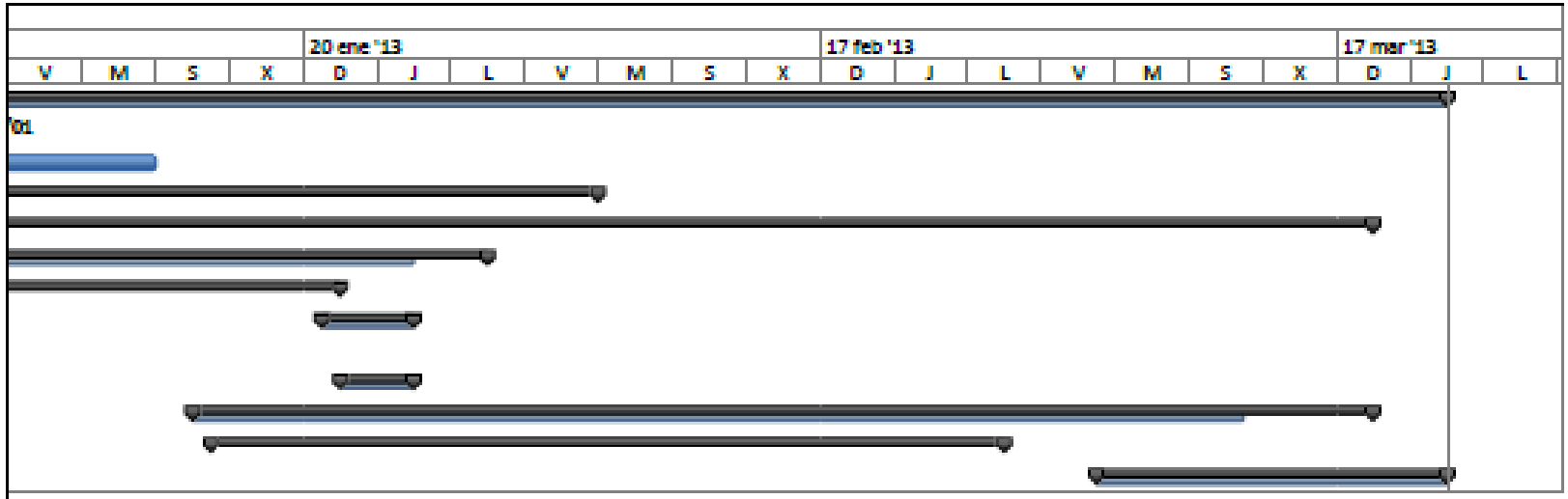
Con las pruebas realizadas al producto el proyecto de montaje queda culminado, el mismo que se realizó en menor tiempo que el estimado, tal como se muestra en el siguiente cronograma final:

Id		Modo de tarea	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predec
1			SISTEMA DE PRE COCIDO DE CAMARON	59 días	mar 01/01/13	vie 22/03/13	
2			INICIO DEL PROYECTO	0 días	mar 01/01/13	mar 01/01/13	
3			ELABORACION DE CONTRATO Y ENTREGA DE ANTICIPO	9 días	mar 01/01/13	vie 11/01/13	2
4			SUMINISTRO DE MATERIALES	25 días	mar 01/01/13	lun 04/02/13	
9			EJECUCION DE OBRAS CUARTO DE FUERZA	55 días	mar 01/01/13	lun 18/03/13	
10			OBRAS CIVILES	21 días	mar 01/01/13	mar 29/01/13	
11			PREPARACION DEL AREA DE MONTAJE	15 días	mar 01/01/13	lun 21/01/13	
16			CONSTRUCCION DE MUROS DE CONTENCION PARA DERRAME COMBUSTIBLE	5 días	lun 21/01/13	vie 25/01/13	
21			CONSTRUCCION DE MUÑECOS PARA TUBERIA	4 días	mar 22/01/13	vie 25/01/13	17
24			OBRAS MECANICAS	46 días	lun 14/01/13	lun 18/03/13	
37			OBRAS ELECTRICAS	31 días	mar 15/01/13	mar 26/02/13	
42			PRUEBAS Y PUESTA EN MARCHA	15 días	lun 04/03/13	vie 22/03/13	



Proyecto: CRONOGRAMA SISTEM
Fecha: dom 05/05/13

Tarea		Resumen inactivo	
División		Tarea manual	
Hito		Sólo duración	
Resumen		Informe de resumen manual	
Resumen del proyecto		Resumen manual	
Tareas externas		Sólo el comienzo	
Hito externo		Sólo fin	
Tarea inactiva		Fecha límite	
Hito inactivo		Progreso	



Proyecto: CRONOGRAMA SISTEM
Fecha: dom 05/05/13

Tarea		Resumen inactivo	
División		Tarea manual	
Hito		Sólo duración	
Resumen		Informe de resumen manual	
Resumen del proyecto		Resumen manual	
Tareas externas		Sólo el comienzo	
Hito externo		Sólo fin	
Tarea inactiva		Fecha límite	
Hito inactivo		Progreso	

CAPÍTULO 5

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

5.1. Conclusiones

- Se cumplió con el cronograma de montaje planificado de 10 semanas con el realizado por el contratista con solo la demora de la llegada de un equipo en este caso la caldera pero mas no de la mano de obra en la instalación y puesta en marcha de todo el sistema.

- Al final del trabajo de montaje se pude evidenciar que todos los equipos de la nueva línea y los de generación de vapor cumplían con los requerimientos del departamento de producción para cumplir con las 8000 Lbs de camarón pre – cocido en un turno de 8 horas cada día.

- Los parámetros como la temperatura y el tiempo de cocción en el proceso son de suma importancia ya que se puede prevenir una sobre-cocción del producto y disminuir de manera considerable el impacto sobre las propiedades organolépticas del mismo, una de ellas, la textura debido a la deshidratación, por ello es necesario considerar cuanto tiempo estará el camarón a determinada temperatura dentro del horno.

- El Equipo encargado de la cocción del camarón proporciona una alta precisión en la manipulación y clasificación del producto, de manera que es fácil de usar siendo que este sistema utiliza el método de generación de vapor que es el más efectivo en la industria ya que la temperatura de cocción es uniforme y controlable, asegurando la calidad del producto final.

- El sistema para el pre - cocido de camarón esta diseñado para estar operativo unos diez años garantizando su buen funcionamiento siendo además de que en el cuarto de fuerza hay suficiente espacio para una segunda caldera para la ayuda de la generación de vapor para el proceso obteniendo una mejor calidad en este.

5.2. Recomendaciones

- Todas las superficies de los equipos que entren en contacto con el camarón deberán ser de acero inoxidable AISI 316 grado alimenticio con excelente resistencia a la corrosión y fácil de limpiar, además de que este acero no se endurece por tratamientos térmicos siendo esto que se lo pueda utilizar para procesos de temperaturas criogénicas como también para procesos a elevadas temperaturas.

- El control del tiempo y la temperatura deben ser tomados en cuenta de acuerdo a la textura y clasificación de tamaños del camarón ya que estas tienen una resistencia térmica diferente, atribuidas a la concentración y tipo de proteínas.

- Al momento de realizar las cotizaciones para equipos y accesorios se deben tomar en cuenta mas ofertas de diferentes proveedores (ya sea en costos y tiempos de entrega) ya que en el presente proyecto hubieron demoras en la llegada de diferentes equipos (2 semanas) , por esto es importante tomar en cuenta el tiempo de embarque y entrega de un producto, siendo un retraso muy perjudicial ya que el montaje no puede ser finalizado y la producción del producto se encuentra en alto hasta que el problema no se solucione.

ANEXOS

Ficha Técnica de la Bomba de Combustible

Liquiflo® Chemical Processing Pumps

Centry® Series Centrifugal Pumps

Home / Centrifugal Pumps / Centry Series / **620**

Model 620

Sub-ANSI Centrifugal Pump

316 SS | Alloy-C

Sealed | Mag-Drive

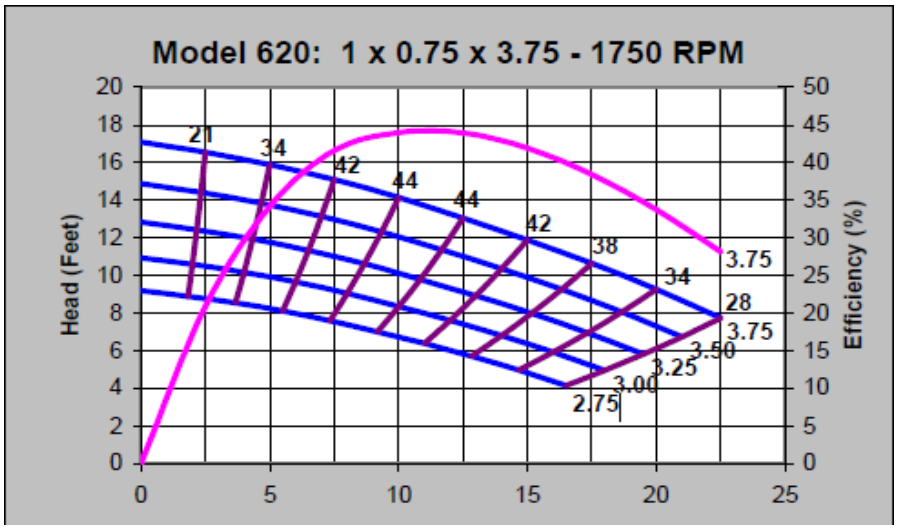
Suction Port	**1" NPT/FLG***	
Discharge Port	**3/4" NPT/FLG***	
Impeller Diameter (Full Size)	**3 3/4"**	
Impeller Trims (Standard)	**3.5" 3.25" 3" 2.75"**	
Max Flow Rate	**45 GPM**	
Max Total Head	**65 FT**	
Max Discharge Pressure	**300 PSIG**	
Max Temperature	**500 °F**	
Min Temperature	**-40 °F**	
Max Speed	**3500 RPM**	
NPSHR @ 3500 RPM & BEP	**7.5 FT**	
NPSHR @ 1750 RPM & BEP	**1.8 FT**	
Weight (without motor)	**NPT**	**FLG**
Sealed: Single Int. Mech.	**16 LBS**	**20 LBS**
Sealed: Packing/Dbl. Mech.	**26 LBS**	**30 LBS**
Mag-Drive	**30 LBS**	**34 LBS**

*Standard Flanges are ANSI 150# RF.

Model 620 Sealed, Close-Coupled

Model 620 MC, Close-Coupled

Liquiflo's **Centry®** Series are **Sealed** and **Magnetically-**



Curva de bomba – Fabricante Liquiflo

Tabla de Factores de Presión para el Cálculo de Diámetro de tuberías

Pressure bar a	Pressure factor (F)
0.05	0.0301
0.10	0.0115
0.15	0.0253
0.20	0.0442
0.25	0.0681
0.30	0.0970
0.35	0.1308
0.40	0.1694
0.45	0.2128
0.50	0.2610
0.55	0.3140
0.60	0.3716
0.65	0.4340
0.70	0.5010
0.75	0.5727
0.80	0.6489
0.85	0.7298
0.90	0.8153
0.95	0.9053
1.013	1.0250

Pressure bar g	Pressure factor (F)
0	1.025
0.05	1.126
0.10	1.230
0.15	1.339
0.20	1.453
0.25	1.572
0.30	1.694
0.35	1.822
0.40	1.953
0.45	2.090
0.50	2.230
0.55	2.375
0.60	2.525
0.65	2.679
0.70	2.837
0.75	2.999
0.80	3.166
0.85	3.338
0.90	3.514
0.95	3.694
1.00	3.878
1.05	4.067
1.10	4.260
1.15	4.458
1.20	4.660
1.25	4.866
1.30	5.076
1.35	5.291
1.40	5.510
1.45	5.734
1.50	5.961
1.55	6.193
1.60	6.429
1.65	6.670
1.70	6.915
1.75	7.164
1.80	7.417
1.85	7.675
1.90	7.937
1.95	8.203
2.00	8.473

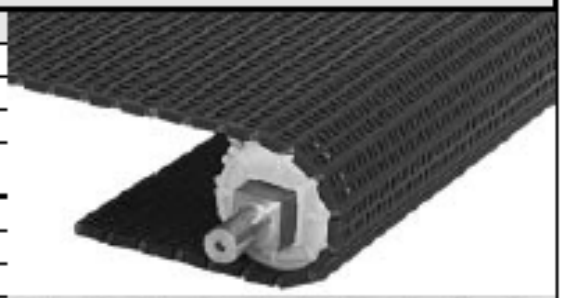
Pressure bar g	Pressure factor (F)
2.05	8.748
2.10	9.026
2.15	9.309
2.20	9.597
2.25	9.888
2.30	10.18
2.35	10.48
2.40	10.79
2.45	11.40
2.50	11.41
2.55	11.72
2.60	12.05
2.65	12.37
2.70	12.70
2.75	13.03
2.80	13.37
2.85	13.71
2.90	14.06
2.95	14.41
3.00	14.76
3.10	15.48
3.20	16.22
3.30	16.98
3.40	17.75
3.50	18.54
3.60	19.34
3.70	20.16
3.80	21.00
3.90	21.85
4.00	22.72
4.10	23.61
4.20	24.51
4.30	25.43
4.40	26.36
4.50	27.32
4.60	28.28
4.70	29.27
4.80	30.27
4.90	31.29
5.00	32.32
5.10	33.37
5.20	34.44
5.30	35.52
5.40	36.62
5.50	37.73
5.60	38.86
5.70	40.01
5.80	41.17
5.90	42.35
6.00	43.54
6.10	44.76
6.20	45.98
6.30	47.23
6.40	48.48
6.50	49.76
6.60	51.05
6.70	52.36
6.80	53.68
6.90	55.02
7.00	56.38
7.10	57.75
7.20	59.13
7.30	60.54
7.40	61.96
7.50	63.39

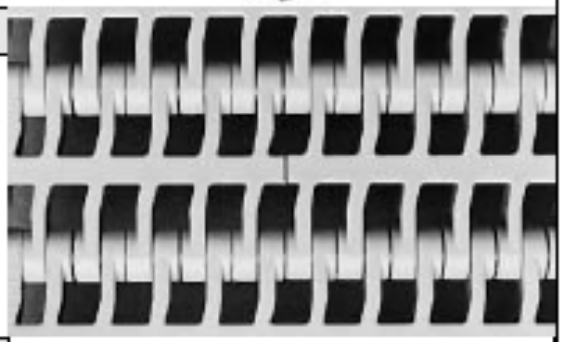
Pressure bar g	Pressure factor (F)
7.60	64.84
7.70	66.31
7.80	67.79
7.90	69.29
8.00	70.80
8.10	72.33
8.20	73.88
8.30	75.44
8.40	77.02
8.50	78.61
8.60	80.22
8.70	81.84
8.80	83.49
8.90	85.14
9.00	86.81
9.10	88.50
9.20	90.20
9.30	91.92
9.40	93.66
9.50	95.41
9.60	97.18
9.70	98.96
9.80	100.75
9.90	102.57
10.00	104.40
10.20	108.10
10.40	111.87
10.60	115.70
10.80	119.59
11.00	123.54
11.20	127.56
11.40	131.64
11.60	135.78
11.80	139.98
12.00	144.25
12.20	148.57
12.40	152.96
12.60	157.41
12.80	161.92
13.00	166.50
13.20	171.13
13.40	175.83
13.60	180.58
13.80	185.40
14.00	190.29
14.20	195.23
14.40	200.23
14.60	205.30
14.80	210.42
15.00	215.61
15.20	220.86
15.40	226.17
15.60	231.50
15.80	236.97
16.00	242.46
16.20	248.01
16.40	253.62
16.60	259.30
16.80	265.03
17.00	270.83
17.20	276.69
17.40	282.60
17.60	288.58
17.80	294.52
18.00	300.72

Manual de Ingeniería para bandas transportadoras Intralox

Flush Grid

	pul.	mm
Paso	1,07	27,2
Ancho mínimo	2,00	51,0
Incrementos de ancho	0,33	8,4
Dimensión de abertura (aproximado)	0,24 x 0,28	6,1 x 7,1
Área abierta	38%	
Tipo de articulación	Abierta	
Método de tracción	Acción central	





Notas del producto

- Póngase siempre en contacto con el departamento de Servicio al cliente si desea realizar una medición precisa del ancho de banda y comprobar el estado de existencias antes de diseñar un transportador u ordenar una banda.
- Diseño abierto con superficie superior lisa y bordes completamente al ras.
- Ofrece un excelente movimiento lateral de envases.
- Hay disponibles empujadores y guardas laterales.
- Las bandas de Nilón HR usan varillas cortas para mantener la varilla principal en su lugar. Las varillas están hechas del mismo material que la varilla principal.

Información adicional

- Vea "PROCESO DE SELECCIÓN DE LA BANDA" en pág. 5
- Vea "MATERIALES ESTÁNDAR DE LAS BANDAS" en pág. 16
- Vea "MATERIALES PARA APLICACIONES ESPECIALES" en pág. 16
- Vea "FACTORES DE FRICCIÓN" en pág. 27

Datos de las bandas

Material de la banda	Material de varilla estándar Ø 0,18 pul. (4,6 mm)	BS Resistencia de la banda[a]		Rango de temperatura (continua)		W Peso de la banda		Aprobación de entidades					
		lb/pie	kg/m	°F	°C	lb/pie²	kg/m²	FDA (EE.UU.)	USDA-FSIS - carnes y aves	USDA lácteos[b]	CFIA[c]	M[d]	MC[e]
Polipropileno	Polipropileno	700	1040	34 a 220	1 a 104	0,76	3,70	•	•		•	•	Blanco
Polietileno	Polietileno	350	520	-50 a 150	-46 a 66	0,81	3,96	•	•		•	•	Azul
Acetal	Polipropileno	1480	2200	34 a 200	1 a 93	1,15	5,62	•	•		•		Blanco y Azul
Acetal EC	Polipropileno	800	1190	34 a 200	1 a 93	1,15	5,62						
FR-TPES	Polipropileno	750	1120	40 a 180	7 a 82	1,19	5,81						
Nilón FDA HR	Nilón FDA	1200	1790	-50 a 240	-46 a 116	1,10	5,40	•					
Nilón No FDA HR	Nilón No FDA	1200	1790	-50 a 310	-46 a 154	1,10	5,40						
Acetal[f]	Polietileno	1000	1490	-50 a 70	-46 a 41	1,15	5,62	•	•		•		Blanco y Azul

a Cuando utilice piñones de poliuretano, la resistencia nominal de bandas por encima de 650 lb/pie (967 kg/m) se volverá a clasificar en 650 lb/pie (967 kg/m); cuando utilice piñones de taladro de 1,5 pul. (40 mm) y bandas con resistencia nominal por encima de 1.100 lb/pie (1.637 kg/m) se volverá a clasificar en 1.100 lb/pie (1.637 kg/m) cuando utilice piñones de taladro de 2,5 pul. (60 mm). El resto de bandas mantendrán su resistencia nominal publicada. La escala de temperaturas para los piñones de poliuretano es de -18 °C (0 °F) a 49 °C (120 °F). Para obtener información sobre la disponibilidad de los piñones de poliuretano, póngase en contacto con el departamento de Servicio al cliente.
b Para ser aprobados por el USDA Lácteos y el MAF, se requiere el uso de un sistema de limpieza incorporado.
c Departamento de Agricultura Canadiense para la Inspección y Producción de Alimentos.
d M-MAF-New Zealand Dairy. MAF acceptance requires the use of a clean-in-place system.
e MC - Certificado de Migración estipulando aprobación para el contacto con alimentos de acuerdo la ley Italiana D.M. 21.03.73.
f Las varillas de polietileno se pueden utilizar en aplicaciones frías cuando se producen impactos o arranques/detención repentinos. Observe el valor menor de resistencia.

Datos de Operación de la Caldera Cleaver Brooks 100 HP

Rated Capacity	50-100 HP (steam) 50-125 HP (hot water)
Operating Pressure	Steam: 15-200 psig, or higher if specified Hot Water: 30-150 psig, or higher if specified
Fuel	Oil or Gas or Combination
Ignition	Automatic
Firing Full Modulation Through Operating Ranges	
Burner (Oil)	(Low Pressure) Air Atomizing
Burner (Gas)	Non-Premix Orificed Type
Air Damper	Rotary Type (Electrically Modulated)
Steam Trim	ASME Code
Water Trim	ASME Code

Norma ASTM A53 para Pruebas Hidrostáticas

specified in 9.3 shall be made using a test specimen taken from each end of each length of pipe. The tests from each end shall be made alternately with the weld at 0° and at 90° from the line of direction of force.

9.3.2 For pipe produced in multiple lengths, the flattening test specified in 9.3 shall be made as follows:

9.3.2.1 Test specimens taken from, and representative of, the front end of the first pipe intended to be supplied from each coil, the back end of the last pipe intended to be supplied from each coil, and each side of any intermediate weld stop location shall be flattened with the weld located at 90° from the line of direction of force.

9.3.2.2 Test specimens taken from pipe at any two locations intermediate to the front end of the first pipe and the back end of the last pipe intended to be supplied from each coil shall be flattened with the weld located at 0° from the line of direction of force.

9.3.3 For pipe that is to be subsequently reheated throughout its cross section and hot formed by a reducing process, the manufacturer shall have the option of obtaining the flattening test specimens required by 9.3.1 or 9.3.2, whichever is applicable, either prior to or after such hot reducing.

9.4 *Continuous-Welded Pipe*—A test specimen at least 4 in. [100 mm] in length shall be flattened cold between parallel plates in three steps. The weld shall be located at 90° from the line of direction of force. During the first step, which is a test for ductility of the weld, no cracks or breaks on the inside, outside, or end surfaces at the weld shall occur until the distance between the plates is less than three fourths of the specified diameter of the pipe. As a second step, the flattening shall be continued as a test for ductility away from the weld. During the second step, no cracks or breaks on the inside, outside, or end surfaces away from the weld, except as provided for in 9.7, shall occur until the distance between the plates is less than 60 % of the specified outside diameter of the pipe. During the third step, which is a test for soundness, the flattening shall be continued until the test specimen breaks or the opposite walls of the pipe meet. Evidence of laminated or unsound material or of incomplete weld that is revealed by the flattening test shall be cause for rejection.

9.5 Surface imperfections in the test specimen before flattening, but revealed during the first step of the flattening test, shall be judged in accordance with the finish requirements in Section 14.

9.6 Superficial ruptures as a result of surface imperfections shall not be cause for rejection.

9.7 When low *D*-to-*t* ratio tubulars are tested, because the strain imposed due to geometry is unreasonably high on the inside surface at the 6 and 12 o'clock locations, cracks at these locations shall not be cause for rejection if the *D*-to-*t* ratio is less than 10.

10. Hydrostatic Test

10.1 The hydrostatic test shall be applied, without leakage through the pipe wall, to each length of pipe except as provided in 11.2 for seamless pipe.

10.2 Each length of plain-end pipe shall be hydrostatically tested to the pressures prescribed in Table X2.2, and each threaded-and-coupled length shall be hydrostatically tested to the pressures prescribed in Table X2.3. It shall be permissible, at the discretion of the manufacturer, to perform the hydrostatic test on pipe with plain ends, with threads only, or with threads and couplings and also shall be permissible to test pipe in either single lengths or multiple lengths.

NOTE 5—The hydrostatic test pressures given herein are inspection test pressures, are not intended as a basis for design, and do not have any direct relationship to working pressures.

10.3 The minimum hydrostatic test pressure required to satisfy these requirements need not exceed 2500 psi [17 200 kPa] for NPS 3 [DN 80] and under, nor 2800 psi [19 300 kPa] for all sized over NPS 3 [DN 80]. This does not prohibit testing at a higher pressure at the manufacturer's option. The hydrostatic pressure shall be maintained for not less than 5 s for all sizes of seamless and electric-welded pipe.

11. Nondestructive Electric Test

11.1 *Type E Pipe*:

11.1.1 The weld seam of each length of ERW pipe NPS 2 [DN 50] and larger shall be tested with a nondestructive electric test as follows:

11.1.2 *Ultrasonic and Electromagnetic Inspection*—Any equipment utilizing the ultrasonic or electromagnetic principles and capable of continuous and uninterrupted inspection of the weld seam shall be used. The equipment shall be checked with an applicable reference standard as described in 11.1.3 at least once every working turn or not more than 8 h to demonstrate its effectiveness and the inspection procedures. The equipment shall be adjusted to produce well-defined indications when the reference standard is scanned by the inspection unit in a manner simulating the inspection of the product.

11.1.3 *Reference Standards*—The length of the reference standards shall be determined by the pipe manufacturer, and they shall have the same specified diameter and thickness as the product being inspected. Reference standards shall contain machined notches, one on the inside surface and one on the outside surface, or a drilled hole, as shown in Fig. 1, at the option of the pipe manufacturer. The notches shall be parallel to the weld seam, and shall be separated by a distance sufficient to produce two separate and distinguishable signals. The ⅛-in. [3.2-mm] hole shall be drilled through the wall and perpendicular to the surface of the reference standard as shown in Fig. 1. Care shall be taken in the preparation of the reference standard to ensure freedom from fins or other edge roughness, or distortion of the pipe.

NOTE 6—The calibration standards defined in 11.1.3 are convenient standards for calibration of nondestructive testing equipment. The dimensions of such standards are not to be construed as the minimum sizes of imperfections detectable by such equipment.

11.1.4 *Acceptance Limits*—Table 3 gives the height of acceptance limit signals in percent of the height of signals produced by reference standards. Imperfections in the weld seam that produce a signal greater than the acceptance limit signal given in Table 3 shall be considered a defect unless the pipe manufacturer can demonstrate that the imperfection does not reduce the effective wall thickness beyond 12½ % of the specified wall thickness.

11.2 *Seamless Pipe*—As an alternative to the hydrostatic

TABLE X2.2 Dimensions, Weights, and Test Pressures for Plain End Pipe

NPS Designator	DN Designator	Outside Diameter, in. [mm]	Nominal Wall Thickness, in. [mm]	Nominal Weight [Mass] per Unit Length, Plain End, lb/ft [kg/m]	Weight Class	Schedule No.	Test Pressure,[A] psi [kPa]	
							Grade A	Grade B
⅛	6	0.405 [10.3]	0.068 [1.73]	0.24 [0.37]	STD	40	700 [4800]	700 [4800]
			0.095 [2.41]	0.31 [0.47]	XS	80	850 [5900]	850 [5900]
¼	8	0.540 [13.7]	0.088 [2.24]	0.43 [0.63]	STD	40	700 [4800]	700 [4800]
			0.119 [3.02]	0.54 [0.80]	XS	80	850 [5900]	850 [5900]
⅜	10	0.675 [17.1]	0.091 [2.31]	0.57 [0.84]	STD	40	700 [4800]	700 [4800]
			0.126 [3.20]	0.74 [1.10]	XS	80	850 [5900]	850 [5900]
½	15	0.840 [21.3]	0.109 [2.77]	0.85 [1.27]	STD	40	700 [4800]	700 [4800]
			0.147 [3.73]	1.09 [1.62]	XS	80	850 [5900]	850 [5900]
			0.188 [4.78]	1.31 [1.95]	...	160	900 [6200]	900 [6200]
			0.294 [7.47]	1.72 [2.55]	XXS	...	1000 [6900]	1000 [6900]
¾	20	1.050 [26.7]	0.113 [2.87]	1.13 [1.68]	STD	40	700 [4800]	700 [4800]
			0.154 [3.91]	1.48 [2.20]	XS	80	850 [5900]	850 [5900]
			0.219 [5.56]	1.95 [2.90]	...	160	950 [6500]	950 [6500]
			0.308 [7.82]	2.44 [3.64]	XXS	...	1000 [6900]	1000 [6900]
1	25	1.315 [33.4]	0.133 [3.38]	1.68 [2.50]	STD	40	700 [4800]	700 [4800]
			0.179 [4.55]	2.17 [3.24]	XS	80	850 [5900]	850 [5900]
			0.250 [6.35]	2.85 [4.24]	...	160	950 [6500]	950 [6500]
			0.358 [9.09]	3.66 [5.45]	XXS	...	1000 [6900]	1000 [6900]
1¼	32	1.660 [42.2]	0.140 [3.56]	2.27 [3.39]	STD	40	1200 [8300]	1300 [9000]
			0.191 [4.85]	3.00 [4.47]	XS	80	1800 [12 400]	1900 [13 100]
			0.250 [6.35]	3.77 [5.61]	...	160	1900 [13 100]	2000 [13 800]
			0.382 [9.70]	5.22 [7.77]	XXS	...	2200 [15 200]	2300 [15 900]
1½	40	1.900 [48.3]	0.145 [3.68]	2.72 [4.05]	STD	40	1200 [8300]	1300 [9000]
			0.200 [5.08]	3.63 [5.41]	XS	80	1900 [13 400]	1900 [13 100]
			0.281 [7.14]	4.86 [7.25]	...	160	1950 [13 400]	2050 [14 100]
			0.400 [10.16]	6.41 [9.56]	XXS	...	2200 [15 200]	2300 [15 900]
2	50	2.375 [60.3]	0.154 [3.91]	3.65 [5.44]	STD	40	2300 [15 900]	2500 [17 200]
			0.218 [5.54]	5.03 [7.48]	XS	80	2500 [17 200]	2500 [17 200]
			0.344 [8.74]	7.47 [11.11]	...	160	2500 [17 200]	2500 [17 200]
			0.436 [11.07]	9.04 [13.44]	XXS	...	2500 [17 200]	2500 [17 200]
2½	65	2.875 [73.0]	0.203 [5.16]	5.80 [8.63]	STD	40	2500 [17 200]	2500 [17 200]
			0.276 [7.01]	7.67 [11.41]	XS	80	2500 [17 200]	2500 [17 200]
			0.375 [9.52]	10.02 [14.90]	...	160	2500 [17 200]	2500 [17 200]
			0.552 [14.02]	13.71 [20.39]	XXS	...	2500 [17 200]	2500 [17 200]
3	80	3.500 [88.9]	0.125 [3.18]	4.51 [6.72]	...	...	1300 [8900]	1500 [10 300]
			0.156 [3.96]	5.58 [8.29]	...	...	1600 [11 000]	1870 [12 900]
			0.188 [4.78]	6.66 [9.92]	...	...	1930 [13 300]	2260 [15 600]
			0.216 [5.49]	7.58 [11.29]	STD	40	2220 [15 300]	2500 [17 200]
			0.250 [6.35]	8.69 [12.93]	...	...	2500 [17 200]	2500 [17 200]
			0.281 [7.14]	9.67 [14.40]	...	...	2500 [17 200]	2500 [17 200]
			0.300 [7.62]	10.26 [15.27]	XS	80	2500 [17 200]	2500 [17 200]
			0.438 [11.13]	14.34 [21.35]	...	160	2500 [17 200]	2500 [17 200]
			0.600 [15.24]	18.60 [27.68]	XXS	...	2500 [17 200]	2500 [17 200]
3½	90	4.000 [101.6]	0.125 [3.18]	5.16 [7.72]	...	...	1120 [7700]	1310 [9 000]
			0.156 [3.96]	6.41 [9.53]	...	...	1400 [9700]	1640 [11 300]
			0.188 [4.78]	7.66 [11.41]	...	...	1690 [11 700]	1970 [13 600]
			0.226 [5.74]	9.12 [13.57]	STD	40	2030 [14 000]	2370 [16 300]
			0.250 [6.35]	10.02 [14.92]	...	...	2250 [15 500]	2500 [17 200]
			0.281 [7.14]	11.17 [16.63]	...	...	2500 [17 200]	2500 [17 200]
			0.318 [8.08]	12.52 [18.63]	XS	80	2800 [19 300]	2800 [19 300]
4	100	4.500 [114.3]	0.125 [3.18]	5.85 [8.71]	...	...	1000 [6900]	1170 [8100]
			0.156 [3.96]	7.24 [10.78]	...	...	1250 [8600]	1460 [10 100]
			0.188 [4.78]	8.67 [12.91]	...	...	1500 [10 300]	1750 [12 100]
			0.219 [5.56]	10.02 [14.91]	...	...	1750 [12 100]	2040 [14 100]
			0.237 [6.02]	10.80 [16.07]	STD	40	1900 [13 100]	2210 [15 200]
			0.250 [6.35]	11.36 [16.90]	...	...	2000 [13 800]	2330 [16 100]
			0.281 [7.14]	12.67 [18.87]	...	...	2250 [15 100]	2620 [18 100]
			0.312 [7.92]	13.97 [20.78]	...	...	2500 [17 200]	2800 [19 300]

TUBO ASTM A53

DENOMINACIÓN:
TN A53, TG A53

DESCRIPCIÓN:
Tubos para alta presión (SCH 40) fabricados con acero al carbono de calidad estructural, utilizando el sistema de soldadura por resistencia eléctrica por inducción de alta frecuencia longitudinal (ERW).

USOS:
Conducción para alta presión de agua, gas, vapor, petróleo, aire presurizado y fluidos no corrosivos.

NORMAS TÉCNICAS:
Según Norma ASTM A53
Comprende dos tipos (grados)

Grado A: Schedule 10 *
Schedule 20 *
Schedule 30 *
Schedule 40

Grado B (Tratamiento Térmico): Schedule 40 *

REQUERIMIENTOS QUÍMICOS EN LA CUCHARA (MAX.%):

ASTM	C	Mn	P	S	Cu	Ni	Cr	Mo	V
Grado A	0.25	0.95	0.05	0.045	0.40	0.40	0.40	0.15	0.08
Grado B	0.30	1.20	0.05	0.045	0.40	0.40	0.40	0.15	0.08

PROPIEDADES MECÁNICAS:
Grado A:
Resistencia a la Tracción = 330 Min. Mpa
Límite de Fluencia = 205 Min. Mpa
Grado B:
Resistencia a la Tracción = 415 Min. Mpa
Límite de Fluencia = 240 Min. Mpa

TOLERANCIA DIMENSIONAL:
Espesor mínimo : - 12.5% del valor nominal
Peso : + / - 10% del valor nominal
Diámetro : 1/8" hasta 1 1/2": + / - 1/64"
2" hasta 6": + / - 1% del valor nominal.

MATERIA PRIMA
Acero estructural laminado en caliente

PRUEBA:
Hidrostática : 1,000 PSI
Doblado : Según Norma ASTM A53
Aplastamiento : Según Norma ASTM A53

PRESENTACIÓN:
1.- Longitud : - 6.40 m (21')
- Otras longitudes

2.- Acabado de extremos : - Refrentado (plano), limpios de rebordes.
- Biselado *
- Roscado (según norma ANSI B1.20.1)
- Ranura tipo Victaulic *

3.- Recubrimiento : - Negro
- Galvanizado (Según ASTM A53)
- Pintado *
- Aceitado *
- Desengrasado *

4.- Acabado Interno : - Escariado *

* Fabricación bajo pedido.

DIMENSIONES Y PESOS NOMINALES:

DESIGNACIÓN	Diámetro Exterior (mm)	Espesor SCH-40 (mm)	Peso SCH-40 Kg/m
1/8"	10.3	1.73	0.370
1/4"	13.7	2.24	0.630
3/8"	17.1	2.31	0.840
1/2"	21.3	2.77	1.270
3/4"	26.7	2.87	1.690
1"	33.4	3.38	2.500
1 1/4"	42.2	3.56	3.390
1 1/2"	48.3	3.68	4.050
2"	60.3	3.91	5.440
2 1/2"	73.0	5.16	8.630
3"	88.9	5.49	11.290
3 1/2"	101.6	5.74	13.570
4"	114.3	6.02	16.070
5"	141.3	6.55	21.770
6"	168.3	7.11	28.260

Norma ASTM A 36

Acero ASTM A36.
Es un acero estructural al carbono, utilizado en construcción de estructuras metálicas, puentes, torres de energía, torres para comunicación y edificaciones remachadas, atornilladas o soldadas, herrajes eléctricos y señalización.

Composición química de la colada.

Carbono (C)	0,26% máx
Manganeso (Mn)	No hay requisito
Fósforo (P)	0,04% máx
Azufre (S)	0,05% máx
Silicio (Si)	0,40% máx
* Cobre (Cu)	0,20% mínimo

*Cuando se especifique

Propiedades
Como la mayoría de los aceros, el A36, tiene una densidad de 7850 kg/m³ (0.28 lb/in³). El acero A36 en barras, planchas y perfiles estructurales con espesores menores de 8 pulg (203,2 mm) tiene un límite de fluencia mínimo de 250 MPA (36 ksi), y un límite de rotura mínimo de 410 MPa (58 ksi). Las planchas con espesores mayores de 8 plg (203,2 mm) tienen un límite de fluencia mínimo de 220 MPA (32 ksi), y el mismo límite de rotura.

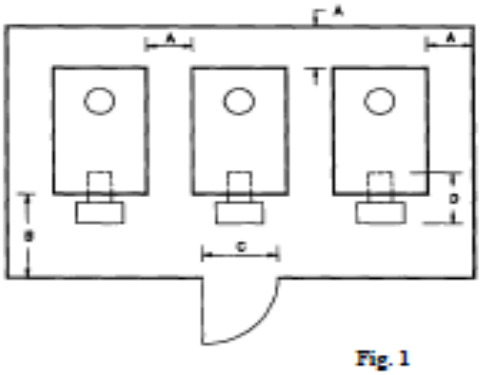
Propiedades Mecánicas

Límite de fluencia mínimo		Resistencia a la Tracción			
Mpa	Psi	Psi		Mpa	
		Min	Máx	Min	Máx
250	36000	58000	80000	400	550

Formas
El acero A36 se produce en una amplia variedad de formas, que incluyen:
Planchas, Perfiles estructurales, Tubos, Láminas.

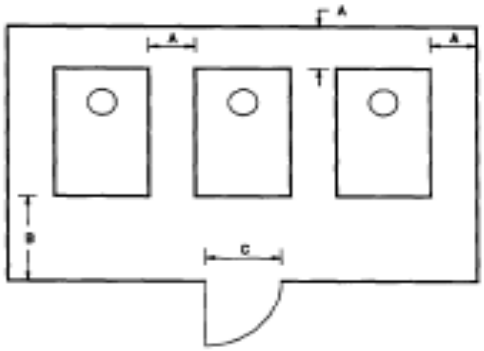
Métodos de unión
Las piezas hechas a partir de acero A36 son fácilmente unidas mediante casi todos los procesos de soldadura. Los más comúnmente usados para el A36 son los menos costosos y rápidos como la Soldadura por arco metálico protegido (SMAW, Shielded metal arc welding), Soldadura con arco metálico y gas (GMAW, Gas metal arc welding), y soldadura oxiacetilénica. El acero A36 es también comúnmente atornillado y remachado en las aplicaciones estructurales: edificios, puentes, torres, etc.

Norma UNE 60.601 para Instalación correcta de Calderas



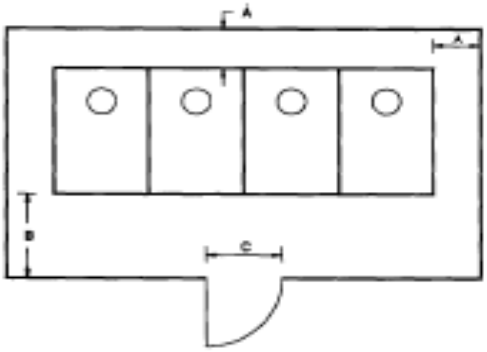
A ≥ 0,5 m[1]
B = D + 0,5 m ≥ 1 m
C ≥ 0,8 m
D: longitud total del quemador

Fig. 1



A ≥ 0,5 m[1]
B ≥ 1 m
C ≥ 0,8 m

Fig. 2



A ≥ 0,5 m[1]
B ≥ 1 m
C ≥ 0,8 m

Fig. 3

1) Puede reducirse en modelos cuyo mantenimiento lo permita.

Norma INEN CPE 10 para correcto uso del Montacargas o gruas

CPE INEN 10

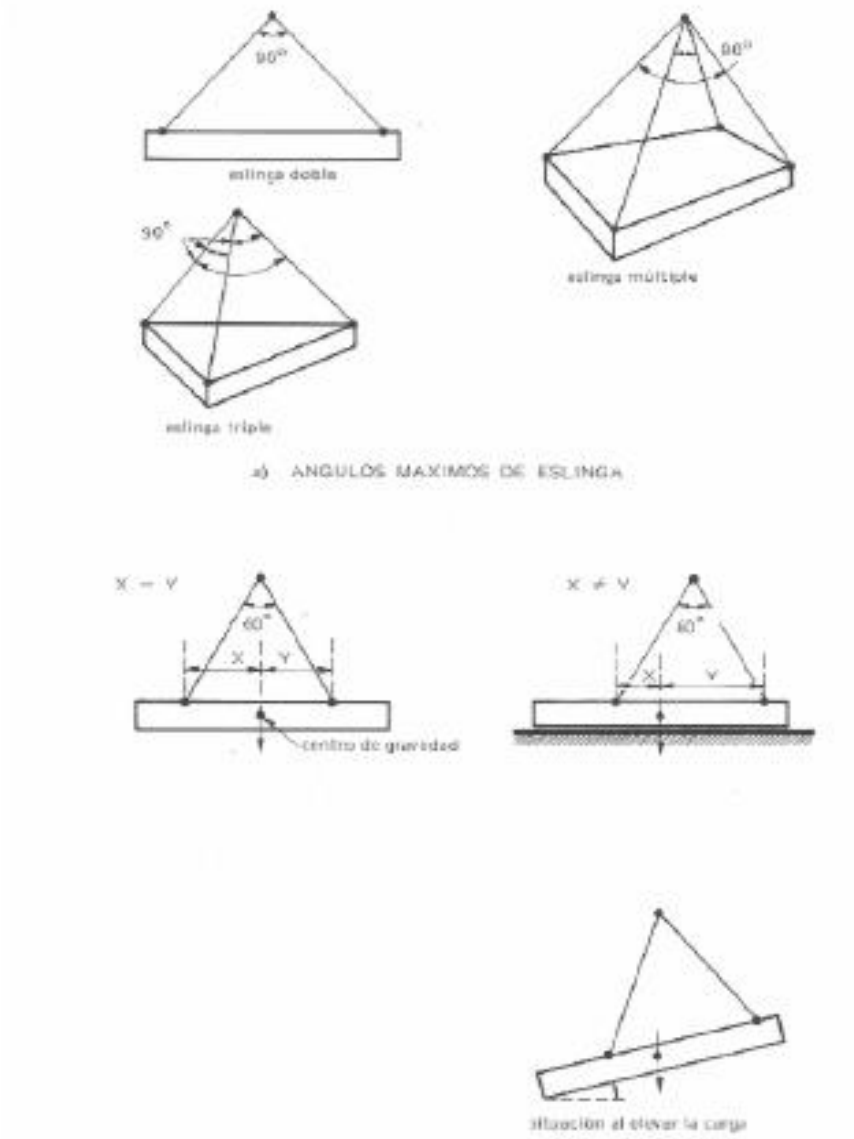


FIGURA 11. Eslingas múltiples.

REFERENCIAS

[1] - Manual de ingeniería de las bandas transportadoras Intralox, 2009.

[2] - Tablas de Vapor, AEFIMCP 2007 – 2008.

[3] - Libro Energía mediante vapor, aire o gas por W.H. Severns, H. E. Degler, Quinta Edición.

[4] – Manual de Operación y Mantenimiento de la Caldera Cleaver Brooks modelo CB.

[5] - Libro Mecánica de Fluidos, Frank White, Sexta Edición

[6] - Termodinámica Quinta edición Yunus A. Cengel y Michael A. Boles

[7] - Manual de Ingeniería del Sistema Ablandador de Agua, Parker Boiler

[8] - Manual de Operación y Mantenimiento del Sistema Ablandador tipo Dúplex De agua Cleaver Brokks SSE & FSE

[9] - Manual de Ingeniería para Tuberías de Vapor, Spirax Sarco

[10] - Promarisco S.A., www.promarisco.com

[11] - Manual de Operación y Mantenimiento del sistema ablandador de agua Cleaver Brooks.

[12] - Tablas de aislamiento de tuberías, Especificaciones para aislamientos térmicos de Santos CMI

[13] - Embolsadora y Pesadora Sandiacre, www.hayssensandiacre.com

[14] - Equipo de cocción Laitram, www.laitrammachinery.com