

**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE QUITO**

**CARRERA:
INGENIERÍA MECÁNICA**

**Trabajo de titulación previo a la obtención del título de:
INGENIEROS MECÁNICOS**

**TEMA:
DISEÑO DE UN SISTEMA PARA CALENTAR AGUA HASTA 80 °C
PARA EL PROCESO DE OBTENCIÓN DE VINO DE LA
MICROEMPRESA PERLA ANDINA UBICADA EN QUINTICUSIG –
CANTÓN SIGCHOS.**

**AUTORES:
EDMUNDO ISRAEL REVELO BUSTOS
EDWIN MARCELO VACA HEREDIA**

**TUTOR:
LUIS ANÍBAL ANDRANGO ANDRANGO**

Quito febrero del 2020

CESIÓN DE DERECHOS

Nosotros, Edmundo Israel Revelo Bustos, con cédula de identidad N° 171833553-0 y Edwin Marcelo Vaca Heredia con cédula de identidad N° 172193197-8, expresamos nuestra voluntad y cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud que somos los autores del trabajo de titulación titulado: “DISEÑO DE UN SISTEMA PARA CALENTAR AGUA HASTA 80 °C PARA EL PROCESO DE OBTENCIÓN DE VINO DE LA MICROEMPRESA PERLA ANDINA UBICADA EN QUINTICUSIG – CANTÓN SIGCHOS.”, mismo que fue desarrollado para la obtención del título de Ingenieros Mecánicos, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la misma facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En aplicación a lo determinado en la Ley de Propiedad Intelectual, en nuestra condición de autores, nos reservamos los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia, suscribimos este documento en el momento que hacemos entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.



Edmundo Israel Revelo Bustos
CI: 171833553-0

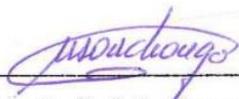


Edwin Marcelo Vaca Heredia
CI: 172193197-8

Quito, febrero del 2019

DECLARATORIA DE COAUTORIA

Yo, declaro que bajo mi dirección y asesoría fue desarrollado el trabajo de titulación, “DISEÑO DE UN SISTEMA PARA CALENTAR AGUA HASTA 80 °C PARA EL PROCESO DE OBTENCIÓN DE VINO DE LA MICROEMPRESA PERLA ANDINA UBICADA EN QUINTICUSIG – CANTÓN SIGCHOS.”, realizado por Edmundo Israel Revelo Bustos y Edwin Marcelo Vaca Heredia, obteniendo un producto que cumple con todos los requisitos estipulados por la Universidad Politécnica Salesiana, para ser considerado como trabajo final de titulación.



Luis Aníbal Andrango Andrango
CI: 1704400553

Quito, febrero del 2020

DEDICATORIA

El presente trabajo se lo dedico a mis padres, de manera especial a mi Madre que en paz descansa que junto con mi padre siempre han estado a mi lado brindándome sus consejos, apoyo y su confianza en mí, para salir adelante y lograr mis objetivos. A toda mi familia, amigos que con su presencia han sido aportes muy importantes para mi vida y mi formación profesional.

Edmundo

Este trabajo está dedicado a mis padres: Marcelo y Gloria, quienes siempre con su esfuerzo y sacrificio me apoyaron durante este largo camino de formación académica, los que me enseñaron a no rendirme en los momentos más difíciles, en especial a mi madre quien me enseñó con su enfermedad a nunca rendirme, que siempre se puede.

A mis hermanos: Oscar, Marcela, Ronald, que ven en mi un ejemplo de perseverancia y mis hijos: Juan Francisco y Felipe Nicolás, quienes han sido el motorcito mi vida.

A toda mi familia y mi compañera de vida, que siempre estuvieron presentes con sus palabras de apoyo, en especial a la memoria de mi tía Margarita quien fue una segunda Madre para mí y mis hermanos.

Edwin

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, quiero agradecer a mis padres, hermanas, amigos y a toda mi familia quien me apoyo en todo el trayecto de mi formación profesional y su colaboración durante todo este proceso. A mi novia que con todo su apoyo y consejos diversos me han ayudado a salir adelante y a superar todo tipo de adversidades.

Edmundo

Quiero agradecer a mis padres por su apoyo incondicional que siempre me han mostrado, a mis tios, que me acogieron en sus hogares brindándome todo su cariño y apoyo, a toda mi familia y amigos que de una u otra manera siempre estuvieron brindándome su apoyo, a mi novia que con sus palabras me motivaron en los momentos de desaliento

Edwin

De manera especial queremos agradecer a nuestro tutor Ingeniero Luis Andrango, quien con sus conocimientos y experiencia nos guio durante todo el proceso del presente trabajo. Por último, un agradecimiento a la Universidad Politécnica Salesiana por brindar una educación de calidad y haber sido la guía en nuestra formación.

Edwin y Edmundo

ÍNDICE GENERAL

CESIÓN DE DERECHOS	i
DECLARATORIA DE COAUTORIA	ii
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTOS.....	iv
ÍNDICE GENERAL.....	v
ÍNDICE DE FIGURAS	ix
ÍNDICE DE TABLAS.....	x
RESUMEN.....	xii
ABSTRACT	xiii
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I.....	3
ESTADO DEL ARTE Y ASPECTOS TEÓRICOS.....	3
1.1 Estado del arte.....	3
1.2 Aspectos teóricos	3
1.2.1 Vino	3
1.2.2 Elementos que intervienen en el proceso del vino	3
1.2.3 Antecedentes de procesamiento actual de vino tinto de mortiño	4
1.2.4 Etapas del proceso de vinificación de mortiño.....	5
1.2.5 Procesos para la obtención de vino tinto de mortiño.....	6
1.2.5.1 <i>Fermentación</i>	6
1.2.5.2 <i>Pasteurización</i>	6
1.2.5.3 <i>Esterilización</i>	7
1.3 Equipos a utilizar para los procesos de fermentado, pasteurizado y esterilizado	8
1.3.1 Marmita.....	8
1.3.2 Marmitas según el tipo de calentamiento	9
1.3.3 Sistema de esterilizado de botellas de vidrio.....	10

1.4. Sistemas de calentamiento de agua.....	12
1.4.1. Tipos de sistemas de calentamiento de agua	13
1.5 Calderas y su instalación.....	15
1.5.1 Caldera piro tubular	16
1.5.2 Componentes y principio de funcionamiento	16
1.5.3. Infraestructura requerida.....	17
1.5.4. Funcionamiento	18
1.5.5. Tratamiento de agua para caldera	18
1.5.6. Parámetros de diseño y capacidad requerida de la caldera	19
1.6 Línea de distribución	22
1.6.1 Tipos de materiales para líneas de distribución de agua caliente y vapor	22
1.6.2. Red de suministro de vapor principal y secundaria	23
1.6.3. Dimensionamiento de las tuberías de vapor principal y secundaria.....	24
1.6.4. Presión de vapor	24
1.6.5. Métodos para dimensionamiento de tuberías de vapor.....	26
1.6.6. Diseño línea de condensado.....	27
CAPÍTULO II.....	33
DISEÑO Y SELECCIÓN.....	33
2.1 Tabla de ponderación de alternativas.....	34
2.2 Layout planta de producción.....	35
2.3 Parámetros para selección de la caldera.....	36
2.3.1. Parámetros de la marmita	37
2.3.2 Calor absorbido por el mosto de mortíño	38
2.3.3 Calor para esterilizado de botellas	39
2.3.5 Balance de energía del sistema	40

2.3.6. Determinación del flujo másico de vapor requerido para los diferentes procesos	42
2.4. Determinación de la potencia de la caldera	43
2.5. Parámetros de diseño y dimensionamiento de la red de distribución	44
2.5.1. Layout tuberías de vapor	45
2.6 Dimensionamiento de tuberías de vapor principales y secundarias.....	45
2.7. Dimensionamiento del distribuidor de vapor.....	50
2.7.1 Longitud del distribuidor de vapor	51
2.8. Dimensionamiento y selección de trampas de vapor.....	52
2.8.1. Dimensionamiento piernas colectoras para líneas principales	52
2.8.2. Selección de trampa de vapor para pierna colector.....	53
2.8.3. Selección de trampa de vapor para marmita.	55
2.9. Diseño tubería de retorno de condensado	55
2.9.1. Procedimiento de dimensionamiento de la tubería de condensado	56
2.10 Selección del aislante para tuberías principales y secundarias	57
2.11 Soportes	59
2.11. Tabla de resultados	60
CAPÍTULO III	62
ANÁLISIS DE COSTOS	62
3.1 Costos directos	62
3.1.1 Costo de equipos de calentamiento.....	62
3.1.2 Costo de sistema de distribución de vapor y accesorios	62
3.1.3 Costo de instalación de los equipos	63
3.1.4 Costo de ingeniería y diseño.....	64
3.1.5 Total costos directos	64
3.2 Costos indirectos.....	65

3.3 Costo total del proyecto	65
3.4 Análisis financiero del proyecto	66
3.4.1 Valor actual neto (VAN)	66
3.4.2 Tasa interna de retorno (TIR)	68
3.4.3 Período de recuperación de la inversión (PRI)	69
CONCLUSIONES	71
RECOMENDACIONES	72
BIBLIOGRAFÍA	73
ANEXOS	

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Referencia de la localización de la comunidad Quiticusig-Cantón Sigchos.	1
Figura 2. Desarrollo de un vino de mortiño.	5
Figura 3. Partes principales de una marmita.	9
Figura 4. Recipiente sugerido para el esterilizado de botellas de vidrio.	11
Figura 5. Representación de las botellas en el recipiente sugerido para el esterilizado de botellas de vidrio.	11
Figura 6. Simulación para obtener datos del recipiente sugerido para el esterilizado de botellas de vidrio.	12
Figura 7. Caldera pirotubular y sus partes	17
Figura 8. Parámetros de diseño de la caldera.	20
Figura 9. Esquema típico de un circuito de vapor	24
Figura 10. Relación presión / volumen específico.	25
Figura 11. Sistema de reducción de presión de vapor.	26
Figura 12. Separador de gotas..	28
Figura 13. Purgador termostático bimetálico.	29
Figura 14. Purgador mecánico de boya	30
Figura 15. Purgador mecánico de balde	30
Figura 16. Purgador termodinámico	30
Figura 17. Purgador de aire en línea	31
Figura 18. Formación de bolsa de líquido.	31
Figura 19. Flujograma de sistema de vapor y condensado.	33
Figura 20. Distribución áreas de producción microempresa Perla Andina.	35
Figura 21. Balance de energía en la marmita.	40
Figura 22. Dimensiones del distribuidor de vapor.	51
Figura 23. Dimensiones recomendadas para pozo colector de condensado (pierna colectora)	52
Figura 24. Intervalos colocación de soportes	59

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Etapas actuales de un vino de mortiño.	4
Tabla 2. Impurezas más comunes en el agua de calderas	19
Tabla 3. Características recomendadas para agua de calderos	21
Tabla 4. Tabla de ponderación para selección de equipo.	34
Tabla 5. Parámetros de producción del vino.	36
Tabla 6. Datos del cilindro externo e interno de la camisa de la marmita.....	36
Tabla 7. Características de la marmita.....	37
Tabla 8. Resumen de resultados del volumen de la camisa de la marmita.....	38
Tabla 9. Datos y parámetros de recipiente para esterilización.	40
Tabla 10. Parámetros para el balance de energía del sistema.....	42
Tabla 11. Flujo másico por proceso y flujo másico total.....	43
Tabla 12. Tabla de principales accesorios, longitudes y velocidades seleccionadas para los sistemas.....	46
Tabla 13. Resultado de diámetros para tuberías principales por el método grafico.....	48
Tabla 14. Resultado de diámetros para tuberías principales por el método analítico	48
Tabla 15. Diámetros seleccionados para tuberías principales	49
Tabla 16. Parámetros de dimensionamiento de tuberías secundarias.....	49
Tabla 17. Diámetros de tuberías secundarias método grafico	49
Tabla 18. Diámetros seleccionados de tuberías secundarias.	50
Tabla 19. Resultados método dos veces el área.	51
Tabla 20. Dimensiones para pierna colectora de condensado (pozo colector).....	53
Tabla 21. Parámetros para carga de condensado	54
Tabla 22. Tipos de trampas de condensado recomendado	54
Tabla 23. Tipos de trampas de condensado recomendado para marmita	55
Tabla 24. Datos para dimensionamiento de la tubería.....	57
Tabla 25. Características de la lana de vidrio.....	58
Tabla 26. Características de la lana de vidrio.....	58
Tabla 27. Distancia de soporte seleccionado para las líneas de vapor	60
Tabla 28. Consolidados de accesorios del sistema.	60
Tabla 29. Costo de equipos de calentamiento.	62

Tabla 30. Costo del sistema de distribución de vapor y accesorios.	63
Tabla 31. Costo de instalación de los equipos.....	64
Tabla 32. Costo del diseño e ingeniería.....	64
Tabla 33. Total de costos directos.	64
Tabla 34. Total de costos indirectos	65
Tabla 35. Costo total del proyecto.....	65
Tabla 36. Fijo de Ingresos	67
Tabla 37. Flujo de Egresos	68
Tabla 38. Cálculo del valor actual neto (VAN).....	68
Tabla 39. Cálculo de la Tasa Interna de Retorno (TIR).	69

RESUMEN

En el presente proyecto técnico denominado, “DISEÑO DE UN SISTEMA PARA CALENTAR AGUA HASTA 80 °C PARA EL PROCESO DE OBTENCIÓN DE VINO DE LA MICROEMPRESA PERLA ANDINA UBICADA EN QUINTICUSIG – CANTÓN SIGCHOS”, se realiza una breve descripción de los procesos de fermentado, pasteurizado y esterilizado, necesarios para la elaboración del vino tinto de mortiño, además de los equipos que se requieren para dichos procesos, también se detalla los tipos de sistemas de calentamiento para la generación de vapor y su sistema de distribución, existentes para su posterior selección. El dimensionamiento de la caldera y su red de distribución de vapor se lo realiza en base al flujo másico de vapor requerido para los procesos antes mencionados que son los que utilizan vapor de agua. Para el dimensionamiento y selección del sistema de calentamiento de agua o vapor de agua con su respectiva distribución a través de una red de tuberías que transporta el vapor desde la caldera hacia un distribuidor principal y a partir de este hacia los diferentes procesos mediante tuberías independientes se aplicaron ecuaciones con las que se determinó la dimensión requerida de la caldera, para determinar los diámetros de las tuberías y del espesor del aislamiento térmico, tanto para la red de distribución de vapor como para la tubería de retorno de condensado se usó gráficas, los resultados obtenidos de las gráficas se validó mediante el software de dimensionamiento de tuberías por el método de la velocidad TLV. Para todo este análisis se consideraron como datos de partida los flujos másicos requeridos por los equipos; por consiguiente, se realizó un balance de energía en los equipos para obtener dicho flujo másico y con esto se obtuvo el requerimiento de vapor de agua para todo el proceso. Por último, se realizó un análisis de costos en donde se observa el costo total de inversión para su implementación, de igual manera se realiza un análisis para determinar si el proyecto es viable y en qué tiempo se recupera la inversión.

Palabras claves: Caldera, flujo másico, Sistema de calentamiento, sistema de distribución, tubería, vapor.

ABSTRACT

In the present technical project called, "DESIGN OF A SYSTEM TO HEAT WATER UP TO 80 °C FOR THE WINE PROCESSING OF THE PERLA ANDINA MICRO-ENTERPRISE LOCATED IN QUINTICUSIG CANTÓN - SIGCHOS", a brief description of fermentation, pasteurized and sterilized processes is made, necessary for the production of Mortiño red wine, as well as of the equipment required for these processes. It also details the types of heating systems for steam generation and its existing distribution system for future selection.

For the dimensioning and selection of the water heating system or water steam with its respective distribution through a pipeline network which transports the steam from the boiler to a main distributor and from this point to different processes by independent pipelines, some equations were applied with which the required size of the boiler was determined, to determine the diameters of the pipelines and the thickness of the thermal insulation, for both, steam distribution network and the condensate return pipeline, graphics were used. The results obtained from the graphs were validated by the pipeline dimensioning software by the TLV method. For all this analysis, the mass flows required by the equipment, were considered as starting data. Therefore, an energy balance was made on the equipment to obtain the mass flow and with this, the water steam requirement for the entire process was obtained. Finally, a cost analysis is performed where the total investment cost for its implementation is observed, in the same way an analysis is carried out to determine if the project is viable and in what time the investment is recovered.

Keywords: boiler, mass flow, heating system, distribution system, pipe, steam.

INTRODUCCIÓN

La presente documentación se realizó a cabo por la necesidad de mejorar el proceso de elaboración del vino de la microempresa Perla Andina.

Perla Andina es una microempresa conformada por comuneros de Quinticusig en el Cantón Sigchos Provincia de Cotopaxi. Esta microempresa dedicada desde su inicio a la elaboración artesanal de vino tinto de mortiño para consumo local. Actualmente, la producción es de 400 botellas mensuales de vino tinto de mortiño, la demanda del producto está aumentando, con lo que ha surgido la necesidad de aumentar la producción, mejorar la calidad del producto y de expandir el mercado, por lo cual este proyecto se realizó con el fin de diseñar un sistema de calentamiento de agua para los procesos de fermentación, pasteurización y esterilización para la elaboración de vino tinto de mortiño, además de aumentar la capacidad entre 800 y 1200 botellas de 750 ml mensuales de una gran calidad.

El objetivo general de este trabajo es diseñar un sistema para calentar agua hasta 80 °C para el proceso de fermentado, pasteurizado y esterilizado que se emplean para la obtención de vino tinto de mortiño, la Microempresa Perla Andina ubicada en Quinticusig – Cantón Sigchos.

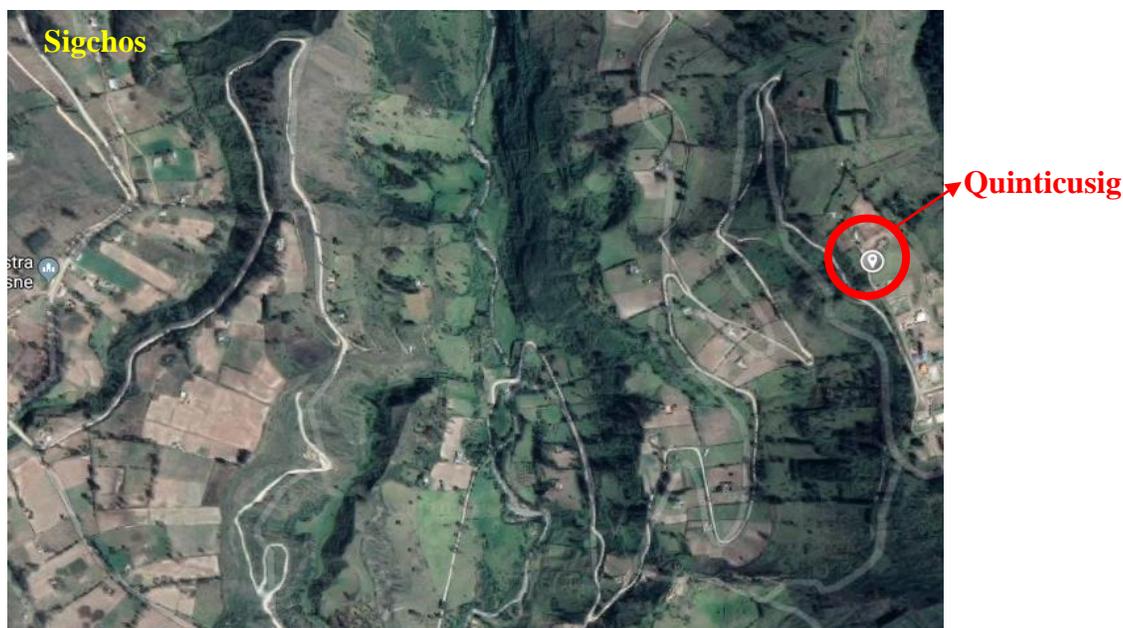


Figura 1. Referencia de la localización de la comunidad Quinticusig-Cantón Sigchos. Fuente: Googlemaps

Los objetivos específicos son:

- Evaluar la situación actual y requerimientos de la microempresa Perla Andina
- Seleccionar el sistema idóneo para calentar agua a una temperatura de 80°C manteniendo un caudal y presión adecuado.
- Diseñar la red de distribución y sus accesorios, de acuerdo a las normas y especificaciones necesarias en el proceso de producción.
- Determinar los costos directos e indirectos para analizar beneficio que representa a la comunidad.

La falta de tecnificación y capacitación en el sector vinícola lleva a la utilización de técnicas empíricas para el procesamiento de vino con mortíño, la obtención del mosto y posteriores etapas en la elaboración de vino, que disminuyen la calidad del producto.

En el proceso productivo de la microempresa es necesario mantener ciertas temperaturas en sus diferentes etapas de producción del vino. Por ello, es indispensable la instalación de un sistema de calentamiento de agua y su red de distribución, esto para que las temperaturas que se requieren en el proceso de fermentación, pasteurización y esterilización puedan ser alcanzadas y se mantengan durante los procesos.

El sistema de calentamiento con su respectiva red de distribución tiene la capacidad de alcanzar los parámetros de temperatura requeridos y normados para procesos productivos por la microempresa Perla Andina.

CAPÍTULO I

ESTADO DEL ARTE Y ASPECTOS TEÓRICOS

El objetivo de este capítulo es conocer una reseña histórica, antecedentes y procesos de vinificación y los aspectos teóricos de los sistemas de calentamiento de agua, así como sus diferentes componentes para los procesos requeridos en la microempresa.

1.1 Estado del arte

Según Belda et al. [1], la elaboración del vino remonta desde las más antiguas civilizaciones mediterráneas (año 7000 a.C.), a pesar de ello el concepto de levadura para llevar a cabo el proceso de fermentación no fue desarrollado hasta el siglo XIX, donde las levaduras es la responsable de la transformación del mosto en alcohol dando así paso al control de la vinificación desde la viña hasta el embotellado.

La fermentación es un proceso importante en el proceso de vinificación el cual incluye varios factores, en este proyecto se busca controlar la temperatura para que el proceso sea el adecuado. Coronel [2], explica que la temperatura optima oscila entre 24 y 32°C, ya que si la temperatura es demasiado baja la fermentación es lenta y si la temperatura supera este rango disminuye la acción de las levaduras y hasta se detiene el proceso de fermentación.

1.2 Aspectos teóricos

1.2.1 Vino

La fermentación del zumo, pulpa, concentrado o reconstituido de frutas domésticas o tropicales comestibles distintas a la uva y con el aporte o sin el aporte de agua, azúcar o miel da origen a la bebida alcohólica vino [3].

1.2.2 Elementos que intervienen en el proceso del vino

Los elementos que a continuación se enumeran intervienen en la vinificación de frutas [4]:

- **Levadura:** denominada científicamente *Saccharomyces cerevisiae* del género elíptico, el bloque de levadura para panadería es otra opción, si la levadura es seca se requiere que se active con agua a 20°C, se utilizará el procedimiento empleado con la levadura granulada en sobre.
- **Grado Brix:** el grado Brix requerido para la fermentación alcohólica del mosto debe ser entre 16 y 20, el grado alcohólico será bajo y no obtendría el grado alcohólico requerido para el proceso si el grado Brix es muy bajo.
- **Temperatura:** Durante la fermentación la temperatura debe controlarse y mantenerse en el rango de 25 a 30 °C, esto porque se genera una variación e incremento de esta, producto de la descomposición de los azúcares que producen una reacción exotérmica.

1.2.3 Antecedentes de procesamiento actual de vino tinto de mortiño

En la actualidad el proceso que se realiza en para la obtención de vino de mortiño consiste en las siguientes etapas:

Tabla 1. Etapas actuales de un vino de mortiño

Recoleccion de mortiño
Seleccion de producto
Pesaje
Triturador
Hidratacion del producto
Reposo del mosto
Fermentacion
Adicion de encimas
Cernido
Embotellado
Etiquetado

Elaborado por: Edmundo Revelo & Edwin Vaca

Con el actual proceso de obtención de vino tinto de mortiño, la etapa de fermentación que en estos momentos se lo realiza en tanques plásticos y con el calentamiento del mosto de una manera manual, para esto el agua se calienta en cocinas industriales, se hace enfriar hasta

alcanzar la temperatura de 30 °C, perdiendo eficiencia en el proceso debido al tiempo que lleva calentar el volumen de agua 1.34 m³ para cinco marmitas.

Con la implementación del sistema de calentamiento para las marmitas, se busca reducir el tiempo a cuarenta y cinco días aproximadamente, lo que contribuirá a mejorar la producción y por lo tanto los ingresos de los comuneros de una manera considerable.

1.2.4 Etapas del proceso de vinificación de mortiño

En el proceso de vinificación del mortiño se dan las siguientes etapas [2] [5].

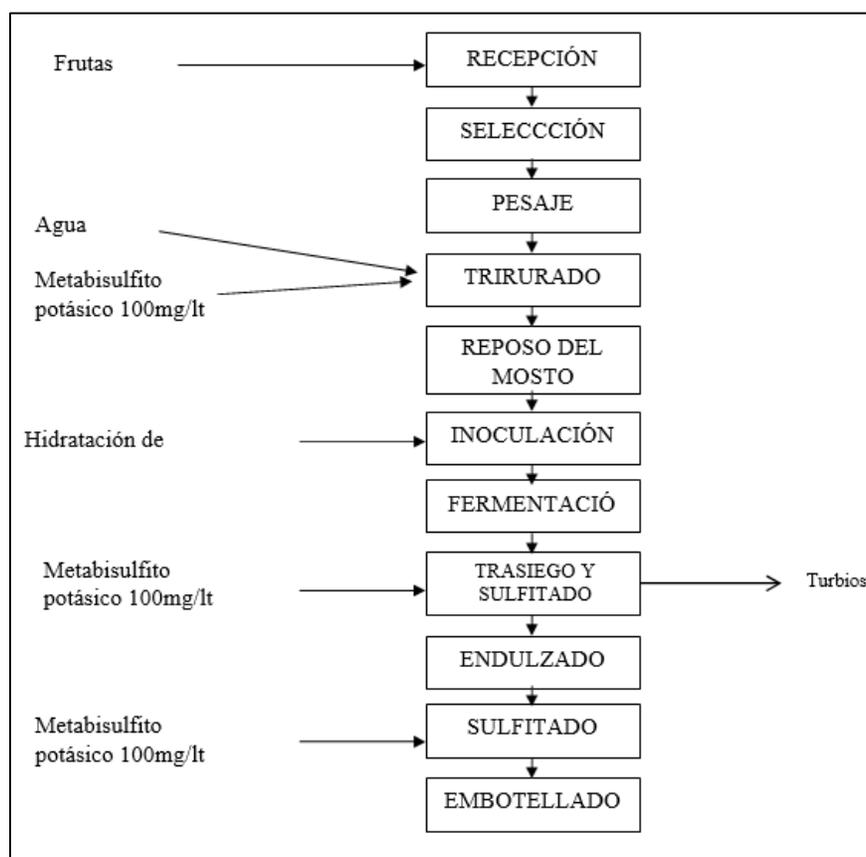


Figura 2. Desarrollo de un vino de mortiño [5]

1.2.5 Procesos para la obtención de vino tinto de mortiño

1.2.5.1 Fermentación

Las levaduras son absolutamente las gestoras de la fermentación alcohólica, siendo esta la principal etapa de la vinificación, consideradas como materia de aporte primario las levaduras son base en la producción del vino. Es por esos motivos que es primordial gestionar de una manera experta el cultivo de estos microorganismos, con el afán de generar una fermentación completa y que se mantenga estable. Se debe asignar a las levaduras el reconocimiento de formular y establecer los aromas que identifican al vino, esto gracias a los agentes que realizan el fenómeno de la transformación de mosto en vino [6].

Establecer las condiciones óptimas para cada caso sumado a la utilización de levaduras seleccionadas para la fermentación de mostos en vendimias certificara el éxito de su propagación y posterior fermentación [6].

En el caso de la microempresa Perla Andina la fermentación se la realizará en cuatro marmitas con una capacidad de 1 m³ cada una y mantener el mosto entre 25 a 30 °C, durante ciento cinco días (tres meses y medio), para esto se contempla la instalación del sistema de calentamiento para mantener dicha temperatura y con eso un óptimo proceso de fermentación.

1.2.5.2 Pasteurización

Es una técnica que consiste en calentar una sustancia (leche, vino, etc.) durante unos minutos para eliminar los microorganismos perjudiciales que pudiera contener.

En el caso del vino, se puede realizar calentándolo durante 20-30 minutos a una temperatura de entre 50-80°. Es necesario tener cuidado porque una temperatura o tiempo excesivos pueden dañar las características organolépticas del vino. En el caso de los vinos dulces, la pasteurización, además de "esterilizar" el vino, impide la fermentación del azúcar residual, manteniendo el carácter dulce [7].

En el proceso actual de pasteurización se calienta agua en cocinas industriales hasta alcanzar el punto de ebullición, posteriormente se deja enfriar el agua hasta que alcance 70 °C aproximadamente, una vez alcanzado aproximadamente esta temperatura se realiza una sumersión del mosto (baño maría) durante diez minutos. Con la implementación del proyecto se busca reducir los tiempos del proceso, además de la tecnificación del mismo, manteniendo una temperatura constante en el proceso de 65 °C hasta alcanzar los 70 °C, durante 10 minutos, este proceso se destinará una de las cinco marmitas, posterior a cumplir la etapa de fermentación.

1.2.5.3 Esterilización

Las prioridades productivas de la industria para lograr bienes de calidad garantizada implican a las materias primas utilizadas y a los procesos de elaboración de los productos. Para los casos en que los bienes requieran ser conservados en condiciones predeterminadas que aseguren su integridad física, química, higiénica y sanitaria, son de vital importancia los envases empleados. Esta es la realidad de los productos de uso médico, biomédico-descartables, farmacéuticos, cosméticos y alimentarios, para cuyos procesos de elaboración se requiere el cumplimiento de pautas higiénicas apropiadas al uso para el que están destinados [8].

El proceso de la esterilización al igual que la pasteurización y fermentación requiere alcanzar una temperatura, de 80 °C con la que se debe trabajar en este proceso, similar a los anteriores procesos se lo viene realizando actualmente de una manera empírica calentando agua en cocinas industriales, para posteriormente los envases y accesorios que se utilizan para la obtención del vino se los introduzca por un tiempo de 3 minutos en el agua que está a la temperatura antes descrita, con el desarrollo del proyecto se busca implementar un sistema de calentamiento de agua y eliminar el proceso en cocinas industriales, con lo cual se optimizara el tiempo, recursos hídricos además de mejorar la seguridad al manipular el agua caliente, en este proyecto se debe calentar el agua a una temperatura de aproximadamente a 80 °C, para la etapa de esterilización se la realizara en un recipiente en donde se aplicara el proceso denominado mezcla directa de agua y vapor de agua.

1.3 Equipos a utilizar para los procesos de fermentado, pasteurizado y esterilizado

1.3.1 Marmita

Se puede precisar como una olla de presión o como un recipiente metálico hermético con tapa atornillada a la marmita y que en algunas ocasiones ostenta un método de agitación que emplea paletas, la cocción de alimentos con premura o la elaboración de mermeladas, chocolates, jaleas bocadillos, aderezos entre otros tiene que ver con la presión interna del vapor que contribuye eficientemente para estos procesos. [9].

En la Figura 3 se localizan partes fundamentales de la marmita u olla de presión, para el funcionamiento correcto [9]:

- a) Recipiente de la marmita
- b) Camisa
- c) Agitador
- d) Tubería de descarga
- e) Entrada de vapor
- f) Motoreductor
- g) Acople de la válvula de seguridad de vapor.
- h) Termo pozo

Partes de la marmita

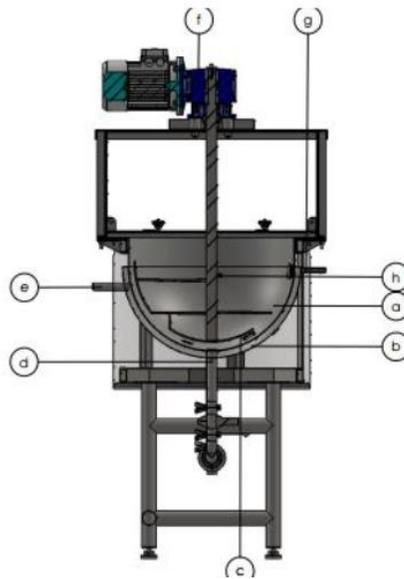


Figura 3. Partes principales de una marmita [9]

1.3.2. Marmitas según el tipo de calentamiento

Existen una variedad de tipos de marmitas que dependen de sus elementos y método de calentamiento tales como [10]:

- a) **Marmita de calentamiento a vapor:** El calentamiento de este tipo de marmita se lo genera por la circulación del vapor a la presión requerida en la camisa, esta camisa es elementalmente en una cámara de calentamiento que rodea el recipiente donde se inserta el elemento que se requiere calentar, en este caso la caldera aporta el vapor, se describen dos tipos de marmitas las que son:
 - b)
 - **Abierta:** El calentamiento del producto en este tipo de marmita se lo genera a una presión atmosférica.
 - **Cerrada:** Para evitar o reducir la degradación de ciertos elementos que componen los alimentos y que son sensibles al calor se emplea este tipo de marmitas, esto debido a la utilización de vacío lo que permite la extracción de aire del elemento por manufacturar lo que accede a hervirlo a temperaturas menores a las pretendidas a presión atmosférica, esto favorece a la

preservación de las particularidades organolépticas y el valor nutritivo, con lo que se mejora la calidad de los productos.

- c) **Marmita de calentamiento a gas:** Este tipo de marmita integra un sistema adicional de agitación, el cuerpo de la marmita al estar aislada tiene menor pérdida de temperatura y está elaborada en acero inoxidable, estas marmitas emplean un quemador de tipo atmosférico con sistema de seguridad de llama, encendido electrónico automático además posee un ducto para la evacuación de gases, este tipo de marmita emplea calor indirecto por lo que la circulación del vapor se la realiza en doble camisa, los niveladores de agua, control de temperatura y válvulas de alivio son los elementos de seguridad de este tipo de marmitas.

- d) **Marmita de calentamiento con energía eléctrica:** Este tipo de marmitas son óptimas para la elaboración de alimentos líquidos, cocción de pescados, carnes, verduras entre otros debido a la fiabilidad, seguridad, fácil limpieza, funcionalidad además de la resistencia de estos equipos, son ideales para instalaciones donde no se cuenta con una generación de vapor y no se puede emplear gas, son capaces de generar su propio vapor utilizando energía eléctrica.

1.3.3. Sistema de esterilizado de botellas de vidrio

Pensando en la economía de la microempresa la propuesta es implementar un recipiente en el cual se suministrará vapor proveniente de la caldera y crear una mezcla directa para elevar la temperatura del agua y llevarla a temperatura de ebullición, dicho recipiente tiene la capacidad para diecinueve botellas de 750 ml.

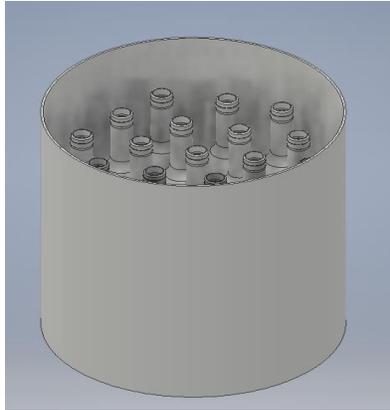


Figura 4. Recipiente sugerido para el esterilizado de botellas

Elaborado por: Edmundo Revelo & Edwin Vaca

El método de funcionamiento del equipo se basa en colocar las botellas de vidrio en el recipiente, posteriormente se procede a llenarlo de agua a temperatura ambiente hasta lograr cubrir las botellas de agua para finalmente suministrar vapor hasta lograr el punto de ebullición del agua.



Figura 5. Representación de las botellas en el recipiente sugerido para el esterilizado de botellas

Elaborado por: Edmundo Revelo & Edwin Vaca

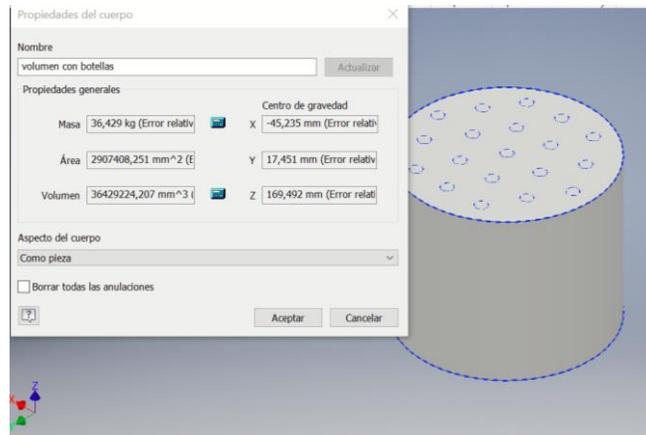


Figura 6. Simulación para obtener datos del recipiente sugerido para el esterilizado de botellas

Elaborado por: Edmundo Revelo & Edwin Vaca

El requerimiento de infraestructura y accesorios comprende:

- Área física adecuada
- Suministro de agua fría
- Suministro de vapor de agua.

1.4. Sistemas de calentamiento de agua

Un calentador de agua, o calentador de lava, calefón, caldera o boiler es un dispositivo termodinámico que utiliza energía para elevar la temperatura del agua. Entre los usos domésticos y comerciales del agua caliente están la limpieza, las duchas, para cocinar o la calefacción. A nivel industrial los usos son muy variados tanto para el agua caliente como para el vapor de agua. Éste funciona con electricidad, gas LP, gas natural o energía solar [11].

Los equipos a base de intercambiadores de calor son equipos compactos de gran eficiencia energética para calentar agua para su uso en servicios generales en instalaciones con demandas altas como son hoteles u hospitales. Un sistema completo de calentamiento de agua requiere además del intercambiador de calor o calentador: un tanque para el almacenamiento de agua caliente, una red de recirculación de agua y bombas de recirculación para agua caliente, esto además de controles de arranque y paro de bombas de recirculación accionadas por temperatura y termómetros en puntos varios del sistema [12].

1.4.1. Tipos de sistemas de calentamiento de agua

De acuerdo al tipo de tecnología y combustible utilizado son criterios empelados para clasificar los tipos de sistemas de calentamiento de agua de los cuales se pueden describir tres tipos.

a) **Calentadores según el combustible usado:** Se puede diferenciar dos tipos de calentadores en base del tipo de combustible empleado [13]:

- **Calentadores eléctricos:** son los que calientan el agua por efecto Joule, mediante resistencias eléctricas y son muy utilizados para pequeños consumos de hasta 200 litros máximo [14].
 - **Requerimiento de infraestructura y accesorios** [15]:
 - Soporte o estructura para sujeción del calentador.
 - Acometida de agua fría en PVC.
 - Red de distribución de agua caliente en acero inoxidable, cobre, PVC para temperatura.
 - Acometida corriente eléctrica.
 - Accesorios de seguridad: llave corta corriente, llave paso agua fría, llave paso agua caliente, termómetro, manómetro de presión agua caliente, termómetro de presión de agua caliente, termómetro.
- **Calentadores de gas:** el butano o propano son gases licuados de petróleo que conjuntamente con el gas natural son los combustibles gaseosos que se emplean en este tipo de calentador.
 - **Requerimiento de infraestructura y accesorios** [15]:
 - Soporte o estructura para sujeción del calentador.
 - Área adecuada y ventilada.
 - Acometida de agua fría en PVC.
 - Red de distribución de agua caliente en acero inoxidable, cobre, PVC para temperatura.
 - Acometida de GLP.
 - Accesorios de seguridad: válvula de seguridad presión GLP, central para GLP llave paso agua fría, llave paso agua caliente, termómetro,

manómetro de presión GLP, manómetro de presión agua caliente, manómetro de presión agua fría.

- **Calentadores solares:** los sistemas de calentamiento de este tipo de equipos emplean un panel solar térmico como medio de calentamiento y son aplicados a calentar agua, por lo que se considera una fuente de energía renovable.

- **Requerimiento de infraestructura y accesorios** [15]:

Soporte o estructura para sujeción del calentador.

Área adecuada para instalación.

Acometida de agua fría en PVC.

Red de distribución de agua caliente en acero inoxidable, cobre, PVC para temperatura.

Accesorios de seguridad: válvula de seguridad sobrepresión agua caliente, llave paso agua fría, llave paso agua caliente, termómetro, manómetro de presión agua caliente, manómetro de presión agua fría.

- **Bomba de calor:** es una máquina térmica que permite transferir energía calorífica de un ambiente a otro según se lo requiera, dicha energía es generada por el cambio de estado de un líquido refrigerante y la segunda ley de la termodinámica. [16]

- **Requerimiento de infraestructura y accesorios** [17]:

Área adecuada con suficiente suministro de aire

Acometida eléctrica

Área del piso nivelado y sólido

Aislantes de vibración.

- b) **Tipos de calentadores acorde de su acumulación:** se puede clasificar los siguientes tipos de calentadores en base a que si poseen o no depósito de acumulación [13]:

- **Instantáneos:** la activación de un quemador encendiendo la llama o el encendido de resistencias eléctricas para la generación de agua caliente al realizar la apertura de un grifo caracterizan a este tipo de calentador.

- **Aplicaciones:** Los calentadores de agua son utilizados principalmente en casa, hoteles, residencias, gimnasios, hospitales, centros deportivos [18].

- **Rango de temperatura:** El rango de temperatura de este tipo de calentadores es de 49 a 60 °C, con un caudal de 24 L/min [19].

- **Acumuladores:** al descender la temperatura de un nivel predeterminado se enciende el calentador para volver a alcanzar la temperatura preestablecida, el agua calentada circula por uno o varios conductos por los que atraviesan el depósito.
 - **Aplicaciones:** Los calentadores de agua son utilizados principalmente en grandes hoteles, grandes edificios, estadios deportivos, hospitales, bloques de departamentos. [20].
 - **Rango de temperatura:** El rango de temperatura de este tipo de calentadores es de hasta 70 °C, con un caudal de 35 L/min [20].
- c) **Calentadores más habituales:** la utilización de gas natural o glp son combustibles utilizados en este tipo de calentadores que agrupan a los calentadores con depósito y sin depósito [13].
 - **Calentadores de gas sin depósito:** el calentamiento del agua se genera de una manera gradual a su paso por el equipo, esta elevación de temperatura se genera al circular a través del serpentín, la cámara de combustión se localiza en el centro de este elemento que se localiza al contorno de esta. Modelos de calentadores de tipo mecánicos hasta los más eficientes y precisos en la temperatura programada hacen que existan una variedad de modelos [13].
 - **Calentadores de gas con depósito:** la utilización de un intercambiador de calor por el cual fluye el agua es la característica de este tipo de calentadores, el mismo que al contar con un depósito de acumulación de agua caliente eleva la capacidad de satisfacer la demanda en varios puntos de consumo o un punto que requiere un elevado aporte de agua caliente [13].

1.5 Calderas y su instalación

Es un aparato a presión en donde el calor procedente de cualquier fuente de energía se transforma en utilizable, en forma de energía térmica, a través de un medio de transporte en fase líquida o vapor húmedo [21].

Las calderas suministran vapor húmedo o vapor seco, para más de una aplicación; en determinadas circunstancias la demanda de vapor puede ser cíclica o fluctuante, de modo que

el funcionamiento de la unidad generadora de vapor y su equipo de control, se pueden complicar [22].

1.5.1 Caldera piro tubular

Este tipo de calderas se las designa con el nombre de calderas igneotubulares o calderas pirotubulares, existen del tipo verticales o tipo horizontal. Dos tipos de calderas de acuerdo a los tubos se pueden encontrar en las calderas verticales que son:

- tubos semisumergidos.
- tubos sumergidos totalmente.

Cuando los tubos no son cubiertos en su totalidad por el agua se refiere al primer caso; en el otro caso, los tubos se encuentran cubiertos totalmente. En nuestro país la aplicación de calderas denominadas escocesas es la más habitual, estas son de tipo horizontal, las mismas que poseen tubos múltiples de humo, el tipo de retorno puede ser simple o doble y hogar interior. En el hogar de estas calderas se puede quemar carbón, leña, o quemadores de petróleo al igual que cualquier tipo de caldera [23].

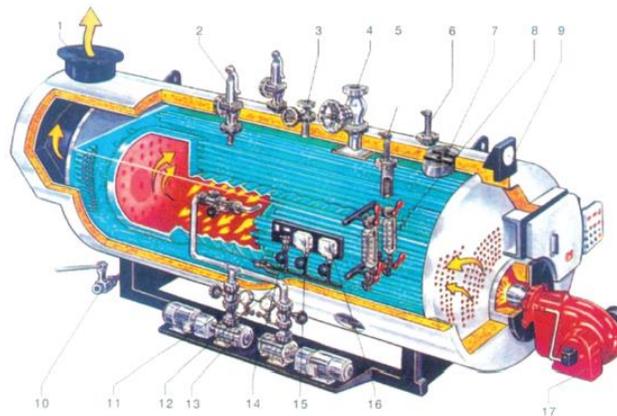
1.5.2 Componentes y principio de funcionamiento

La estructura de las calderas piro tubulares están compuestas por [24]:

- **Hogar o tubo central:** cámara o lugar donde ocurre la quema del combustible con la consiguiente liberación de calor.
- **Tubos de humos o fluses:** al abandonar los gases de la combustión el hogar lo realiza por un cumulo de tubos de tamaño mucho menor.
- **Placas:** limitan en ambos extremos el volumen de la cámara de la caldera.
- **Casco o carcasa:** constituye la envoltura exterior o cuerpo de acero.
- **Cámara de agua:** parte del volumen que ocupa el agua en su interior.
- **Cámara de vapor:** parte del volumen que ocupa el vapor producido.

Además de estas partes que conforman su estructura, necesita de otros agregados como son: quemador, bombas de combustible, bombas de agua y ventilador.

En la Figura siguiente se muestra la estructura y los componentes de una caldera pirotubular, con sus componentes y los fluidos de trabajo que la componen para su funcionamiento [24].



- | | |
|----------------------------------|-----------------------------------|
| 1 Evaluación de humos | 10 Purga y vaciado |
| 2 Válvula de seguridad | 11 Manómetro 12 |
| 3 Salida auxiliar de vapor | 12 Alimentación de agua |
| 4 Salida principal de vapor | 13 Bombas de alimentación de agua |
| 5 Seguridad de nivel | 14 Transmisor de presión |
| 6 Regulador y seguridad de nivel | 15 Presóstato de seguridad |
| 7 Entrada hombre | 16 Presóstato de regulación |
| 8 Indicadores de nivel | 17 Equipo de combustión |
| 9 Manómetro | |

Figura 7. Caldera pirotubular y sus partes [24]

1.5.3. Infraestructura requerida

La instalación de una caldera requiere determinados requerimientos, como se detalla a continuación [25].

- **Ubicación:** la ubicación de la caldera puede ser en cualquier parte de la planta, a conveniencia de los requerimientos.
- **Accesos:** no existe un mínimo de accesos, se implementarán los accesos necesarios para que ningún acceso diste de otro más de 15m.

- **Suelo:** El suelo tendrá resistencia estructural, capaz de soportar el peso de los equipos y si fuera necesario se reforzará.
- **Paredes:** debe existir un aislamiento acústico del exterior, así como también un correcto flujo de aire, no debe existir filtraciones de agua y si está situado los equipos en terrazas el suelo debe impermeabilizarse.
- **Dimensiones:** las dimensiones del espacio de la caldera y equipos garantizaran, el acceso a los mismos tanto para el mantenimiento como para la inspección no incurran en peligro para el operario.
- Además, se debe garantizar el acceso a la chimenea desde la caldera, la distancia para la apertura total de tenerlo de las puertas de la caldera.
- **Acometidas:** requiere de acometidas de energía eléctrica, suministro de combustible, suministro de agua adecuada para la caldera.
- **Ventilación:** el objeto de este paramento requerido es suministrar la cantidad adecuada de aire para una correcta combustión, por otro lado, renovar el aire de la sala de máquinas y mantener una temperatura adecuada de la sala, cabe mencionar que el tipo de ventilación puede ser natural directa, natural indirecta o forzada.

1.5.4. Funcionamiento

En el hogar de la caldera se produce la combustión del combustible, se forman una gran cantidad de gases calientes, estos gases comienzan a circular a través de las superficies de transferencia, compuestas por una considerable cantidad de tubos de pequeño diámetro llamados fluses. Con una relativa temperatura y contenido energético bajo sale el agua contenida en la carcasa y localizada en el exterior, la misma que absorbe el calor desprendido por los gases en su paso a través de los tubos y que se inicia en el hogar. Con una cantidad y bajo parámetros requeridos para cada proceso, como presión y temperatura se genera vapor al utilizar el calor absorbido por el agua [24].

1.5.5. Tratamiento de agua para caldera

El agua de cualquier fuente de suministro siempre va a contener impurezas o sustancias extrañas, que en caso del generador de vapor va a ocasionar problemas en su funcionamiento, averías como incrustaciones, corrosión, fragilidad acústica, espumeo y arrastre, entre otras.

A continuación, se detalla los efectos y causas de los elementos [26].

Tabla 2. Impurezas más comunes en el agua de calderas [26]

NOMBRE	FORMULA	EFECTO QUE CAUSA
Carbonato de calcio	CaCO ₃	Incrustación
Sulfato de calcio	CaSO ₄	Incrustación
Cloruro de calcio	CaCl ₂	Corrosión
Sulfato de magnesio	MgSO ₄	Incrustación y corrosión
Cloruro de magnesio	MgCl ₂	Corrosión
Nitrato de magnesio	NO ₃ Mg	Corrosión
Cloruro de sodio	NaCl	Electrólisis
Dióxido de silicio	SiO ₂	Incrustación
Sulfato de sodio	Na ₂ SO ₄	Incrustación

1.5.6. Parámetros de diseño y capacidad requerida de la caldera

El diseño de una caldera se debe basar a parámetros que no son otra cosa que lineamientos, condiciones y restricciones que se deben tener en cuenta al momento del diseño para que el equipo cumpla con los requerimientos de servicio que demanda el usuario y que el equipo opere de una manera correcta [27].

Los parámetros más comunes bajo los cuales se debe diseñar una caldera son:

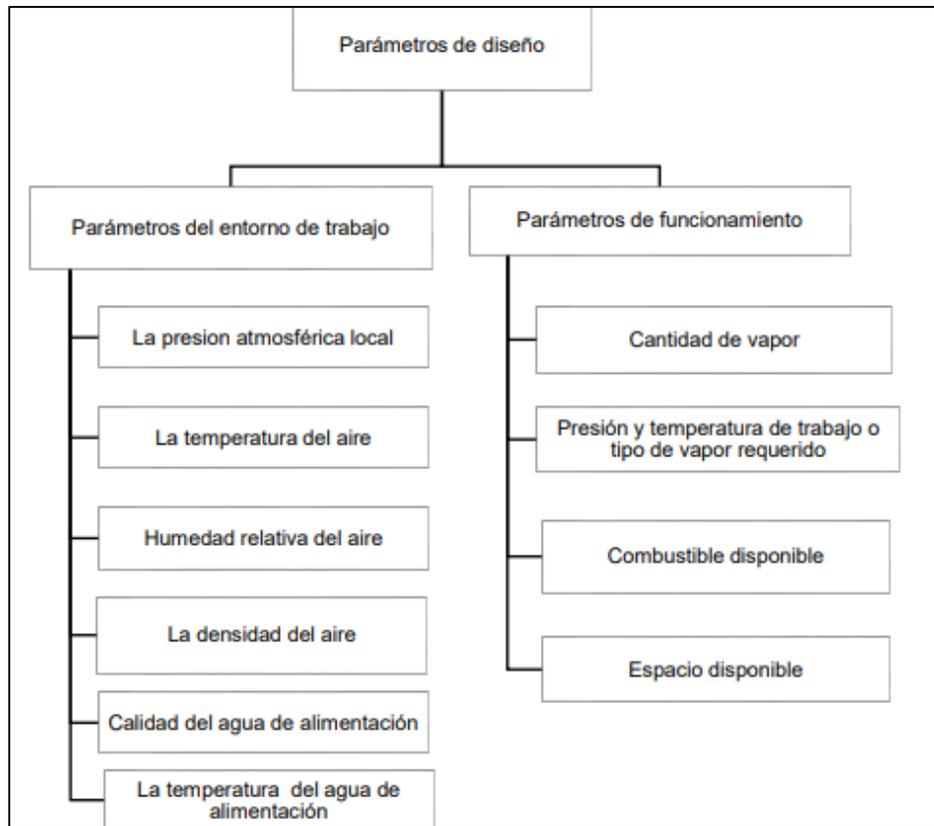


Figura 8. Parámetros de diseño de la caldera [27]

a) **Parámetros del entorno de trabajo**

En esta sección se describe las condiciones más adecuadas a las cuales el equipo debería manejarse para su operación, estos parámetros se detallan de una mejor manera a continuación:

- **Características ambientales:** Este factor varía dependiendo de la ubicación geográfica donde opera el equipo [27].
- **Calidad del agua:** Este es un parámetro fundamental en el diseño de calderas, pues si no se tiene en cuenta puede generar problemas de corrosión, incrustaciones y arrastres de agua líquida a las líneas del proceso.

Los elementos constitutivos de tipo anticorrosivos de las calderas y el diseño de sistemas que prevén evitar el arrastre de espuma, pueden resultar bastante más costosos si se comparan con los gastos que genera el tratamiento del agua. Por esta razón es preferible realizar el tratamiento de agua en de acuerdo a los requerimientos

de la caldera, y no diseñar la caldera de acuerdo a las características del agua disponible. Por esta razón, las condiciones del agua de alimentación se establecieron de manera arbitraria siguiendo las recomendaciones hechas por la ABMA (Asociación Americana de Fabricantes de Calderas) y a La Norma Británica BS – 2486 [27].

Siendo la caldera un equipo de un costo elevado se debe mantener condiciones en donde el equipo funcione con eficiencia y tenga una vida útil larga. Existen dos etapas de tratamiento de agua, una interna y otra externa, la etapa interna se la realiza por medio de procesos químicos al momento del funcionamiento de la caldera, la otra etapa de tratamiento de agua se la realiza de manera externa o antes del ingreso del agua a la caldera, para esto lo más común que se utiliza es un ablandador de agua el mismo que se encarga de eliminar las impurezas también llamadas durezas y remplazarlas con otro tipo de impurezas que no afectan a la caldera [26].

Tabla 3. Características recomendadas para agua de calderos [26]

ITEM	RANGO RECOMENDADO
Durezas totales	0 ppm.
Alcalinidad M	340 – 855 ppm de CaCO ₃
Alcalinidad P	67 % de la alcalinidad M
Cloruros	5 ppm de CaCO ₃
Fosfatos	30 – 60 ppm como fosfatos
Sulfitos	25 – 60 ppm como sulfitos
Hierro	menos de 5 ppm
Sílice	menos de 125 ppm
pH	10- 11
Total de Sólidos Disueltos (TDS)	Máximo 3500 ppm.
Retorno línea de condensado	5 ppm TDS. pH = 7.5 – 8.5

b) Parámetros de funcionamiento

Los parámetros de funcionamiento hacen referencia a todas aquellas condiciones de operación y poder cumplir con su trabajo. Según SHIELD, Carl D.2 Entre los factores determinantes para seleccionar una caldera están:

- Cantidad de vapor producido.
- Espacio disponible
- Presión y temperatura de trabajo o tipo de vapor requerido
- Combustible disponible.

Bajo estos parámetros se diseñará y seleccionará la caldera más adecuada, de acuerdo a los requerimientos.

c) Requerimiento de agua en el generador de vapor

El requerimiento de alimentación de agua para el generador de vapor va a depender proporcionalmente de la cantidad de vapor que se requiera, se ha determinado que por cada BHP se necesita 0.07 galones por minuto de agua o 0.265 litros por minuto de agua. La producción a 100 °C de 15.65 Kg/h de vapor saturado, precisa como un caballo caldera, esto alimentando con agua a una temperatura de 100°C. [26]

1.6 Línea de distribución

La línea de distribución es un elemento importante dentro de la instalación de una caldera ya que se trata de la conexión entre estas dos partes, es decir entre la fuente generadora en este caso una caldera con el punto de aplicación del vapor [28].

Existen varios tipos de sistemas o líneas de distribución, entre las principales tenemos [28].

- Líneas de distribución para agua fría.
- Líneas de distribución para agua caliente.
- Líneas de distribución para vapor.

1.6.1 Tipos de materiales para líneas de distribución de agua caliente y vapor

En el mercado existen un sinnúmero de materiales para la implementación de líneas de distribución, pero el tipo de material con el que se debe implementar una línea depende fundamentalmente del rango de temperatura a la cual va a trabajar el fluido, por esto tenemos los principales materiales de construcción de las líneas de distribución [28].

- PVC.
- Cobre.
- Acero al carbono.
- Acero inoxidable.

1.6.2. Red de suministro de vapor principal y secundario

La conexión entre el punto de servicio y el punto de origen del vapor es sustancia para lo cual se emplea la red de distribución de vapor, para que el vapor alcance parámetros preestablecidos y pérdidas mínimas de calor al llegar a los equipos las tuberías deben tener las dimensiones correctas [29].

El vapor generado siempre va a fluir por tuberías principales a partir de la cual se instalara un distribuidor de calor de ser necesario caso contrario a partir de la tubería principal se ramificara tuberías secundarias que llegaran a los equipos, al fluir el vapor hacia elementos más fríos el vapor se condensa rápidamente por lo que también se debe diseñar e instalar tubería para el condensado, con estas premisas en la red de distribución y condensado debemos tener en cuenta los siguientes aspectos para el diseño [29].

- Caudal másico.
- Presión de vapor.
- Caída de presión máxima admisible.
- Longitud de la tubería.

A continuación, se muestra un ejemplo de una red de distribución de vapor básica.

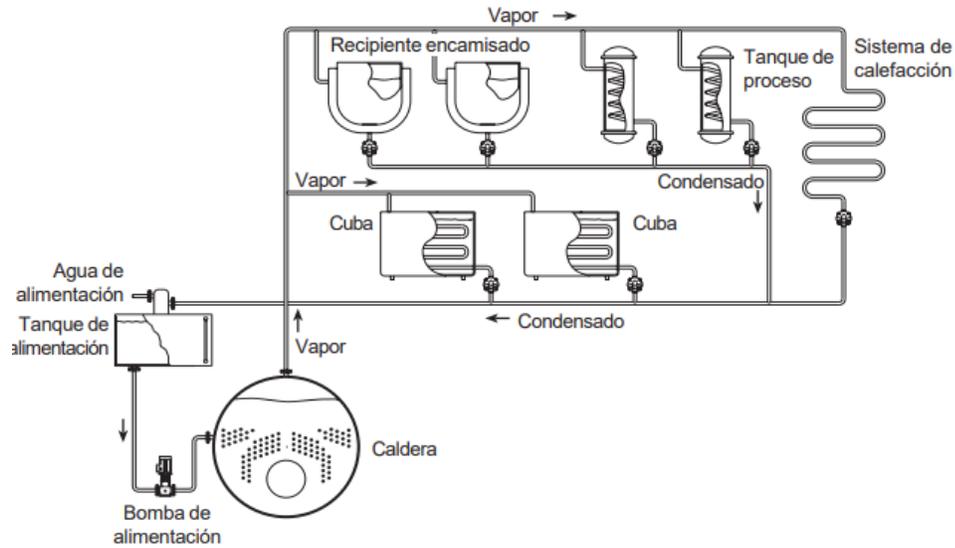


Figura 9. Esquema típico de un circuito de vapor [29]

1.6.3. Dimensionamiento de las tuberías de vapor principal y secundaria

La utilización primordial de diagramas experimentales que son empleados en el dimensionamiento de las tuberías, los mismos que sirven para instalaciones generadoras de vapor de mediana capacidad [26].

Además el dimensionamiento de la tubería depende de los subprocesos para los cuales está destinado el vapor, bajo estos requerimientos se seleccionara la velocidad, caudal, presión con los que se trabajara en los mismos, posteriormente se dimensionara y seleccionara la tubería adecuada para cada uno de estos procesos a partir de un distribuidor de vapor, puesto que las temperaturas y otros parámetros bajo los cuales se trabajarán estos procesos varían entre ellos [26].

1.6.4. Presión de vapor

Generalmente la presión de trabajo del vapor está dada por la presión de trabajo del equipo de la planta que requiera mayor presión, los siguientes aspectos se debe considerar al momento de seleccionar la presión de trabajo:

- El requerimiento de la presión en el punto de entrega o de servicio.

- A lo largo de la tubería la caída de presión.
- Perdidas de calor en la tubería.

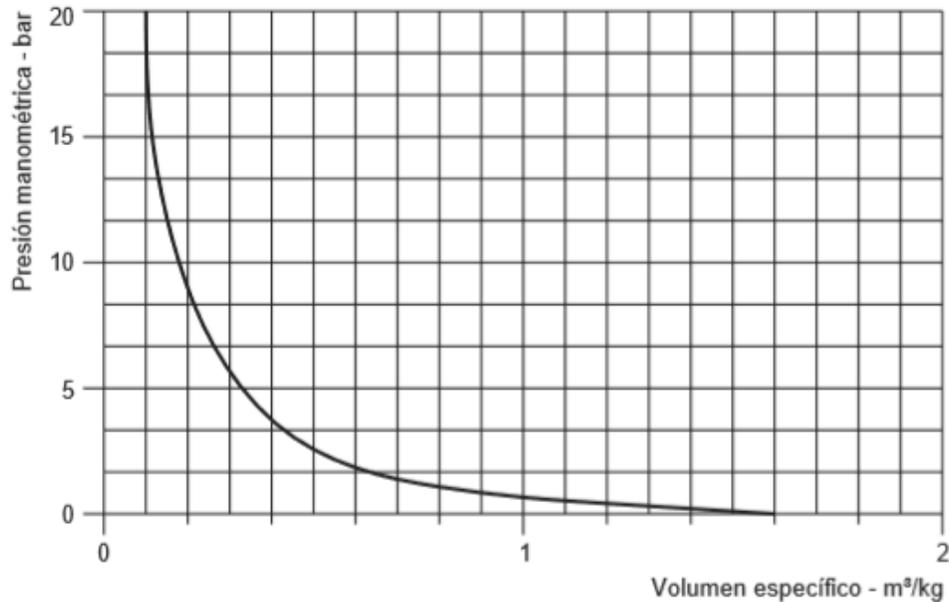


Figura 10. Relación presión / volumen específico [29]

En la Figura 10 podemos darnos cuenta que mientras más elevada sea la presión de vapor ocupara menos volumen, de ahí que, si la presión de vapor generada es más elevada que la presión requerida en el punto de utilización, y el vapor se distribuye a la presión de generación, el diámetro de la tubería será menor, a partir de esto tenemos las siguientes ventajas [29]:

- Menor diámetro de tubería.
- Menor costo de las líneas de distribución, (accesorios, mano de obra).
- Menor costo de aislamiento térmico.
- Vapor más seco en el punto de distribución.
- Mayor almacenamiento térmico en la caldera que ayuda a soportar la fluctuación de la carga.

En cuanto a las desventajas tenemos:

- Instalación de equipos que reduzcan la presión en cada punto de acuerdo a lo requerido.
- Mayor consumo de combustible.

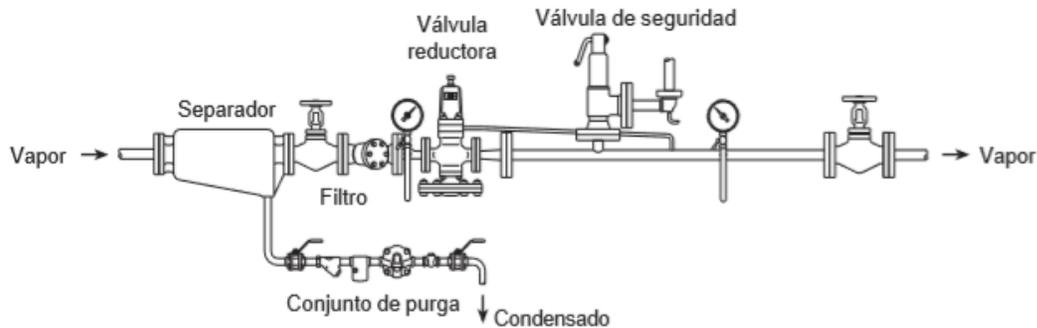


Figura 11. Sistema de reducción de presión de vapor [29]

1.6.5. Métodos para dimensionamiento de tuberías de vapor

Existen varios métodos para el dimensionamiento de las tuberías de vapor, entre los cuales están:

- Método del dimensionamiento por velocidad
- Método por caída de presión

Al momento del dimensionamiento de las tuberías se debe tener cuidado con el ruido y la erosión de la tubería sobre todo en el transporte de vapor húmedo debido a altas velocidades del vapor [26].

La recomendación que se debe tener presente al momento del dimensionamiento de las tuberías para vapor saturado es la velocidad del vapor en la tubería, esta tiene que ser de aproximadamente de 15 m/s a 40 m/s para líneas de gran longitud, y de 25 m/s para derivaciones y líneas cortas [30].

Para el dimensionamiento de las tuberías de vapor existe el método gráfico y matemático, de este último se genera la siguiente ecuación [29].

$$d = \sqrt{\frac{4 \times \dot{m}v}{\pi \times 3600V}}$$

Donde:

d = diámetro (*m*),

v = volumen específico (*m*³/*kg*),

V = Velocidad del flujo (*m/s*), y

m = flujo másico (*kg/h*).

1.6.6. Diseño línea de condensado

El condensado es un elemento que siempre va a estar presente en todo sistema de vapor por lo que al igual que el sistema de distribución necesita ser diseñado, este condensado se genera esencialmente al arranque y paro del sistema.

A la puesta en marcha del sistema fluye el vapor hacia el sistema de distribución que se encuentra frío se produce el condensado en mayor cantidad hasta alcanzar el equilibrio térmico, posteriormente sigue produciéndose condensado en menor cantidad debido a la pérdida de calor del sistema de distribución pues el aislamiento de la tubería de distribución no es perfecto.

Previamente a la separación de las trampas de vapor se trata de agua caliente a presión de trabajo originado por la caldera por lo que no se puede realizar el diseño como que se tratara de tubería para agua, posterior a ser separado tiene la presión de la línea de condensado siendo agua caliente, para esto debemos tener en cuenta tres aspectos para su diseño [26].

- Puesta en marcha
- Pre calentamiento
- Régimen de trabajo

Una velocidad de 25 *m/s* es la recomendada para el dimensionamiento de las tuberías de condensado, esto con la finalidad de que no se creen presiones excesivas.

Los momentos más críticos de la creación de condensado es en la puesta en marcha que genera un elevado condensado y poca presión, por cada 100 metros de longitud de tubería la caída de presión recomendada para dimensionar la tubería es de menos de 0.10 kg/cm^2 (1.42 Psig) [26].

El condensado tiene que ser retirado de la línea de vapor y llevado a la línea de condensado esto debido a que en el circuito de vapor al estar en estado líquido ocupa parte de la sección de la tubería y al ser movido a altas velocidades produce ruido, abrasión, golpe de ariete, etc. por estos motivos tiene que ser separado de la línea de vapor, para lo cual se utiliza accesorios como los siguientes:

a. Separador de gotas

Son accesorios, que se instalan en la red de distribución, este accesorio suele ser instalado a la salida de la caldera y debido a su diseño de tipo laberinto libera de las gotas de agua al vapor, a la salida de este accesorio el vapor se encuentra libre de esas gotas, las mismas que son liberadas por un ducto en la parte baja de este accesorio.



Figura 12. Separador de gotas. [29]

b. Purgadores

Para lograr que la línea de vapor esté libre de condensado se utiliza estos accesorios que se encargan de eliminar automáticamente el condensado de la línea de vapor, estos elementos se deben colocar en los puntos más bajos debido a que es ahí donde se acumula el condensado, existen algunos tipos de purgadores como son:

- Trampas termostáticas
- Trampas mecánicas

- Trampas termodinámicas

c. Trampas termostáticas

Este tipo de accesorios trabajan con el cambio de temperatura, este accesorio censa la temperatura, ubica la válvula con respecto al asiento y descarga el condensado, también se ve que la temperatura de vapor viene dada por su presión, la entalpia de vaporización cedida por el vapor da origen al intercambio y a la producción de condensado a la temperatura del vapor, a partir de este punto cualquier perdida adicional la temperatura disminuye [28].

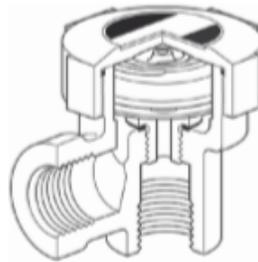


Figura 13. Purgador termostático bimetálico [29]

d. Trampas mecánicas

Las trampas mecánicas basan su funcionamiento en los cambios de densidad del fluido, el diferencial de la densidad del vapor de agua y el condensado hace que este tipo de trampas se accionen, de estas trampas de tipo mecánico se ubican dos tipos [28]:

- Del tipo flotador
- Del tipo balde invertido

e. Trampa tipo flotador

Este tipo de flotador, es de mecanismo sencillo, esto debido a que en su interior tiene una cámara con un flotador, el mismo que ante la presencia de condensado se eleva y permite la apertura de la válvula que permite la salida del condensado [28].

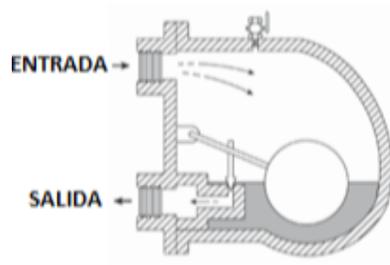


Figura 14. Purgador mecánico de boya [29]

f. Trampa de balde invertido

Este tipo de accesorio presenta pérdidas menores debido al orificio de venteo, esta válvula al inicio de la operación se presenta completamente abierta la válvula, conforme se llena el condensado el balde empieza a bajar permitiendo la liberación del condensado [28].

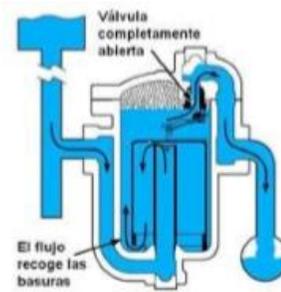


Figura 15. Purgador mecánico de balde [28]

g. Trampa termodinámica

Este tipo de accesorios trabajan con los cambios que se producen en la dinámica del fluido, la generación de condensado dará lugar a que accesorio entre en funcionamiento [28].

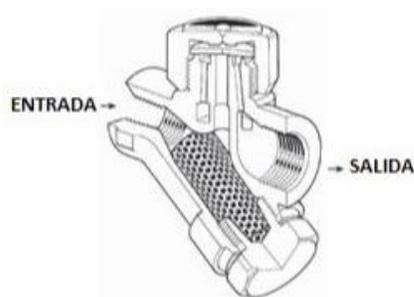


Figura 16. Purgador termodinámico [29]

h. Eliminadores de aire

Este tipo de accesorios es importante para poder medir la presión real del sistema, esto debido a que si el sistema contiene aire y se introduce presión de vapor la medida de presión no será la real, por lo que tendremos una variación de temperatura y una disminución de la presión del sistema. El funcionamiento es similar al purgador termostático, que deben ser montados sobre el nivel del condensado como se muestra en la siguiente figura [29].

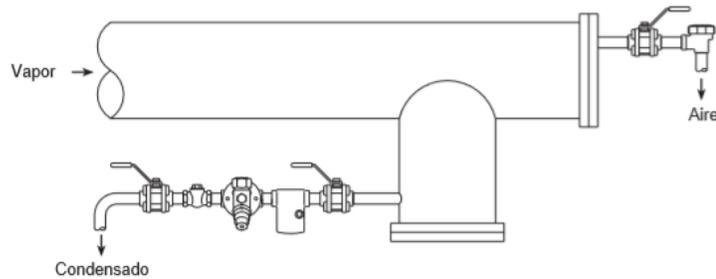


Figura 17. Purgador de aire en línea [29]

i. Golpe de ariete

Es un problema que se origina cuando la línea de vapor no se purga en las partes bajas del sistema lo que ocasiona que viaje a la velocidad del vapor y choque contra algún obstáculo que se presente en el sistema, la acumulación de condensado puede originar que se forme una bolsa líquida que se mueve a la velocidad del vapor por la tubería [29].

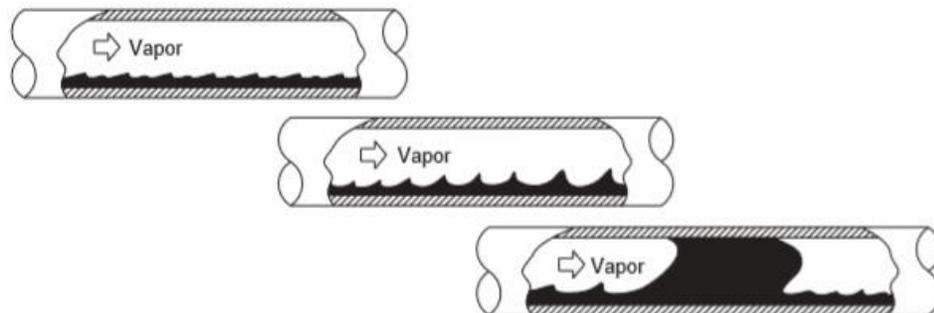


Figura 18. Formación de bolsa de líquido [29]

Una vez realizado la recopilación de información teórica básica y necesaria para el desarrollo del proyecto, el siguiente paso es desarrollar el capítulo dos, y que lo podemos encontrar a continuación.

CAPÍTULO II DISEÑO Y SELECCIÓN

En este capítulo se desarrolla el sustento analítico para la selección de equipos de calentamiento y generación de vapor de agua, accesorios propios del sistema y diseño de la red de distribución primaria y secundaria de vapor de agua, así como la línea por la que retorna el condensado de vapor de agua.

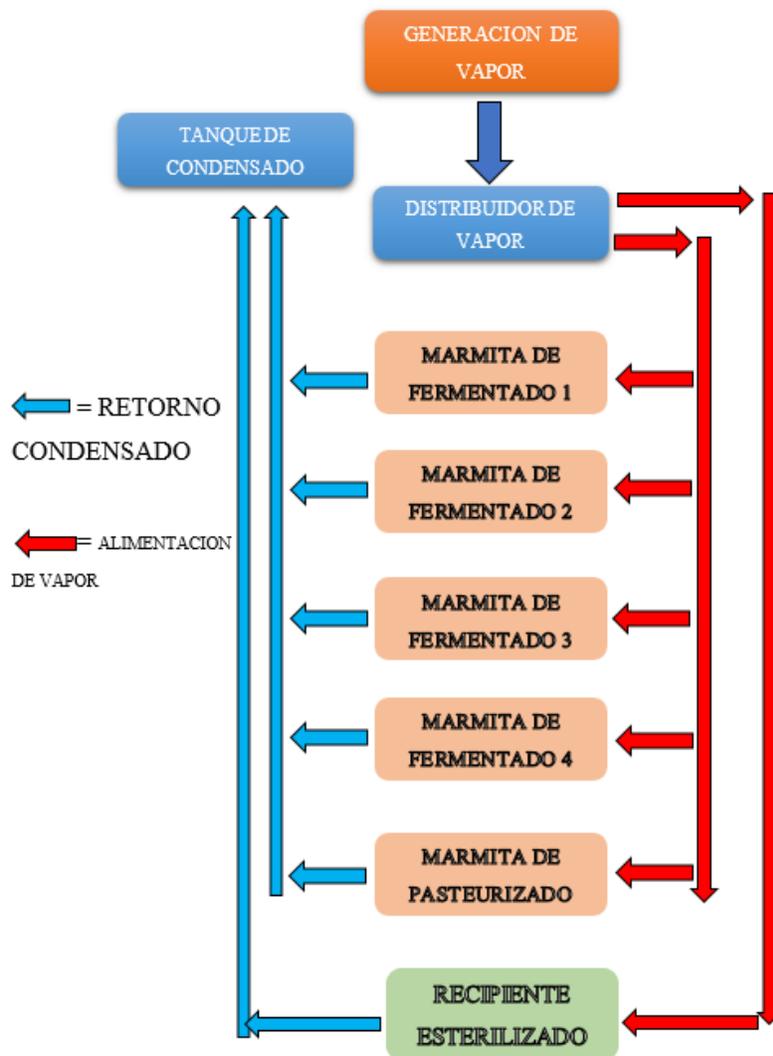


Figura 19. Flujograma de sistema de vapor y condensado

Elaborado por: Edmundo Revelo & Edwin Vaca

2.1 Tabla de ponderación de alternativas

En la Tabla 4 se realiza la valoración de parámetros que se consideran fundamentales en un sistema de calentamiento de acuerdo a los requerimientos para la producción del vino tinto.

Los valores para la ponderación serán los siguientes:

- 1- Regular
- 2- Bueno
- 3- Excelente

Teniendo como parámetros a valorar:

- Método de calentamiento.
- Capacidad de calentamiento.
- Costo.
- Tipo de combustible.

Con lo que se procede a la valoración de los parámetros seleccionados.

Tabla 4. Tabla de ponderación para selección de equipo

Equipo	Método de calentamiento	Capacidad de calentamiento de los equipos	Costo	Tipo de combustible	Total
Caldera pirotubular	3	3	2	3	11
Bomba de calor	2	3	2	1	8
Calentador a gas	1	1	3	2	7

Elaborado por: Edmundo Revelo & Edwin Vaca

En la Tabla 4 se registra la valoración de las alternativas, con cada uno de los parámetros establecidos para su valoración, de la cual podemos observar que el equipo que mayor puntaje obtiene es la caldera pirotubular por encima de la bomba de calor y calentador a gas, con lo cual se selecciona a la caldera pirotubular con su red de distribución, como el equipo más adecuado para solucionar la problemática del proyecto, con lo se tiene que realizar los cálculos respectivos para el diseño, dimensionamiento y selección de la caldera con su respectiva red de distribución de vapor.

2.2 Layout planta de producción

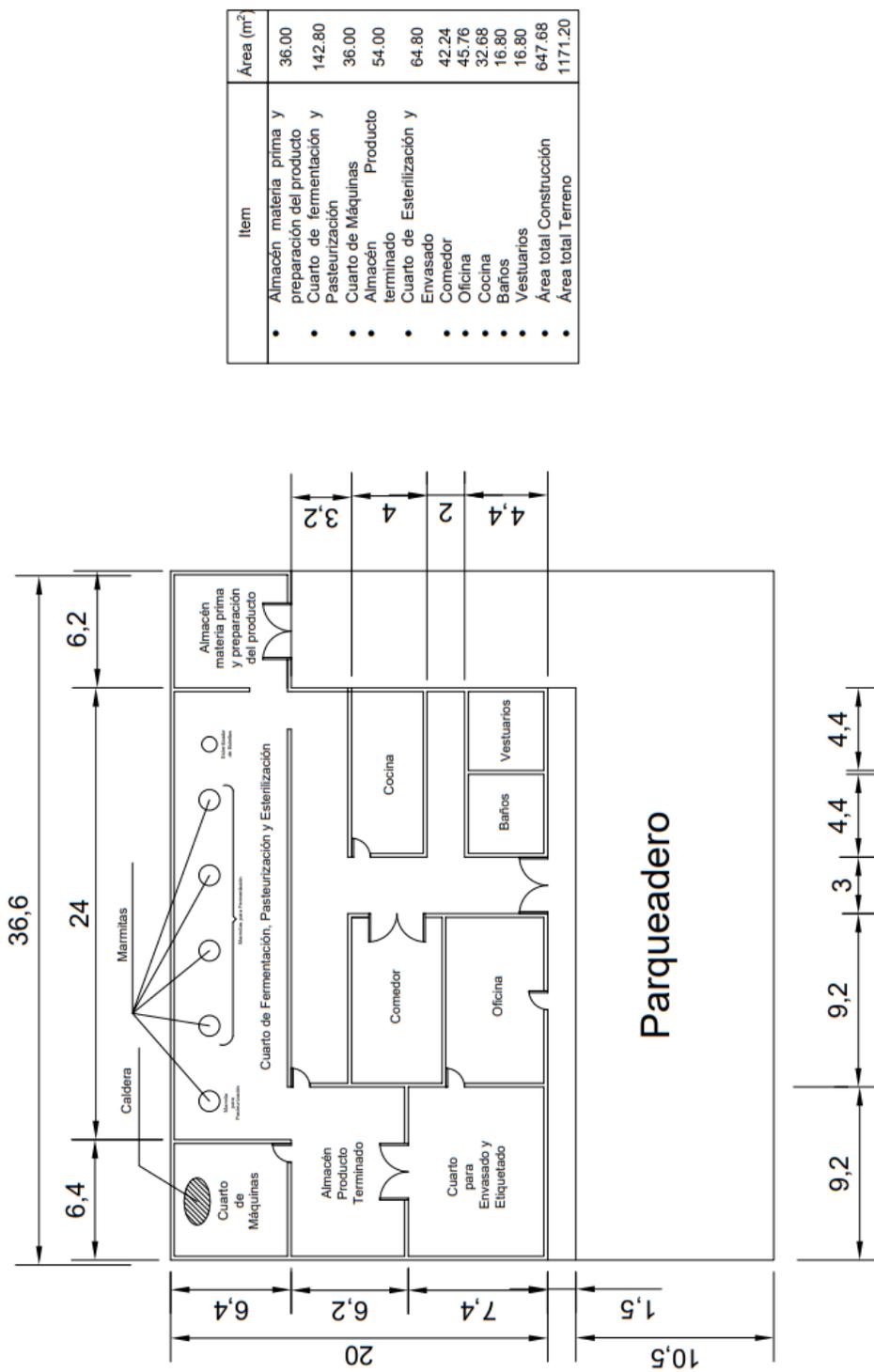


Figura 20. Distribución áreas de producción microempresa Perla Andina

Elaborado por: Edmundo Revelo & Edwin Vaca

En la Figura 20 se visualiza la ubicación de equipos, áreas de producción y otras áreas dentro de la planta de la microempresa Perla Andina, el layout de la planta se basa en la proyección de crecimiento de la microempresa.

2.3 Parámetros para selección de la caldera

Para calcular la capacidad requerida de la caldera es necesario tomar en cuenta los equipos y parámetros bajo los cuales estos deben funcionar, además de los requerimientos de la microempresa Perla Andina para cumplir con su proyección de producción.

A continuación, el consolidado de datos y resultados en las siguientes tablas:

Tabla 5. Parámetros de producción del vino

	Fermentado	Pasteurizado	Esterilizado
Temperatura (°C)	25 – 30	65-75	100
Presión de trabajo (psig)	30	30	10
Cantidad de marmita	4	1	-
Vol. marmita (m^3)	1	1	
V recipiente esterilizado (m^3)			0.166

Elaborado por: Edmundo Revelo & Edwin Vaca

Tabla 6. Datos del cilindro externo e interno de la camisa de la marmita según ANEXO 1.

	Cilindro interior	Cilindro exterior
Diámetro (m)	0.9	1.044
Altura (m)	1.5	1.55
a (m)	0.45	0.522
b (m)	0.45	0.522
c (m)	0.15	0.15

Elaborado por: Edmundo Revelo & Edwin Vaca

Tabla 7. Características de la marmita.

	Mosto	Tanque interior	Camisa de vapor	Tanque exterior	Lana de vidrio	Forro
Volumen (m ³)	Cilindro		0.01268	0.010147	0.05132	0.00284
	semielipse	1	0.000845	0.39456	0.000654	-
	total		0.013526	0.010802	0.05463	0.00284
Volumen específico (m ³ /kg)	-	-	0.8605	-	-	-
Densidad (kg/ m ³)	1039.70	7900	1.1621	7900	32	7900
Masa (kg)	1039.70	106.858	0.4585	85.341	10.927	22.456
Calor específico (kJ/kg K)	4.20	0.477	4.22	0.477	0.67	0.477
Presión (psi)	-	-	30	-	-	-

* Para el cálculo del volumen específico se lo realizó mediante tablas e interpolación a una presión de 30 psig (anexo 5), las características del mosto y otros elementos ver anexo 2, 3, 15.

Elaborado por: Edmundo Revelo & Edwin Vaca

2.3.1. Parámetros de la marmita

En la Tabla 5 se registra la cantidad de equipos para las etapas de fermentación y pasteurización, las características de este equipo se las visualiza en el Anexo 1 y se las registra en la Tabla 6.

El volumen total de la camisa de la marmita (V_{T_cam}) determina mediante las siguientes ecuaciones [31]:

$$V_{cil} = h x \frac{\pi \cdot (D)^2}{4}, \quad (1)$$

$$V_{semi_elip} = \frac{2 \pi \cdot a \cdot b \cdot c}{3}, \quad (2)$$

$$V_{cam} = V_{cil} + V_{semi_elip}. \quad (3)$$

$$V_{T_cam} = V_{cam_ext} - V_{cam_int}. \quad (4)$$

Donde:

V_{cil} = Volumen del cilindro interno o externo de la camisa de la marmita (m³),

D = Diámetro interno o externo de la camisa de la marmita (m),

h = Altura de la parte cilíndrica interna o externa de la marmita (m),

V_{semi_elip} = Volumen del semielipsoide interno o externo de la camisa de la marmita (m^3),

a, b y c = Radios del elipsoide (m),

V_{cam} = Volumen de la camisa de la marmita interno o externo (m^3), y

V_{T_cam} = Volumen total de la camisa de la marmita (m^3).

En la Tabla 8 se registran los resultados de los volúmenes obtenidos para la marmita:

Tabla 8. Resumen de resultados del volumen de la camisa de la marmita

	Cilindro interior	Cilindro exterior
V_{cil} (m^3)	0.95425	1.32685
V_{semi_elip} (m^3)	0.063617	0.0856
V_{cam} (m^3)	1.0178	1.41245
V_{T_cam} (m^3)	0.39456	

Elaborado por: Edmundo Revelo & Edwin Vaca

El volumen total de la camisa (Tabla 8) y la cantidad de marmitas para cada proceso (Tabla 5) determina el volumen total para cada proceso, **1.57824 m^3** ó **1578.24 lt** para el **fermentado** y **0.39456 m^3** ó **394.56 lt** para el **pasteurizado**.

2.3.2 Calor absorbido por el mosto de mortiño

El calor latente aportado por el vapor que ingresa a la camisa de la marmita, es igual al calor sensible absorbido por el producto, más la pérdida de calor que se presenta en el producto y el cuerpo de la marmita, de manera que el calor sensible que absorbe el producto se determinó con la siguiente ecuación [32]:

$$Q_p = V \cdot \rho \cdot C_p \cdot (\Delta T)_p \quad (5)$$

Donde:

Q_p = Calor sensible absorbido por el producto (kJ),

V = Volumen de producto (m^3),

ρ = Densidad del producto (kg/m^3),

C_p = Calor específico a presión constante del producto ($kJ/kg\ ^\circ C$),

$(\Delta T)_p$ = Diferencial de temperatura del producto ($^\circ C$).

Para determinar el calor absorbido por el producto ($Q_{pr,f}$), se aplica la ecuación 5 en la misma que se reemplazaran los datos de las variables de las Tablas 5, 7 y 8, por lo que el calor absorbido por el producto ($Q_{pr,f}$) de **61134.36 kJ** para el **fermentado** y **257637.66 kJ** para el **pasteurizado**, con estos resultados y una variación de tiempo se determina la transferencia de calor por unidad de tiempo ($\dot{Q}_{pr,f}$), que se lo determina con la siguiente ecuación:

$$\dot{Q} = \frac{Q}{\Delta t}, \quad (6)$$

Siendo:

\dot{Q} = cantidad de calor absorbido por unidad de tiempo (kJ/s),

Q = cantidad de calor absorbido por el producto (kJ), y

Δt = tiempo 1 hora (3600seg).

Aplicando la ecuación 6 se obtiene como resultado que ($\dot{Q}_{pr,f}$) tiene un valor de **16.9817 kJ/s para el fermentado** y **71.42 kJ/s para el pasteurizado**.

2.3.3 Calor para esterilizado de botellas

Para estipular el calor requerido en el esterilizado de botellas que se emplean para embazar el vino (Q_{es}), se propone la utilización de un recipiente con las características que se localizan en la Tabla 9, los datos y requerimientos de la Tabla 5 y Tabla 7. Se aplica la ecuación 5 con lo que se determina el calor requerido para el esterilizado de botellas (Q_{es}) es igual a **11062.99 kJ**, con este resultado y una variación de tiempo de 300 segundos obtenemos la transferencia de calor por unidad de tiempo (\dot{Q}_{es}), igual a **18.44 kJ/s**.

Tabla 9. Datos y parámetros de recipiente para esterilización

Recipiente	
<i>D</i>(m)	0.8
<i>h</i>(m)	0.33
Capacidad botellas de 750 ml	12
<i>V</i>(m³)	0.166
<i>Vol. con 19 botellas</i> (m³)	0.0315

Elaborado por: Edmundo Revelo & Edwin Vaca

2.3.5 Balance de energía del sistema

La diferencia entre la energía que se aporta al sistema y la energía que se desprende de este dan lugar a la variación de energía de un sistema, dando origen al principio elemental de balance de energías [33].

$$E_{entra} - E_{sale} = \Delta E_{sistema} \quad (7)$$

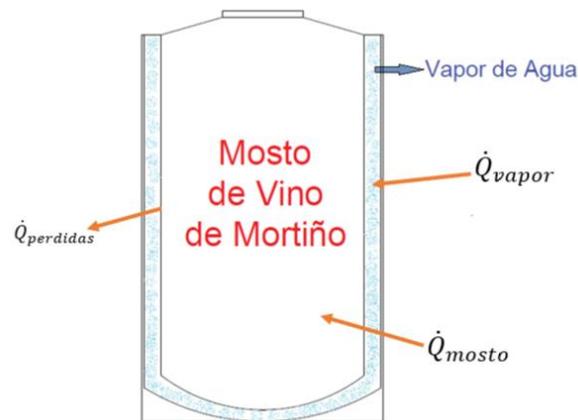


Figura 21. Balance de energía en la marmita

Elaborado por: Edmundo Revelo & Edwin Vaca

Para el análisis, se cuantifica el ingreso de la energía, en esta ocasión se trata de la energía que se requiere para los distintos procesos que intervienen en la elaboración del vino tinto de mortiño, los dos parámetros a determinar son la salida de energía del sistema y la energía interna del sistema, obteniendo la siguiente ecuación para el análisis de balance térmico:

$$\dot{Q}_{vapor} = \dot{Q}_{perdidas} + \dot{Q}_{mosto} \quad (8)$$

El balance térmico se inicia a partir de la suposición de presenciar un sistema referenciado como masa de control o también denominado como sistema cerrado que consta de flujo estable o estacionario. Es decir, en el sistema de tipo cerrado no existe ingreso o salida de masa con lo que la adición de todas las energías localizadas al interior de un sistema da lugar a la energía interna del sistema, de modo que la variación de esta energía se determina mediante las siguientes ecuaciones [33]:

$$\Delta E_{sistema} = \Delta \mu_{sistema} \quad , \quad (9)$$

$$\Delta E_{sistema} = \Delta \mu_{mosto} + \Delta \mu_{tanque_interno} + \Delta \mu_{camara_vapor} + \Delta \mu_{tanque_externo} + \Delta \mu_{lana\ de\ vidrio} + \Delta \mu_{forro} \quad , \quad (10)$$

$$\Delta \mu_{sistema} = m \cdot C_p \cdot \Delta T, \quad (11)$$

$$m = \rho \cdot V, \quad (12)$$

$$\rho = \frac{1}{v}, \quad (13)$$

Donde:

m = masa (kg),

C_p = Calor específico a presión constante (kJ/kg K),

ΔT = Variación de temperatura (K),

V = Volumen (m³),

ρ = Densidad del material (kg/m³), y

v = volumen específico (m³/kg).

Con los datos de la Tabla 5, Tabla 7 y Tabla 8 se aplica en la Ecuación 11, Ecuación 12 y Ecuación 13 para obtener la variación de energía de cada proceso.

En la Tabla 10 se consolidan los resultados obtenidos de aplicar la Ecuación 11, Ecuación 12 y Ecuación 13.

Tabla 10. Parámetros para el balance de energía del sistema

	Fermentado	Pasteurizado	Esterilizado
$\Delta T_{proceso}$ (°C)	30	75	100
$\Delta T_{ambiente}$ (°C)	16	16	16
Q_{mosto} (kJ)	61134.36	257637.7	
\dot{Q}_{mosto} (kJ/s)	16.98177	71.42	
$Q_{perdidas}$ (kJ)	713.59	30837.62	-
Q_{es} kJ	-	-	11062.99
\dot{Q}_{es} (kJ/s)	-	-	36.88

* Para el cálculo del \dot{Q} se utiliza el factor de conversión que es 1 kW-h igual a 3.6×10^3 kJ [34].

Elaborado por: Edmundo Revelo & Edwin Vaca

Igualando la Ecuación 5 y la Ecuación 11 con los datos de la Tabla 5, Tabla 7, Tabla 8 y Tabla 10 se determina que el calor requerido del vapor de agua para cada proceso (Q_v) tiene un valor de **61847.96 kJ para el fermentado y 288475.3 kJ para el pasteurizado**, con este resultado y una variación de tiempo de 3.600 segundos obtenemos la transferencia de calor por unidad de tiempo (\dot{Q}_v), igual a **17.179 kJ/s para el fermentado y 80.132 kJ/s para el pasteurizado**.

2.3.6. Determinación del flujo másico de vapor requerido para los diferentes procesos

Para determinar del flujo másico de vapor es necesario realizar un balance térmico entre el calor absorbido por el producto y el calor generado por el vapor de la caldera, de modo que el flujo másico se lo cuantifico mediante la siguiente ecuación [33]:

$$\dot{Q}_v = h_{fg} \cdot \dot{m} . \quad (14)$$

Donde:

\dot{Q} = Razón de transferencia de calor (kJ/s),

h_{fg} = Entalpia de vapor saturado (kJ/kg)

$h_{fg@30 Psi}$ = 2198.6989 kJ/kg (Anexo 6) para fermentado y pasteurizado

$h_{fg@80 Psi}$ = 2095.832 kJ/kg (Anexo 6) para esterilizado

\dot{m} = Flujo másico de vapor saturado (kg/s).

Los resultados registrados en la Tabla 11 son originados de aplicar la ecuación 14 y los fundamentos registrados en la Tabla 10

Tabla 11. Flujo másico por proceso y flujo másico total

	Fermentado	Pasteurizado	Esterilizado	Total
\dot{m} (kg/s)	0.0312	0.0364	0.017568	0.0851968
\dot{m} (lb/h)				674.7589
Consumo (%)	36.62	42.72	20.66	100

Elaborado por: Edmundo Revelo & Edwin Vaca

2.4. Determinación de la potencia de la caldera

Según Crane [35], la producción de una planta generadora de vapor de agua se expresa en libras de vapor producido por hora. Considerando que la producción de vapor de agua puede variar en función de la temperatura y la presión, la capacidad de una caldera se expresa mejor como el calor transferido en BTU por hora, por lo que es frecuente expresar dicha capacidad en kilo BTU (kBTU) por hora o en MBTU (MB)/hora. La capacidad de una caldera, en kB/hora, puede calcularse mediante la expresión:

$$P_c = \frac{\dot{m} \times h_{fg}}{1000}, \quad (15)$$

Donde:

P_c = Potencia caldera (kBTU)

\dot{m} = Flujo másico (lb/h).

h_{fg} = Entalpia de vapor saturado (BTU/lb),

Donde

$h_{fg}@130.4419 \text{ psiabs o } 899.35 \text{ KPaabs}$ (Anexo 4) = 2038.608 kJ/kg o 876.443 BTU/lb
la presión de 120 psi o 130.4419 psiabs para determinar el hfg se determina en base a la presión de trabajo de la caldera.

Con los datos de la Tabla 11 y aplicando la ecuación 15 se determina que la potencia de la caldera requerida para los procesos es de **591.3877 kBTU/h o 17.66 BHP**, al no existir comercialmente esa potencia procedemos a seleccionar la potencia superior de **20 BHP**.

2.5. Parámetros de diseño y dimensionamiento de la red de distribución

La distribución de vapor por medio de una red ya sea principal o secundaria tiene parámetros bajo los cuales se debe diseñar y seleccionar el tipo de tubería con su respectivo diámetro.

Un correcto diseño y selección de las tuberías asegura que a los equipos llegue el vapor con la presión y temperatura requerida, es por eso que se debe considerar ciertos parámetros indispensables para el correcto diseño la red de distribución por lo que se tienen los siguientes parámetros [26]:

a. Presión de vapor: para dimensionar la tubería se documenta la presión de vapor al inicio de la tubería.

- **Presión de trabajo en fermentación:** La presión de trabajo en este proceso está definida por la presión máxima que soporta la marmita, es decir 30 PSI.
- **Presión de trabajo en pasteurización:** En este proceso al tratarse del mismo tipo de marmita la presión máxima será de 30 psi.
- **Presión de trabajo en esterilizado:** Este equipo se sugiere que tenga una presión de 10 psi.

b. Flujo másico: es la cantidad de vapor que circula en las tuberías que se requiere dimensionar (Tabla 11).

Se debe tener en cuenta ciertas observaciones importantes al momento de realizar el diseño de las tuberías de vapor:

- Cuando la presión del vapor es más baja, el tamaño de la tubería deberá ser mayor esto porque el volumen específico se amplía.
- Para un diámetro de tubería, mientras el caudal sea mayor se acrecienta la caída de presión, además de esto se originaría un elevado ruido.

- Velocidad de vapor: el incremento de velocidad, genera el incremento la erosión y ruido en las tuberías, esto por la alta velocidad que sigue a toda caída de presión.

2.5.1. Layout tuberías de vapor

La cantidad de equipos que emplean vapor para su funcionamiento y la localización en la planta de los mismos, originan la distribución de las tuberías de vapor, para esto la colocación de las tuberías de vapor se debe realizar de forma que optimice y garantice la correcta actividad del sistema, evite caídas de presión notables, merme las pérdidas de calor tanto por convección como por radiación, además de prever un costo bajo.

El diagrama de la distribución de los equipos, tuberías principales y tuberías secundarias se lo ubica en el Anexo 21.

2.6 Dimensionamiento de tuberías de vapor principales y secundarias

Seleccionar la velocidad más adecuada es el inicio para establecer el diámetro de la tubería de vapor, (**sección 1.2.7.6**).

Paso 1. En la gráfica del anexo 6 ubicamos el valor del caudal que va a fluir por la tubería. Dicho parámetro se localiza en sección izquierda parte baja de la gráfica, posteriormente se tiene que deslizar hacia la derecha para intersectar la línea correspondiente al valor de la presión asociada a ese caudal.

Paso 2. Una vez en el cruce obtenido se debe ascender perpendicularmente hasta lograr el cruce con una de las líneas que representan la velocidad, seleccionando la que represente menos valor y que se localice dentro de la amplitud de lo sugerido.

Paso 3. Posteriormente en las líneas oblicuas de la gráfica se tiene que identificar la sección diametral de la tubería, se debe preferir la sección diametral superior de ser el caso que el valor se encuentre entre dos líneas

Paso 4. Una vez realizado este procedimiento se procede a calcular la caída de presión utilizando el anexo 14, para esto se ingresa desde la sección inferior de la gráfica, teniendo el caudal de vapor el dato por para posteriormente ascender perpendicularmente hasta intersección con la línea del diámetro de la tubería de vapor seleccionada anteriormente. Una vez identificado la intersección de las líneas se debe identificar la caída de presión por cada 1tr ft, para esto se tiene que movilizar hacia la izquierda.

Paso 5. La extensión de la tubería en línea recta se tiene que multiplicar por la caída de presión encontrada, adicionando un 10% de longitud debido a los accesorios, el anexo 6 esta graficado para vapor saturado a una presión de 100 psig, diferentes presiones a esta se debe multiplicar el valor obtenido por un factor de corrección.

Paso 6. En el caso que el consolidado de caídas de presión de los tramos de la tubería de vapor supera el máximo permitido, se debe repetir el procedimiento con valores menores de velocidades lo que conllevaría a tener un diámetro mayor de tuberías.

En la Tabla 12 se ha estimado las cantidades necesarias de accesorios y otros elementos que intervendrán en la línea principal de distribución del vapor.

Tabla 12. Tabla de principales accesorios, longitudes y velocidades seleccionadas para los sistemas

Proceso	Accesorios	Cantidad	Longitud (m)	Velocidad (m/s)
Fermentado y pasteurizado	Válvula de globo	4		
	Manómetro alta presión	1		
	Manómetro baja presión	1		
	Pierna colectora	1		
	Codo 90°	2		
	Unión	4		

	Válvula reductora de presión	1	
	Trampa de vapor con filtro tipo F&T	1	
	Válvula de seguridad	1	
	Filtro	1	
	Tubería		20
			25
	Codo 90°	4	
	Válvula de globo	4	
	Manómetro baja presión	1	
	Manómetro alta presión	1	
	Pierna colectora	1	
	Unión	4	
Esterilizado	Válvula reductora de presión	1	
	Trampa de vapor con filtro tipo F&T	1	
	Válvula de seguridad	1	
	Filtro	1	
	Tubería		26
			10

Nota: Todos los accesorios y tubería son roscados y de tipo ASTM A53 SCH 40.

Elaborado por: Edmundo Revelo & Edwin Vaca

Aplicada la metodología de diseño de la tubería con los datos de la Tabla 12 y parámetros de presión para cada sistema se obtiene los siguientes resultados:

Tabla 13. Resultado de diámetros para tuberías principales por el método grafico (Anexo 6, Anexo 7)

Sistema	Presión		Flujo másico (kg/h)	Caída de presión (bar x 100 ft)	Diámetro interno de la tubería	
	(psi)	(bar)			(mm)	(In)
Fermentado	120	8.27	243.33	0.26	35	1 ¼
Pasteurizado	120	8.27	243.33	0.26	35	1 ¼
Esterilizado	120	8.27	63.24	0.3	25	1

Elaborado por: Edmundo Revelo & Edwin Vaca

Para comprobar que el dimensionamiento de la tubería sea el adecuado se comprueba analíticamente con la ecuación de la **sección 1.2.7.6** con lo que se obtiene:

Tabla 14. Resultado de diámetros para tuberías principales por el método analítico (sección 1.2.7.6)

Sistema	Presión		Flujo másico		Diámetro interno de tubería	
	psi	(bar)	(kg/h)	lb/h	(mm)	(in)
Fermentado	30	8.27	243.33	535.326	28.625	1 ¼
Pasteurizado	30	8.27	243.33	535.326	28.625	1 ¼
Esterilizado	30	8.27	63.24	139.128	24.32	1

Elaborado por: Edmundo Revelo & Edwin Vaca

Un tercer método de diseño, es la aplicación del software para dimensionamiento de tuberías por el método de la velocidad de la marca TLV en el que insertando los parámetros preestablecidos anteriormente en dicho software se obtiene los diámetros de **35.06 mm o 1 1/4 ''**, para el **fermentado y pasteurizado**, además de **26.064 mm o 1 ''**, para el **esterilizado**, ver anexo 8 y Anexo 9.

Los resultados obtenidos de los tres procesos se consensuan y se selecciona los diámetros comerciales que se agrupan en la Tabla 15 además se determina un porcentaje de variación entre los tres métodos.

Tabla 15. Diámetros seleccionados para tuberías principales

Sistema	Tipo de tubería	Diámetro de tubería		% de variación entre los tres métodos
		(mm)	(in)	
Fermentado	ASTM A53 SCH 40	32	1 ¼	3
Pasteurizado				
Esterilizado	ASTM A53 SCH 40	26	1	0.5

Elaborado por: Edmundo Revelo & Edwin Vaca

Para el dimensionamiento de la tubería secundaria de las marmitas se aplica los parámetros de la tabla 16.

Tabla 16. Parámetros de dimensionamiento de tuberías secundarias

Sistema	Presión		Flujo másico (kg/h)	Velocidad (m/s)
	(bar)	psi		
Fermentado	2.07	30	28.08	15
Pasteurizado	2.07	30	131.20	20
Esterilizado	0.69	80	63.24	10

Elaborado por: Edmundo Revelo & Edwin Vaca

Aplicada la metodología de dimensionamiento de tuberías por el método gráfico (sección 2.4.2) se determina los siguientes valores consolidados en la Tabla 17.

Tabla 17. Diámetros de tuberías secundarias método gráfico Anexo 10 y 11

Sistema	Caida de presión	Diámetro interno de tubería
	(bar x 100 ft)	(mm)
Fermentado	0.05	19
Pasteurizado	0.25	35

Elaborado por: Edmundo Revelo & Edwin Vaca

Los resultados de la Tabla 17 se corroboran aplicando el software de TLV, Anexo 12 y anexo 13 con lo que se tiene que para el proceso de fermentado el diámetro es 20.92 mm o 3/4'', para el pasteurizado se obtiene un diámetro de 35.05 mm o 1 1/4''.

Una vez realizado el dimensionamiento de las tuberías por los dos métodos se comprueba que existe una variación muy leve entre el método gráfico y método software de TLV esto se agrupan en la Tabla 18.

Tabla 18. Diámetros seleccionados de tuberías secundarias

SISTEMA	Tipo de tubería	Diámetro interno de tubería		% de variación entre los tres métodos
		(mm)	in	
Fermentado	ASTM A53 SCH 40	19	¾	0.5
Pasteurizado	ASTM A53 SCH 40	35	1 ¼	0.5
Esterilizado	ASTM A53 SCH 40	25	1	0

NOTA: para el proceso de esterilizado se aplica el mismo diámetro de la tubería principal (1 pulgada), con una reducción de presión de 120 psig a 80 psig.

Elaborado por: Edmundo Revelo & Edwin Vaca

2.7. Dimensionamiento del distribuidor de vapor

El distribuidor de vapor o también conocido como cabezal es un tipo especial de tubería de distribución de vapor puesto que puede recibir el flujo másico de una o más calderas, lo típico en este caso es que se trate de una tubería en posición horizontal al que se alimenta de vapor por la parte superior y a su vez a partir de este se alimenta a las tuberías principales de distribución de vapor, se puede decir que el distribuidor de vapor, es una especie de tanque de almacenamiento de vapor el cual soporta los descensos de presión y ayuda a mantener una presión constante [36].

Para el dimensionamiento del distribuidor de vapor se aplica el procedimiento de “dos veces el área”, esta razón de cálculo maneja el área superficial exterior de la tubería de ingreso y la duplica, para lo cual se aplica la Ecuación 16

$$A = \frac{\pi D^2}{4} \quad (16)$$

$$D = \sqrt{\frac{A*4}{\pi}} \quad (17)$$

Donde:

A = Área equivalente de tubería (pul)

D = Diámetro tubería de ingreso (pul)

Aplicando la ecuación 16, con los datos del anexo 22 se obtiene los datos de la Tabla 17.

Tabla 19. Resultados método dos veces el área

Tubería	Diámetro nominal (in)	Numero de cedula	Factor a multiplicar	Área (In^2)
Alimentación de vapor	2	40	2	6.28

Elaborado por: Edmundo Revelo & Edwin Vaca

Aplicando la ecuación 17 con los datos de la Tabla 17 se determina el diámetro del distribuidor de vapor corresponde a 2.82 pulgadas, procediendo a seleccionar comercialmente una tubería de 3 pulgadas.

2.7.1 Longitud del distribuidor de vapor

Para determinar extensión del distribuidor de vapor se ha considerado en base a una separación entre tubería y tubería sensata, para facilidad de mantenimiento de ser necesario, manipulación de válvulas y maniobrabilidad de herramientas, en la Figura 22 se puede apreciar el dimensionamiento del repartidor de vapor.

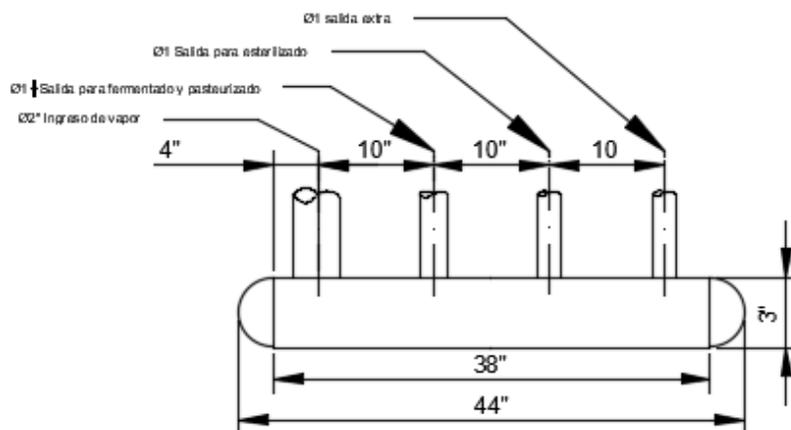


Figura 22. Dimensiones del distribuidor de vapor [36]

2.8. Dimensionamiento y selección de trampas de vapor

Es necesario dimensionar y seleccionar adecuadamente la trampa de vapor de acuerdo a las características del sistema, para lograr el mayor porcentaje de eliminación de condensado del sistema, a partir de esto se procede a determinar:

2.8.1. Dimensionamiento piernas colectoras para líneas principales

En las tuberías de vapor fluyen adjunto al vapor gotas de agua, una cierta cantidad de condensado además de aire, por lo que es necesario dimensionar adecuadamente la pierna colectora de condensado [37].

El dimensionamiento de las piernas colectoras de condensado se lo realiza bajo las sugerencias de la compañía Spirax Sarco que se muestra en la Figura 23.

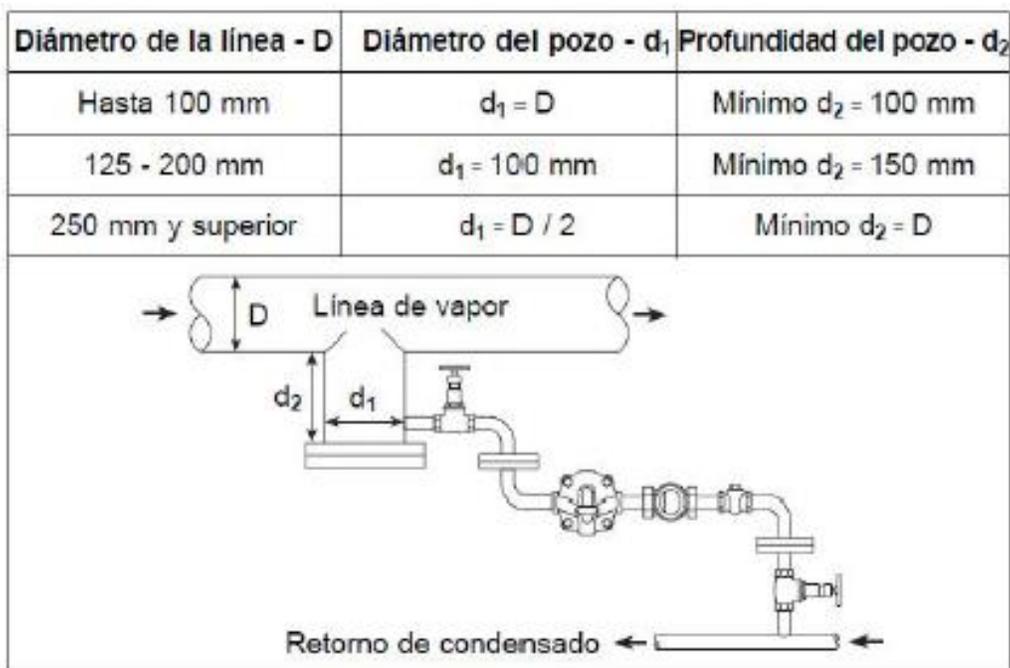


Figura 23. Dimensiones recomendadas para pozo colector de condensado (pierna colectora) [37]

Basados en las recomendaciones de la Figura 26, con los datos de la Tabla 15 y sección 2.4.3 se obtiene los siguientes resultados que se registran en la Tabla 20:

Tabla 20. Dimensiones para pierna colectora de condensado (pozo colector)

Proceso	Diámetro del pozo (in)	Profundidad del pozo (mm)
Fermentado	1 ¼	100
Pasteurizado		
Esterilizado	1	100
Distribuidor de vapor	3	100

Elaborado por: Edmundo Revelo & Edwin Vaca

2.8.2. Selección de trampa de vapor para pierna colectora

Para seleccionar una correcta trampa de condensado de vapor es necesario conocer la cantidad de condensado de vapor que se genera en la tubería, previo a la selección de la trampa de condensado de vapor se debe determinar la carga de condensado en los diferentes puntos de purga para lo cual se tiene:

- Carga de condensado distribuidor de vapor: determinar la cuantía de condensado generado en el repartidor de vapor es primordial para seleccionar la trampa de condensado adecuada, un factor de seguridad de 1.5 se aplica para determinar el volumen de condensado, con este factor y la ecuación 19 se determina el mismo. [38]

$$CRT = Fs * CCXC * AA \quad (18)$$

Donde:

CRT= Capacidad requerida por la trampa (kg/h)

Fs.= 1.5

CCXC= Carga conectada por caldera (313.63 kg/h) Anexo 22.

AA= Acarreo anticipado (siempre 10% de CCXC)

Aplicando la Ecuación 18 se obtiene que la capacidad requerida para la trampa es de **47.04 kg/h.**

- Carga de condensado en líneas principales: la eliminación del condensado de las líneas principales asegura que el funcionamiento de los equipos donde se aplica el vapor funcione de una manera adecuada además se aseguran y preservan la vida útil de los accesorios del sistema.

Para determinar la carga de condensado en las líneas principales se puede seleccionar de la tabla del Anexo 16 en donde los valores de la carga de condensado suponen un aislamiento térmico con una eficiencia del 75% [38].

Tabla 21. Parámetros para carga de condensado

Proceso	Ø Tubería (in)	Presión	
		(psig)	(bar)
Fermentado	1 ¼	120	8.27
Pasteurizado			
Esterilizado	1	120	8.27

Elaborado por: Edmundo Revelo & Edwin Vaca

Con los datos de la Tabla 21 ingresamos a los datos del anexo 16 con lo que se determina que la carga de condensado de vapor para la línea principal de **fermentado y pasteurizado** es de **0.16 kg/h * m o 3.30 kg/h** y de **0.13 kg/h * m o 3.35 kg/h** para **esterilizado**.

Posterior a determinar las dimensiones de la pierna colectora y la carga de condensado se procede a seleccionar el tipo de trampa de condensado del anexo 17 con lo que se obtiene los resultados de la Tabla 22.

Tabla 22. Tipos de trampas de condensado recomendado [38]

Punto de drenaje	Tipo de trampa	
	Primera opción	Segunda opción
Línea principal fermentado y pasteurizado	IB	F&T
Esterilizado	IB	F&T
Distribuidor de vapor	IBLV	F&T

De la Tabla 22 se selecciona la segunda opción, un tipo de trampa de **flotador y termostática** (F&T), para los tres puntos de las piernas colectoras.

2.8.3. Selección de trampa de vapor para marmita.

En el Anexo 17 se ubica las opciones del tipo de trampa que se recomienda para este tipo de quipo con lo que se agrupa en la Tabla 23.

Tabla 23. Tipos de trampas de condensado recomendado para marmita

Punto de drenaje	Tipo de trampa	
	Primera opción	Segunda opción
Marmita	IBLV	F&T o termostática

Elaborado por: Edmundo Revelo & Edwin Vaca

De la Tabla 23 se selecciona la segunda opción como trampa de vapor para la marmita, siendo esta una trampa tipo **Termostática**.

2.9. Diseño tubería de retorno de condensado

No corresponde realizar el diseño del retorno de condensado como que como que fuera una tubería para agua, debido al efecto del re vaporizado pues el condensado antes de ser eliminado por la trampa de vapor se trata de agua caliente a la presión de trabajo de la instalación y una vez pasado por la trampa de vapor se trata de un porcentaje de re vaporizado más agua caliente que se encuentran a la presión de trabajo que tiene la línea de retorno de condensado se debe tener en cuenta que un porcentaje de la tubería va a ser ocupado por el denominado vapor flash y otra parte por condensado, Para un diseño practico se puede basar en los tres procesos de funcionamiento del sistema de vapor [26]:

- Puesta en marcha: etapa en la que el condensado de vapor frio y aire son desechados por medio de las trampas de vapor.
- Pre calentamiento: etapa en la que la trampa de vapor desecha gran cuantía de condensado de vapor frio, una cantidad de 2 a 3 veces el régimen, esto debido a que el sistema no obtiene la temperatura de régimen de trabajo, en esta etapa se registra una baja de presión considerable en el sistema, por lo que se generara una cuantía muy baja de re vaporizado.
- Régimen: etapa en la que el sistema alcanza la generación plena de la caldera, la temperatura se estabiliza a la de trabajo, el condensado de vapor decrece al estándar

de régimen, la generación de re vaporizado en esta etapa se da debido a que el condensado alcanza una temperatura parecida a la del vapor.

La práctica en el diseño de la tubería de condensado dice que si se dimensiona en base a los parámetros de precalentamiento (dos veces el caudal de régimen) se puede diseñar la tubería como si se supusiera de una tubería para agua lo que garantizara que pueda trasportar el condensado y re vaporizado del régimen.

Para garantizar la efectividad con énfasis en el momento de la puesta en marcha del sistema de las trampas de vapor lo recomendable es dimensionar la tubería con una caída de presión de no más de 1.5 Psig por cada 100 m de tubería

2.9.1. Procedimiento de dimensionamiento de la tubería de condensado

Para iniciar el proceso de dimensionamiento de la tubería se debe definir la sección de la tubería para retorno condensado a diseñar, los parámetros requeridos para el dimensionamiento son:

- Caudal de condensado de vapor
- Presión de vapor de agua
- Presión en la tubería de retorno de condensado de vapor
- Velocidad admisible en la tubería de condesado de vapor

En el dimensionamiento de la tubería se ha establecido un procedimiento para lo cual se tiene: Con el dato de la presión de la línea de distribución se ingresa por la parte superior izquierda de la gráfica del anexo 19 hasta el punto del cruce que se genera con la presión de la línea de retorno de condensado, del punto del cruce de estas dos líneas de descende verticalmente hasta la línea con la carga de condensado del sistema para posteriormente desplazarse hacia la derecha hasta nuevamente la línea de la presión de retorno de condensado, en este punto se asciende verticalmente hasta el cruce de la línea de velocidad, una vez en es este punto se puede seleccionar el diámetro de la tubería.

Con el procedimiento descrito y con los datos de la tabla 24 se obtiene una línea de retorno de condensado de **37 mm**, comercialmente se selecciona una tubería de **38 mm o 1 1/2 de pulgada**

Tabla 24. Datos para dimensionamiento de la tubería

Presión de línea		Velocidad m/s	Presión de retorno condensado		Caudal (dos veces el de generación) kg/h
psi	bar		psi	bar	
120	8.27	20	30	2.07	627.27

Elaborado por: Edmundo Revelo & Edwin Vaca

La longitud de la línea de distribución según anexo 21 es de 30 m.

2.10 Selección del aislante para tuberías principales y secundarias

Retrasar la emanación de calor hacia el exterior es el objetivo del aislamiento térmico en tuberías en cuyo interior fluye a una temperatura superior a la del ambiente un determinado fluido, logrando la disminución en la eficiencia de la caldera, para la elección del aislante se tiene que tomar en cuenta algunas observaciones [26]:

- El aislante térmico debe tener una baja conductividad de calor
- El material aislante tiene que ser preparado para resistir la máxima temperatura del fluido que circula por la tubería
- El acoplamiento adecuado sobre cualquier superficie y la formación de una buena unión son otras características importantes del aislante térmico.
- El aislante térmico debe tener impermeabilidad.
- El aislante tiene que ser un medio de protección personal, no debe ser nocivo para la salud del personal y el medio ambiente
- Debe ser de fácil adquisición

Los materiales más comunes de aislantes utilizados en instalaciones de vapor son: Lana de vidrio, Silicato de calcio, uretano y asbesto.

De estos materiales el más utilizado es lana de vidrio para operación de vapor de mediana y baja presión, las características de este material se encuentran en la Tabla 25.

Tabla 25. Características de la lana de vidrio

Características de la lana de vidrio	
Conductividad térmica	0.035 W/°C x m2
Rango de temperatura de aplicación	30 - 350 °C
Humedad relativa	95 %
Longitud	91 cm (36")
Diámetro	Desde ½ " hasta 25"
Espesor de la pared	Desde 1" hasta 5"

Elaborado por: Edmundo Revelo & Edwin Vaca

Las características del tipo de material aislante, la dimensión diametral de la tubería y la temperatura del fluido son parámetros de los cuales dependen el espesor del aislante, en el anexo 20 se puede encontrar los espesores recomendados.

En la Tabla 26 se consolidan los diámetros de las líneas de vapor como las de condensado con su respectivo espesor de aislamiento.

Tabla 26. Características de la lana de vidrio

Línea	Diámetro (in)	Espesor aislante (in)
Principal fermentado y pasteurizado	1 ¼	1
Principal esterilizado	1	1
Secundaria fermentada	1	1
Secundaria pasteurizada	1 ¼	1
Retorno condensado	1 ½	1

Elaborado por: Edmundo Revelo & Edwin Vaca

2.11 Soportes

Los soportes de las tuberías son un elemento importante del sistema debido que gracias a estos se puede garantizar que se pueda evitar rupturas de las tuberías y otro tipo de problemas que se pueda ocasionar por vibración o movimiento de las tuberías. Para garantizar un buen soporte de las tuberías se debe tener en cuenta algunas recomendaciones [29].

- La frecuencia con la que se colocan los soportes de la tubería varía según el diámetro de la tubería, el tipo de material y la ubicación de la misma.
- Los soportes deben colocarse en el punto del accesorio, y a distancias no mayores a las que se indica en la Figura 24

Diámetro nominal (mm) Acero/Cobre		Intervalo de recorrido horizontal (m)		Intervalo de recorrido vertical (m)	
ø interior	ø exterior	Acero suave	Cobre	Acero suave	Cobre
12	15		1,0		1,2
15	18	2,0	1,2	2,4	1,4
20	22	2,4	1,4	3,0	1,7
25	28	2,7	1,7	3,0	2,0
32	35	2,7	1,7	3,0	2,4
40	42	3,0	2,0	3,6	2,4
50	54	3,4	2,0	4,1	2,4
65	67	3,7	2,0	4,4	2,9
80	76	3,7	2,4	4,4	3,2
100	108	4,1	2,7	4,9	3,6
125	133	4,4	3,0	5,3	4,1
150	159	4,8	3,4	5,7	
200	194	5,1		6,0	
250	267	5,8		5,9	

Figura 24. Intervalos colocación de soportes [29]

- Cuando se debe soportar dos o más tuberías se debe tener en cuenta una correcta sujeción de la tubería de menor tamaño.
- Cuando se tenga una tubería de una longitud mayor a 15 metros se debe soportar con sistema patín.

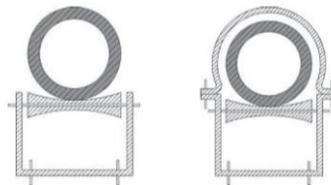


Figura 25. Soporte para tubería tipo patín y patín con abrazadera [29]

Tabla 27. Distancia de soporte seleccionado para las líneas de vapor

Sistema	Diámetro		Distancia sugerida
	in	mm	m
Fermentado y pasteurizado	1 ¼	32	2.7
Pasteurizado	1	25	2.7

Elaborado por: Edmundo Revelo & Edwin Vaca

Basado en el anexo 21 se ha consolidado las distancias sugeridas para los soportes de las tuberías en la Tabla 27.

2.11. Tabla de resultados

En la Tabla 28 se realiza un consolidado de accesorios, tuberías y otros materiales del sistema con sus respectivas cantidades y características de las mismas según anexo 21.

Tabla 28. Consolidados de accesorios del sistema

Descripción	Cantidad	Diámetro (in)	Rango	Longitud (m)	Espesor (in)
Válvula de globo	1	2			
Válvula de globo	4	1 ¼			
Válvula de globo	6	1			
Válvula de globo	20	¾			
Válvula de globo	1	1 ½			
Manómetro alta presión	3		0-150		
Manómetro baja presión	1		0-50		
Manómetro baja presión	1		0-90		
Filtro	1	1 ¼			
Filtro	1	1			
Válvula check horizontal	8	¾			

Trampa de vapor con filtro tipo F&T	8	$\frac{3}{4}$	
Válvula reductora de presión	1	1 $\frac{1}{4}$	De 120 psi A 30 psi
Válvula reductora de presión	1	1	De 120 psi a 80 psi
Válvula de seguridad	1		0-30 psi
Válvula de seguridad	1		0-80 psi
Tubo		2	9
Codo 90 °	2	2	
Tubería		1 $\frac{1}{4}$	20
Tapón hembra	1	1 $\frac{1}{4}$	
Codo 90 °	2	1 $\frac{1}{4}$	
Tubería		1	42
Codo 90 °	6	1	
Tubería		1 $\frac{1}{2}$	30
Tubería		$\frac{3}{4}$	18
Codo 90°	22	$\frac{3}{4}$	
Codo 90°	3	1 $\frac{1}{2}$	
Unión universal	3	1 $\frac{1}{4}$	
Unión universal	3	1	
Unión universal	14	$\frac{3}{4}$	
Unión en T	5	1 $\frac{1}{2}$	
Unión en T	5	1 $\frac{1}{4}$	
Reducción	5	De 1 $\frac{1}{4}$ a $\frac{3}{4}$	
Reducción	5	De $\frac{3}{4}$ a 1 $\frac{1}{2}$	
Cañuela de lana de vidrio		102 m	1

Elaborado por: Edmundo Revelo & Edwin Vaca

Luego de concluido el capítulo dos en el que se estableció la capacidad requerida de la caldera, así como también la cantidad de accesorios, diámetros de tuberías con sus respectivas cantidades y otros elementos propios del sistema y que intervienen en el proyecto se da lugar al análisis de costos que se detalla a continuación en el capítulo tres.

CAPÍTULO III

ANÁLISIS DE COSTOS

Para analizar si un proyecto es viable o no es necesario identificar los recursos necesarios para manejarlos de manera adecuada. El sustento para este proyecto se base en características financieras, las cuales se describen en este capítulo.

3.1 Costos directos

Son aquellos que se asocian directamente con la elaboración de artículos o áreas específicas como los materiales y la mano de obra directa son los ejemplos más claros [39].

A continuación, se describen los valores de la inversión inicial del proyecto, que son considerados como costos directos.

3.1.1 Costo de equipos de calentamiento

Para los diferentes procesos de calentamiento que requiere la empresa y según los datos obtenidos en el capítulo dos se cotiza los equipos registrados en el anexo 22, y que se registran en la Tabla 29.

Tabla 29. Costo de equipos de calentamiento

Nombre	Valor (USD)
Caldera vertical Equaboiler 20 B.H.P.	
Tablero eléctrico	
Tanque de realimentación de agua o condesados para 20 BHP	
Tanque de combustible para para caldera de 20 BHP	
Subtotal	23200.00
Subtotal + IVA (12%)	25984.00

Elaborado por: Edmundo Revelo & Edwin Vaca

3.1.2 Costo de sistema de distribución de vapor y accesorios

Los elementos y accesorios del sistema de distribución de vapor se detallan de forma general en Tabla 30 y con más detalle en el Anexo 22.

Tabla 30. Costo del sistema de distribución de vapor y accesorios

Ítem	Nombre	Cantidad	Valor unitario (USD)	Valor total (USD)
1	Válvula de globo 2"	1	172.93	172.93
2	Válvula de globo 1 1/4 "	4	104.21	416.84
3	Válvula de globo 1"	4	51.42	205.68
4	Válvula de globo 3/4"	17	18.57	315.18
5	Manómetro 0-200 Psi	2	28.56	57.12
6	Manómetro de 0-100 Psi	2	27.08	54.16
7	Válvula cheque 3/4"	7	31.22	218.54
8	Trampa termodinámica 3/4"	7	179.63	1257.41
9	Válvula reductora de presión 1-1/2"	2	344.38	688.76
10	Kit resorte y roldana 1-1/2" y 2"	2	67.11	134.22
11	Válvula seguridad 30 Psi	1	183.33	183.33
12	Válvula seguridad 80 Psi	2	236.48	472.96
13	Tubo vapor 2"	12 m	9.72	116.64
14	Codo 90° 2"	3	5.61	16.83
15	Tubo vapor 1 1/4"	24 m	5.35	128.40
16	Tapón hembra 1-1/4"	1	1.51	1.51
17	Codo 90° 1 1/4"	2	1.95	3.90
18	Tubo vapor 1"	20 m	5.20	104
19	Codo 90° 1"	4	1.86	7.44
20	Tubo vapor 3/4"	18	2.61	46.98
21	Codo 90° 3/4"	12	1.45	17.40
22	Universal 3/4"	14	9.91	138.74
23	Universal 1 1/4"	2	9.91	19.82
24	Universal 1"	2	5.83	11.66
25	Tee 3/4"	5	4.56	22.80
26	Coquilla lana de vidrio 1"	114	7.03	801.42
27	Codo 45° 3/4"	5	0.94	4.7
Subtotal				5619.37
Subtotal + IVA (12%)				6293.70

Elaborado por: Edmundo Revelo & Edwin Vaca

3.1.3 Costo de instalación de los equipos

La instalación de todos los equipos y sistemas se realiza con mano de obra calificada detallada en la Tabla 31.

Tabla 31. Costo de instalación de los equipos

Nombre / Especificación	Valor (USD)
Obra civil y/o acometidas eléctricas	500
Instalación tuberías y fabricación distribuidor	500
Subtotal	1000

Elaborado por: Edmundo Revelo & Edwin Vaca

3.1.4 Costo de ingeniería y diseño

El diseño y selección de equipos de calentamiento con sus accesorios, fue factible el uso de expertos, los gastos generados por dicho asesoramiento se detallan en la Tabla 32.

Tabla 32. Costo del diseño e ingeniería

Nombre	Especificación	Tiempo (h)	Valor unitario (USD/h)	Valor total (USD)
Autores	Diseño y especificaciones	100	6	600
Asesoría externa	Análisis físico-químico del agua			75
Subtotal				675

Elaborado por: Edmundo Revelo & Edwin Vaca

3.1.5 Total costos directos

El conglomerado de subtotales de los costos directos, derivan en un valor total de costos directos detallados en la Tabla 33.

Tabla 33. Total de costos directos

Componente del costo	Valor (USD)
Costos de equipos de calentamiento	25984.00
Costos elementos del sistema distribución de vapor	6293.70
Costo de instalación de los equipos	1000.00
Costo de diseño e ingeniería	675.00
Subtotal	33952.70

Elaborado por: Edmundo Revelo & Edwin Vaca

3.2 Costos indirectos

Son aquellos comunes a muchos artículos y por tanto no son directamente asociables a ningún artículo o área. Usualmente, los costos indirectos se cargan a los artículos o áreas con base en técnicas de asignación [39].

En el proyecto se realiza una determinación de los costos indirectos que intervienen en el valor de la capitalización inicial del proyecto los cuales se detallan en la Tabla 34.

Tabla 34. Total de costos indirectos

Nombre	Valor (USD)
Tecnología	20.00
Material de oficina	15.00
Movilización y transporte	50.00
Telefonía	5.00
Subtotal	90.00

Elaborado por: Edmundo Revelo & Edwin Vaca

3.3 Costo total del proyecto

Se puede determinar el costo global del proyecto por medio de los valores anteriormente alcanzados de costos directos e indirectos, dichos valores se consolidan en la Tabla 35.

Tabla 35. Total, del costo del proyecto

Componente del costo	Valor (USD)
Directo	33952.70
Indirecto	90.00
Total	34042.70

Elaborado por: Edmundo Revelo & Edwin Vaca

Al costo total del proyecto se debe agregar el 10 % del costo total del mismo, esto debido a rubros o gastos que sean imprevistos, lo que representa 3404.27 USD, generando un valor total para el proyecto de **37446.94 USD**.

3.4 Análisis financiero del proyecto

Para evaluar la viabilidad de un proyecto es preciso afrontar ámbitos financieros en una sucesión de etapas, en las cuales se muestre la rentabilidad del proyecto y así mitigar la inseguridad para su terminación. Además de igual forma para establecer egresos y posteriores beneficios que formará dicho proyecto [40].

3.4.1 Valor actual neto (VAN)

Se identifica como: valor presente neto (VPN) y se trata de la resta de los ingresos con los egresos. Para establecer el VAN se tiene que efectuar un estudio de flujo neto de efectivo (FNE) aplicado al proyecto en el cual se estiman ingresos y egresos de los diferentes períodos para cuantificar un indicador de rentabilidad del mismo [41].

Para el cálculo efectivo del VAN, se puede utilizar:

$$VAN = -I_0 + \sum_{\Omega=1}^n \frac{F_t}{(1+i)^\Omega} \quad (19)$$

Donde:

I₀= Inversión inicial (USD),

Ω=Períodos (años),

N= Número de períodos,

F_t= Flujos de dinero en cada periodo (USD), y

I= Interés para la inversión (%).

Para determinar el VAN y el FNE se realiza de manera anual, teniendo como consideración un estándar de dividendos y egresos continuos.

Para cuantificar el flujo de ingresos, que corresponde al producto expendido, se toma en cuenta la capacidad máxima de producción de las marmitas lo que corresponde a 1000 L (Anexo 1), con la capacidad máxima de la marmita y con el volumen de cada botella que se utiliza para el envasado de vino tinto de mortiño que es de 750 ml, se obtiene que por cada marmita la producción es de 1333 botellas cada 3 meses que es el tiempo que transcurre para obtener el producto terminado, al contar con 4 marmitas funcionando simultáneamente se obtendrá una producción máxima aproximada de 5333 botellas cada 3 meses, al mensualizar este valor se obtendría una producción o 1777 botellas mensuales. Teniendo en cuenta que

el precio de venta del producto es de 9.60 USD por unidad tenemos un flujo de ingresos total de 17059.20 USD, ver Tabla 36.

Para determinar del flujo de egresos se debe tener en cuenta 3 aspectos los cuales se detalla a continuación y se registran en la Tabla 37:

- **Materia prima para envasado y etiquetado:** se estima que el costo de producción se fija en aproximadamente 6 USD por botella, basados en la producción mensual proyectada se tiene un total de 10662 USD.
- **Combustible caldera:** se estima mediante la cotización de la caldera (anexo 22) en donde se observa que el consumo de la caldera es de 6GPH al 100% de su capacidad y asumiendo que funcionan los 30 días sin descanso para mantener la temperatura adecuada para cada proceso tenemos un total de consumo de 4449.60 USD por mes.
- **Electricidad:** Este costo puede variar dependiendo del uso de las instalaciones, y se lo fijo en un estimado de 500 USD.

El presupuesto que se estima es de 40.000 dólares el cual proviene de un préstamo realizado por la microempresa al banco “Pichincha” con una tasa del 11.23% de interés anual y un plazo de 5 años como se observa en el anexo 24, este monto cubre las necesidades de todo el proyecto el cual ha sido estimado anteriormente.

En el año 0, se realiza la inversión de modo que no se genera ganancias como se identifica en la Tabla 38.

Tabla 36. Flujo de Ingresos

Componente del costo	Valor (USD)
Materia prima vendida	17 059,20
Total	17 059,20

Elaborado por: Edmundo Revelo & Edwin Vaca

Tabla 37. Flujo de Egresos

Componente del costo	Valor (USD)
Materia prima para envasado y etiquetado	10 662,00
Combustible caldera	4 449,60
Electricidad	500,00
Total	15.611,60

Elaborado por: Edmundo Revelo & Edwin Vaca

Tabla 38. Cálculo del valor actual neto (VAN)

Año	Flujo de ingresos (USD)		Flujo de egresos (USD)		FNE (USD)
	Mensual	Anual	Mensual	Anual	
0					(40 000,00)
1	17 059,20	204 710,40	15 611,60	187 339,20	17 371,20
2	17 059,20	204 710,40	15 611,60	187 339,20	17 371,20
3	17 059,20	204 710,40	15 611,60	187 339,20	17 371,20
4	17 059,20	204 710,40	15 611,60	187 339,20	17 371,20
5	17 059,20	204 710,40	15 611,60	187 339,20	17 371,20
			VAN		\$23 832,43

Elaborado por: Edmundo Revelo & Edwin Vaca

Para obtener ganancias en el periodo contemplado es necesario que el indicador VAN genere un valor positivo, esto es un indicador de que el proyecto es viable.

3.4.2 Tasa interna de retorno (TIR)

Durante la vida útil del proyecto se puede referenciar el rendimiento que puede alcanzar con la tasa interna de retorno [42].

Es un indicador empleado para tomar decisiones sobre un proyecto y se precisa como una tasa de depreciación que iguala al VPN de los ingresos con el de los gastos [41].

La ecuación para el cálculo se la define como:

$$VAN = 0 = -I_0 + \sum_{\Omega=1}^n \frac{F_t}{(1+TIR)^\Omega} \quad (20)$$

Para determinar el indicador TIR se emplea los valores del FNE con los cuales se determina el valor efectivo de la inversión como se esboza en la Tabla 39.

Tabla 39. Cálculo de la Tasa Interna de Retorno (TIR)

Año	FNE (USD)	Flujo acumulado (USD)
0	(40 000,00)	(40000,00)
1	17 371,20	(22 628,80)
2	17 371,20	(5 257,60)
3	17 371,20	12 113,60
4	17 371,20	29 484,80
5	17 371,20	468 560,00
TIR		7%

Elaborado por: Edmundo Revelo & Edwin Vaca

Como obtuvo un valor positivo del indicador TIR, se obtiene que el proyecto es rentable.

3.4.3 Período de recuperación de la inversión (PRI)

El ciclo denominado “*payback period*” es un índice, el cual se determina el tiempo que trascurra para que el dinero de la inversión inicial del proyecto retorne [43].

Se puede determinar por medio de la ecuación:

$$PRI = N + \frac{|F_A|}{F_{A+1}} \quad (21)$$

Donde:

N= Número de años donde se presentó flujo negativo (años).

F_A= Flujo acumulado de N (años).

F_{A+1}= Flujo acumulado siguiente a N (años).

Para determinar el PRI, se referencia los valores positivos y negativos del FNE de la Tabla 38, con lo cual se obtiene:

$$PRI = 2 + \frac{|-5\,257,60|}{12\,113,60} = \mathbf{2.43 \text{ años} \approx 2 \text{ años con } 5 \text{ meses}}$$

Aplicando la ecuación 21 se obtiene que el tiempo de saneamiento de la cuenta por la inversión será de aproximadamente 2 años y 5 meses.

CONCLUSIONES

- La implementación de los equipos que se detallan en el presente proyecto generará una mejora del 60%, en el ámbito de la tecnificación del proceso de elaboración de vino tinto de mortiño, con lo que se obtendrá un vino de mejor calidad.
- Al sustituir el método empírico de calentamiento de agua en ollas, cocinas y otros implementos utilizados por la caldera seleccionada, la red de distribución de vapor y otros accesorios descritos en este proyecto, se eleva una producción de 400 botellas de 750 ml a una de 1777 botellas de 750 ml en pleno funcionamiento de la planta, generando un aumento de más del 60 % de ingresos para la comunidad lo que conlleva a dignificar el trabajo que realizan los comuneros de Quinticusig.
- Un excedente en la capacidad de generación de vapor de la caldera de 10 % otorga un margen de seguridad para implementar otros equipos y procesos de producción, esto en proyección al crecimiento de la microempresa.
- El costo de la inversión inicial del proyecto es de 37.446,94 USD, así también el análisis económico del proyecto y el periodo de recuperación refleja un retorno de la inversión en un período de dos años y cinco meses; con una tasa interna de retorno del 7% de la inversión, este análisis financiero se lo realizo en base a la proyección de producción mensual con la implementación de todos los equipos descritos en el presente proyecto.
- El costo de equipos, accesorios y otros implementos son referenciales a un proveedor nacional como se muestra en los respectivos anexos.

RECOMENDACIONES

- Instaurar el sistema de trapeo de condensado de vapor para cada una de las cinco marmitas.
- Instalar un sistema de tratamiento de agua, tanto para la operación de los equipos como para los procesos que se realiza en la microempresa.
- Implementar una válvula mezcladora de agua-vapor para el proceso de esterilizado y otros puntos de la planta para la limpieza de la misma.
- Automatizar el control de temperatura en los procesos para garantizar una estabilidad en las temperaturas requeridas para cada uno de los mismos.
- Realizar el semiautomatizado o automatizado del funcionamiento de la caldera y todo el proceso de elaboración de vino tinto de mortiño.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] I. Belda, E. Navascués, A. Alonso, D. Marquina y A. Santos, «Microbiología del proceso de vinificación: selección de levaduras *Saccharomyces cerevisiae* autóctonas con óptimas propiedades enológicas,» *Reduca (Biología)*, p. 15, 2014.
- [2] M. Coronel, «Los vinos de Frutas,» Quito, 2008.
- [3] International Organisation of Vine and Wine, «OIV,» [En línea]. Available: <http://www.oiv.org/en/the-international-organisation-of-vine-and-wine/fundamental-texts>. [Último acceso: 13 04 2019].
- [4] CORONEL, «Los vinos de fruta,» Quito, 2008.
- [5] H. RUIZ ORTEGA, «Desarrollo De Un Vino De Mortiño (Arándanos) En La Corporación Grupo Salinas De Ecuador,» Pamplona, 2011.
- [6] B. Mazliah, «La Fermentación Alcohólica,» [En línea]. Available: <https://www.az3oenology.com/wp-content/uploads/2015/09/06.-LA-FERMENTACION.pdf>. [Último acceso: 02 04 2019].
- [7] Diccionario del Vino, «Diccionario del Vino,» [En línea]. Available: <http://www.diccionariodelvino.com/index.php/pasteurizacion/>. [Último acceso: 02 04 2019].
- [8] Ionic, «Decontaminación y esterilización de envases,» [En línea]. Available: <http://www.ionics.com.ar/prensa/Revista-SAFyBI-num.143-IONICS-Decontaminacion-y-esterilizacion-de-envases.pdf>. [Último acceso: 02 04 2019].
- [9] E. M. Chacaguasay Lobato y C. E. Picho Barrionuevo, Diseño y construcción de una marmita cilíndrica con agitador y fondo esférico con rango de temperatura de 70°C a 80°C para producción de 50 litros de aderezos, Quito, 2016.
- [10] S. A. Erazo Castillo y M. V. Lata Morocho, Diseño y construcción de una Marmita automatizada para la elaboración de Queso, Riobamba - Ecuador, 2012.
- [11] D. . L. Quiñonez, «Calentadores de Agua y su funcionamiento,» 27 04 2014. [En línea]. Available: <https://es.slideshare.net/dianalaquinonez/calentadores-tipos-y-funcionamiento>. [Último acceso: 21 05 2019].

- [12] Revista de Saneamiento Ambiental en Mexico Agua & Ambiente, «Sistemas de calentamiento de agua,» 23 06 2015. [En línea]. Available: <https://aguayambiente.com/2015/06/23/sistemas-calentamiento-agua/>. [Último acceso: 21 05 2019].
- [13] Naturgy, «Tipos de calentadores y sus principales características,» 29 11 2018. [En línea]. Available: <https://www.empresaeiciente.com/blog/tipos-de-calentadores-y-sus-principales-caracteristicas/>. [Último acceso: 21 05 2019].
- [14] GRUPO SINELEC, «Termo electrico, tipos y características,» 28 Febrero 2018. [En línea]. Available: <https://gruposinelec.com/termos-electricos-tipos-y-caracteristicas/>. [Último acceso: 14 06 2019].
- [15] M. Felix, «Intalaciones de agua,» 2011.
- [16] Tecnoverde, «Bomba de calor,» 27 09 20015. [En línea]. Available: <https://tecnoverde.cl/que-es-y-como-funciona-una-bomba-de-calor/>. [Último acceso: 25 09 2019].
- [17] Yuelly, «Manual bombas de calor,» Montevideo, 2017.
- [18] H2O TEK, «Calentadores de agua instantaneos,» 2019. [En línea]. Available: <https://boiler.mx/calentadores-de-agua-instantaneos.htm>. [Último acceso: 15 06 2019].
- [19] F. Sepulveda, «Temperatura adecuada para un calentador solar,» 08 02 2017. [En línea]. Available: <http://www.refaccionesdeelectrodomesticosmexico.com/blog-fs/1-blog/127-%C2%BFcu%C3%A1-es-la-temperatura-adecuada-un-calentador-de-agua>. [Último acceso: 15 06 2019].
- [20] Danfoss, «Sistemas de agua caliente con deposito,» 23 05 2017. [En línea]. Available: <https://www.danfoss.com/es-es/products/stations-and-domestic-hot-water/dhs/domestic-hot-water/domestic-hot-water-systems-with-tank/#tab-overview>. [Último acceso: 15 06 2019].
- [21] W. Barreto, «Calderas de Vapor,» 10 2005. [En línea]. Available: https://www.uruman.org/sites/default/files/articulos/mantenimiento_calderas_industriales.pdf. [Último acceso: 01 04 2019].

- [22] Fernandez, «Diseño de Calderas Industriales,» [En línea]. Available: <http://files.pfernandezdiez.es/CentralesTermicas/PDFs/25CT.pdf>. [Último acceso: 01 04 2019].
- [23] P. Abarca Bahamondes, Descripción de Calderas y Geradores de Vapor.
- [24] M. J. Lapidó Rodríguez, D. A. Vidal Moya y J. . A. Madrigal Monzón, Funcionamiento y pérdidas en calderas Piro tubulares, Cienfuegos. Cuba.: Universo Sur, 2015.
- [25] Universidad de Burgos, «Manual de calderas,» 2009.
- [26] R. Alvarado, «Calculo de sistema de vapor para la industria de concentrado de maracuya.,» Guayaquil, 2001.
- [27] D. E. O. Martínez, «DISEÑO DE UNA CALDERA DE GENERACIÓN DE VAPOR PIRO TUBULAR DE 10BHP EXPANDIBLE 25BHP MEDIANTE MODULOS,» BOGOTA, 2017.
- [28] R. S. O. RODRIGUES Chica Fabricio, *Diseño del sistema de distribución de vapor y selección de un caldero para el hospital SAN JUAN DE DIOS*, Cuenca, 2014.
- [29] Spirax Sarco, «Distribución del vapor,» 1999.
- [30] Progressive Energy Service, «Sistema de distribución de vapor,» Puebla, 2016.
- [31] J. Martel Moreno, Fórmulas generales para la determinación de áreas y volúmenes, Las Palmas: Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, 2000.
- [32] A. Sequeira Montero, «Comparación técnico-económica de las marmitas de gas propano, vapor y eléctricas.,» Universidad de Costa Rica, 2005.
- [33] Y. A. Cengel y A. J. Ghajar, Transferencia de Calor y Masa, Mc Graw Hill, 2011.
- [34] E. M. Chacaguasay Lobato y C. E. Picho Barrionuevo, Diseño y construcción de una marmita cilíndrica con agitador y fondo esférico con rango de temperatura de 70°C A 80°C para producción de 50 litros de aderezos., Quito: Universidad Politécnica Salesiana, 2016.
- [35] Crane, Flujo de fluidos en válvulas, accesorios y tuberías, McGraw Hill.
- [36] P. Fonseca, «Diseño de la red de distribución de la red de distribución para una lavandería industrial,» Guatemala, 2011.

- [37] C. Tapia, «Diseño e instalacion de los servicios de funcionamiento para la rectificación del metanol mediante columna de destilacion en el proceso de biodiesel de la empresa La Fabril S.A. de Manta,» Riobamba, 2013.
- [38] Armstrong International. Inc, «Guía para la conservacion de vapor en el drenado de condensado, evaluacion y seleccion de trampas de vapor,» Arg, Inc, Michigan, 1998.
- [39] F. L. Ortiz Veintimilla, Diseño de un sistema de contabilidad de costos con el método basado en actividades "ABC" para la empresa Sintecuero S.A., Cuenca: Universidad de Azuay, 2010.
- [40] G. Acuña y N. Rojas, Evaluación Financiera de Proyectos, 2015.
- [41] M. Mete, «Valor Actual Neto y Tasa de Retorno: Su utilidad como herramientas de análisis y evaluación de proyectos de inversión,» *Univ. La Salle*, vol. 7, p. 67–85, 2014.
- [42] F. Cruz, «Activos No Circulantes,» 2014.
- [43] S. Fernandez, Proyectos de Inversión, Segunda ed., San José: Tecnológica de Costa Rica, 2010.
- [44] E. Vidal Robles y R. N. Miranda Valdovinos, Calderas: Clasificación, usos y mecanismos de trasferencias de calor, Puebla, 2018.
- [45] Amtrong, «Soluciones Industriales para agua caliente. [Último acceso: 04 04 2019].,» [En línea]. Available: https://www.armstronginternational.com/sites/default/files/resources/documents/caliente_-_generacion__distribucion__control.pdf. [Último acceso: 04 04 2019].
- [46] C. J. Renedo, «Calderas,» [En línea]. Available: <https://personales.unican.es/reloc/Traspereancias%20WEB/Trasp%20AA/008%20Calderas%20OK.pdf>. [Último acceso: 01 04 2019].
- [47] D. Catania, «Produccion Perla Andina,» Quito, 2018.
- [48] M.lizondo-Xecu proyects Metalics, S.L, «Autoclaves Industriales-Feria virtual,» Interempresas.net, 24 09 2017. [En línea]. Available: <https://www.interempresas.net/Quimica/FeriaVirtual/Producto-Autoclaves-para->

esterilizar-y-pasteurizar-Lizondo-160-L-320-L-132991.html. [Último acceso: 22 Agosto 2019].

- [49] M. Albuja, «Mejoramiento del sistema de vapor y condensado de una industria cartonera,» Guayaquil, 2005.

ANEXO 1

PLANO MARMITA

ANEXO 2

Propiedades del agua.

TABLA A.1 Unidades del SI
[101 kPa (abs)].

Temperatura (°C)	Peso específico γ (kN/m ³)	Densidad ρ (kg/m ³)	Viscosidad dinámica η (Pa·s)	Viscosidad cinemática ν (m ² /s)
0	9.81	1000	1.75×10^{-3}	1.75×10^{-6}
5	9.81	1000	1.52×10^{-3}	1.52×10^{-6}
10	9.81	1000	1.30×10^{-3}	1.30×10^{-6}
15	9.81	1000	1.13×10^{-3}	1.13×10^{-6}
20	9.79	998	1.02×10^{-3}	1.02×10^{-6}
25	9.78	997	8.91×10^{-4}	8.94×10^{-7}
30	9.77	996	8.00×10^{-4}	8.03×10^{-7}
35	9.75	994	7.18×10^{-4}	7.22×10^{-7}
40	9.73	992	6.51×10^{-4}	6.56×10^{-7}
45	9.71	990	5.94×10^{-4}	6.00×10^{-7}
50	9.69	988	5.41×10^{-4}	5.48×10^{-7}
55	9.67	986	4.98×10^{-4}	5.05×10^{-7}
60	9.65	984	4.60×10^{-4}	4.67×10^{-7}
65	9.62	981	4.31×10^{-4}	4.39×10^{-7}
70	9.59	978	4.02×10^{-4}	4.11×10^{-7}
75	9.56	975	3.73×10^{-4}	3.82×10^{-7}
80	9.53	971	3.50×10^{-4}	3.60×10^{-7}
85	9.50	968	3.30×10^{-4}	3.41×10^{-7}
90	9.47	965	3.11×10^{-4}	3.22×10^{-7}
95	9.44	962	2.92×10^{-4}	3.04×10^{-7}
100	9.40	958	2.82×10^{-4}	2.94×10^{-7}



ANEXO 3

Propiedades de sustancias en los puntos de ebullición y congelación.

Propiedades en los puntos de ebullición y de congelación

Sustancia	Datos para la ebullición a 1 atm		Datos para la congelación		Propiedades del líquido		
	Punto normal de ebullición, °C	Calor latente de vaporización, h_{fg} , kJ/kg	Punto de congelación, °C	Calor latente de fusión, h_f , kJ/kg	Temp., °C	Densidad, ρ , kg/m ³	Calor específico, c_p , kJ/kg · K
Amoníaco	-33.3	1357	-77.7	322.4	-33.3	682	4.43
					-20	665	4.52
					0	639	4.60
					25	602	4.80
Argón	-185.9	161.6	-189.3	28	-185.6	1394	1.14
Benceno	80.2	394	5.5	126	20	879	1.72
Salmuera (20% de cloruro de sodio por masa)	103.9	—	-17.4	—	20	1150	3.11
<i>n</i> -Butano	-0.5	385.2	-138.5	80.3	-0.5	601	2.31
Bióxido de carbono	-78.4*	230.5 (a 0°C)	-56.6	—	0	298	0.59
Etanol	78.2	838.3	-114.2	109	25	783	2.46
Etilíco, alcohol	78.6	855	-156	108	20	789	2.84
Etilenglicol	198.1	800.1	-10.8	181.1	20	1109	2.84
Glicerina	179.9	974	18.9	200.6	20	1261	2.32
Helio	-268.9	22.8	—	—	-268.9	146.2	22.8
Hidrógeno	-252.8	445.7	-259.2	59.5	-252.8	70.7	10.0
Isobutano	-11.7	367.1	-160	105.7	-11.7	593.8	2.28
Queroseno	204-293	251	-24.9	—	20	820	2.00
Mercurio	356.7	294.7	-38.9	11.4	25	13560	0.139
Metano	-161.5	510.4	-182.2	58.4	-161.5	423	3.49
					-100	301	5.79
Metanol	64.5	1100	-97.7	99.2	25	787	2.55
Nitrógeno	-195.8	198.6	-210	25.3	-195.8	809	2.06
					-160	596	2.97
Octano	124.8	306.3	-57.5	180.7	20	703	2.10
Aceite (ligero)					25	910	1.80
Oxígeno	-183	212.7	-218.8	13.7	-183	1141	1.71
Petróleo	—	230-384			20	640	2.0
Propano	-42.1	427.8	-187.7	80.0	-42.1	581	2.25
					0	529	2.53
					50	449	3.13
Refrigerante-134a	-26.1	216.8	-96.6	—	-50	1443	1.23
					-26.1	1374	1.27
					0	1295	1.34
					25	1207	1.43
Agua	100	2257	0.0	333.7	0	1000	4.22
					25	997	4.18
					50	988	4.18
					75	975	4.19
					100	958	4.22

* Temperatura de sublimación. (A presiones por debajo de la del punto triple de 518 kPa, el bióxido de carbono existe como sólido o gas. Asimismo, la temperatura en el punto de congelación del bióxido de carbono es la temperatura en el punto triple de -56.5°C.)

ANEXO 4

Tabla de propiedades termodinámicas del agua por presión en KPa

Agua saturada. Tabla de presiones

Pres., P kPa	temp. sat., T_{sat} °C	Volumen específico, m^3/kg		Energía Interna, kJ/kg			Entalpía, kJ/kg			Entropía, $kJ/kg \cdot K$		
		Liq. sat., v_f	Vapor sat., v_g	Liq. sat., u_f	Evap., u_{fg}	Vapor sat., u_g	Liq. sat., h_f	Evap., h_{fg}	Vapor sat., h_g	Liq. sat., s_f	Evap., s_{fg}	Vapor sat., s_g
1.0	6.97	0.001000	129.19	29.302	2355.2	2384.5	29.303	2484.4	2513.7	0.1059	8.8690	8.9749
1.5	13.02	0.001001	87.964	54.686	2338.1	2392.8	54.688	2470.1	2524.7	0.1956	8.6314	8.8270
2.0	17.50	0.001001	66.990	73.431	2325.5	2398.9	73.433	2459.5	2532.9	0.2606	8.4621	8.7227
2.5	21.08	0.001002	54.242	88.422	2315.4	2403.8	88.424	2451.0	2539.4	0.3118	8.3302	8.6421
3.0	24.08	0.001003	45.654	100.98	2306.9	2407.9	100.98	2443.9	2544.8	0.3543	8.2222	8.5765
4.0	28.96	0.001004	34.791	121.39	2293.1	2414.5	121.39	2432.3	2553.7	0.4224	8.0510	8.4734
5.0	32.87	0.001005	28.185	137.75	2282.1	2419.8	137.75	2423.0	2560.7	0.4762	7.9176	8.3938
7.5	40.29	0.001008	19.233	168.74	2261.1	2429.8	168.75	2405.3	2574.0	0.5763	7.6738	8.2501
10	45.81	0.001010	14.670	191.79	2245.4	2437.2	191.81	2392.1	2583.9	0.6492	7.4996	8.1488
15	53.97	0.001014	10.020	225.93	2222.1	2448.0	225.94	2372.3	2598.3	0.7549	7.2522	8.0071
20	60.06	0.001017	7.6481	251.40	2204.6	2456.0	251.42	2357.5	2608.9	0.8320	7.0752	7.9073
25	64.96	0.001020	6.2034	271.93	2190.4	2462.4	271.96	2345.5	2617.5	0.8932	6.9370	7.8302
30	69.09	0.001022	5.2287	289.24	2178.5	2467.7	289.27	2335.3	2624.6	0.9441	6.8234	7.7675
40	75.86	0.001026	3.9933	317.58	2158.8	2476.3	317.62	2318.4	2636.1	1.0261	6.6430	7.6691
50	81.32	0.001030	3.2403	340.49	2142.7	2483.2	340.54	2304.7	2645.2	1.0912	6.5019	7.5931
75	91.76	0.001037	2.2172	384.36	2111.8	2496.1	384.44	2278.0	2662.4	1.2132	6.2426	7.4558
100	99.61	0.001043	1.6941	417.40	2088.2	2506.6	417.51	2257.5	2675.0	1.3028	6.0562	7.3589
101.325	99.97	0.001043	1.6734	418.95	2087.0	2506.0	419.06	2256.5	2675.6	1.3069	6.0476	7.3545
125	105.97	0.001048	1.3750	444.23	2068.8	2513.0	444.36	2240.6	2684.9	1.3741	5.9100	7.2841
150	111.35	0.001053	1.1594	466.97	2052.3	2519.2	467.13	2226.0	2693.1	1.4337	5.7894	7.2231
175	116.04	0.001057	1.0037	486.82	2037.7	2524.5	487.01	2212.1	2700.2	1.4850	5.6855	7.1716
200	120.21	0.001061	0.88578	504.50	2024.6	2529.1	504.71	2201.6	2706.3	1.5302	5.5968	7.1270
225	123.97	0.001064	0.79329	520.47	2012.7	2533.2	520.71	2191.0	2711.7	1.5706	5.5171	7.0877
250	127.41	0.001067	0.71673	535.38	2001.8	2536.8	535.39	2181.2	2716.9	1.6072	5.4455	7.0525
275	130.58	0.001070	0.65732	548.57	1991.6	2540.1	548.86	2172.0	2720.9	1.6408	5.3800	7.0207
300	133.52	0.001073	0.60582	561.11	1982.1	2543.2	561.43	2163.5	2724.9	1.6717	5.3200	6.9917
325	136.27	0.001076	0.56199	572.84	1973.1	2545.9	573.19	2155.4	2728.6	1.7005	5.2645	6.9650
350	138.86	0.001079	0.52422	583.89	1964.6	2548.5	584.26	2147.7	2732.0	1.7274	5.2128	6.9402
375	141.30	0.001081	0.49133	594.32	1956.6	2550.9	594.73	2140.4	2735.1	1.7526	5.1645	6.9171
400	143.61	0.001084	0.46242	604.22	1948.9	2553.1	604.66	2133.4	2738.1	1.7765	5.1191	6.8955
450	147.90	0.001088	0.41392	622.65	1934.5	2557.1	623.14	2120.3	2743.4	1.8205	5.0356	6.8561
500	151.83	0.001093	0.37483	639.54	1921.2	2560.7	640.09	2108.0	2748.1	1.8604	4.9603	6.8207
550	155.46	0.001097	0.34261	655.16	1908.8	2563.9	655.77	2096.6	2752.4	1.8970	4.8916	6.7886
600	158.83	0.001101	0.31560	669.72	1897.1	2566.8	670.38	2085.8	2756.2	1.9308	4.8285	6.7593
650	161.98	0.001104	0.29260	683.37	1886.1	2569.4	684.08	2075.5	2759.6	1.9623	4.7699	6.7322
700	164.95	0.001108	0.27278	696.23	1875.6	2571.8	697.00	2065.8	2762.8	1.9918	4.7153	6.7071
750	167.75	0.001111	0.25552	708.40	1865.6	2574.0	709.24	2056.4	2765.7	2.0195	4.6642	6.6837

ANEXO 5

Tabla de propiedades termodinámicas del agua por presión en KPa

PRESIÓN MANOMÉTRICA (PSIG)	PRESIÓN ABSOLUTA (PSIA)	TEMP. DEL VAPOR (°F)	CALOR DE LÍQUIDO SAT. (BTU/LB)	CALOR LATENTE (BTU/LB)	CALOR TOTAL DEL VAPOR (BTU/LB)	VOLUMEN ESPECÍFICO DE LÍQUIDO SAT. (PIES3/LB)	VOLUMEN ESPECÍFICO DE VAPOR SAT. (PIES3/LB)
29,743	0,08854	32,00	0,00	1075,8	1075,8	0,096022	3306,00
29,515	0,2	53,14	21,21	1063,8	1085,0	0,016027	1526,00
27,886	1,0	101,74	69,70	1036,3	1106,0	0,016136	333,60
19,742	5,0	162,24	130,13	1001,0	1131,1	0,016407	73,52
9,562	10,0	193,21	161,17	982,1	1143,3	0,016590	38,42
7,536	11,0	197,75	165,73	979,3	1145,0	0,016620	35,14
5,490	12,0	201,96	169,96	976,6	1146,6	0,016647	32,40
3,454	13,0	205,88	173,91	974,2	1148,1	0,016674	30,06
1,418	14,0	209,56	177,61	971,9	1149,5	0,016699	28,04
0,0	14,696	212,00	180,07	970,3	1150,4	0,016715	26,80
1,3	16,0	216,32	184,42	967,6	1152,0	0,016746	24,75
2,3	17,0	219,44	187,56	965,5	1153,1	0,016768	23,39
5,3	20,0	227,96	196,16	960,1	1156,3	0,016830	20,09
10,3	25,0	240,07	208,42	952,1	1160,6	0,016922	16,30
15,3	30,0	250,33	218,82	945,3	1164,1	0,017004	13,75
20,3	35,0	259,28	227,91	939,2	1167,1	0,017078	11,90
25,3	40,0	267,25	236,03	933,7	1169,7	0,017146	10,50
30,3	45,0	274,44	243,36	928,6	1172,0	0,017209	9,40
40,3	55,0	287,07	256,30	919,6	1175,9	0,017325	7,79
50,3	65,0	297,97	267,50	911,6	1179,1	0,017429	6,66
60,3	75,0	307,60	277,43	904,5	1181,9	0,017524	5,82
70,3	85,0	316,25	286,39	897,8	1184,2	0,017613	5,17
80,3	95,0	324,12	294,56	891,7	1186,2	0,017696	4,65
90,3	105,0	331,36	302,10	886,0	1188,1	0,017775	4,23
100,0	114,7	337,90	308,80	880,0	1188,8	0,017850	3,88
110,3	125,0	344,33	315,68	875,4	1191,1	0,017922	3,59
120,3	135,0	350,21	321,85	870,6	1192,4	0,017991	3,33
125,3	140,0	353,02	324,82	868,2	1193,0	0,018024	3,22
130,3	145,0	355,76	327,70	865,8	1193,5	0,018057	3,11
140,3	155,0	360,50	333,24	861,3	1194,6	0,018121	2,92
150,3	165,0	365,99	338,53	857,1	1195,6	0,018183	2,75
160,3	175,0	370,75	343,57	852,8	1196,5	0,018244	2,60
180,3	195,0	379,67	353,10	844,9	1198,0	0,018360	2,34
200,3	215,0	387,89	361,91	837,4	1199,3	0,018470	2,13
225,3	240,0	397,37	372,12	828,5	1200,6	0,018602	1,92
250,3	265,0	406,11	381,60	820,1	1201,7	0,018728	1,74
	300,0	417,33	393,84	809,0	1202,8	0,018896	1,54
	400,0	444,59	424,00	780,5	1204,5	0,019340	1,16
	450,0	456,28	437,20	767,4	1204,6	0,019547	1,03

ANEXO 6

Selección para línea principal de fermentado y pasteurizado

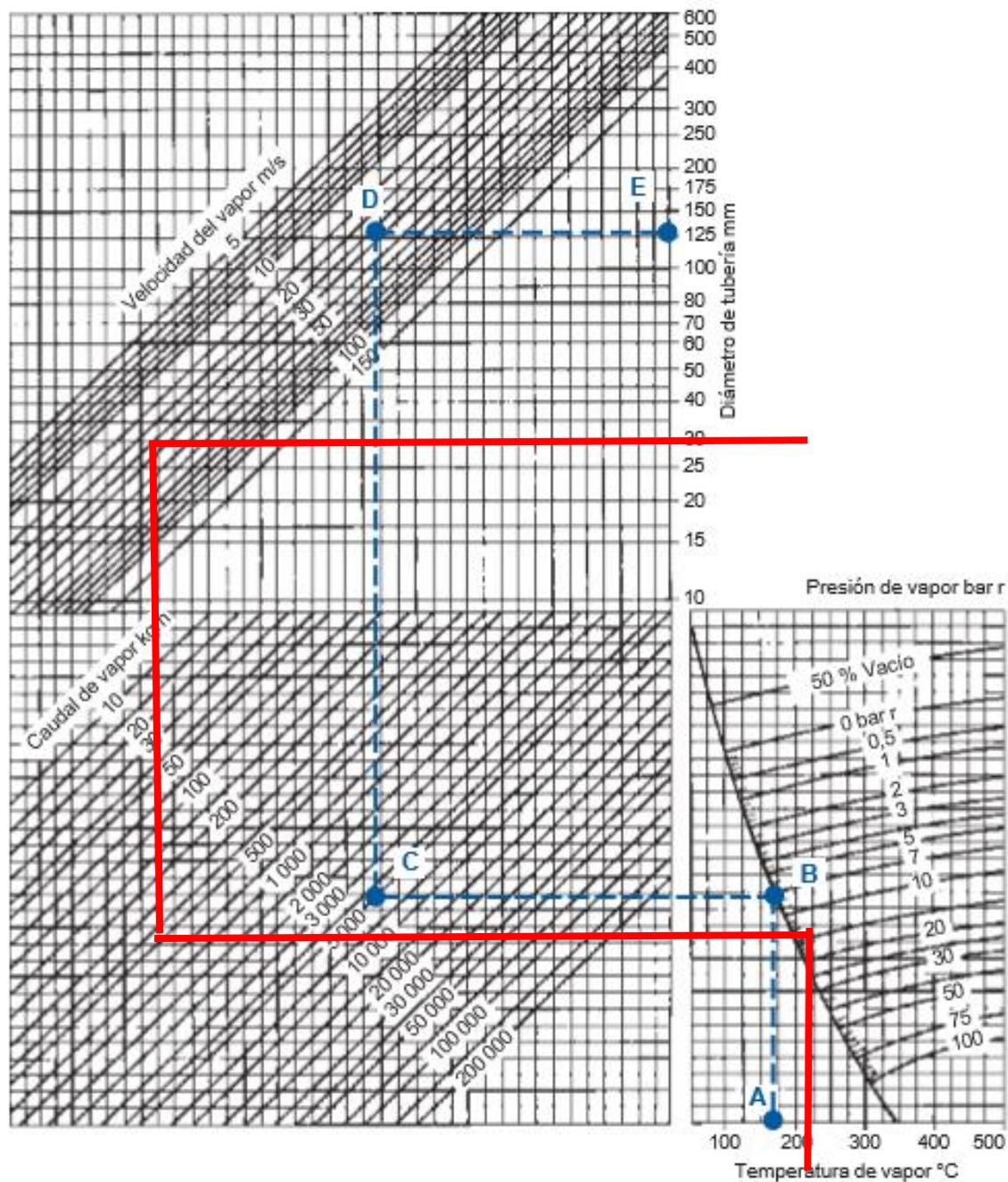


Gráfico para el dimensionamiento de tuberías para vapor saturado y vapor recalentado por el método de la velocidad [29].

ANEXO 7

Selección para la línea principal de esterilizado

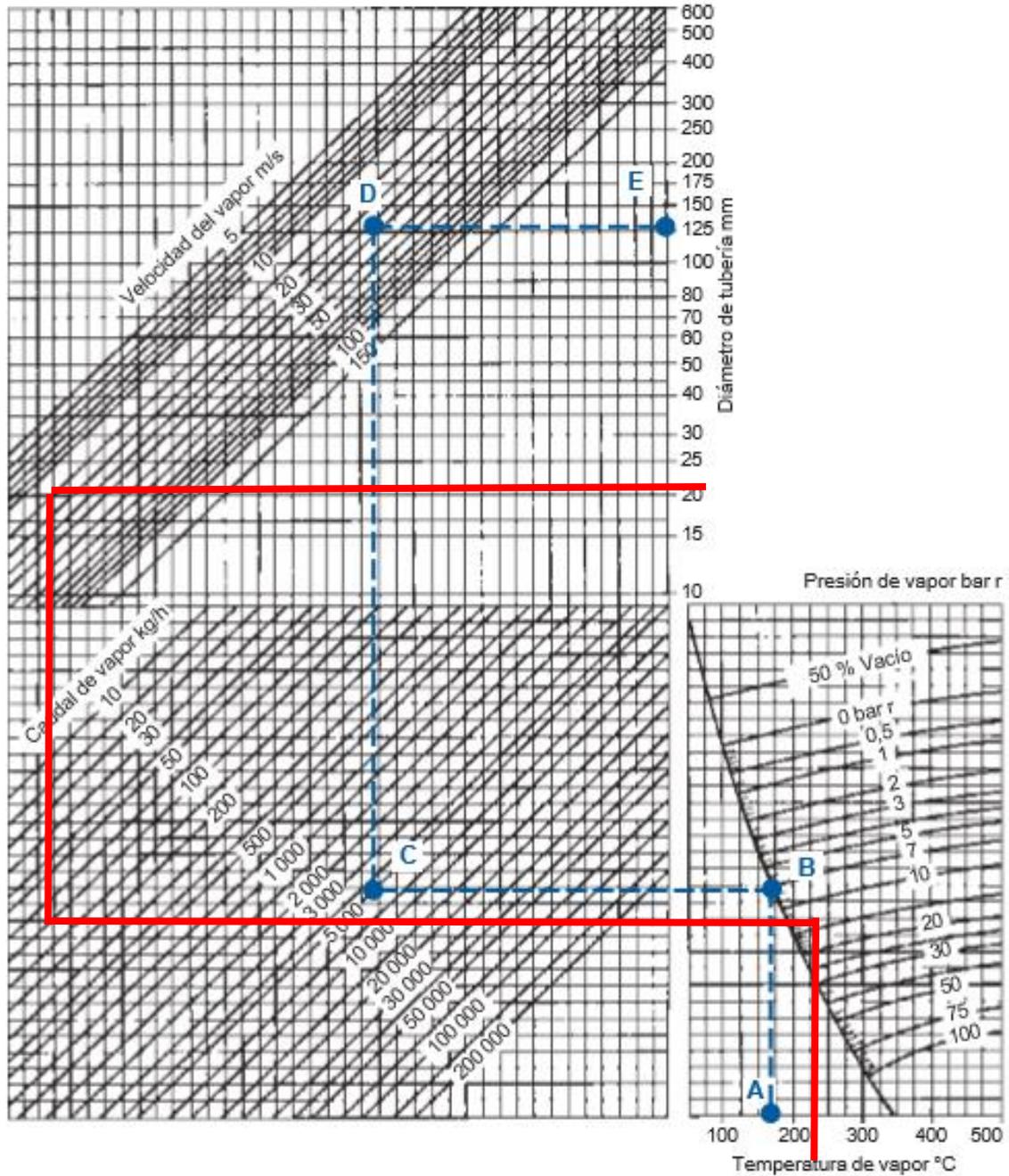
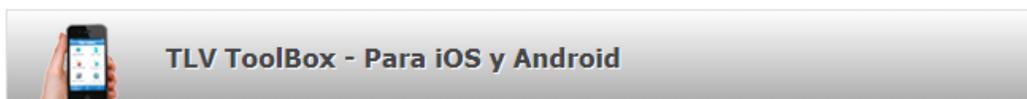


Gráfico para el dimensionamiento de tuberías para vapor saturado y vapor recalentado por el método de la velocidad [29].

ANEXO 8

Resultado de diámetro tubería principal fermentado y pasteurizado por software TLV

Calculadora: Dimensionamiento de Tubería para Vapor por Velocidad



Introducir Datos

Unidades SI(bar) ▼

Grado de Tubería	ANSI Sch40	▼
Presión de Vapor	120	psig ▼
Temperatura del Vapor [?]	(176.697)	°C ▼
Rango de Flujo del Vapor	243.33	kg/h ▼
Velocidad Máxima Permisible [?]	25	m/s ▼
Longitud de la Tubería [?]	20.63	m ▼
Válvulas de Flujo Cerradas (ej. Globo) (Cant) [?]	0	
Válvulas de Flujo Instaladas (ej. Comp) (Cant) [?]	3	
Válvulas Check (Cant) [?]	1	
Codos (Cant)	2	
Rugosidad Interna de la Tubería [?]	0.05	mm ▼

[Ocultar Opciones Avanzadas](#)

Calcular

[Limpiar](#)

Resultados

Tamaño de Tubería	NPS1 1/4	
Diámetro Interno Tubería	35.052	mm ▼
Velocidad del Vapor	14.6073	m/s ▼
Caída de Presión	1.37453	psi ▼
Longitud Equivalente a una Tubería Horizontal	28.2634	m ▼

ANEXO 9

Resultado de diámetro tubería principal esterilizado por software TLV.

Calculadora: Dimensionamiento de Tubería para Vapor por Velocidad



TLV ToolBox - Para iOS y Android

Introducir Datos

Unidades SI(bar) ▼

Grado de Tubería	ANSI Sch40	▼
Presión de Vapor	120	psig ▼
Temperatura del Vapor [?]	(176.697)	°C ▼
Rango de Flujo del Vapor	63.24	kg/h ▼
Velocidad Máxima Permissible [?]	10	m/s ▼
Longitud de la Tubería [?]	25.83	m ▼
Válvulas de Flujo Cerradas (ej. Globo) (Cant) [?]	3	
Válvulas de Flujo Instaladas (ej. Comp) (Cant) [?]	0	
Válvulas Check (Cant) [?]	1	
Codos (Cant)	4	
Rugosidad Interna de la Tubería [?]	0.05	mm ▼

[Ocultar Opciones Avanzadas](#)

Calcular

[Limpiar](#)

Resultados

Tamaño de Tubería	NPS1	
Diámetro Interno Tubería	26.6446	mm ▼
Velocidad del Vapor	6.57013	m/s ▼
Caída de Presión	0.95038	psi ▼
Longitud Equivalente a una Tubería Horizontal	64.4141	m ▼

ANEXO 10

Selección para la línea secundaria de fermentado

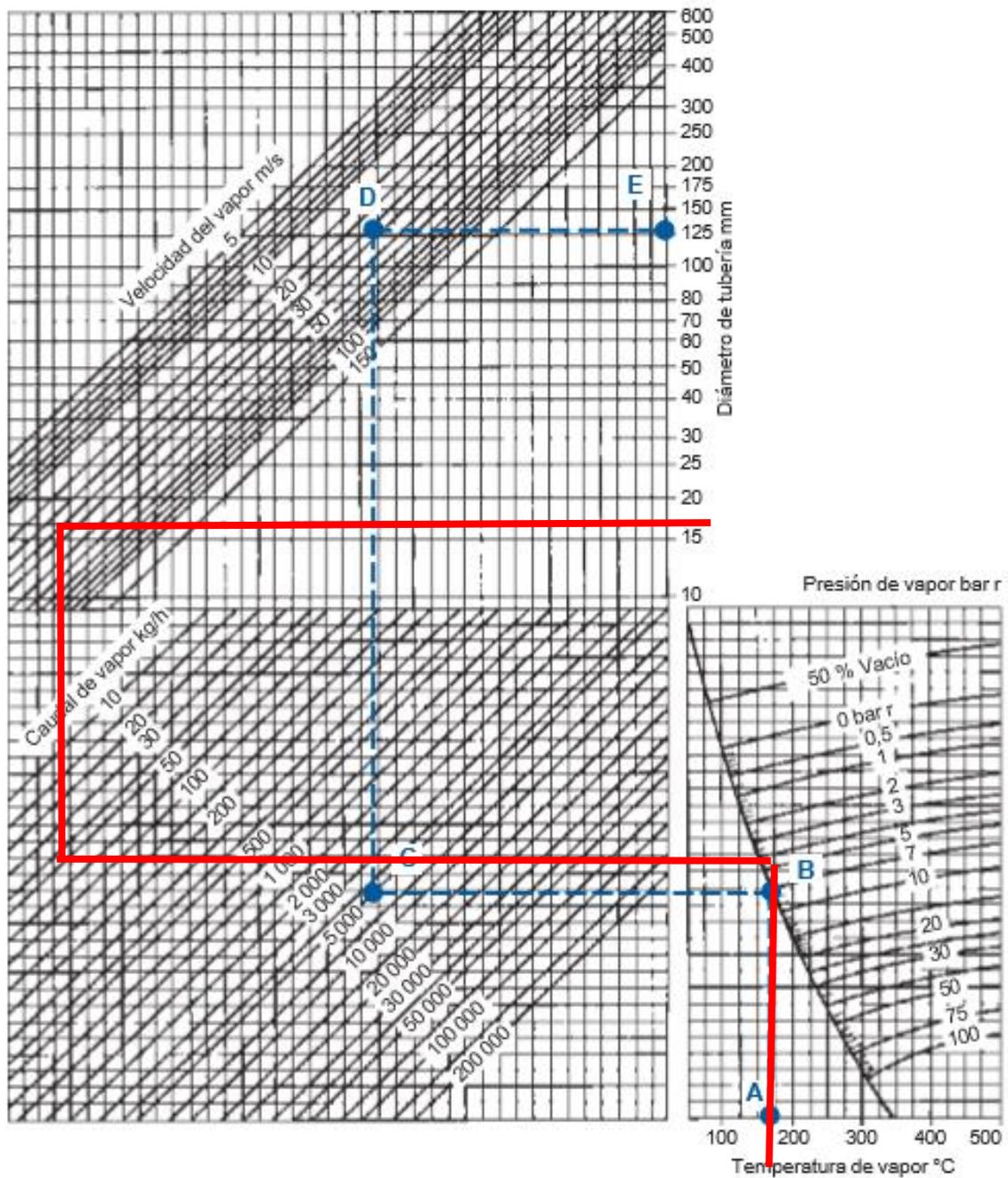


Gráfico para el dimensionamiento de tuberías para vapor saturado y vapor recalentado por el método de la velocidad [29].

ANEXO 11

Selección para la línea secundaria de pasteurizado



Gráfico para el dimensionamiento de tuberías para vapor saturado y vapor recalentado por el método de la velocidad [29].

ANEXO 12

Resultado diámetro tubería secundaria para fermentado por software TLV

Calculadora: Dimensionamiento de Tubería para Vapor por Velocidad



Introducir Datos

Unidades SI(bar) ▼

Grado de Tubería	ANSI Sch40	▼
Presión de Vapor	30	psig ▼
Temperatura del Vapor [?]	(134.445)	°C ▼
Rango de Flujo del Vapor	28.08	kg/h ▼
Velocidad Máxima Permissible [?]	15	m/s ▼
Longitud de la Tubería [?]	1.24	mm ▼
Válvulas de Flujo Cerradas (ej. Globo) (Cant) [?]	0	
Válvulas de Flujo Instaladas (ej. Comp) (Cant) [?]	1	
Válvulas Check (Cant) [?]	1	
Codos (Cant)	1	
Rugosidad Interna de la Tubería [?]	0.05	mm ▼

[Ocultar Opciones Avanzadas](#)

Calcular

[Limpiar](#)

Resultados

Tamaño de Tubería	NPS3/4	
Diámetro Interno Tubería	20.9296	mm ▼
Velocidad del Vapor	13.3921	m/s ▼
Caída de Presión	0.0793541	psi ▼
Longitud Equivalente a una Tubería Horizontal	2.63279	m ▼

ANEXO 13

Resultado diámetro tubería secundaria para pasteurizado por software TLV

Calculadora: Dimensionamiento de Tubería para Vapor por Velocidad



Inscríbese en la Revista por e-mail!

Introducir Datos

Unidades SI(bar) ▼

Grado de Tubería	ANSI Sch40	▼
Presión de Vapor	30	psig ▼
Temperatura del Vapor [?]	(134.445)	°C ▼
Rango de Flujo del Vapor	131.04	kg/h ▼
Velocidad Máxima Permissible [?]	25	m/s ▼
Longitud de la Tubería [?]	1.48	m ▼
Válvulas de Flujo Cerradas (ej. Globo) (Cant) [?]	0	
Válvulas de Flujo Instaladas (ej. Comp) (Cant) [?]	1	
Válvulas Check (Cant) [?]	1	
Codos (Cant)	1	
Rugosidad Interna de la Tubería [?]	0.05	mm ▼

[Ocultar Opciones Avanzadas](#)

Calcular

[Limpiar](#)

Resultados

Tamaño de Tubería	NPS1 1/4	
Diámetro Interno Tubería	35.052	mm ▼
Velocidad del Vapor	22.2819	m/s ▼
Caída de Presión	0.28074	psi ▼
Longitud Equivalente a una Tubería Horizontal	6.79237	m ▼

ANEXO 14

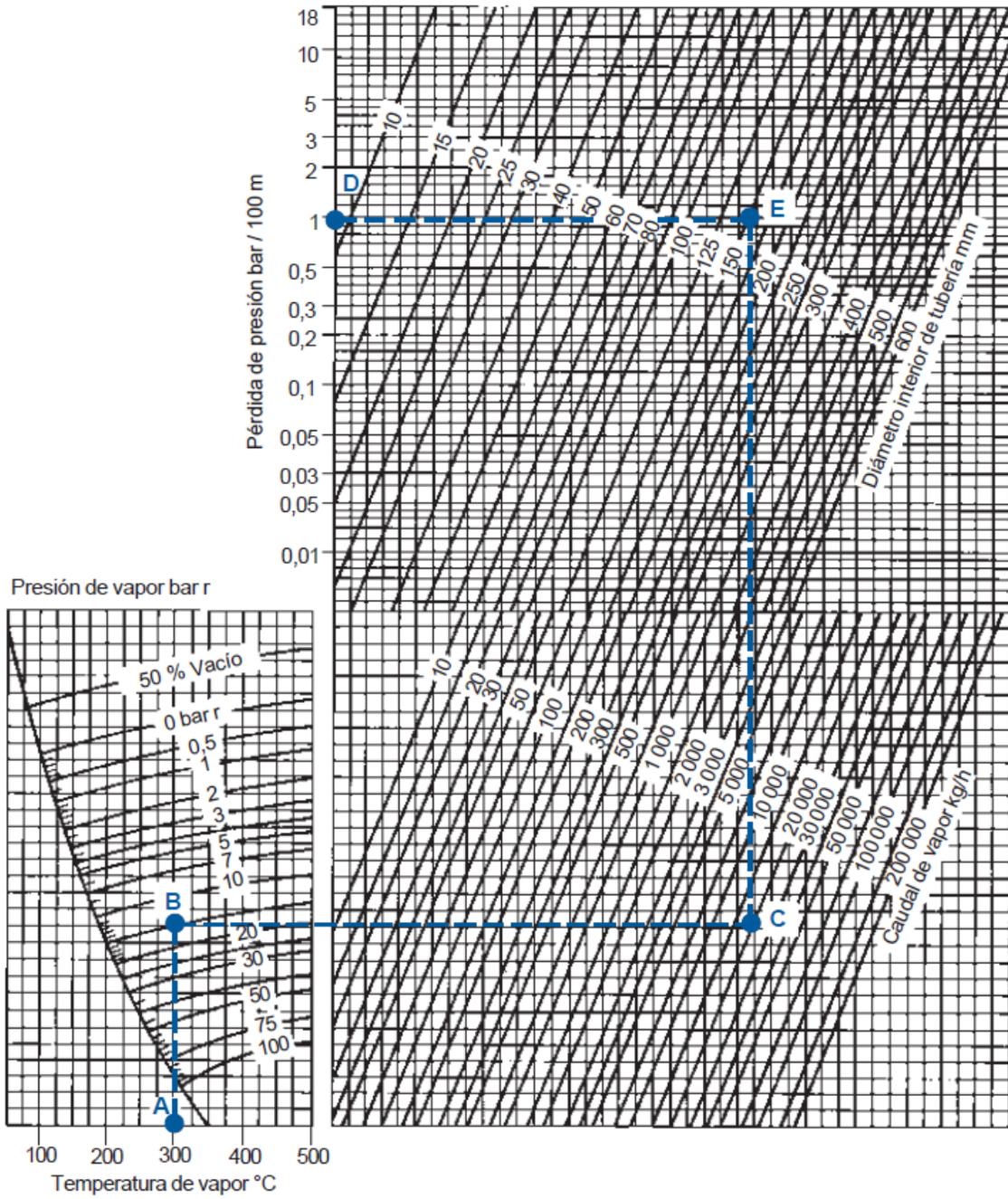


Gráfico para el dimensionamiento de tuberías por caída de presión [29].

ANEXO 15

Resultados análisis físico – químico del agua y mosto de la empresa Perla Andina



LABORATORIO LASA
LABORATORIO DE ANALISIS DE ALIMENTOS
Y PRODUCTOS PROCESADOS

INFORME DE RESULTADOS

INF.LASA 16-07-19-02802
ORDEN DE TRABAJO No. 03222-19

DATOS DEL CLIENTE			
SOLICITADO POR: EDWIN MARCELO VACA HEREDIA		DIRECCIÓN: 25 DE NOVIEMBRE Y JOSE MARIA IBARZ - URBANIZACIÓN SIERRA HERMOSA	
TELÉFONO/FAX: 3511065	TIPO DE MUESTRA: ALIMENTOS	PROCEDENCIA: PLANTA	
IDENTIFICACIÓN: MOSTO DE VINO TINTO		CODIGO INICIAL: M1 - MARCA COMERCIAL: PERLA ANDINA - F.ELAB: 08/12/2008	

DATOS DEL LABORATORIO		
MUESTREO POR: SOLICITANTE	FECHA DE MUESTREO: -	INGRESO AL LABORATORIO: 08/07/2019
FECHA DE ANÁLISIS: 08/07-16/07/19	FECHA DE ENTREGA: 16/07/2019	NÚMERO DE MUESTRAS: Una (1)
CÓDIGO DE MUESTRA: 10856-19	REALIZACIÓN DE ENSAYOS: LABORATORIO	

REPORTE DE ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO

ITEM	PARÁMETROS	UNIDADES	MUESTRA	INCERTIDUMBRE U (k=2)	MÉTODO DE ENSAYO
1	DENSIDAD	g/ml	1,0397	N.A.	PEE.LASA.BR.17 AOAC 982.10
2	pH	Unidades de pH	3,24	N.A.	PEE.LASA.FQ.03a Electrometría

N.A.: No Aplica



DR. MARCO GUIZARRO
GERENTE DE LABORATORIO

Prohibida la reproducción parcial por cualquier medio sin permiso por escrito del laboratorio.
LASA se responsabiliza exclusivamente de los análisis, el resultado se refiere únicamente a la muestra recibida o tomada por el laboratorio.
Cuando se emitan criterios de conformidad y aplique, se tendrá en cuenta el valor de la incertidumbre asociada al resultado y declarada por el método específico.
El laboratorio se compromete con la Imparcialidad y Confidencialidad de la información y los resultados (la aceptación de este informe implica la aceptación de la política relativa al tema y declarada en www.laboratoriolasa.com)

Av. de la Prensa N53-113 y Gonzalo Gallo • Teléfonos: 2469- 814 / 2269-012
Juan Ignacio Pareja OE5-97 y Simón Cárdenas • Teléfono: 2290-815 • Celular: 099 9236 287
e-mail: info@laboratoriolasa.com • web: www.laboratoriolasa.com • Quito - Ecuador



ANEXO 16

Cargas de condensado en base al diámetro de tubería y presión de trabajo

Carga de condensado para líneas principal de fermentado y pasteurizado

Tamaño de Tubo (in)	Presión, bar(g)								
	1	2	4	8	12	16	32	40	60
	Kilos de Condensado por Hora por Metro								
0.5	0.04	0.05	0.07	0.09	0.10	0.12	0.17	0.19	0.25
0.75	0.05	0.06	0.08	0.11	0.13	0.14	0.21	0.23	0.30
1	0.06	0.08	0.10	0.13	0.15	0.18	0.25	0.29	0.37
1.25	0.08	0.09	0.12	0.16	0.19	0.22	0.31	0.35	0.45
1.5	0.09	0.11	0.13	0.18	0.21	0.24	0.35	0.40	0.51
2	0.11	0.13	0.16	0.22	0.26	0.30	0.43	0.48	0.63
2.5	0.13	0.15	0.19	0.26	0.31	0.35	0.50	0.57	0.75
3	0.15	0.18	0.23	0.30	0.37	0.42	0.60	0.69	0.89
3.5	0.17	0.20	0.26	0.34	0.41	0.47	0.68	0.78	1.01
4	0.19	0.23	0.29	0.38	0.46	0.52	0.76	0.86	1.12
5	0.23	0.27	0.35	0.46	0.56	0.64	0.92	1.05	1.36
6	0.27	0.32	0.41	0.54	0.65	0.75	1.08	1.23	1.60
8	0.34	0.41	0.52	0.69	0.83	0.95	1.38	1.57	2.05
10	0.41	0.50	0.63	0.84	1.02	1.16	1.69	1.93	2.51
12	0.48	0.58	0.74	0.98	1.19	1.36	1.98	2.26	2.95
14	0.52	0.63	0.81	1.07	1.30	1.48	2.16	2.46	3.22
16	0.59	0.72	0.91	1.21	1.47	1.68	2.44	2.79	3.65
18	0.66	0.80	1.02	1.35	1.64	1.87	2.73	3.12	4.08
20	0.72	0.88	1.12	1.49	1.80	2.07	3.01	3.44	4.50
24	1.04	1.25	1.59	2.10	2.52	2.88	4.14	4.72	6.12

Con base en el programa "3Eplus", versión 2.11, de la Asociación de Fabricantes de Aislamiento en Norteamérica (NAIMS), siguiendo el método descrito en ASTM C680

Carga de condensado para líneas principal de esterilizado

Tamaño de Tubo (in)	Presión, bar(g)								
	1	2	4	8	12	16	32	40	60
	Kilos de Condensado por Hora por Metro								
0.5	0.04	0.05	0.07	0.09	0.10	0.12	0.17	0.19	0.25
0.75	0.05	0.06	0.08	0.11	0.13	0.14	0.21	0.23	0.30
1	0.06	0.08	0.10	0.13	0.15	0.18	0.25	0.29	0.37
1.25	0.08	0.09	0.12	0.16	0.19	0.22	0.31	0.35	0.45
1.5	0.09	0.11	0.13	0.18	0.21	0.24	0.35	0.40	0.51
2	0.11	0.13	0.16	0.22	0.26	0.30	0.43	0.48	0.63
2.5	0.13	0.15	0.19	0.26	0.31	0.35	0.50	0.57	0.75
3	0.15	0.18	0.23	0.30	0.37	0.42	0.60	0.69	0.89
3.5	0.17	0.20	0.26	0.34	0.41	0.47	0.68	0.78	1.01
4	0.19	0.23	0.29	0.38	0.46	0.52	0.76	0.86	1.12
5	0.23	0.27	0.35	0.46	0.56	0.64	0.92	1.05	1.36
6	0.27	0.32	0.41	0.54	0.65	0.75	1.08	1.23	1.60
8	0.34	0.41	0.52	0.69	0.83	0.95	1.38	1.57	2.05
10	0.41	0.50	0.63	0.84	1.02	1.16	1.69	1.93	2.51
12	0.48	0.58	0.74	0.98	1.19	1.36	1.98	2.26	2.95
14	0.52	0.63	0.81	1.07	1.30	1.48	2.16	2.46	3.22
16	0.59	0.72	0.91	1.21	1.47	1.68	2.44	2.79	3.65
18	0.66	0.80	1.02	1.35	1.64	1.87	2.73	3.12	4.08
20	0.72	0.88	1.12	1.49	1.80	2.07	3.01	3.44	4.50
24	1.04	1.25	1.59	2.10	2.52	2.88	4.14	4.72	6.12

Con base en el programa "3Eplus", versión 2.11, de la Asociación de Fabricantes de Aislamiento en Norteamérica (NAIMS), siguiendo el método descrito en ASTM C680

ANEXO 17

Tabla de tipos de trampa sugeridos

Aplicación	1era Opción	2da Opción	Factor de Seguridad
Cabezal de la Caldera (Sobrecalentado)	IBLV	F&T	1.5
	IBCV - Pulido	Wafer	Carga al Arranque
Tuberías Principales de Vapor & Ramales de las Tuberías (Sin Congelamiento) (Congelamiento)	IB (CV si la presión varía)	F&T	2; 3 si estaría al final de la tubería, antes de la válvula, o en un ramal
	IB	Termostática o Disco	(Mismo que arriba)
Separador de Vapor Calidad del vapor del 90% o menos	IBLV	DC	3
	DC		3
Venas de Vapor	IB	Termostática o Disco	2
Unidades de Calentamiento y de Manejo de Aire (Presión Constante) (Presión Variable 0 - 1 bar) (Presión Variable 1 - 2 bar) (Presión Variable > 2 bar)	IBLV	F&T	3
	F&T	IBLV	2, a presión diferencial de 0.034 bar
	F&T	IBLV	2, a presión diferencial de 0.14 bar 3, a la mitad de la máxima presión diferencial
Radiadores Aletados & Tubos Serpentin (Presión Constante) (Presión Variable)	IB	Termostática	2, normalmente; 3, para calentamiento rápido
	F&T	IB	2, normalmente; 3, para calentamiento rápido
Calentadores de Aire de Proceso (Presión Constante) (Presión Variable)	IB	F&T	2
	F&T	IBLV	3, a la mitad de la máxima presión diferencial
Máquina de Absorción de Vapor (Enfriador)	F&T	IB, con Venteador Externo	2, a presión diferencial de 0.034 bar
Intercambiadores de Calor de Tubo y Coraza & Serpentes de Tubo y Estampados (Presión Constante) (Presión Variable)	IB	DC o F&T	2
	F&T	DC o IBT (IBLV, a más de 2 bar)	< 1 bar: 2, a 0.034 bar; 1 - 2 bar: 2, a 0.14 bar > 2 bar: 3, a la mitad de la máxima presión diferencial
Evaporadores de Un Paso y de Pasos Múltiples	DC	IBLV o F&T	2; 3, con cargas de 22,700 kg/hr
Ollas con Camisas de Vapor (Drenado por Gravedad) (Drenado por Sifón)	IBLV	F&T o Termostática	3
	DC	IBLV	3
Secadoras Rotatorias	DC	IBLV	3, para DC; 8, para IB a presión constante; 10, para IB presión variable
Tanques de Flasheo	IBLV	DC o F&T	3

IBLV = Balde Invertido con Venteador Grande
 IBCV = Balde Invertido con Válvula Check Interna
 IBT = Balde Invertido con Venteador Térmico
 F&T = Flotador y Termostática
 DC = Controlador Diferencial de Condensado
 Thermo = Termostática

Use una IB con venteador de aire externo cuando se excedan las limitaciones de presión de la F&T, o si el vapor está sucio. Todos los factores de seguridad son para la presión diferencial de operación, al menos que se indique lo contrario.

ANEXO 18

Determinación de condensado en marmitas

Tabla 31-1. Cargas de Condensado en kg/hr para Ollas Encamisadas - Superficie Hemisférica de Condensación

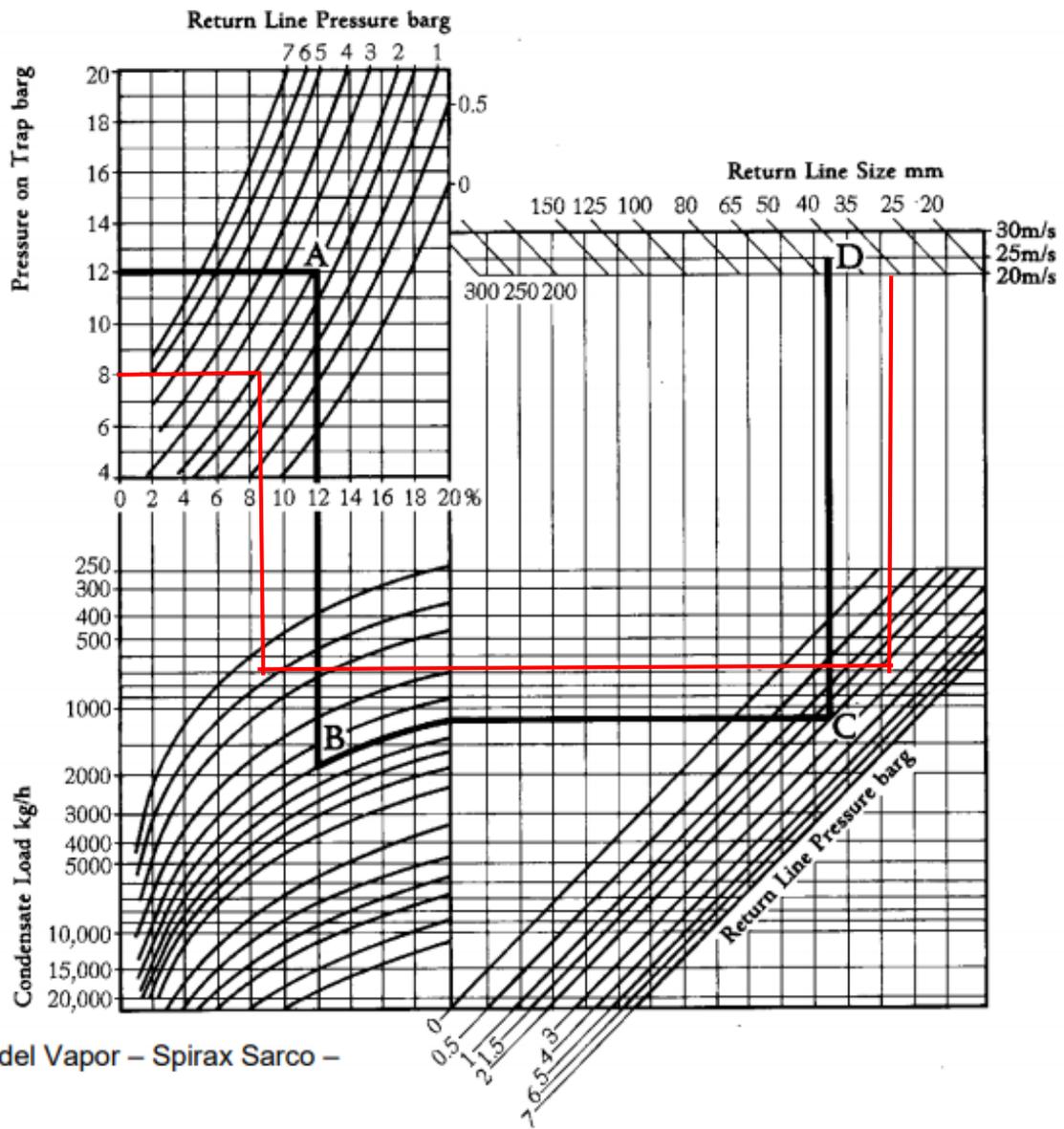
Factor de Seguridad de 3 ya está incluido

Se supone $U = 3.6 \text{ MJ/hr}\cdot\text{m}^2\cdot^\circ\text{C}$, y temperatura inicial de 10°C

Diámetro de la Olla		Superficie de Transferencia de Calor m^2	Volumen en el Hemisferio litros	Vol. Arriba del Hemisferio litros por cm de altura	Condensación, kg/hr a la presión indicada								
					Presión del vapor en bar (g) y temperatura								
in	mm				0.3 107°C	0.7 115°C	1 120°C	1.6 129°C	2.5 139°C	4 152°C	5.5 162°C	7 171°C	9 180°C
18	460	0.33	25.0	1.6	150	170	180	190	210	240	260	280	300
19	480	0.37	29.4	1.8	170	190	200	220	240	270	290	310	330
20	510	0.41	34.3	2.0	190	210	220	240	260	290	320	340	370
22	560	0.49	45.7	2.5	230	250	270	290	320	360	390	420	450
24	610	0.58	59.3	2.9	270	300	320	340	380	420	460	490	530
26	660	0.69	75.4	3.4	320	350	370	400	440	500	540	580	620
28	710	0.79	94.2	4.0	370	410	430	470	520	580	630	670	720
30	760	0.91	115.8	4.6	430	470	490	540	590	660	720	770	830
32	810	1.04	140.6	5.2	490	530	560	610	670	750	820	880	950
34	860	1.17	168.6	5.9	550	600	630	690	760	850	930	990	1070
36	910	1.31	200.2	6.6	620	670	710	770	850	960	1040	1110	1200
38	970	1.46	235.4	7.3	690	750	790	860	950	1060	1160	1240	1330
40	1020	1.62	274.6	8.1	760	830	880	960	1050	1180	1280	1370	1480
42	1070	1.79	317.8	8.9	840	920	970	1050	1160	1300	1420	1510	1630
44	1120	1.96	365.5	9.8	920	1010	1060	1160	1270	1430	1550	1660	1790
46	1170	2.14	417.5	10.7	1010	1100	1160	1260	1380	1560	1700	1820	1950
48	1220	2.33	474.5	11.7	1100	1200	1270	1380	1520	1700	1850	1980	2130
54	1370	2.96	675.5	14.8	1390	1520	1600	1740	1920	2150	2340	2500	2690
60	1520	3.65	926.7	18.2	1720	1870	1980	2150	2370	2650	2890	3090	3330
72	1830	5.25	1601.3	26.3	2470	2700	2850	3100	3410	3820	4160	4450	4790

ANEXO 19

Diagrama para diseño de tubería de condensado



ANEXO 20

Aislamiento Óptimo del material para diferentes diámetros de tubería y temperatura

Diámetro nominal Tubería en pulgadas	Temperatura de operación en grados Fahrenheit				
	100-199	200-299	300-399	400-499	500-599
0,50	0,50	1,00	1,50	2,00	2,50
0,75	1,00	1,50	2,00	2,50	3,00
1,00	1,00	1,50	2,00	2,50	3,00
1,50	1,00	1,50	2,50	3,00	3,00
2,00	1,00	2,00	3,00	3,00	3,00
2,50	1,00	2,00	3,00	3,00	3,00
3,00	1,50	2,50	3,00	3,00	3,00
4,00	1,50	2,50	3,00	3,00	3,50
5,00	1,50	2,50	3,00	3,00	4,00
6,00	1,50	3,00	3,00	3,50	4,00
8,00	1,50	3,00	3,00	3,50	4,50
10,00	1,50	3,00	3,00	4,00	4,50
12,00	1,50	3,00	3,50	4,00	5,00
14,00	1,50	3,00	3,50	4,00	5,00
16,00	1,50	3,00	3,50	4,00	5,00
18,00	1,50	3,00	3,50	4,50	5,00
20,00	2,00	3,00	3,50	4,50	5,00
24,00	2,00	3,00	4,00	4,50	5,50
30,00	2,00	3,00	4,00	5,00	6,00
36,00	2,50	4,50	6,00	7,50	9,00

ANEXO 21

PLANOS

ANEXO 22

CRISTIAN CEDEÑO LUQUE

INGENIERÍA, CONSTRUCCIONES, SUMINISTROS Y MANTENIMIENTO INDUSTRIAL
 RUC: 0913439113001
PERSONA NATURAL: OBLIGADO A LLEVAR CONTABILIDAD(SI)

FECHA: 18/12/2019



OFICINA Y PLANTA INDUSTRIAL
 KM 11½ V. DAULE LOTZ. IND. INMACONSA MZ 30 S 3-4
 P.B.X. 593-4-2103682 / WWW.EQUABOILER.COM.EC

PROFORMA UIO # 0133 - 19

CLIENTE: UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA
ATENCIÓN: ING. LUIS ANDRANGO
DIRECCION: LATAJUNGA
T-TELÉFONO: 0980-512136

FAX:

EQUIPO: CALDERO VAPOR
MARCA: EQUABOILER
CAPACIDAD: 20 BHP
SERIE: PV-ST-DR-20-150-2

ITEM	DESCRIPCIÓN	CANT	UND	V. UNIT	V. TOTAL
1.-	CALDERA VERTICAL EQUABOILER 20 B.H.P. NUEVA				

DATOS TÉCNICOS:

PROCEDENCIA:	ECUADOR
MARCA REGISTRADA "IEPI":	EQUABOILER
MODELO:	PV-ST-DR-20-150-2.
TIPO:	PIROTUBULAR-VERTICAL ESPALDA SECA. PUERTA ABATIBLE FÁCIL APERTURA PARA LIMPIEZA Y MANTENIMIENTO.
POTENCIA:	20 B.H.P. (BOILER HORSE POWER)
USO:	VAPOR SATURADO
POTENCIA B.T.U./HORA:	669.428 BTU/h
GENERACIÓN VAPOR/HORA (212°F):	690 lb./h.
CONSUMO COMBUSTIBLE # 2:	6GPH (DIESEL) AL 100% DE POTENCIA.
PRESIÓN DISEÑO:	150 PSI
PRESIÓN TRABAJO:	125 PSI
PRESIÓN PRUEBA HIDROSTÁTICA:	225 PSI
PASOS DE FUEGO:	CUATRO PASOS
EFICIENCIA:	80% MÍNIMO
SUPERFICIE CALEFACCIÓN:	100 PIE CUADRADO
ALTURA DE TRABAJO:	2862 m.s.n.m.

SUCURSAL QUITO: CALLE MANUEL AMBROSI LOTE 82 Y AVENIDA ELOY ALFARO, PLACA PREDIAL N65-233, SECTOR COLLALOMA PARROQUIA CARCELEN

TELÉFONO : 0987581158 - 0992773511



CRISTIAN CEDEÑO LUQUE

INGENIERÍA, CONSTRUCCIONES, SUMINISTROS Y MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

RUC: 0913439113001

PERSONA NATURAL: **OBIGADO A LLEVAR CONTABILIDAD(SI)**

FECHA: 18/12/2019



OFICINA Y PLANTA INDUSTRIAL
KM 11½ V. DAULE LOTZ. IND. INMACONSA MZ 30 S 3-4
P.B.X. 593-4-2103682 / WWW.EQUABOILER.COM.EC

PROFORMA UIO # 0133 - 19

1.2.- DATOS GENERALES

- 1.2.1 Fabricación bajo código internacional **ASME Boiler & Pressure Vessel Code (BPVC)**
American Society of Mechanical Engineers. Sección I. Reglas para Construcción de Calderos de Poder.
- 1.2.2 HOGAR LISO
- 1.2.3 CARCASA CALIDAD ACERO AL CARBONO SA 516 GR. 70 e= 3/8".
- 1.2.4 PLACAS TUBULARES CALIDAD ACERO AL CARBONO SA 516 GR. 70 e= 5/8".
- 1.2.5 PUERTA POSTERIOR DE FÁCIL APERTURA DE ACCESO A LADO DE FUEGO
- 1.2.6 DOS PUERTAS SUPERIORES DE FÁCIL APERTURA A LADO DE FUEGO
- 1.2.7 TRES REGISTRO INSPECCIÓN LADO DE AGUA TIPO OVALO 3"x4".
- 1.2.8 QUEMADOR IMPORTADO, DOS ETAPAS.
- 1.2.9 MANÓMETRO DE PRESIÓN VAPOR PRINCIPAL CALDERO 0 - 300 PSI.
- 1.2.10 MODULADOR DE LLAMA TIPO ELECTRONICO.
- 1.2.11 VÁLVULA DE SEGURIDAD SOBREPRESIÓN 150 PSI. ASME
- 1.2.12 CONTROL PRESION VAPOR PARA TRABAJO
- 1.2.13 CONTROL PRESION VAPOR PARA MODULACION DE LLAMA.
- 1.2.14 CONTROL PRESION VAPOR PARA SEGURIDAD MODULACION.
- 1.2.15 UNA VÁLVULA PURGA SÓLIDOS FONDO 1" CALDERO.
- 1.2.16 VÁLVULA SALIDA VAPOR PRINCIPAL DEL CALDERO 2" 150 PSI.
- 1.2.17 ELECTRODO Y RELE WARRICK SEGURIDAD POR FALTA DE NIVEL AGUA / CONTROL DE NIVEL
- 1.2.18 CONTROL NIVEL DE AGUA MC. DONNEL MILLER #157S CONTROL BOMBA Y SEGURIDAD BAJO NIVEL
- 1.2.19 JUEGO VISOR NIVEL DE AGUA 1/2" NPT TUBO DE VIDRIO 5/8"
- 1.2.20 REFRACTARIOS IMPORTADOS.
- 1.2.21 TUBOS DE FUEGO 2 " ASTM A -192 EXPANDIDOS Y RIVETEADOS.
- 1.2.22 CHIMENEA ESCAPE GASES CALDERO 6 mt. ALTURA.
- 1.2.23 AISLAMIENTO TÉRMICO LANA DE VIDRIO Y **FORRO ALUMINIO ESTUCCO.**
- 1.2.24 TERMÓMETRO SALIDA DE GASES CHIMENEA 350°C.
- 1.2.25 VÁLVULA ESFÉRICA Y SOLENOIDE PARA CONTROL ENTRADA DE AGUA.

SUCURSAL QUITO: CALLE MANUEL AMBROSI LOTE 82 Y AVENIDA ELOY ALFARO, PLACA PREDIAL N65-233, SECTOR COLLALOMA PARROQUIA CARCELEN

TELÉFONO : 0987581158 - 0992773511



CRISTIAN CEDEÑO LUQUE

INGENIERÍA, CONSTRUCCIONES, SUMINISTROS Y MANTENIMIENTO INDUSTRIAL
RUC: 0913439113001
PERSONA NATURAL: OBLIGADO A LLEVAR CONTABILIDAD(SI)



OFICINA Y PLANTA INDUSTRIAL
KM 11½ V. DAULE LOTZ. IND. INMACONSA MZ 30 S 3-4
P.B.X. 593-4-2103682 / WWW.EQUABOILER.COM.EC

TABLERO ELÉCTRICO

- * BREAKER CONTROL DE FUERZA
- * CONTACTORES DE MOTORES
- * LUCES ENCENDIDO
- * SWICH ON /OFF

2.- TANQUE REALIMENTACIÓN DE AGUA O CONDENSADOS PARA 20 BHP TANQUE CAPACIDAD: 100 GL. 1 UND

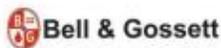
- 2.1 UNA BOMBA REALIMENTACIÓN DE AGUA Y MOTOR DE 3 HP 220 VOLT 6,5 GPM 130 PSI 90° C.
- 2.2 MANÓMETRO PRESIÓN ALIMENTACIÓN DE AGUA 100 PSI.
- 2.3 TERMÓMETRO AGUA REALIMENTACIÓN 100°C.
- 2.4 JUEGO VISOR DE NIVEL DE AGUA.
- 2.5 CONTROL DE NIVEL DE AGUA TIPO ELECTRODOS
- 2.6 FILTRO TIPO " Y", Y VÁLVULA ESFÉRICA CONECCIÓN A LA BOMBA.

1 GLB \$ 23.200,00 \$ 23.200,00

SUB TOTAL \$ 23.200,00

SUCURSAL QUITO: CALLE MANUEL AMBROSI LOTE 82 Y AVENIDA ELOY ALFARO, PLACA PREDIAL N65-233, SECTOR COLLALOMA PARROQUIA CARCELEN

TELÉFONO : 0987581158 - 0992773511



CRISTIAN CEDEÑO LUQUE

INGENIERÍA, CONSTRUCCIONES, SUMINISTROS Y MANTENIMIENTO INDUSTRIAL
RUC: 0913439113001
PERSONA NATURAL: OBLIGADO A LLEVAR CONTABILIDAD(SI)



OFICINA Y PLANTA INDUSTRIAL
KM 11½ V. DAULE LOTZ. IND. INMACONSA MZ 30 S 3-4
P.B.X. 593-4-2103682 / WWW.EQUABOILER.COM.EC

TÉRMINOS Y CONDICIONES

GARANTÍA TÉCNICA:

*Calderos y Afines garantiza la calidad, resistencia y buen funcionamiento por el período de **un año** a partir de la entrega definitiva.

*Calderos y Afines garantiza la calidad de los materiales utilizados y buen proceso de construcción del recipiente presión por **diez años** posterior a la entrega del caldero. (carcasa, placas tubulares y tubo hogar).

* Calderos y Afines S.A. **NO** garantiza la duración del material por falta de tratamiento de agua y/o mal uso del equipo por parte del contratante.

* Calderos y Afines S. a. NO garantiza la durabilidad por falta de mantenimiento del Caldero, inestabilidad eléctrica, caso fortuito, catástrofes naturales.

* Calderos y Afines S.A. realizará sin costo un curso de "operación y mantenimiento de calderos", duración 5 horas, capacidad máxima 8 personas. Lugar y horario a convenir entre las partes.

NO INCLUYE

Obra civil y/o cometidas electricas

Ningun trabajo o material no especificado en la presente oferta

INCLUYE

Arranque y puesta en marcha

TIEMPO DE ENTREGA:

45 días calendario después de hacerse efectivo el anticipo.

LUGAR DE ENTREGA:

Planta cliente (sobre camión)

FORMA DE PAGO:

DESCRIPCIÓN	REFERENCIA	MONTO
Anticipo	70%	\$ 16.240,00
Contra entrega de Equipo	30%	\$ 6.960,00
Contra entrega factura	12%	\$ 2.784,00

ESTIMADO CLIENTE:

Para ordenar su pedido solicitamos se sirva registrar su firma de aprobación a la proforma y las condiciones de pago

*Esta proforma esta sujeta a cambios sin previo aviso, **VALORES NO INCLUYEN IVA.**

ATENTAMENTE,

ING. CRISTIAN CEDEÑO LUQUE
GERENTE GENERAL

RECIBIDO

APROBADO CLIENTE

SUCURSAL QUITO: CALLE MANUEL AMBROSI LOTE 82 Y AVENIDA ELOY ALFARO, PLACA PREDIAL N65-233, SECTOR COLLALOMA PARROQUIA CARCELEN

TELÉFONO : 0987581158 - 0992773511



ANEXO 23

ACERO ACERO COMERCIAL ECUATORIANO S.A. www.acerocomercial.com PROFORMA No. CTZ-00127180		MATRIZ: Av. De la Prensa N45-14 y Calle Telégrafo 1 P.O. (593-2) 245 4330245 4334, FAX: (593-2) 245 4455 SUCURSAL: Guaberto Pérez E1-88 y Av. Napa TEL: (593) 261 3120261 3220, FAX: (593-2) 261 2704 e-mail: info@acerocomercial.com QUITO-ECUADOR CONTRIBUYENTE ESPECIAL 5388 02-V-95 RUC: 1790009585001					
NOMBRE: UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA		VENDEDOR: SISALIMA SARANGO DAVID					
DIRECCIÓN: AV. RUMICHAGA 50N Y MORAN VALVERDE		FECHA DE EMISIÓN: 15/01/2020					
TELÉFONO: 3062800		FECHA VENCIMIENTO: 28/01/2020					
CÓDIGO DE CLIENTE:		FORMA DE PAGO:					
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UNL	MARCA	CANT.	P. UNITARIO	% DTO.	SUBTOTAL
0710200081	VALVULA DE GLOBO BR HHR1050 2" NPT 1505 300 WOG SELLO TEFLON	und	HELBERT	1,00	172,93		172,93
0710200079	VALVULA DE GLOBO BR HHR1025 1 1/4" NPT 1505 300 WOG SELLO TE	und	HELBERT	4,00	104,21		416,84
0710200078	VALVULA DE GLOBO BR HHR1025 1" 1505 300 WOG SELLO TEFLON	und	HELBERT	4,00	51,42		205,68
0710410037	VALVULA DE GLOBO CONICA RW-213 DE 3/4" 150PSI	und	REDWHITE	17,00	18,54		315,18
0710200069	MANOMETRO 0-200PSI GLUCER CON-VERT 1/4" CARAT 2-1/2" FBVW200	und	HELBERT	2,00	28,56		57,12
0710200064	MANOMETRO 0-100PSI GLUCER CON-VERT 1/4" CARAT 2-1/2" FBVW100	und	HELBERT	2,00	27,08		54,16
0710250223	VALVULA CHEQUE PISTON IT-407 3/4" NPT INOX 316 300PSI	und	INOXTEL	7,00	31,20		218,54
0710202099	TRAMPA TERMODINAMICA 3/4" NPT INOX 420 PT-60	und	KLINGER	7,00	179,63		1.257,41
0710480010	VALV RED PRESTON VAP 810 1-1/2" ENTRA0 250PSI-SALIDA 3 15PSI	und	TECVAL	2,00	344,38		688,76
0720480008	KIT RESORTE Y BOLDANA 810 1-1/2" Y 2" RANGO 25-60PSI	und	TECVAL	2,00	67,11		134,22
0710480083	VALVULA SEG VAP/GAS ROSCADA VS08 1-1/4" x1-1/4" DESC A 30PSI	und	TECVAL	1,00	183,33		183,33
0710480079	VALVULA SEG VAP/GAS ROSCADA VS08 1-1/2" x 2" DESCARGA A 20PSI	und	TECVAL	2,00	236,48		472,96
0310610151	TUBO VAPOR 106 O A53-B CEDULA 40 S/COSTURA DE 2"	M	IMP_PRI	12,00	9,72		116,64
0310070149	COD0 NEGRO CLASE 150 DE 2" x 90	und	OFUNSA	3,00	5,67		16,83
0310610153	TUBO VAPOR ASTM 106 O A53-B CEDULA 40 S/COSTURA DE 1 1/4"	M	IMP_PRI	24,00	5,35		128,40
0310220131	TAPON NEGRO HEMBRA CLASE 150 DE 1-1/4" USO	und	HITACHI	1,00	1,51		1,51
0310220055	COD0 NEGRO CLASE 150 DE 1-1/4" x 90 GRAD	und	HITACHI	2,00	1,95		3,90
0310610152	TUBO VAPOR ASTM 106 O A53-B CEDULA 40 S/COSTURA DE 1"	M	IMP_PRI	20,00	5,20		104,00
0310070041	COD0 NEGRO CLASE 150 X 90 GRAD DE 1"	und	OFUNSA	4,00	1,86		7,44
0310610143	TUBO VAPOR ASTM 106 O A53-B CEDULA 40 S/COSTURA DE 3/4"	M	IMP_PRI	18,00	2,61		46,98
0310220061	COD0 NEGRO CLASE 150 DE 3/4" x 90 GRAD	und	HITACHI	12,00	1,45		17,40
0310070135	UNIVERSAL CONICA NEGRA CLASE 300 DE 3/4"	und	OFUNSA	2,00	9,91		19,82
0310070126	UNIVERSAL CONICA NEGRA CLASE 150 DE 1"	und	OFUNSA	2,00	5,83		11,66
0310070133	UNIVERSAL CONICA NEGRA CLASE 300 DE 3/4"	und	OFUNSA	14,00	9,91		138,74
0310070094	TEE NEGRA CLASE 300 DE 3/4"	und	OFUNSA	5,00	4,56		22,80
0310030001	COQUILLA LANA DE VIEIRO C-ALUMINIO 1" x 1" x 0,50 m.	und	ANDIPY	114,00	7,03		801,42
Subtotal							5.619,37
Descuento							
Subtotal 0%							
Subtotal 12%							5.619,37
12% I.V.A.							674,33
TOTAL							6.293,70

Proforma sujeta a fecha de vencimiento y disponibilidad de stock

TODO EN MATERIAL PARA LA INDUSTRIA Y LA CONSTRUCCIÓN



ACERO COMERCIAL ECUATORIANO S.A.
www.acerocomercial.com

PROFORMA No. CTZ-00127180

MATRIZ: Av. De la Prensa N45-14 y Calle Telégrafo 1
PBX: (593-2) 245 4333/245 4334. FAX: (593-2) 245 4455
SUCURSAL: Gualberto Pérez E1-88 y Av. Napo
TELF: (593) 261 3120/261 3220. FAX: (593-2) 261 2704
e-mail: info@acerocomercial.com
QUITO-ECUADOR
CONTRIBUYENTE ESPECIAL 5388 02-VI-95
RUC: 1790008959001

NOMBRE:	UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA	VENDEDOR:	SISALIMA SARANGO DAVID
RUC/CÉDULA:		FECHA DE EMISIÓN:	13/01/2020
DIRECCIÓN:	AV. RUMICHACA S/N Y MORAN VALVERDE	FECHA VENCIMIENTO:	28/01/2020
TELÉFONO:	3962800	FORMA DE PAGO:	
CÓDIGO DE CLIENTE:			

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UNL	MARCA	CANT.	P. UNITARIO	% DTO.	SUBTOTAL
0310220060	CODO NEGRO CLASE 150 DE 3/4" x 45 GRAD	UND	HITACHI	5,00	0,94		4,70

Proforma sujeta a fecha de vencimiento y disponibilidad de stock	Subtotal	5.619,37
	Descuento	
	Subtotal 0%	
	Subtotal 12%	5.619,37
	12% I.V.A.	674,33
	TOTAL	6.293,70

ANEXO 24



Condiciones y costo total del crédito

Fecha:	14/01/2020	Producto:	Credito Comercial Pymes
Plazo (meses):	20	Frecuencia de pago:	Trimestral
Tasa interés nominal:	11.23%	Tipo de tasa:	Rejustable
Tipo de sistema de amortización:	Francés	Tasa contribución Solca:	0,5 %
Valor bien/vehículo:	N/A		