

SUSTENTACIÓN DE TRABAJO ACADÉMICO

(Para optar el Título por Suficiencia Profesional)

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y DE ENERGÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA**



**“DISEÑO MECÁNICO Y FABRICACIÓN DE UNA
CALDERA PIROTUBULAR DE TRES PASOS DE 120
BHP PARA EL HOSPITAL REGIONAL DE
MOQUEGUA”**

JORGE LUIS COLCHADO RODRÍGUEZ

**CALLAO, 2018
PERÚ**

ÍNDICE

PRESENTACION	3
I. INTRODUCCION	4
II. MARCO REFERENCIAL O FUNDAMENTACION	7
2.1. Marco teórico	7
2.2. Propósito de la intervención.....	29
2.3. Estrategias de intervención o ruta de acción	29
III. CONTENIDO O PROCESO DE INTERVENCION:	32
3.1. Evaluación inicial:	32
3.2. Diseño de planes, proyectos o programas:	33
3.2.1 Formulación de objetivos	33
3.2.2 Selección de contenidos	34
3.2.3 Estrategias metodológicas	34
3.2.4 Recursos.....	97
3.2.5 Indicadores de evaluación	98
3.2.6 Temporalización.....	98
3.3. Evaluación de salida	101
3.4. Análisis e interpretación cualitativa-cuantitativa comparativa	108
IV. CONCLUSIONES:	112
V. RECOMENDACIONES:	113
VI. BIBLIOGRAFIA:	114
VII. ANEXOS:	116
7.1 Reportes	116
7.2 Planos	169
7.3 Imágenes	183
7.4 La empresa INGEVAP S.A.C.....	187

PRESENTACIÓN

Los hospitales son edificios de mucha importancia social pues en ellos, se encuentran personas que están enfermas, accidentadas o heridas, por lo que el confort y bienestar en estos es algo que se toma como una medida estricta, es así como las calderas juegan un papel importante en los hospitales, ya que no solo brindan confort, sino que son utilizadas en otras áreas como en la esterilización de instrumentos, en la lavandería, cocina y tratamiento de residuos.

En el devenir de años se ha observado un aumento poblacional en la zona y por ende un mayor número de pacientes en el Hospital Regional de Moquegua, todo esto debido a un incremento en el comercio de la zona ya el Departamento de Moquegua cuenta con dos vías principales que se articulan con los departamentos de la micro región sur, originando con esto un desabastecimiento el cual fue solucionado con una ampliación y mejoramiento del Hospital Regional de Moquegua, dentro de este mejoramiento, es donde se encuentra ubicado el adiconamiento de una sala de caldera capaz de satisfacer la nueva demanda del sistema de vapor que tiene el hospital, siendo nuestro cliente el Consorcio Hospitalario Moquegua integrado por las empresas: Ingenieros Civiles y Contratistas Generales S.A. (ICCGSA) e INCOT S.A., el cual gano la Buena Pro y la que nos solicitó la fabricación de dos caldera capaces de satisfacer esta necesidad.

I. INTRODUCCIÓN

El Hospital Regional Moquegua, es un moderno Hospital ubicado en el departamento de Moquegua, que es parte integrante de la Dirección Regional de Salud Moquegua, acreditado en el II Nivel de complejidad, siendo además Centro de Referencia Regional.

En su cotidiano quehacer, nuestro Hospital realiza una serie de actividades, que dan soporte a los Servicios médico-quirúrgicos, de ayuda al diagnóstico y de servicios complementarios.

Visión: El Hospital Regional de Moquegua es un Hospital acreditado, reconocido por la población por su integralidad, calidad de atención en el servicio de salud, alta tecnología, personal especializado y con desarrollo de docencia e investigación.

Misión: Prevenir los riesgos, proteger del daño, recuperar la salud y rehabilitar las capacidades de los pacientes en condiciones de plena accesibilidad y de atención a la persona desde su concepción hasta su muerte natural.

En el año 2014 el Hospital Regional de Moquegua planteó la necesidad de actualizar los documentos de gestión, con el fin de incorporasen dentro de su plan institucional al Proyecto “Ampliación y Mejoramiento del Hospital de Moquegua”, con código SNIP 71957, la cual tiene la finalidad de cumplir con una mejor prestación del servicio de salud, para ello el Hospital de Moquegua cuenta con los tres componentes básicos: Personal, Equipamiento e Infraestructura.

Para ello el Gobierno Regional de Moquegua y el Ministerio de Salud convocan el concurso para la licitación pública del Proyecto: “Ampliación y Mejoramiento del Hospital de Moquegua”, la cual fue adjudicada por concurso público a la empresa Consorcio Hospitalario Moquegua y esta a su vez subcontrata a la empresa INGEVAPS.A.C., para la Obra/Servicio denominada instalación del sistema de Generación de Vapor — Hospital de Moquegua.

De este modo se hace viable el proyecto **“Diseño Mecánico y Fabricación de una Caldera Pirotubular de tres pases de 120 BHP para el sistema de vapor en el Hospital de Regional de Moquegua”**, La ejecución del presente proyecto fue realizado por la empresa INGEVAP S.A.C. la cual dirijo, desarrollando el proyecto mediante las siguientes Fases. Fase I: Diseño de la Caldera, Fase II: Fabricación de la Caldera, Fase III: Pruebas de acuerdo al código ASME, Fase IV: Puesta en Marcha y entrega final, realizando las primeras 3 fases en nuestro taller en Lima – Perú y la ultima en la Ciudad de Moquegua en el interior del Hospital.

En este Informe se ha estructurado de la siguiente manera:

En la Introducción se dan las características propias del Hospital Regional de Moquegua, su Visión, Misión; así como se detalla a groso modo la necesidad del Hospital de ampliar su Sistema de Generación de Vapor.

En el Capítulo II referido al Marco Referencial, se hace hincapié sobre el Marco Teórico en el que se explican las teorías, fundamentos o categorías analíticas para poder hacer el diseño, fabricación e instalación de la Caldera Pirotubular requerida por el Hospital.

También se explica en este capítulo II la justificación o propósito del Proyecto, motivo de este Informe de Experiencia Laboral, los beneficios

para el Hospital; así como las estrategias de intervención o ruta de acción seguidas para el presente Proyecto.

En el Capítulo III se hace referencia al Proceso de Intervención, en donde se hace en una primera instancia una Evaluación Inicial del Hospital, es decir el momento antes de llevar a cabo el Proyecto; en segunda parte se hace el Diseño y fabricación propiamente dicho de la Caldera Piro-tubular de 120 HP; en una siguiente etapa se hace la Evaluación después de la instalación de la Caldera, contrastando los resultados obtenidos, tanto en forma cualitativa como cuantitativa, mostrándolos en cuadros estadísticos, tablas, gráficos y todos los elementos suficientes y necesarios para ello. Finalmente en este Capítulo se da a conocer una breve discusión de estos Resultados.

En el siguiente Capítulo, generalizamos las Conclusiones a que nos ha llevado la realización del Proyecto, materia de este Informe.

También hacemos las Recomendaciones del caso para un eficaz y correcto funcionamiento de la Caldera Piro-tubular.

Después de ello presentamos la bibliografía correspondiente utilizada para llevar a cabo el presente Informe.

Finalmente, se exponen en el rubro Anexos, los diferentes instrumentos usados para el desarrollo del Proyecto que se ha desarrollado.

II. MARCO REFERENCIAL O FUNDAMENTACIÓN

2.1 Marco Teórico

- **Definiciones Básicas¹**

Intercambiador de Calor: Como su nombre indica, los intercambiadores de calor son dispositivos donde dos corrientes de fluido en movimiento intercambian calor sin mezclados. Los intercambiadores de calor se usan ampliamente en varias industrias y su diseño es variado.

Presión: Es una magnitud física que se define como la fuerza normal que ejerce un fluido por unidad de área. Se habla de presión sólo cuando se trata de gas o líquido, mientras que la contraparte de la presión en los sólidos es el esfuerzo normal, tiene como unidad al newton por metro cuadrado (N/m^2), también conocida como pascal (Pa).

Temperatura: Es una medida del calor o energía térmica de las partículas en una sustancia, además la temperatura no depende del número de partículas en un objeto y por lo tanto no depende de su tamaño.

Combustión: Es una reacción química durante la cual se oxida un combustible y se libera una gran cantidad de energía.

Gases de escape: Se refiere al producto de la reacción química producida en la combustión, su composición depende de lo que se está quemado, pero generalmente consistirá en su mayoría de nitrógeno (normalmente más de dos tercios) derivado del aire de combustión, dióxido de carbono (CO_2), y vapor de agua, así como exceso de oxígeno (también derivado del aire de combustión).

¹ Cengel, Yunes y Boles, Michael. Termodinámica. Séptima Edición. 2014.

Líquido comprimido: También conocido como líquido sub enfriado, el cual representa a un líquido sin presencia de vapor a ciertas condiciones y temperatura.

Líquido Saturado: Será Líquido saturado en el momento en que un calentamiento posterior produciría en un cambio de fase de líquido a vapor, dejando de haber aumento en la temperatura.

Vapor Seco y Vapor Húmedo: El Vapor seco, es el vapor de óptimas condiciones. Se almacena en una cámara, separado del agua en suspensión que aún no ha sufrido evaporación. El vapor húmedo es un vapor que contiene gotas de agua en suspensión, es decir tiene al mismo tiempo la fase líquida y la fase vapor, es el vapor con arrastre de espuma proveniente del agua de alcalinidad elevada. Su temperatura es igual a la de ebullición.

Vapor Saturado: Se dice que un sistema está en una condición de vapor saturado cuando ha desaparecido la última gota de agua líquida.

Vapor Sobre Calentado: Esto ocurre luego de un calentamiento posterior al vapor saturado, dando inicio a un aumento de temperatura.

Presión del Vapor: Es la presión de la fase gaseosa o vapor, en el caso de una caldera que es un recipiente cerrado, a medida que se va produciendo vapor, éste tiene que comprimirse, por ese motivo el vapor se expansionará en todas direcciones y ejercerá presión sobre todo lo que le rodea, por lo tanto aumentará al mismo tiempo la temperatura necesaria para que el agua hierva.

El Volumen del Vapor: Es el volumen que ocupa un peso determinado de vapor, el cual depende únicamente de su presión, cuanto más alta es la presión, el espacio que ocupa es menor ya que el vapor se comprime al aumentar la presión.

Calor: El calor está definido como la forma de energía que se transfiere entre dos sistemas (o entre un sistema y sus alrededores) debido a una diferencia de temperatura (JAMES R. WELTY 2002).

Durante el proceso de transferencia de calor desde un cuerpo a otro el flujo de calor continúa irreversiblemente hasta que sus temperaturas se igualan, esto es, se alcanza el equilibrio térmico y es aquí cuando cesa el flujo de calor.

Calor Sensible: Es aquel calor que se percibe mediante un aumento de la temperatura de la sustancia, dando la idea de "más caliente", o por el contrario, si se le resta calor, la percibimos como "más fría", en donde no se produce un cambio de estado, sin embargo el calor sensible aumenta con la presión.

Calor Latente de Vaporización: Es aquel calor escondido, es decir que se suministra pero no se percibe el efecto de aumento de temperatura como un cambio de fase de agua líquida a vapor. Si cuando el agua está hirviendo en una caldera se le sigue aportando calor, parte de esa agua se convierte en vapor, en otras palabras es el calor que está produciendo vapor, es decir un cambio de estado en el agua, sin cambiar su temperatura.

Calor Total del Vapor: Viene a ser la suma del calor sensible y del calor latente.

Conservación de la energía: conocida también como la primera ley de la termodinámica, es una de las leyes fundamentales de la naturaleza, la cual provee una base sólida para estudiar las

relaciones entre las diversas formas de energía y sus interacciones. Establece que la energía no se puede crear ni destruir durante un proceso; solo cambia de formas.

ASME: Son las siglas de la Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos, la cual es una asociación de profesionales, que ha generado un código de diseño, construcción, inspección y pruebas para equipos, entre otros, calderas y recipientes sujetos a presión.

- **Definición de Caldera**

La Caldera, es un dispositivo utilizado para calentar agua o generar vapor a una presión superior a la atmosférica mediante un proceso de transferencia de energía en forma de calor en la cual el agua, originalmente en estado líquido, se calienta y cambia de estado y de fase. La transferencia de calor se efectúa a partir de un proceso de combustión producido por la oxidación del combustible (diésel, gas natural, GLP). Después de la reacción del combustible con el oxidante se produce la llama y los gases productos de la combustión liberan gran cantidad de calor; la combustión que ocurre dentro del hogar de la caldera es la fuente que despliega los gases calientes que circularán con alta temperatura transportando la energía calorífica que la caldera adecuadamente diseñada debe absorber en mayor cantidad (calor sensible de los gases); la transferencia de calor será mediante radiación, conducción y convección.

Por una parte la llama y los productos de la combustión transmiten una cierta cantidad de energía calorífica a las paredes de los tubos de menor diámetro; esta transmisión tiene lugar principalmente por convección y radiación. Por otra parte, en el espesor de los tubos la transferencia de calor es por conducción mientras que las paredes de

los tubos llevadas generalmente a una temperatura superior al agua a calentar, ceden a esta por convección una cantidad de calor importante. Finalmente, parte del calor generado durante la combustión sale con los gases calientes por la chimenea los cuales pueden ser aprovechados posteriormente. La presión, como se indicó al inicio, no puede aumentar de manera desmesurada, ya que debe permanecer constante por lo que se controla mediante el escape de gases de combustión, y la salida del vapor formado.

En principio las Calderas se componen de un compartimiento donde se consume el combustible y otro donde el agua se convierte en vapor; como estos vapores están confinados a un espacio cerrado, se incrementara la presión interior y con ello la temperatura de ebullición del agua, pudiéndose alcanzar finalmente muy elevados valores de presión y temperatura. Estos vapores se concentran en la parte superior del recipiente inicialmente vacío, conocido como domo, de donde se extrae vía conductos para ser utilizado en el proceso en cuestión. Las Calderas están diseñadas y construidas para producir vapor de agua a elevada presión y temperatura, y debido a que la presión del vapor generado es muy grande, su construcción es en base a metales que sean resistentes a muy altas presiones, en este caso con acero laminado. Como ocurre en la diversidad de los equipos térmicos se tienen desde pequeñas instalaciones locales produciendo vapor de baja temperatura y presión para cocción de alimentos, planchado en serie de ropa, servicios hospitalarios, tratamientos sépticos de instrumentales y labores similares, hasta enormes instalaciones industriales, utilizadas para suministrar vapor a altísimas temperaturas y presiones a las turbinas para generación de electricidad y también para diversos procesos industriales donde se requiere vapor en grandes cantidades.

- **Clasificación de las Calderas de Vapor**

Las calderas se clasifican por su diseño en pirotubulares y acuotubulares. Sin embargo, pueden ser clasificadas desde otros aspectos, según criterios diferentes que incluyen, por la disposición de los fluidos y su circulación, por el tipo de materiales de que están contruidos, por su aplicación, por la forma de toma de aire, por el tipo de combustible que utilizan, por la presión con que operan o por el fluido portador de calor que emplean, por el mecanismo de transmisión de calor dominante, por la presión de trabajo, el tiro, el modo de operación y por los parámetros exteriores al generador ligados a la ubicación, implantación, lugar de montaje y aspectos estructurales. Teniendo en cuenta los aspectos relacionados con la energía, clasificaremos las calderas de vapor según los criterios siguientes:

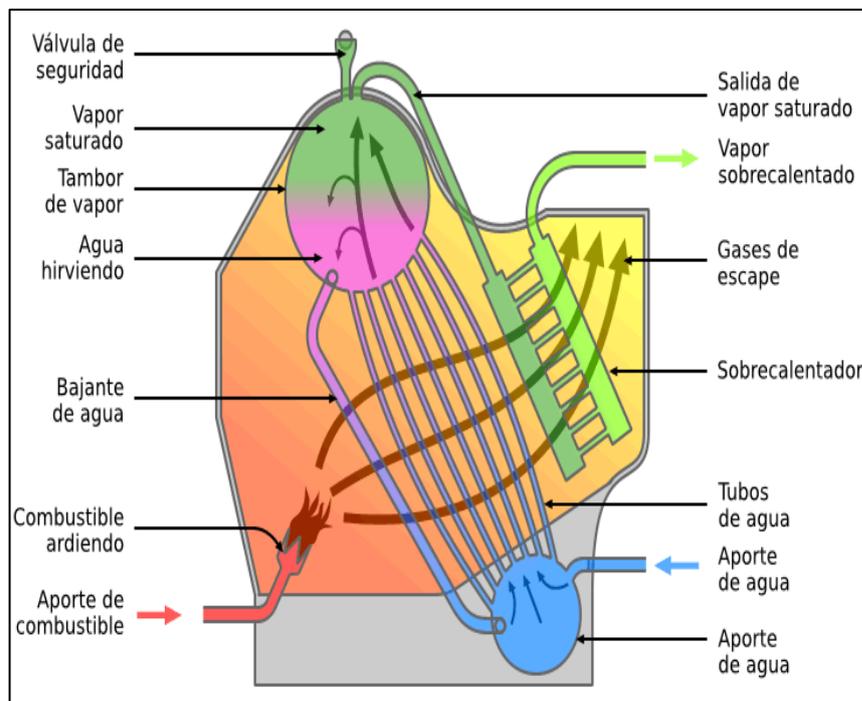
- Por la disposición de los fluidos:
 - ✓ De tubos de agua (Acuotubulares).
 - ✓ De tubos de humo (Piro tubulares).
- Por la posición del Tambor o Hervidor:
 - ✓ Verticales.
 - ✓ Horizontales.
- Por la posición de los Tubos:
 - ✓ Verticales.
 - ✓ Horizontales.
 - ✓ Inclínados.
- Por el Número de Pasos:
 - ✓ Un paso.
 - ✓ Dos Pasos.
 - ✓ Tres o más Pasos.
- Por la circulación del agua:
 - ✓ De circulación natural.

- ✓ De circulación asistida.
- ✓ De circulación forzada.
- Por el mecanismo de transmisión de calor dominante:
 - ✓ De convección.
 - ✓ De radiación.
 - ✓ De radiación y convección.
- Por el combustible empleado:
 - ✓ De combustibles líquidos.
 - ✓ De combustibles gaseosos (Gas Natural; GLP).
- Por la presión de trabajo:
 - ✓ Subcríticas.
 - ✓ Baja presión (menor a 20 kg/cm²).
 - ✓ Media presión (entre 20 y 64 kg/cm²).
 - ✓ Alta presión (mayor a 64 kg/cm²).
 - ✓ Supercríticas (mayor a 220 kg/cm²).
- Por el Tiro:
 - ✓ De Tiro Natural.
 - ✓ De Hogar Presurizado.
 - ✓ De Hogar Equilibrado.
- Por su generación:
 - ✓ De agua caliente.
 - ✓ De vapor saturado (húmedo o seco).
 - ✓ De vapor recalentado.
- Por el Tipo de Construcción:
 - ✓ De montaje en fabrica (calderas compactas o tipo paquete).
 - ✓ De montaje en campo.
- Por el modo de gobernar la operación:
 - ✓ De operación manual.
 - ✓ Semiautomáticos.
 - ✓ Automáticos.

- **Calderas Acuotubulares (Tubos de Agua)**

En las calderas Acuotubulares el agua circula por dentro de los tubos, bañados exteriormente por los gases, logrando con un menor diámetro y dimensiones totales una presión de trabajo mayor, la combustión se da en la cámara destinada a dicha función y es atravesada por los tubos de agua, la que entonces se calienta y cambia a estado gaseoso. Se utilizan tubos longitudinales para aumentar la superficie de calefacción y se colocan de forma inclinada para que el vapor desaloje por la parte superior mientras se fuerza naturalmente la entrada de agua por la parte inferior. Se utilizan principalmente cuando se requiera vapor a altas presiones y al ser capaces de generar muy diferentes potencias, inicialmente eran construidas para uso con combustibles sólidos, mientras que en la actualidad son utilizadas principalmente con combustibles ecológicos, gas o diésel.

Figura 2.1: Esquema de una caldera acuotubular



Fuente: Thomasset, 2011.

Figura 2.2: Caldera acuotubular en construcción

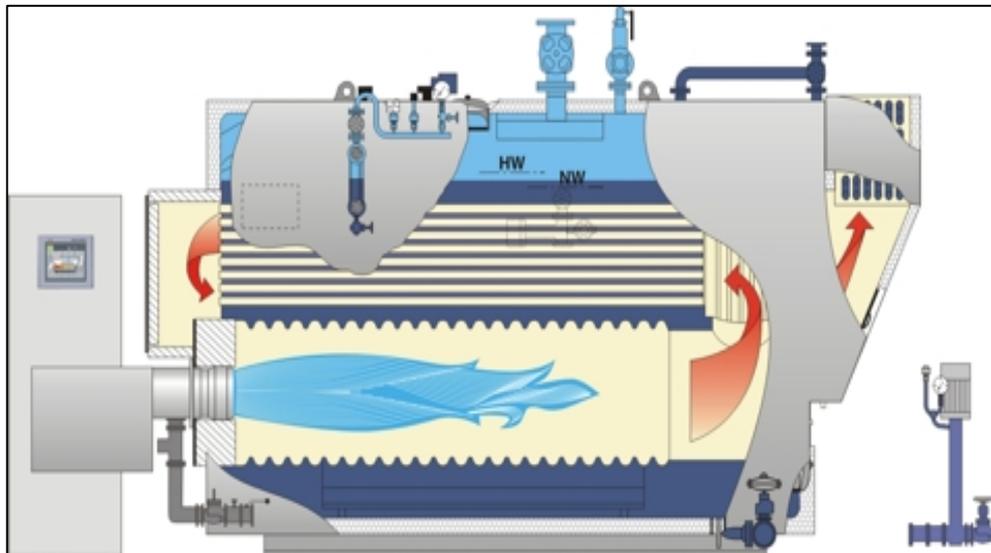


Fuente: Elaboración Propia.

- **Calderas Piro-tubulares (Tubos de Fuego)**

La caldera piro-tubular denominada también caldera de tubo de fuego son aquellas donde los gases calientes procedentes de la quema de un combustible, atraviesan internamente los tubos a través de los cuales circula fuego y gases incandescentes, lo que permite por convección calentar el agua que rodea exteriormente a los tubos. Los tubos se instalan normalmente en la parte inferior de un tambor sencillo, debajo del nivel del agua, de forma que nunca estén secos.

Figura 2.3: Esquema de una caldera pirotubular



Fuente: Spirax Sarco. Calderas y accesorios. 2010.

Figura 2.4: Caldera pirotubular



Fuente: Elaboración Propia INGEVAP.

Una cualidad es que siendo las temperaturas de los gases relativamente bajas pueden trabajar con caudales de gases pulsantes. Estas calderas son adecuadas para presiones máximas de 20 bar y

consumos hasta 30 T/h. Son económicas, de alto rendimiento y fácil mantenimiento.

Su operación empieza cuando el combustible se quema en un hogar de donde surgen los gases muy calientes procedentes del quemador; aquí el proceso de transmisión de calor es por radiación. Estos gases calientes se desplazan a través del interior de los múltiples tubos de fuego inmersos en el agua y que constituyen el haz tubular de la caldera, y donde tiene lugar el intercambio de calor por conducción y convección, y luego hasta escapar por una chimenea de salida al exterior.

Durante el paso del gas caliente por el interior de los tubos transfieren calor al agua circundante, calentándola y haciéndola hervir; los vapores resultantes con muy baja densidad burbujan en el resto del agua para elevarse y concentrarse en el domo de donde se extraen para el proceso. Una válvula de seguridad calibrada, impide que se alcancen presiones peligrosas para la integridad de la caldera.

- **Elección de la caldera**

Para determinar la elección del tipo de caldera, principalmente se debe tener en cuenta que tenga una superficie de calefacción lo suficientemente grande, como para permitir una buena transferencia de calor para que la efectividad de la combustión se utilice de la forma más eficiente posible y también de un modo tal, que las pérdidas de calor sean lo más pequeñas, para así, obtener el máximo rendimiento. Si valoramos ahora la disposición de los tubos, debemos tener en cuenta que los gases, deben circular a presión positiva hasta alcanzar la salida a la atmósfera, por lo que se requiere que las pérdidas de carga en la caldera sean lo más pequeñas posibles para que no se produzcan fenómenos de contrapresión que reduzcan el rendimiento

de la caldera, es decir, la presión de los gases-productos saliendo por la chimenea debe ser algo mayor que la presión atmosférica.

- **Partes principales de una Caldera Piro-tubular**

- **Cámara de agua.-** Es el espacio que ocupa el agua en el interior de la caldera; la cámara de agua de la caldera está basada en la capacidad de agua que puede contener y la medida de la altura de agua debe sobrepasar en unos 15 cm por lo menos a los tubos o conductos de humo superiores. Según la razón que existe entre la capacidad de la cámara de agua y la superficie de calefacción, se distinguen calderas de gran volumen, mediano y pequeño volumen de agua.



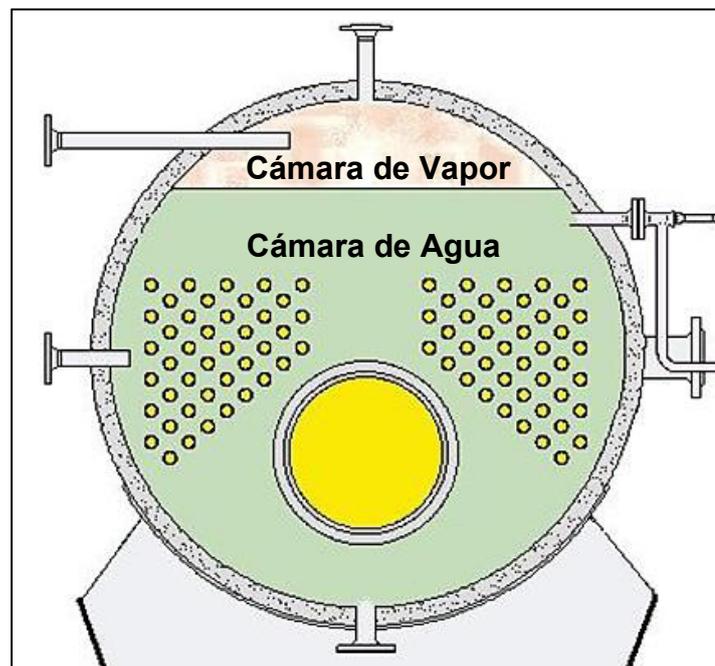
Las calderas de gran volumen de agua tienen la cualidad de mantener más o menos estable la presión del vapor y el nivel del agua, pero tienen el defecto de ser muy lentas en el encendido, y debido a su reducida superficie de calefacción producen poco vapor con la tendencia de ser muy peligrosas en caso de explosión y ser poco económicas. Las calderas de mediano volumen de agua están provistas de varios tubos de humo y también de algunos tubos de agua, con lo cual aumenta la superficie de calefacción, sin aumentar el volumen total del agua.

Las calderas de pequeño volumen de agua están formadas por numerosos tubos de agua de pequeño diámetro, con los cuales se aumenta considerablemente la superficie de calefacción y debido a ello son muy rápidas en la producción de vapor, tienen muy buen rendimiento y producen grandes cantidades de vapor. Debido a esto requieren especial cuidado en la alimentación del

agua y regulación del fuego, pues de faltarles alimentación, pueden secarse y quemarse en breves minutos.

- **Cámara de vapor.-** Es aquella parte de la caldera que queda sobre el nivel superior del agua, en otras palabras es el espacio ocupado por el vapor en el interior de la caldera. Cuanto más variable sea el consumo de vapor, tanto mayor debe ser el volumen de esta cámara, de manera que aumente también la distancia entre el nivel del agua y la toma de vapor.

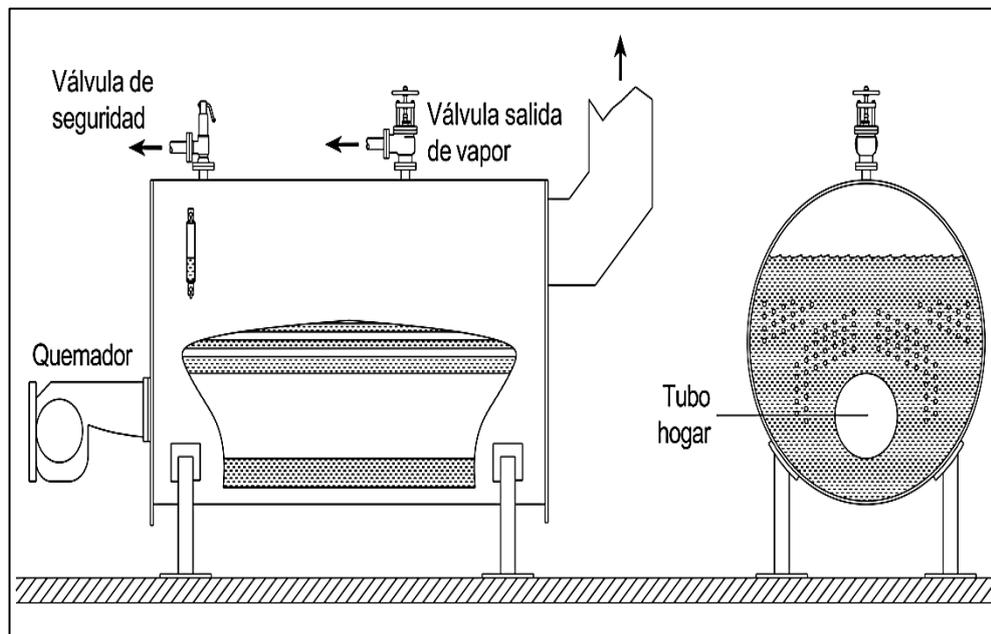
Figura 2.5: Cámaras de un caldera pirotubular



Fuente: Fuente: Spirax Sarco. Calderas y accesorios. 2010.

- **Hogar de la Caldera (Cámara de combustión).-** Es la parte de la caldera donde se quema el combustible, extendiéndose la llama a lo largo de esta, alcanzando las mayores temperaturas. Deben tener la forma adecuada al tipo de combustible y quemador para los que se diseñen.

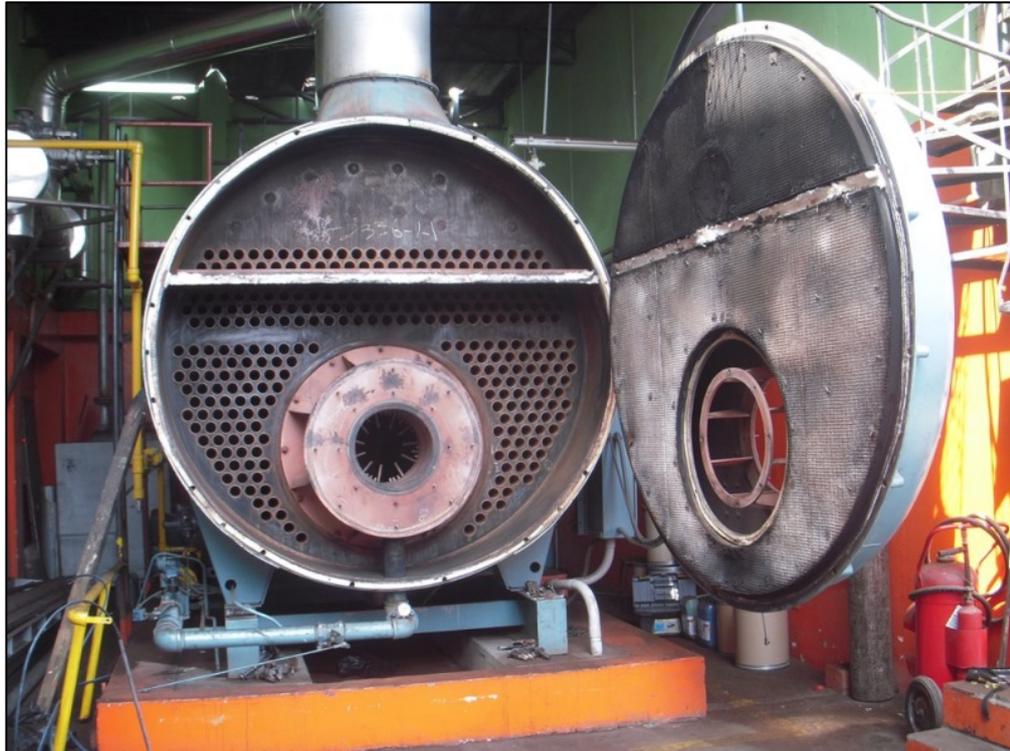
Figura 2.6: Tubo hogar de un caldera pirotubular



Fuente: Fuente: Spirax Sarco. Calderas y accesorios. 2010.

- **Circuito de humos.-** Después de la combustión los gases— producto continúan su camino hacia la chimenea a través del circuito de humos. Estos circuitos suelen incluir elementos (retardadores) o geometrías especiales, con el fin de prolongar el paso de los humos en la caldera y mejorar el coeficiente de transmisión de calor humos—fluido, obteniéndose temperaturas de humos más bajas y rendimientos más altos. La suma de la superficie del hogar y la del circuito de humos es la superficie de intercambio o superficie de calefacción de la caldera.
- **Puerta o frente de Caldera.-** Es el lugar donde se coloca el quemador, debe estar construida con materiales capaces de soportar las altas temperaturas que se producen en su proximidad. Son abatibles para permitir la limpieza interior necesaria para el mantenimiento de la caldera.

Figura 2.7: Puerta e interior de una caldera pirotubular



Fuente: Catalogo Calderas y Maquinaria Industria E. Ardila. Colombia.

- **Envolvente Aislante.-** Todo el conjunto de la caldera debe estar recubierto por un envolvente con material aislante térmico, con el fin de disminuir las pérdidas de calor de la misma. Es muy importante mantener en buen estado este envolvente, ya que su deterioro provocaría grandes pérdidas de calor, debido a las altas temperaturas que alcanzan los componentes de las calderas.

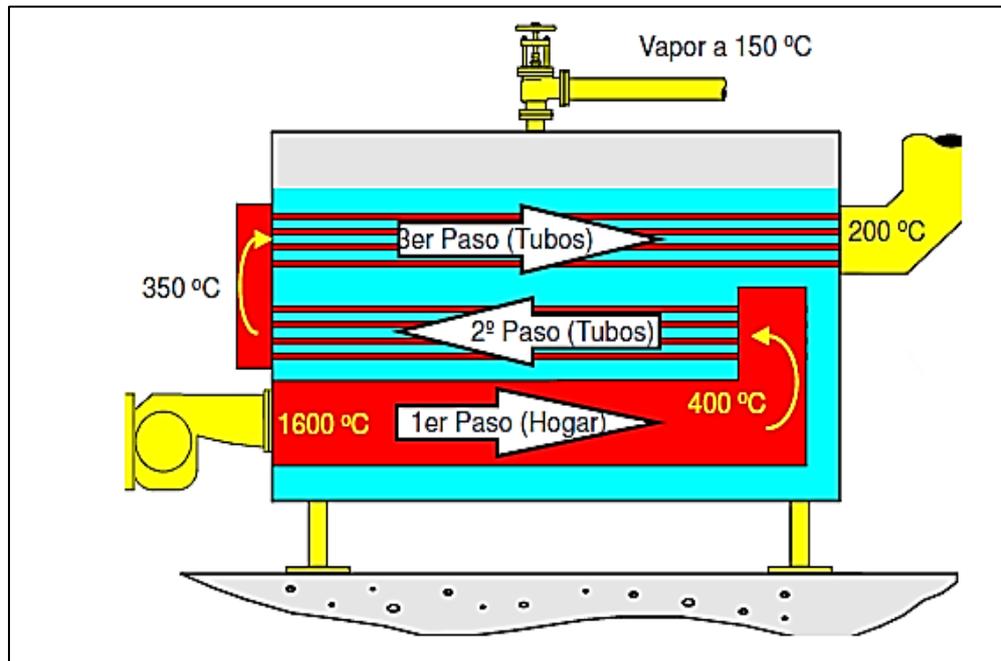
Figura 2.8: Aislamiento de una caldera pirotubular



Fuente: Catalogo Calderas y Maquinaria Industria E. Ardila. Colombia.

- **Número de Pases.-** Las calderas pirotubulares hacen pasar el flujo de calor por medio de los gases calientes a través del interior de los tubos en la caldera los que a su vez transfieren calor por conducción al agua de la caldera que les rodea. Hay varias combinaciones diferentes de distribución de tubos para estas calderas dependiendo del número de pases, que en su conjunto conforman la senda que tomaran el flujo de los gases calientes conduciendo el calor del hogar de la caldera hasta su descarga final. Una disposición típica puede verse en la figura N° 10 que muestra la configuración de una caldera de tres pasos. Es importante saber que los gases de combustión deben enfriarse antes de alcanzar la cámara de inversión como mínimo a 420°C para las calderas de acero normales y a 470°C para las calderas de aleación de acero. Temperaturas superiores a estas causarían sobrecalentamiento y grietas en el extremo del hogar.

Figura 2.9: Pases Y Distribución De Temperaturas De Una Caldera Piro-tubular



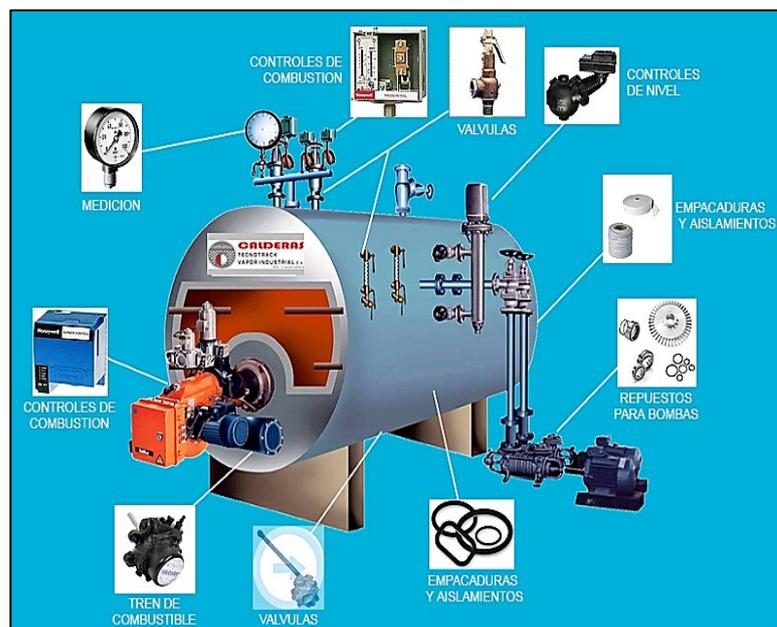
Fuente: Catalogo Bosch Industriekessel.

- **Accesorios en las calderas.**- Es importante que las calderas incorporen los equipos más adecuados para cumplir normativas de seguridad, asegurar un correcto funcionamiento y obtener la máxima eficiencia en la generación de Vapor, para lo cual deben poseer una serie de accesorios como son:
 - ✓ Accesorios de observación: indicador de nivel de agua, termómetros y uno o más manómetros. En el caso de los manómetros estos deberán indicar con una línea roja indeleble la presión máxima de la caldera.
 - ✓ Accesorios de seguridad: válvula de seguridad, sistema de alarma, sellos o puertas de alivio de sobrepresión en el hogar y tapón fusible (en algunos casos).

- ✓ Accesorios de eficiencia: Para garantizar una operatividad eficiente de las calderas pirotubulares será necesario considerar las siguientes acciones:
 - Tratamiento del agua de alimentación.
 - Control purgas de caldera.
 - Recuperación de calor en las purgas.
 - Control de la combustión.
 - Recuperación de calor en los humos de combustión.

- ✓ Accesorios de Funcionamiento: Para el adecuado funcionamiento de las calderas pirotubulares se deben incluir:
 - Sistema de control del nivel de agua.
 - Bomba de alimentación agua.
 - Quemador de combustible.
 - Presostatos.
 - Válvulas de interrupción, Manómetros, etc.

Figura 2.10: Accesorios de una caldera pirotubular



Fuente: Catalogo TECNOTRACK Vapor Industrial C.A.

- **Agua de alimentación de caldera y agua de condensado**

El agua de alimentación a la caldera es el agua de entrada que ingresa al sistema y que generalmente constituye agua de pozo o agua de red. Esta agua se almacena en la cámara de agua la cual se diseña de manera que el nivel del agua sobrepase a los tubos (como ya indicamos en 15 cm) que contienen los gases de combustión. Así los gases de combustión transfieren parte de su energía al agua de alimentación, acelerando su conversión en vapor. El agua de condensado es el agua que proviene del estanque condensador y que representa la calidad del vapor.

- El agua de alimentación debe ser tratada para:
 - ✓ Minimizar la corrosión en la caldera, en el sistema de distribución del vapor y retorno de condensados.
 - ✓ Evitar la formación de incrustaciones en la caldera.
 - ✓ Minimizar la formación de espumas y arrastres de agua de caldera con el vapor, con el fin de obtener un vapor limpio y seco.

Para todas las calderas de vapor y de agua sobrecalentada deberá existir un tratamiento de agua eficiente que asegure la calidad de la misma, así como de un régimen adecuado de controles, purgas y extracciones.

- **Transporte y distribución de vapor de agua**

- **Transporte de Vapor:** Una vez generado el vapor de agua en la caldera pirotubular, este será transportado por tuberías a los puntos de consumo cumpliendo lo siguiente:
 - ✓ **Cantidad suficiente:** Una indicación de falta de caudal es una bajada en la presión. El caudal de vapor debe ajustarse a las condiciones solicitadas.

- ✓ **Presión y temperatura correcta:** Reducción de pérdidas de presión y de calor.
- ✓ **Libre de aire. Limpio y Seco:** Conducir vapor seco, no originar golpe de ariete, absorber dilataciones y esfuerzos térmicos y mecánicos y purgar el sistema.
- ✓ **Costo Mínimo:** Transportar el vapor con el máximo rendimiento y mínimo coste.
- ✓ **Demanda Crítica:** Flexibilidad de utilización y previsión razonable de capacidad para puntas de consumo o ampliaciones de servicio.

El primer cálculo a realizar en el diseño del sistema de vapor es la cantidad de vapor requerida en las distintas unidades de procesos y en los servicios generales del Hospital Regional de Moquegua, esta información fue proporcionada por nuestro cliente la empresa Consorcio Hospitalario Moquegua.

- **Distribución del Vapor de Agua.** El sistema de distribución de vapor es un enlace importante entre la caldera del vapor y el usuario. Esta, debe proporcionar vapor de buena calidad en las condiciones de caudal y presión requeridas, y debe realizarlo con las mínimas pérdidas de calor y atenciones de mantenimiento. En este informe profesional hago la observación de la distribución de vapor saturado seco como un transporte de energía calorífica al lugar de utilización, para aplicaciones de intercambio de calor y abarca los puntos relacionados con la puesta en práctica de un sistema eficiente de distribución de vapor en todo el Hospital de Moquegua.

- **Determinación de la presión de trabajo**

La presión a la que el vapor debe distribuirse está parcialmente determinada por el equipo del Hospital que requiere una mayor presión. Debe recordarse que el vapor perderá una parte de su presión al pasar por la tubería, a causa de la fricción de la tubería al paso del fluido, y a la condensación por la cesión de calor a la tubería. Deberá tenerse en cuenta este margen a la hora de decidir la presión inicial de distribución. Al seleccionar la presión de trabajo, debe considerarse:

- ✓ Presión requerida en el punto de utilización.
- ✓ Caída de presión en la tubería debida a la fricción al paso del fluido.
- ✓ Pérdidas de calor en la tubería.

El vapor a alta presión ocupa menos volumen por kilogramo que el vapor a baja presión. Por tanto, si el vapor se genera en la caldera a una presión muy superior a la requerida por su aplicación, y se distribuye a esta presión superior, el tamaño de las tuberías de distribución será mucho menor para cualquier caudal.

La generación y distribución de vapor a una presión elevada tendrá las siguientes ventajas:

- Se requieren tuberías de distribución de vapor de menor diámetro. Al tener una superficie de intercambio menor, las pérdidas de calor (energía) serán menores.
- Menor coste de las líneas de distribución, en materiales como tuberías, bridas, soportes, y mano de obra.
- Menor coste del aislamiento

- Vapor más seco en el punto de utilización, debido al efecto de aumento de fracción seca que tiene lugar en cualquier reducción de presión.
- La capacidad de almacenamiento térmico de la caldera aumenta y ayuda a soportar de forma más eficiente las fluctuaciones de carga, reduciendo el riesgo de arrastres de agua y de impurezas con el vapor a condiciones máximas.

Si se distribuye a altas presiones, será necesario reducir la presión de vapor en cada zona o punto de utilización del sistema, con el fin de que se ajuste a lo que la aplicación requiere.

Al elevar la presión del vapor, los costes serán más altos también, pues ello requiere más combustible. Siempre es prudente comparar los costes que representa elevar la presión del vapor a la máxima presión necesaria (quizás la máxima presión del equipo), con cada uno de los beneficios potenciales mencionados anteriormente.

• **Productos de la Combustión**

Los elementos que constituyen los productos de la combustión básicamente son: carbono, azufre, nitrógeno, oxígeno, hidrógeno. La combinación de estos elementos origina una gran variedad de compuestos producto de la combustión, tales como anhídrido de carbono, monóxido de carbono, dióxido de carbono, vapor de agua, cenizas, anhídrido sulfuroso e hidrocarburos no quemados, que forman los productos de la combustión.

El análisis de determinados productos de combustión se efectúa mediante un analizador de gases, a partir del cual se determina la relación aire - combustible, y consecuentemente el grado de efectividad en la combustión.

2.2 Propósito de la intervención

El presente trabajo busca aportar ciertos lineamientos para el desarrollo del diseño de Calderas Piro-tubulares basado en Códigos Internacionales de construcción como es el código ASME, el cual es usado a nivel mundial, además este informe será un soporte importante para todo estudiante e investigador ya que podrá ser utilizado como antecedente a futuras investigaciones, relacionadas con el tema y es que la razón por la cual se va a usar este estudio.

El desarrollo de este Proyecto es un caso real, el cual consistió en la adquisición de un caldero Piro-tubular de 120 BHP por parte de la empresa la empresa Consorcio Hospitalario Moquegua para el Hospital Regional de Moquegua, por lo que la empresa subcontratista INGEVAP S.A.C. realizó trabajos de diseño Mecánico, fabricación y puesta en marcha, siendo esto plasmado en el presente documento que servirá de guía práctica para los futuros investigadores en diseño de calderas piro-tubulares.

2.3 Estrategias de intervención o ruta de acción

La empresa INGEVAPS.A.C. Con R.U.C. N° 20506832498 es una empresa 100% peruana constituida desde el 1ro de junio del 2003, la cual ofrece servicios a nivel nacional, como fabricante, como empresa de servicios de mantenimiento de calderas y equipos auxiliares, instalación de tuberías de vapor y montaje de maquinaria. Contando con un staff de profesionales altamente calificado y orientado bajo la filosofía de calidad, además cuenta con certificaciones en la ISO 9001 la cual convierte a INGEVAPS.A.C. En una empresa altamente competitiva fortaleciendo el desarrollo en la administración y operación de los procesos industriales involucrados en la generación y el control de la producción de calor y su intercambio térmico eficiente.

Somos una empresa donde nos esforzamos día a día para dar a nuestros clientes lo mejor de nosotros a fin de brindarle una buena y cordial atención y así copar todas sus necesidades dentro del rubro en el cual nos hemos desarrollado, con personal de buena calidad profesional y así mismo con valores, dedicada a sus labores cotidianas.

Estamos dispuestos a emplear todo nuestro potencial, conocimiento y calidad humana para cumplir nuestros objetivos.

Misión: Nuestra misión es proveer al mercado nacional con productos y servicios de calidad cumpliendo con las especificaciones técnicas y tiempos requeridos por nuestros clientes buscando constantemente mejorar nuestros procesos, y alianzas estratégicas como base para el crecimiento de ambas partes.

Visión: Ser una empresa líder en el mercado nacional en la fabricación de equipos térmicos, recipientes a presión y servicios de ingeniería con un sólido crecimiento que se mantenga en el tiempo.

Valores: Nosotros trabajamos por el deseo de servicio al cliente, bajo los principios de honestidad, trato cálido, sinceridad y lealtad, con el afán de dar a nuestros clientes una atención profesional, ágil y eficiente.

Servicios: Las actividades desarrolladas por INGEVAPS.A.C. Están orientadas a la prestación de servicios Fabricación y montaje, asesoramiento técnico en ingeniería y mantenimiento industrial, siendo sus principales actividades las siguientes:

Fabricación y montaje de:

- Calderas de Vapor y Agua Caliente Piro-tubulares, hasta 700 BHP, para petróleo DIESEL, BUNKER N6, R500, gas natural, GLP o combinaciones.
- Calderas Eléctricas.
- Intercambiadores de Calor: De Coraza y Tubos, Radiadores, Haz de Tubos Calefactores y Tanque de Almacenamiento, de Doble Chaqueta. Diferentes Fluidos: Vapor—Agua, Vapor—Petróleo, Agua Caliente—Petróleo, Vapor— Aire, Aceite Térmico—Aire y Otras Mezclas. Enfriadores De Aceite.
- Estructuras, Tanques y Tuberías: En Acero Negro, Acero Inoxidable.
- Proyectos de sustitución de quemadores de petróleo a gas para calderas.
- Tratamiento de Aguas: Ablandadores de Agua, Filtros.
- Equipos en Acero Inoxidable: Marmitas, Autoclaves, Reactores, Digestores, Esterilizadores, Tanques, Mezcladoras, Filtros.

Asesoramiento técnico en ingeniería

- Proyectos de ahorro de energía, auditorías energéticas.
- Proyectos y servicios de desarrollo y capacitación: Cursos de capacitación técnica en vapor, ahorro de energía, calderas. Auditorías energéticas. Medición y ajuste de eficiencia en calderas.
- Servicios de medición de eficiencia, regulación de combustión y disminución de emisiones en calderas.

Mantenimiento y reparación de calderas

- Cambio de placas.
- Retubado.
- Reparaciones en general.

III. CONTENIDO O PROCESO DE INTERVENCION:

3.1. Evaluación inicial:

Dada la diversidad de las cantidades de Vapor de Agua y de Agua Atemperada demandadas, propicia que el sistema de distribución de vapor existente colapse cuando surge simultáneamente la alta demanda en todas las áreas del Hospital; en este caso diversas atenciones se desarrollan en forma parcial aumentando el tiempo de atención del usuario y disminuyendo la cantidad de atenciones y, desde luego, cayendo también la calidad de la atención en Salud.

Las maquinas generadoras de Vapor utilizadas son las calderas, estas generan vapor a través de una transferencia de calor a presión constante, en la cual el fluido, originalmente en estado líquido, se calienta y cambia su fase a vapor saturado.

Para los Hospitales se utilizan calderas tipo Piro tubular por ser compactas y de rápida generación de vapor, su capacidad normalmente es mayor a lo requerido en caso de alguna ampliación futura o aumento de la demanda, sin embargo en ocasiones esta holgura queda insuficiente ya que ante un aumento poblacional después de muchos años puede originar una demanda tal que haga colapsar el sistema de vapor, siendo esta una de las razones que la empresa Consorcio Hospitalario Moquegua conformada por las empresas Ingenieros Civiles y Contratistas Generales S.A. (ICCGSA) e INCOT S.A., ganadora de la Buena Pro en el proyecto Ampliación y Mejoramiento del Hospital de Moquegua, solicitara a la empresa INGEVAP S.A.C. el diseño Mecánico y fabricación de una caldera según sus especificaciones técnicas, dentro de las cuales debe ser de 120 BHP, Piro Tubular de 3 Pasos.

3.2. Diseño de planes, proyectos o programas:

La ejecución del presente proyecto, que es la base primordial para el presente Informe de Experiencia Profesional, fue realizado por la empresa INGEVAP S.A.C. la cual tengo el honor de dirigir, desarrollando el proyecto mediante las siguientes Fases. Fase I: Diseño de la Caldera, Fase II: Fabricación de la Caldera, Fase III: Pruebas de acuerdo al código ASME, Fase IV: Puesta en Marcha y entrega final, realizando las primeras 3 fases en nuestro taller en Lima – Perú y la última en la Ciudad de Moquegua en el interior del Hospital.

3.2.1 Formulación de objetivos

Para llevar a cabo el presente Proyecto se tuvieron en cuenta los siguientes objetivos primordiales:

- Diseñar y Fabricar la parte mecánica de una Caldera Piro tubular de 3 pasos de 120 BHP, de acuerdo al Código ASME, para el Hospital Regional de Moquegua.
- Desarrollar la ingeniería básica y de detalle de acuerdo al código ASME, capaz de garantizar la construcción de la caldera Piro tubular de 3 Pases de 120 BHP para el Hospital Regional de Moquegua.
- Determinar los procesos necesarios para la fabricación de la caldera Piro tubular de 3 Pases de 120 BHP para el Hospital Regional de Moquegua.
- Determinar y realizar las pruebas requeridas por el código ASME, que garanticen el funcionamiento y operatividad eficiente de la caldera.

- Determinar las condiciones para la entrega formal de la caldera Piro tubular de 3 Pases de 120 BHP al representante del Hospital Regional de Moquegua.

3.2.2 Selección de contenidos

El Proyecto ha sido llevado a cabo de acuerdo al cronograma adjunto y siendo dividido en cuatro etapas o fases las cuales involucran las metas de Diseño de la Caldera, Fabricación de la Caldera, Pruebas de acuerdo al Código ASME, Puesta en Marcha y entrega de la Caldera tal como se muestra en la Figura siguiente:

Figura 3.1: Fases del Proyecto



Fuente: Elaboración Propia.

3.2.3 Estrategias metodológicas

Las estrategias metodológicas seguidas en el presente Proyecto son las mencionadas en la figura anterior, y son las siguientes:

- Fase I: Diseño de la Caldera,
- Fase II: Fabricación de la Caldera,
- Fase III: Pruebas de acuerdo al código ASME,
- Fase IV: Puesta en Marcha y entrega final

A continuación se detalla Fase por fase, las estrategias usadas:

Fase I: Diseño de la Caldera

a) Desarrollo de Ingeniería Básica.

La ingeniería básica define los lineamientos generales del proyecto, estos lineamientos son los pilares en que se basará la ingeniería de detalle para la ejecución de los planos constructivos, la Gerencia Técnica en base a los requisitos solicitados por el cliente se encargó de:

- ✓ Desarrollar la memoria de cálculo.
- ✓ Revisar los cálculos desarrollados de presión y térmicos.
- ✓ Realizar dimensionamiento del equipo.
- ✓ Verificar las dimensiones frente a los estándares de fabricación de equipos térmicos, dándole un factor de seguridad.
- ✓ Entregar la información al asistente de diseño para elaboración de los planos.

• Información y requisitos proporcionados por el cliente

- ✓ Cantidad : 02 Calderas.
- ✓ Tipo : Piro-tubular Horizontal de 03 Pases.
- ✓ Capacidad : 120 BHP.
- ✓ Diseño : Espalda Húmeda.
- ✓ Capacidad de Vapor: 4.14 Lbs/Hr.
- ✓ Presión de Trabajo : Regulable de 50 a 140 Psig.
- ✓ Combustible : Gas Natural / GLP / Diésel 2.
- ✓ Eficiencia : 85% a 100% de Carga.
- ✓ Suministro eléctrico : 380 V / 3 ϕ / 60 HZ.
- ✓ Operación : Automático full Modulación.

- **Materiales empleados en la fabricación de calderas pirotubulares**

El material de acero utilizado como el casco, planchas porta tubos, tubos de fuego y tuberías de la caldera deben tener las características técnicas tales que puedan soportar los trabajos de operación que realiza una caldera, el código ASME sección I, en sus acápites PG5 al PG9, determina los materiales a usar según la aplicación de la caldera o la parte de ella a fabricar, considerando para este proyecto los siguientes:

- ✓ **Flue tipo liso (Casco y placas portatubos):** Se utilizó acero tipo ASTM – A285 Grado “C”, tal como se observa en la tabla N° 3.1.
- ✓ **Tubos de fuego:** Se utilizó acero ASTM A -192 sin costura, como se observa en la tabla N° 2, los tubos de fuego serán de 2 “ ϕ ” diámetro exterior, en la parte inferior de la placa portatubos frontal se contará con dos (02) tubos de 2 ½” ϕ , a efectos de que sirvan para el retiro de los tubos de fuego para futuras reparaciones.

Tabla N° 3.1: Material para cámara de fuego, casco y placa

Material	Denominación
SA.202	Planchas de acero al cromo-manganeso-silicio, para calderas y recipientes a presión
SA.203	Planchas de acero al Níquel para calderas y recipientes a presión.
SA.285	Planchas de Acero al carbono, de bajo o intermedia resistencia para caja de fuego y para bridas.
SA.299	Planchas de acero al Carbono-manganeso-silicio, de alta resistencia para Calderas y recipientes a presión
SA.515	Planchas de Acero al carbono, de resistencia intermedia, para calderas soldadas a fusión u otros recipientes o presión de media o alta temperatura.

Fuente: ASME sección I. PG. 5 – PG 9.

Tabla N° 3.2: Material para tubo de fuego y tubería de caldera

Material	Denominación
SA.53	Tuberías de acero con o sin costura, para conducción.
SA.105	Acero forjado para fabricación de bridas y conexiones.
SA.106	Tuberías de acero al carbono sin costura para servicio de alta temperatura.
SA.178	Tubos de acero al carbono electrosoldado para Caldera. Es el mismo que el ASTM 178
SA.192	Tubos de Acero para caldera sin costura para servicio de alta presión igual al ASTM 192.
SA.209	Tubos de acero al carbono-molibdeno, para calderas y Sobrecalentadores.
SA.226	Tubos de acero al carbono electrosoldados, para calderas y sobrecalentadores de alta presión.

Fuente: ASME sección I. PG. 5 – PG 9.

- **Espesor de casco**

Para determinar el espesor del casco se recurrió al acápite PG-27 del código ASME sección I, el cual trata sobre componentes cilíndricos o bajo presión, la norma PG-27.2.2 plantea las siguientes ecuaciones:

$$t = \frac{P \times R}{S \times E - (1 - y)P} + C \quad \rightarrow \quad P = \frac{S \times E \times (t - C)}{R + (1 - y)(t - C)} \dots\dots\dots (1)$$

Dónde:

- t : espesor mínimo requerido (vea PG-27.4.7).
- P : máxima presión de trabajo admisible (vea PG-21).
- R : radio interior del cilindro.
- S : valor del esfuerzo máximo admisible a la temperatura de Diseño del metal, como se presenta en las tablas Especificadas en PG-23 del código ASME.
- E : eficiencia de unión.
- y : coeficiente de temperatura.
- C : Tolerancia a la corrosión.

✓ **Determinando la presión máxima de trabajo admisible (P)**

Está determinado por las especificaciones técnicas del cliente, siendo esta variable entre 50 a 140 psi, por lo que consideraremos un $P = 150$ psi, que es superior a lo solicitado.

✓ **Determinando el coeficiente de temperatura (y)**

De acuerdo al acápite PG-27.4.6 del código ASME sección I, el coeficiente de temperatura y puede tomar los siguientes valores:

Tabla N° 3.3: Valores del coeficiente de temperatura

	Temperatura, °F (°C)							
	900 (480) e inferior	950 (510)	1,000 (540)	1,050 (565)	1,100 (595)	1,150 (620)	1,200 (650)	1,250 (675) y superior
Ferrítico	0.4	0.5	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
Austenítico	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5	0.7	0.7	0.7
Aleación 800, 801	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5	0.7
800H, 800HT	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5	0.7
825	0.4	0.4	0.4	...	...	...	...	...
230 Aleación	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5	0.7
N06022	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5	0.7	0.7	0.7
N06045	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5	0.7	0.7	0.7
N06600	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5	0.7	0.7	...
N06601	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5	0.7	0.7	...
N06625	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	...	...	...
N06690	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5	0.7	0.7	...
Aleación 617	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5	0.7
S31803	0.4	...	...	...	...	...	...	...

Fuente: ASME sección I. PG. 27.4.6.

Para los materiales no ferrosos que no estén incluidos, $y = 0.4$.

✓ **Determinando el esfuerzo máximo admisible (S)**

Para determinar el esfuerzo máximo admisible para una temperatura de hasta 500 °F, se valió de la tabla 1A de la SECCIÓN I; SECCIÓN III, clases 2 y 3, Sección VIII, División 1, y la Sección XII, el cual ofrece los valores máximos de esfuerzos permisibles S para materiales ferrosos, dándonos como resultado un $S = 15700$, como se observa en la tabla N° 3.4.

Tabla N° 3.4: Tabla 1a del Código ASME Sección I

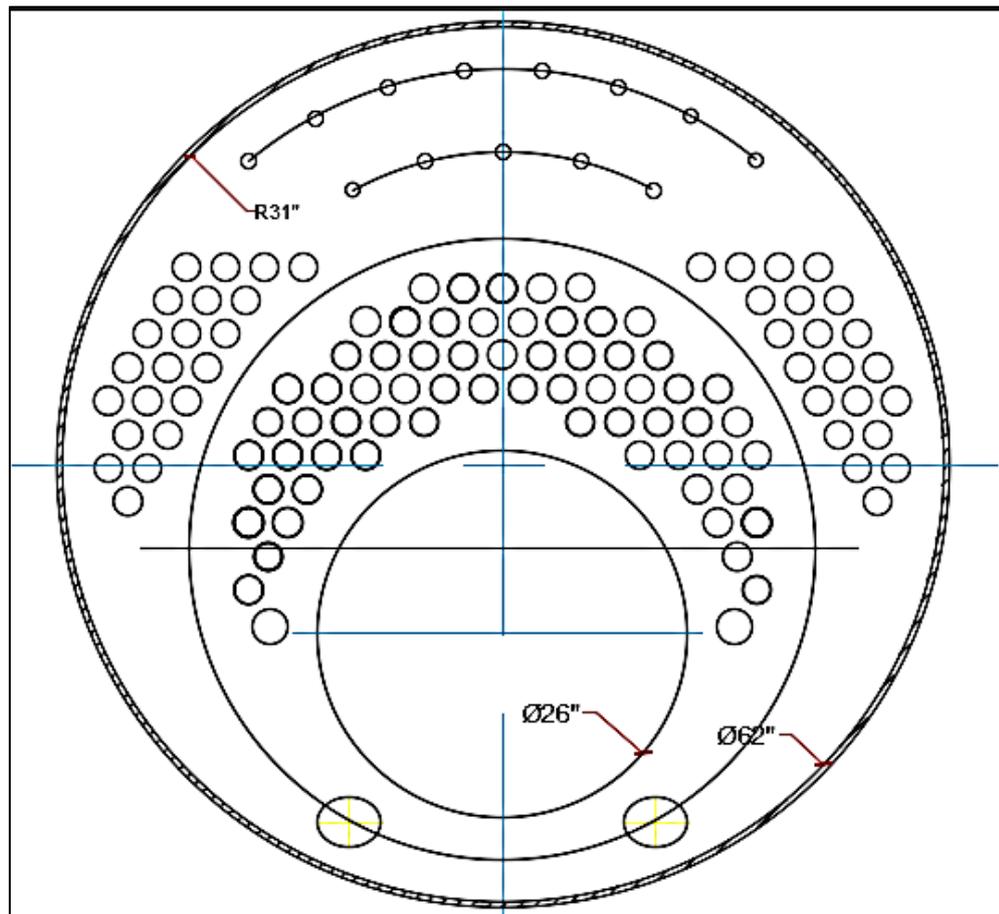
TABLE 1A SECTION I; SECTION III, CLASSES 2 AND 3;* SECTION VIII, DIVISION 1; AND SECTION XII MAXIMUM ALLOWABLE STRESS VALUES S FOR FERROUS MATERIALS (*See Maximum Temperature Limits for Restrictions on Class)												
Maximum Allowable Stress, ksi (Multiply by 1000 to Obtain psi), for Metal Temperature, °F, Not Exceeding												
Line No.	-20 to 100	150	200	250	300	400	500	600	650	700	750	800
1	11.4	11.4	11.4	...	11.4	11.4	10.9	10.2	9.9	...	...	...
2	11.4	11.4	11.4	...	11.4	11.4	10.9	10.2	9.9	...	...	...
3	12.9	12.9	12.9	...	12.9	12.8	12.2	11.5	11.1	10.7	10.4	9.2
4	12.9	...	12.9	...	12.9	...	...	...	...	...	...	...
5	12.9	12.9	12.9	...	12.9	12.9	12.9	12.3	11.9	...	...	...
6	12.9	12.9	12.9	...	12.9	12.9	12.9	12.3	11.9	11.5	10.7	9.2
7	12.9	...	12.9	...	12.9	12.9	12.9	12.3	11.9	11.5	...	...
8	12.9	12.9	12.9	...	12.9	12.9	12.9	12.8	12.4	11.9	10.7	9.2
9	13.4	...	13.4	...	13.4	13.4	13.4	13.3	12.8	12.4	10.7	9.2
10	11.4	11.4	11.4	...	11.4	11.4	11.4	11.3	10.9	10.5	9.1	7.8
11	13.4	13.4	13.4	...	13.4	13.4	13.4	13.3	12.8	12.4	10.7	9.2
12	13.4	13.4	13.4	...	13.4	13.4	13.4	13.3	12.8	12.4	10.7	9.2
13	11.4	11.4	11.4	...	11.4	11.4	11.4	11.3	10.9	10.5	9.1	7.8
14	13.4	13.4	13.4	...	13.4	13.4	13.4	13.3	12.8	12.4	10.7	9.2
15	11.4	11.4	11.4	...	11.4	11.4	11.4	11.3	10.9	10.5	9.1	7.8
16	11.7	...	11.7	...	11.7	11.7	11.7	11.7	11.7	10.6	9.1	7.7
17	13.7	...	13.7	...	13.7	13.7	13.7	13.7	13.7	12.5	10.7	9.0
18	11.7	11.7	11.7	...	11.7	11.7	11.7	11.7	11.7	10.6	9.1	7.9
19	8.2	...	8.2	...	8.2	8.2	8.2	8.2	8.2	7.5	6.4	...
20	13.7	...	13.7	...	13.7	13.7	13.7	13.7	13.7	12.5	10.7	9.0
21	13.7	13.7	13.7	...	13.7	13.7	13.7	13.7	13.7	12.5	10.7	9.3
22	13.7	13.7	13.7	...	13.7	13.7	13.7	13.7	13.7	12.5	10.7	9.3
23	11.7	11.7	11.7	...	11.7	11.7	11.7	11.7	11.7	10.6	9.1	7.9
24	13.7	...	13.7	...	13.7	13.7	13.7	13.7	13.7	12.5	10.7	9.0
25	13.7	...	13.7	...	13.7	...	...	...	...	...	...	...
26	11.7	11.7	11.7	...	11.7	11.7	11.7	11.7	11.7	10.6	9.1	7.9
27	14.3	...	14.3	...	14.3	14.2	13.6	12.8	12.4	...	...	...
28	14.3	14.3	14.3	...	14.3	14.2	13.6	12.8	12.4	11.9	10.7	9.3
29	14.3	...	14.3	...	14.3	...	...	...	...	...	...	...
30	14.3	14.3	14.3	...	14.3	14.3	14.3	13.8	13.3	...	...	...
31	14.3	...	14.3	...	14.3	14.3	14.3	13.8	13.3	12.5	11.0	9.4
32	14.3	14.3	14.3	...	14.3	14.3	14.3	13.8	13.3	12.5	11.2	9.6
33	14.3	...	14.3	...	14.3	14.3	14.3	13.8	13.3	12.5	...	...
34	14.3	14.3	14.3	...	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	12.5	11.2	9.6
35	14.5	14.5	14.5	...	14.5	14.5	...	...	...	...	...	...
36	14.9	14.9	14.9	...	14.9	14.9	...	...	...	...	...	...
37	15.3	15.3	15.3	...	15.3	15.3	...	...	...	...	...	...
38	15.7	15.7	15.7	...	15.7	15.7	14.9	14.1	13.6	13.1	12.7	10.8
39	15.7	...	15.7	...	15.7	15.7	14.9	14.1	13.6	...	...	...
40	15.7	...	15.7	...	15.7	...	...	...	...	...	...	...
41	15.7	15.7	15.7	...	15.7	15.7	15.7	15.3	14.8	...	...	...
42	15.7	15.7	15.7	...	15.7	15.7	15.7	15.3	14.8	14.3	13.0	10.8

Fuente: ASME Sección II. Parte D, Tabla 1A.

✓ **Determinando el Radio interior del cilindro (R)**

Está determinado por los formatos de plancha comercial, con la finalidad de reducir costos, tomando un radio de 31 pulgadas como se muestra en la figura N° 3.2.

Figura N° 3.2: Dimensiones transversales de la caldera



Fuente: Elaboración Propia.

✓ **Tolerancia de la corrosión (C)**

Cualquier espesor agregado, representado por el término general C, puede considerarse como aplicable al exterior, interior, o a ambos. El diseñador que use estas fórmulas es responsable de efectuar la selección apropiada del diámetro o radio que corresponda a la ubicación deseada y la magnitud de este espesor

adicional, en general se considera un C igual a 0,0625 pulgadas para uso común y de 0,125 pulgadas usos máximos.

✓ **Determinando la Eficiencia de Unión (E)**

La eficiencia de unión en el caso del casco será E = 1 ya que se realizó las pruebas radiográficas al 100%.

De la ecuación (1)

$$t = \frac{150 \times 31}{15700 \times 1 - (1 - 0.4) \times 150} + 0.0625 = 0.360''$$

El espesor mínimo requerido es de 0.360", debido a las condiciones de presión y temperatura a la cual se encuentra sujeta la caldera, se opta por la aplicación de un factor de seguridad de 1.388, con lo cual obtenemos que $t = 0.360 \times 1.388 = 0.499''$, por lo tanto el espesor del casco de la caldera será de 1/2" Acero al Carbono ASTM 285 Grado C.

• **Espesor del hogar de combustión**

De acuerdo al código ASME en su párrafo **PFT-51.1.2**, nos describe el procedimiento para hallar la presión externa admisible para Hogares cilíndricos y tubos, ya sea sin costura o con juntas longitudinales a tope y valores de D_o/t iguales o mayores que 10, mediante la siguientes ecuaciones.

$$P_a = \frac{4B}{3(D_o/t)} > P \dots\dots\dots (2)$$

Dónde:

P : Presión externa, lb/pulg².

P_a : valor calculado de la presión de trabajo externa.

D_o : Diámetro exterior, pulg.

B : Factor.

t : Espesor mínimo requerido de hogares cilíndricos o tubos.

$$D_o/t > 10 \dots\dots\dots (3)$$

$$L/D_o \dots\dots\dots (4)$$

Dónde:

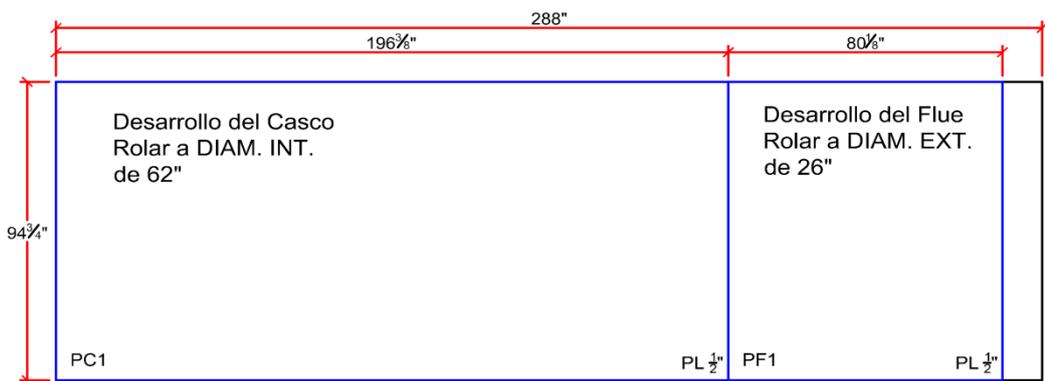
L: longitud total, de un hogar o tubo entre láminas tubulares, o longitud de diseño de un hogar tomada como la más grande de lo siguiente:

- (a) la mayor distancia de centro a centro entre dos anillos de refuerzo adyacentes cualquiera.
- (b) la distancia entre la lámina tubular y el centro del primer refuerzo (anillo reforzado).
- (c) la distancia desde el centro del primer anillo de refuerzo hasta una línea circunferencial sobre una tapa conformada a un tercio de la profundidad a partir de la línea tangente de la tapa.

✓ **Determinando el diámetro exterior (D0)**

Está determinado por los formatos de plancha comercial, con la finalidad de reducir costos, tomando un diámetro de 26 pulgadas como se muestra en la figura N° 3.3.

Figura N° 3.3: Desarrollo del casco y hogar - plancha 94 3/4"x288"



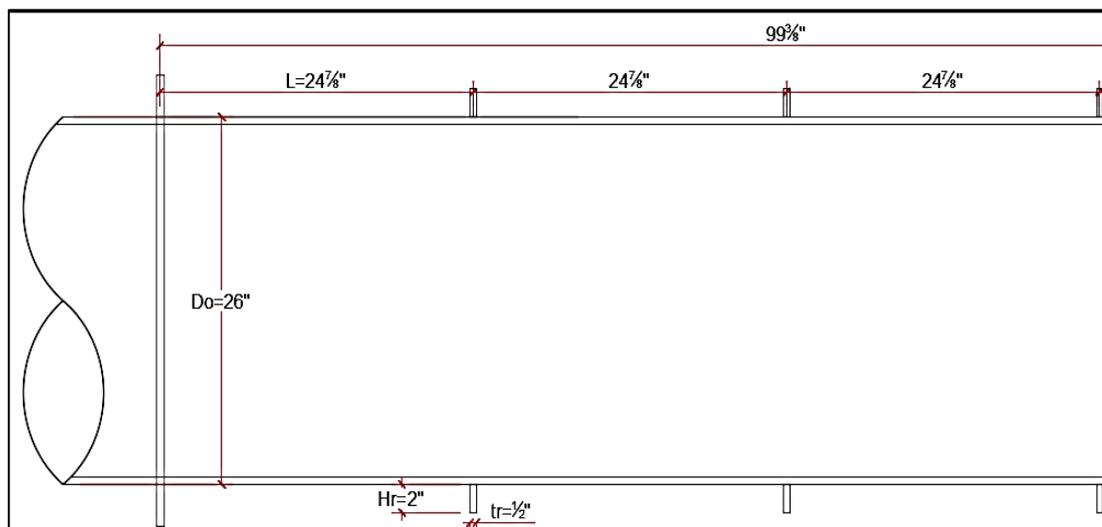
Fuente: Elaboración Propia.

ASTM 285 - 1/2"

✓ **Determinando la longitud total (L)**

La construcción de Hogar fue realizada y reforzada con anillos de reforzamiento con una distancia no mayor a 24 7/8 de pulgada, esto con el objetivo de dar mayor consistencia y garantía de la construcción, como se observa en la figura N° 3.4.

Figura N° 3.4: Dimensiones del hogar de la caldera



Fuente: Elaboración Propia.

✓ **Determinación del factor B**

Para determinar el factor B, se determinara primero el factor A, asumiendo un valor de espesor t y determinando las relaciones L/Do y Do/t.

Para un t = 1/2 Pulgada.

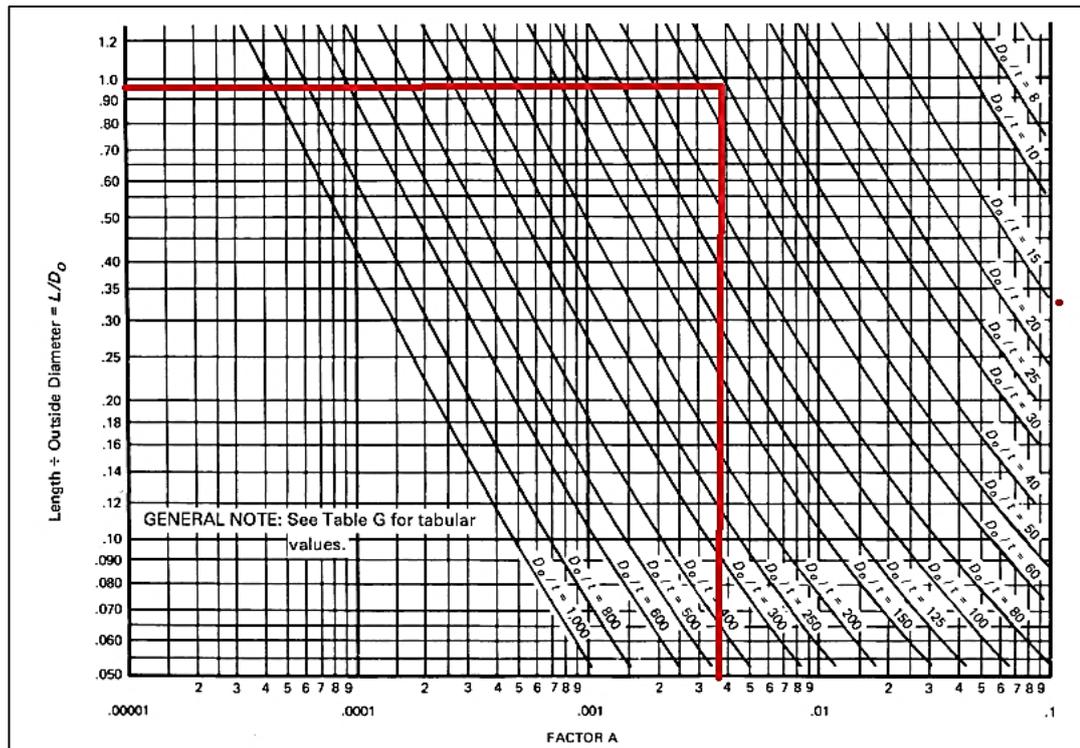
De las ecuaciones (3) y (4).

$$\frac{D_o}{t} = \frac{26}{1/2} = 52$$

$$\frac{L}{D_o} = \frac{24\ 7/8}{26} = 0.9567$$

De acuerdo a la tabla G del código ASME sección II, Parte D, el factor A se determina al intersectar los valores de L/D_o y D_o/t , como se muestra en la figura N° 3.5.

Figura N° 3.5: Tabla G del código ASME Sección II – Factor A



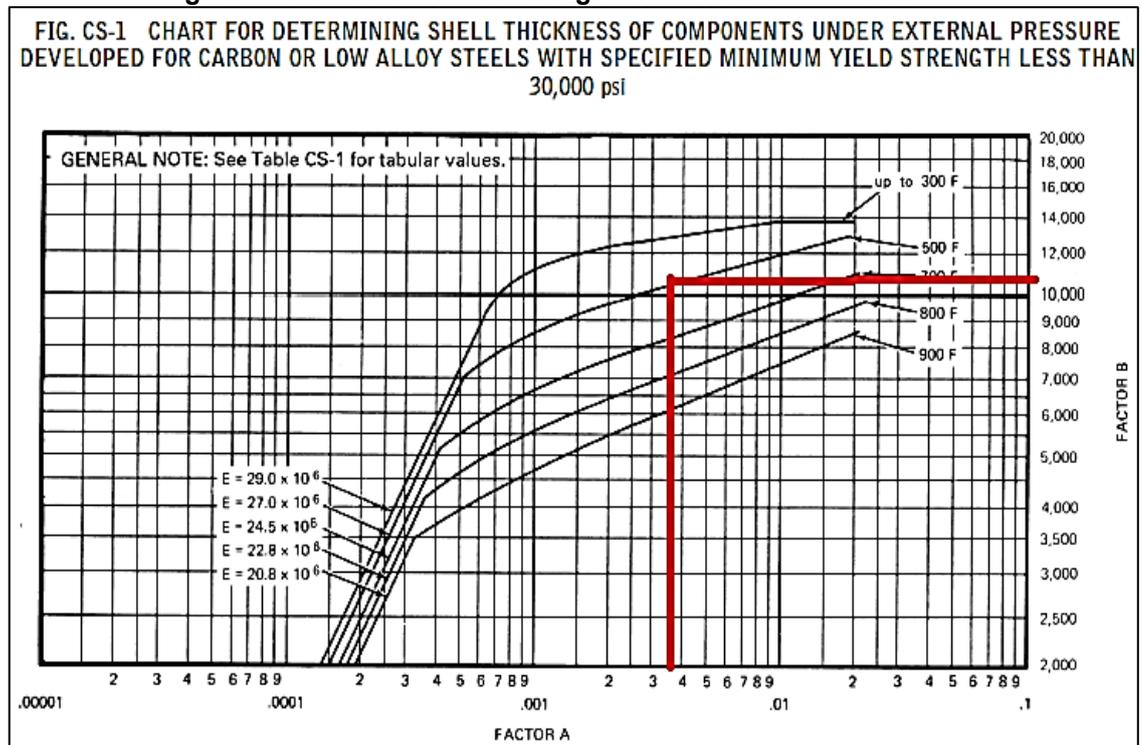
Fuente: ASME Sección II. Parte D. Tabla G

Obteniendo un factor A.

$$A = 0.0037$$

Con el valor de A calculado, se ingresó a la tabla de materiales aplicable en la Sección II, Parte D, para el material en consideración, Desplazando verticalmente hacia una intersección con la línea de material/temperatura para obtenerla temperatura de diseño. La interpolación puede realizarse entre líneas para las temperaturas intermedias, a partir de esta intersección se haya el factor B desplazándose de manera horizontal a la derecha, tal como se observa en la figura N° 3.6.

Figura N° 3.6: Tabla CS-1 del código ASME Sección II – Factor B



Fuente: ASME Sección II. Parte D. Tabla CS 1.

Obteniendo un factor B.

$$B = 11000$$

✓ **Determinando el espesor (t)**

Para determinar el espesor t, se debe hacer la comparación entre la presión externa de diseño (P) y la presión externa calculada (P_a), en donde " P_a " debe ser mayor o igual que "P", si P_a es menor que P, se seleccionara un valor mayor para t y se repetirá el procedimiento de diseño hasta que obtenga un valor de P_a mayor o igual a P.

Dela ecuación (2).

$$P_a = \frac{4 \times 11\,000}{3 \times \frac{26''}{1/2}} = 282.051$$

$$P_a(282.051) > P(150 \text{ Psi})$$

Como podemos observar el valor de P_a es mayor con respecto a P . Por lo cual el espesor de $t = 1/2"$ asumido satisface las condiciones anteriores.

- **Diseño de anillos de reforzamiento**

De acuerdo al código ASME en su párrafo **PFT-17.11.1**, nos describe el procedimiento para hallar el momento de inercia de un anillo de refuerzo, en donde el momento de inercia generado por su altura y espesor deberá ser mayor al momento de inercia requerido del anillo, el cual se expresa en la siguiente ecuación:

$$I_s = \frac{D_o^2 L_s [t + (A_s / L_s)] A}{14} \dots\dots\dots (5)$$

Dónde:

- I : Momento de inercia.
- I_s : momento de inercia requerido del anillo de refuerzo sobre su eje neutral paralelo al eje del hogar.
- D_o : diámetro exterior del hogar cilíndrico = 26 pulgadas.
- t : espesor mínimo requerido de hogares cilíndricos = 1/2 pulgada.
- A_s : área transversal del anillo de refuerzo.
- A : factor determinado a partir de la Fig. G del código ASME.
- L_s : la mitad de la distancia desde la línea central del anillo de refuerzo hasta la próxima línea de soporte en un lado, más la mitad de la distancia de la línea central a la siguiente línea de soporte en el otro lado del anillo de refuerzo, ambos medidos de manera paralela al eje del cilindro.

- ✓ **Área transversal del anillo de refuerzo (AS)**

Está determinado por la multiplicación de altura del anillo (H_r) y el espesor del anillo (T_r), como se muestra en la ecuación (6) y

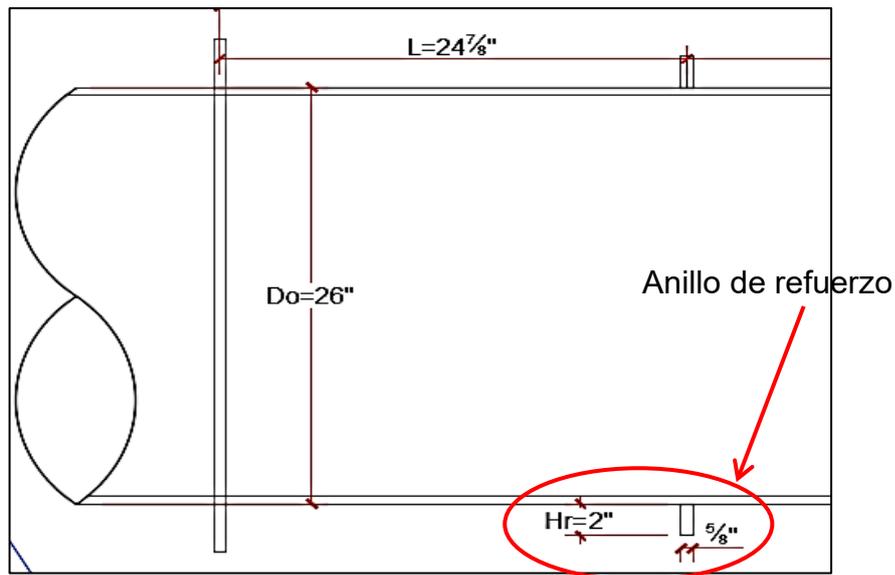
asumiendo un $Tr=5/8''$ y un $Hr=2''$ como se puede observar en la figura N° 3.7, entonces:

$$A_s = Tr \times Hr \dots\dots\dots (6)$$

Entonces:

$$A_s = 5/8'' \times 2'' = 1.25 \text{ pulg}^2$$

Figura N° 3.7: Dimensiones del anillo de refuerzo



Fuente: Elaboración Propia.

✓ **Determinando longitud L_s**

Como se observó en la figura N° 3.4, los anillos de refuerzo se encuentran a la misma distancia por lo que la suma de las mitades de las distancia de la línea central del anillo de refuerzo hasta la próxima línea de soporte será igual $24\ 7/8$ de pulgadas.

$$L_s = L = 24\ 7/8 \text{ Pulgada}$$

✓ **Determinación del factor A**

Para determinar el factor A, se determinará primero el factor B mediante la ecuación (7).

$$B = \frac{P \times D_o}{t + (A_s/L_s)} \dots\dots\dots (7)$$

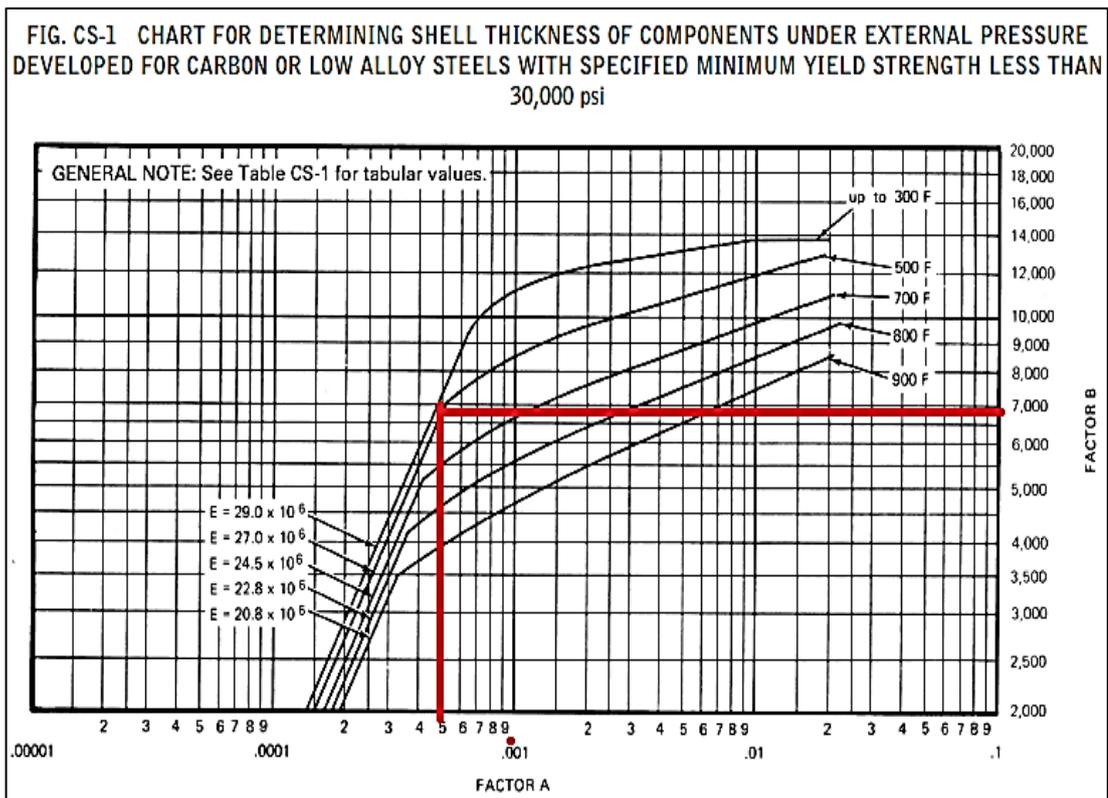
Dónde:

P : presión de diseño externa = 150 Psi.

De la ecuación (7).

$$B = \frac{(150)(26)}{0.5 + (1.25/24 \ 7/8)} = 7087.671$$

Figura N° 3.8: Tabla CS-1 del Código ASME Sección II – Factor A



Fuente: ASME Sección II. Parte D. Tabla CS 1.

Con el valor calculado de B, se ingresó a la tabla de materiales aplicable en la Sección II, Parte D, para el material en consideración, Desplazando horizontal hacia una intersección con la línea de material/temperatura para obtener la temperatura de

diseño. La interpolación puede realizarse entre líneas para las temperaturas intermedias, a partir de esta intersección se haya el factor A desplazándose de manera vertical como se observó en la figura N° 3.6.

Obteniendo un factor A.

$$\mathbf{A = 0.0005}$$

De la ecuación (5).

$$I_s = \frac{26^2 \times (24 \frac{7}{8}) \left[0.5 + \left(\frac{1.25}{24 \frac{7}{8}} \right) \right] \times 0.0005}{14}$$

$$\mathbf{I_s = 0.330}$$

✓ **Determinación del momento de inercia**

$$I = \frac{(Tr) \times Hr^3}{12} \dots\dots\dots (8)$$

$$I = \frac{(0.625) \times 2^3}{12} = \mathbf{0.417}$$

Realizando la comparación $I > I_s$ por lo que se establece como correcto la selección de alto y espesor del anillo de reforzamiento, entonces:

$$\mathbf{Tr = 5/8'' \text{ y } Hr = 2''}$$

En caso en que hubiera resultado $I < I_s$, se deberá seleccionar un nuevo momento de inercia variando Hr o Tr.

- **Espesor de tambor ó cámara de retorno de gases**

De acuerdo al código ASME en su párrafo **PFT-51.1.2**, la presión máxima de trabajo permitida de la cámara de retorno con valores de Do/t iguales o mayores que 10, esto se hallará de manera similar al espesor del hogar de combustión, usando las ecuaciones (2), (3), (4).

- **Espesor del hogar de combustión**

$$Pa = \frac{4B}{3(D_o/t)} > P$$

Dónde:

P : Presión externa, lb/pulg².

P_a : valor calculado de la presión de trabajo externa.

D_o : Diámetro exterior, pulg.

B : Factor.

t : Espesor mínimo requerido.

$$D_o/t > 10$$

$$L/D_o$$

Dónde:

L: Longitud de una sección del recipiente.

- ✓ **Determinando el diámetro exterior (D_o)**

El diámetro exterior de la cámara de retorno de los gases deberá ser menor que el diámetro del casco, por lo que tomaremos un diámetro de 45 pulgadas ya que diámetro estándar en la construcción de calderas.

- ✓ **Determinando la longitud total (L)**

La longitud del recipiente tendrá un valor de 25 pulgadas ya que es un espacio prudente para el retorno de los gases.

- ✓ **Determinación del factor B**

Para determinar el factor B, se determinara primero el factor A, asumiendo un valor de espesor t y determinando las relaciones L/D_o y D_o/t.

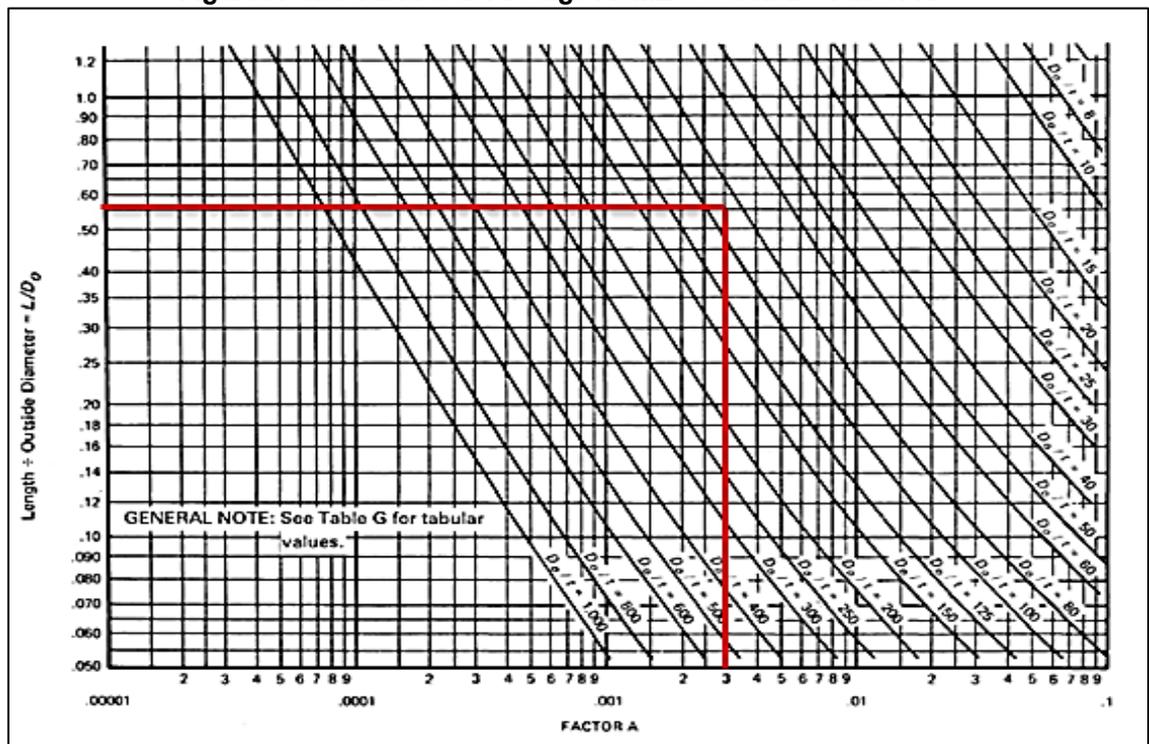
Para un t = 1/2".

$$\frac{D_o}{t} = \frac{45}{1/2} = 90$$

$$\frac{L}{D_o} = \frac{25}{45} = 0.556$$

De acuerdo a la tabla G del código ASME sección II, Parte D, el factor A se determina al intersectar los valores de L/Do y Do/t, como se muestra en la figura N° 3.9.

Figura N° 3.9: Tabla G del Código ASME Sección II – Factor A



Fuente: ASME Sección II. Parte D. Tabla G.

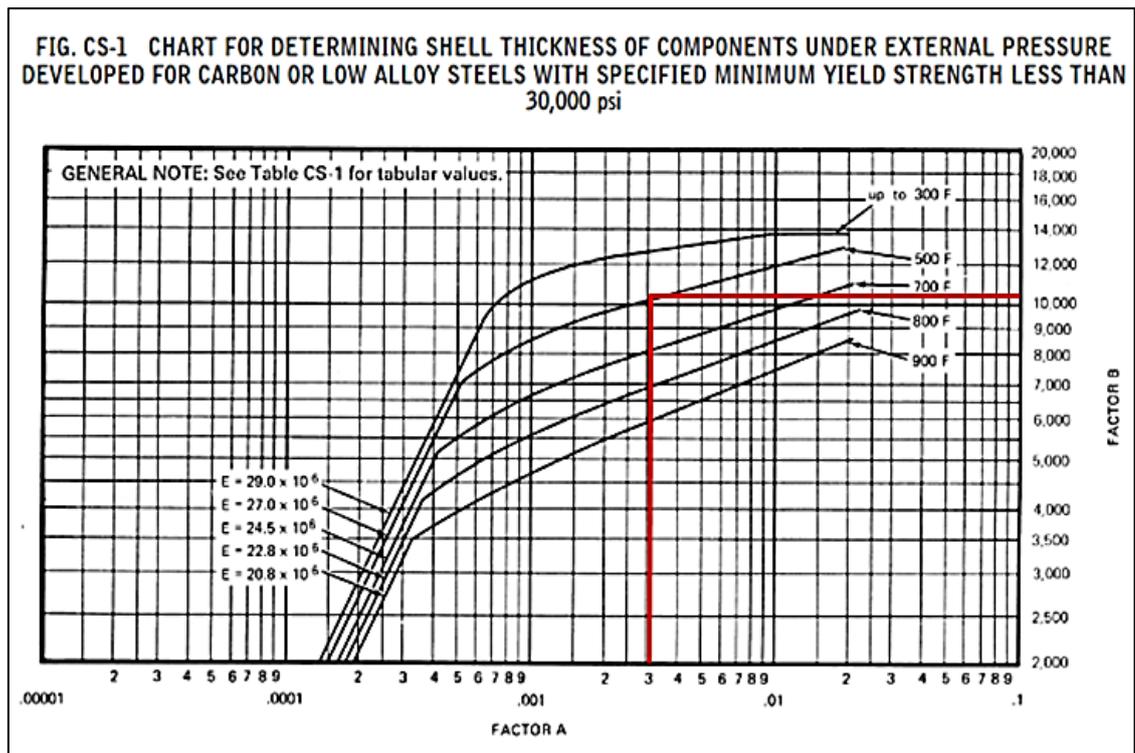
Obteniendo un factor A.

$$\mathbf{A = 0.003}$$

Con el valor de A calculado, se ingresó a la tabla de materiales aplicable en la Sección II, Parte D, para el material en consideración, Desplazando verticalmente hacia una intersección con la línea de material/temperatura para obtenerla temperatura de

diseño. La interpolación puede realizarse entre líneas para las temperaturas intermedias, a partir de esta intersección se haya el factor B desplazándose de manera horizontal a la derecha, tal como se observa en la figura N° 3.10.

Figura N° 3.10: Tabla CS-1 del Código ASME Sección II – Factor B



Fuente: ASME Sección II. Parte D. Tabla CS 1.

Obteniendo un factor B.

$$B = 10500$$

✓ **Determinando el espesor (t)**

Para determinar el espesor t, se debe hacer la comparación entre la presión externa de diseño (P) y la presión externa calculada (P_a), en donde " P_s " debe ser mayor o igual que "P", si P_a es menor que P, se seleccionará un valor mayor para t y se repetirá el procedimiento de diseño hasta que obtenga un valor de P_s mayor o igual a P.

De la ecuación (2).

$$P_a = \frac{4 \times 10500}{3 \times \frac{45''}{1/2}} = 155.55$$

$$P_a(155.55) > P(150 \text{ Psi})$$

Como podemos observar el valor de P_a es mayor con respecto a P . Por lo cual el espesor de $t = 1/2''$ asumido satisface las condiciones anteriores.

- **Espesor de registro posterior de hombre**

Análogamente que el espesor del tambor.

$$P_a = \frac{4B}{3(D_o/t)} > P \dots \dots \dots (2)$$

- ✓ **Determinando el diámetro exterior (D_o)**

El diámetro exterior del registro de hombre tendrá un valor de 18, ya que es un diámetro estándar para registros hombre en calderas.

- ✓ **Determinando la longitud total (L)**

La longitud del recipiente tendrá un valor de 14 pulgadas ya que es un espacio prudente para el registro posterior de hombre.

- ✓ **Determinación del factor B**

Para determinar el factor B, se determinará primero el factor A, asumiendo un valor de espesor t y determinando las relaciones L/D_o y D_o/t .

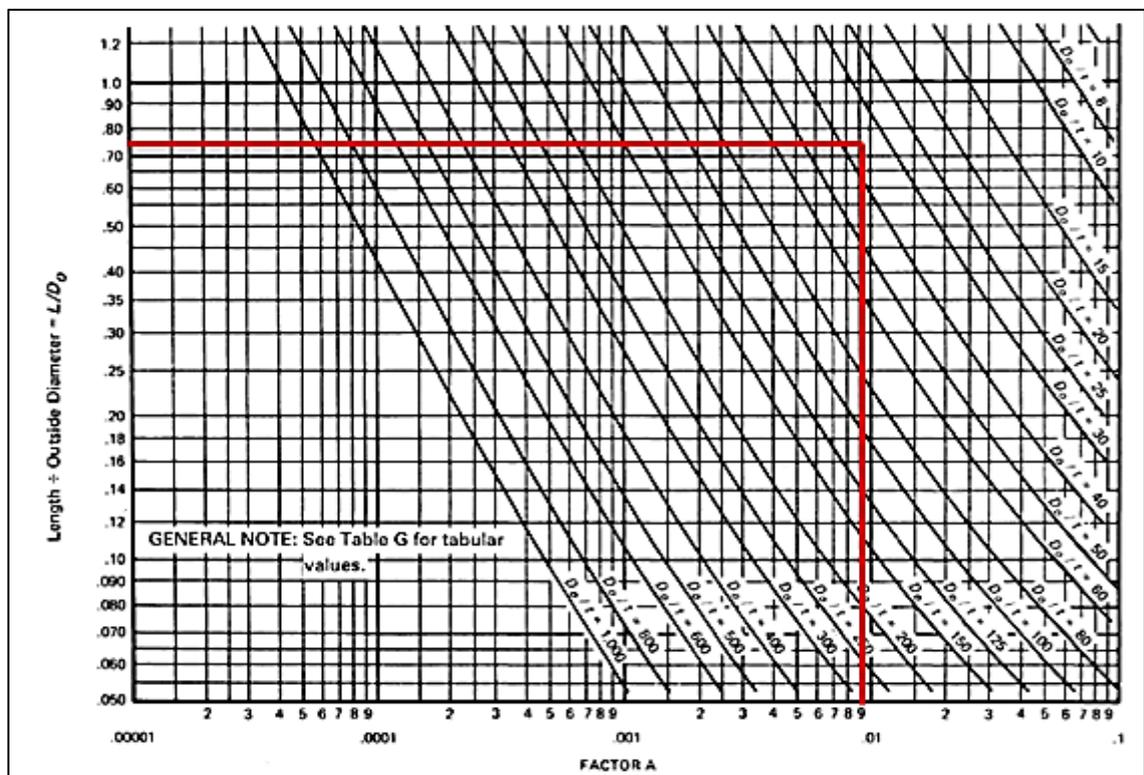
Para un $t = 1/2''$.

$$\frac{D_o}{t} = \frac{18}{1/2} = 36$$

$$\frac{L}{D_o} = \frac{14}{18} = 0.778$$

De acuerdo a la tabla G del código ASME sección II, Parte D, el factor A se determina al intersectar los valores de L/Do y Do/t, como se muestra en la figura N° 3.11.

Figura N° 3.11: Tabla G del Código ASME Sección II – Factor A



Fuente: ASME Sección II. Parte D. Tabla G.

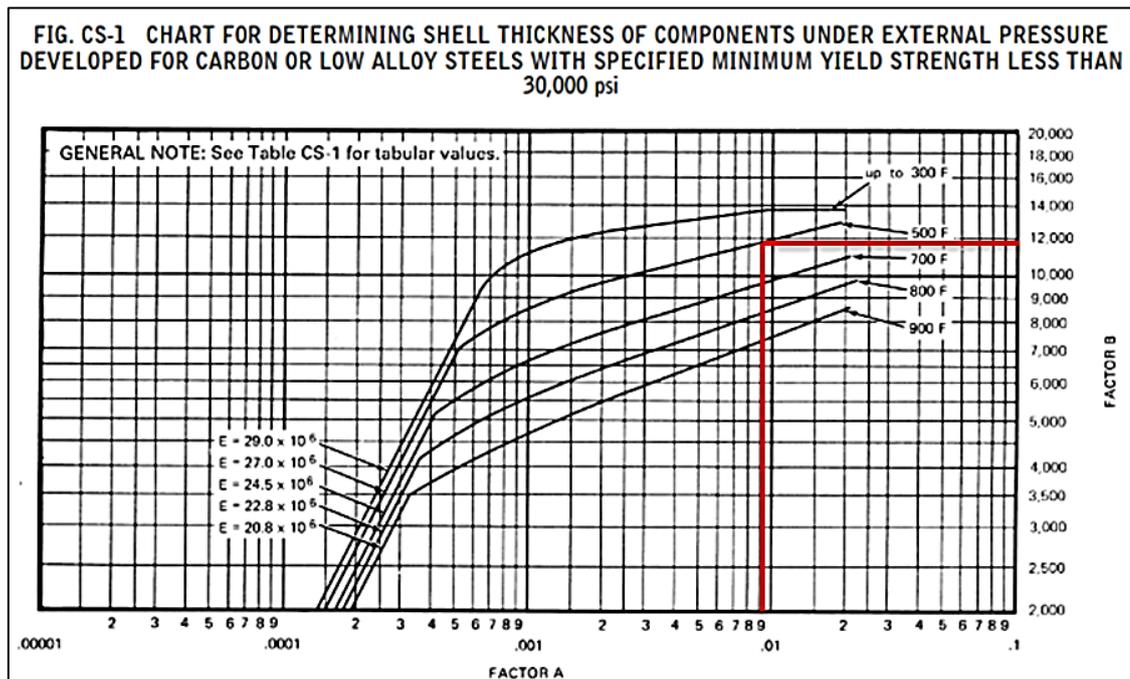
Obteniendo un factor A.

$$\mathbf{A = 0.009}$$

Con el valor de A calculado, se ingresó a la tabla de materiales aplicable en la Sección II, Parte D, para el material en consideración, Desplazando verticalmente hacia una intersección

con la línea de material/temperatura para obtener la temperatura de diseño, tal como se observa en la figura N° 3.12.

Figura N° 3.12: Tabla CS-1 del Código ASME Sección II – Factor B



Fuente: ASME Sección II. Parte D. Tabla CS 1.

Obteniendo un factor B.

$$B = 12000$$

✓ **Determinando el espesor (t)**

Para determinar el espesor t , se debe hacer la comparación entre la presión externa de diseño (P) y la presión externa calculada (P_a), en donde " P_s " debe ser mayor o igual que " P ", si P_a es menor que P , se seleccionara un valor mayor para (t) y se repetirá el procedimiento de diseño hasta que obtenga un valor de P_s mayor o igual a P .

De la ecuación (2).

$$P_a = \frac{4 \times 12000}{3 \times \frac{18''}{1/2}} = 444.444 > P (150 \text{ Psi})$$

Como podemos observar el valor de P_a es mayor con respecto a P . Por lo cual el espesor de $t = 1/2''$ asumido satisface las condiciones anteriores.

• **Calculo del número de templadores**

El número de templadores o tirantes de refuerzo tienen la función de dar consistencia a la caldera y su cálculo está en función de la siguiente ecuación.

$$A \times P = 0.9(n \times a \times s) \dots\dots\dots (9)$$

Donde

- A: área a arriostrar.
- P: presión máxima de trabajo (150 Psi).
- n: número de arriostras.
- a: área transversal de la arriostra.
- S: valor del esfuerzo máxima admisible.

✓ **Determinando el área a arriostrar (A)**

El área a arriostrar está delimitada por la sección entre los tubos de fuego y la pared de la caldera como se muestra en la figura N° 24 y determinada por la ecuación:

$$A = \frac{4}{3} (H - d - 2)^2 \sqrt{\frac{2(R-d)}{(H-d-2)}} - 0.608 \dots\dots\dots (10)$$

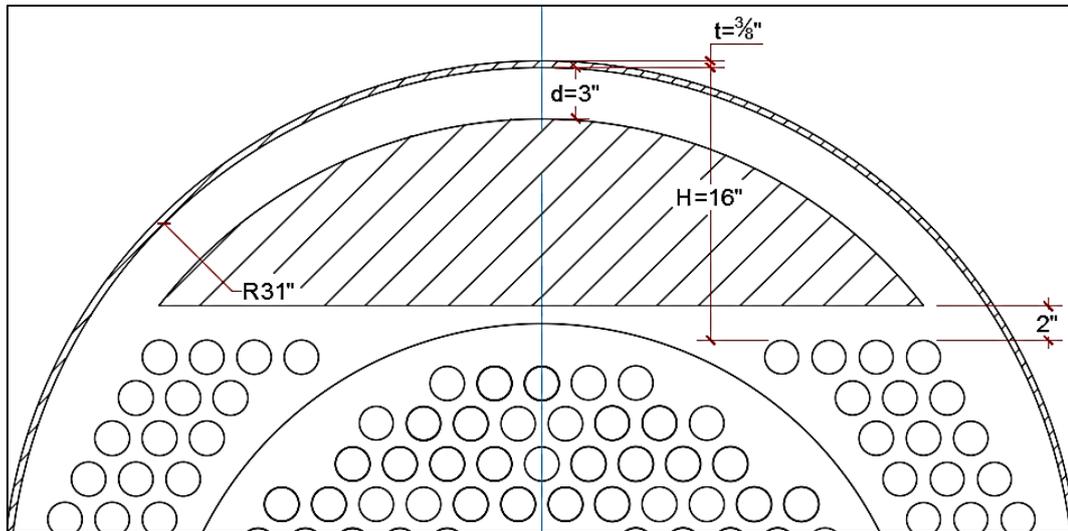
Dónde d es el mayor de:

- el radio de la brida sin exceder 8 veces el espesor de la virola.
- $80 \frac{t}{\sqrt{P}}$; donde t: espesor de la virola, P: presión máxima de trabajo.

Por lo tanto.

$$d: 80 \frac{t}{\sqrt{P}} = 80 \frac{\left(\frac{3}{8}\right)}{\sqrt{150}} = 2.44'' \text{ ó } 8 \times \frac{3}{8} = 3''$$

Figura N° 3.13: Dimensiones para el área a arristrar



Fuente: Elaboración Propia.

De la ecuación (10).

$$A = \frac{4}{3} (16 - 3 - 2)^2 \sqrt{\frac{2(31 - 3)}{(16 - 3 - 2)}} - 0.608$$

$$A = 192.144 \text{ pulg}^2$$

✓ **Determinando el valor de esfuerzo máximo admisible (S)**

El esfuerzo máximo admisible del arrioste está en función del tipo de material, esto lo determinamos de tabla 1A de la sección 1 del código ASME, como se puede observar de la tabla N° 5.

Tabla N° 3.5: Tabla 1A del Código ASME Sección II Parte D – Tipo de material para arriostre

TABLE 1A (CONT'D) SECTION I; SECTION III, CLASSES 2 AND 3; * SECTION VIII, DIVISION 1; AND SECTION XII MAXIMUM ALLOWABLE STRESS VALUES S FOR FERROUS MATERIALS (*See Maximum Temperature Limits for Restrictions on Class)									
Line No.	Nominal Composition	Product Form	Spec No.	Type/Grade	Alloy Designation/ UNS No.	Class/ Condition/ Temper	Size/Thickness, In.	P-No.	Group No.
1	Carbon steel	Smls. & wld. pipe	SA-333	1	K03008	...	...	1	1
2	Carbon steel	Smls. & wld. tube	SA-334	1	K03008	...	...	1	1
3	Carbon steel	Wld. tube	SA-334	1	K03008	...	...	1	1
4	Carbon steel	Plate	SA-516	55	K01800	...	...	1	1
5	Carbon steel	Smls. pipe	SA-524	II	K02104	...	...	1	1
6	Carbon steel	Wld. pipe	SA-671	CA55	K02801	...	...	1	1
7	Carbon steel	Wld. pipe	SA-671	CE55	K02202	...	...	1	1
8	Carbon steel	Wld. pipe	SA-672	A55	K02801	...	...	1	1
9	Carbon steel	Wld. pipe	SA-672	B55	K02001	...	...	1	1
10	Carbon steel	Wld. pipe	SA-672	C55	K01800	...	...	1	1
11	Carbon steel	Wld. pipe	SA-672	E55	K02202	...	...	1	1
12	Carbon steel	Sheet	SA-414	C	K02503	...	...	1	1
13	Carbon steel	Plate	SA/EN 10028-3	P275NH	...	...	≤ 2	1	1
14	Carbon steel	Bar	SA-36	...	K02600	...	...	1	1
15	Carbon steel	Plate, sheet	SA-36	...	K02600	...	...	1	1

Fuente: ASME Sección II. Parte D, Tabla 1A.

Tabla N° 3.6: Tabla 1A del Código ASME Sección II Parte D – Esfuerzo admisible

TABLE 1A (CONT'D)
SECTION I; SECTION III, CLASSES 2 AND 3;* SECTION VIII, DIVISION 1; AND SECTION XII
MAXIMUM ALLOWABLE STRESS VALUES S FOR FERROUS MATERIALS
 (*See Maximum Temperature Limits for Restrictions on Class)

Maximum Allowable Stress, ksi (Multiply by 1000 to Obtain psi), for Metal Temperature, °F, Not Exceeding

Line No.	-20 to 100	150	200	250	300	400	500	600	650	700	750	800	850	900
1	15.7	...	15.7	...	15.7	15.7	15.7	15.3	14.8	14.3	...	...	...	...
2	15.7	...	15.7	...	15.7	15.7	15.7	15.3	14.8	14.3	...	...	...	...
3	13.4	13.4	13.4	...	13.4	13.4	13.4	13.0	12.6	...	...	...	...	...
4	15.7	15.7	15.7	...	15.7	15.7	15.7	15.3	14.8	14.3	13.0	10.8	8.7	5.9
5	15.7	15.7	15.7	...	15.7	15.7	15.7	15.3	14.8	14.3	13.0	10.8	8.7	5.9
6	15.7	...	15.7	...	15.7	15.7	15.7	15.3	14.8	14.3	...	...	...	...
7	15.7	...	15.7	...	15.7	15.7	15.7	15.3	14.8	14.3	...	...	...	...
8	15.7	...	15.7	...	15.7	15.7	15.7	15.3	14.8	14.3	...	...	...	...
9	15.7	...	15.7	...	15.7	15.7	15.7	15.3	14.8	14.3	...	...	...	...
10	15.7	...	15.7	...	15.7	15.7	15.7	15.3	14.8	14.3	...	...	...	...
11	15.7	...	15.7	...	15.7	15.7	15.7	15.3	14.8	14.3	...	...	...	...
12	15.7	15.7	15.7	...	15.7	15.7	15.7	15.7	15.7	15.6	13.0	10.8	8.7	5.9
13	16.1	16.1	16.1	...	16.1	16.1	...	...	...	...	...	...	...	...
14	16.6	16.6	16.6	...	16.6	16.6	16.6	16.6	16.6	15.6	13.0	10.8	8.7	5.9
15	16.6	...	16.6	...	16.6	16.6	16.6	16.6	16.6	15.6	...	...	...	...

Fuente: ASME Sección II. Parte D, Tabla 1A.

De las tablas N° 3.5 y N° 3.6 se selecciona para el arriostre acero estructural A 36 el cual tiene un esfuerzo admisible de 166000 psi.

De la ecuación (9) y asumiendo un numero de arriostres igual a 13.

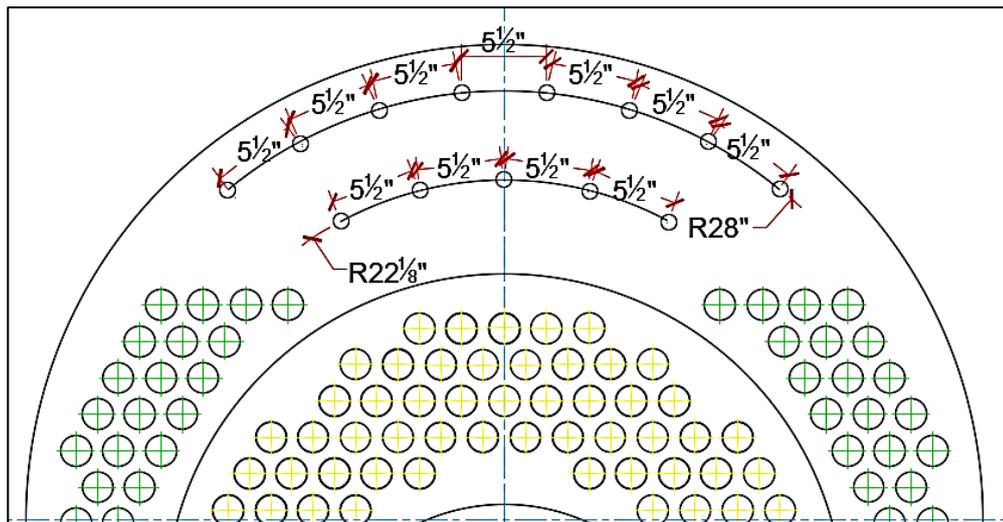
$$341.589 \times 150 = 0.9(13 \times a \times 16600)$$

$$a = \frac{341.589 \times 150}{0.9(13 \times 16600)} = 0.264 \text{ pulg}^2$$

$$\frac{\pi}{4} \times d^2 = 0.264 \text{ pulg}^2$$

$$d = 0.579 \text{ pulg}^2$$

Figura N° 3.13: Distribución de arriostre



Fuente: elaboración propia.

A causa de que los templadores trabajan a tracción o compresión, su zona crítica es la sección media la sufre un adelgazamiento o engrosamiento, a causa de la fatiga a la cual estarán sometidos los templadores aplicaremos un factor de seguridad de 1.73 obteniendo el siguiente valor para el diámetro de los templadores.

$$d = f.s \times 0.579 = 1.72 \times 0.579 = 0.995 \approx 1 \text{ pulg}$$

Distribuimos templadores en el área a ser reforzada. Asumimos que la distribución es con $n_t = 13$ templadores de 1 pulg de diámetro como se muestra en la figura N° 3.13.

- **Calculo de espesor de placas porta tubos**

De acuerdo al código ASME en su párrafo PFT-31.2, El espesor requerido de la lámina tubular y el paso máximo de las riostras tubulares deben calcularse con las siguientes ecuaciones:

$$t = \sqrt{\frac{P}{CS} \left(p^2 - \frac{\pi d^2}{4} \right)} \dots\dots\dots(11)$$

Dónde:

C = 2.2 para láminas tubulares de más de 7/16 pulg. (11 mm) de espesor.

d : diámetro exterior del tubo o barra (1.25).

P : presión de diseño.

p : paso máximo medido entre los centros de los tubos.

S : valor de esfuerzo máximo admisible para el material de las láminas tubulares.

t : espesor requerido de la lámina tubular.

- ✓ **Determinando el valor de esfuerzo máximo admisible (S)**

De acuerdo al cuadro 1A sección I; sección II, clases 2 y 3 del código ASME, los esfuerzos permisibles (S) para materiales ferrosos será igual a 15 700 psi, para temperatura hasta 500°F.

- ✓ **Determinando el paso máximo (p)**

Según el párrafo PFT-27.4 de código ASME, el paso de riostras diagonales, fijadas por soldadura entre los cuerpos y las láminas tubulares de calderas tubulares horizontales y para otras riostras cuando la lámina soportada no está expuesta a calor radiante, se

determina en PG-46, puede ser superior a 8 1/2 pulg. (216 mm), pero no debe ser mayor que 15 veces el diámetro de la riostra.

De acuerdo a la geometría de la caldera escogeremos un paso de 5 1/2", el cual se encuentra dentro del enunciado PG-46.

De acuerdo a la ecuación (11).

$$t = \sqrt{\frac{150}{2.2 \times 15700} \left(5.5^2 - \frac{\pi \times 1.25^2}{4}\right)} = 0.355''$$

Se empleará un factor de seguridad de 1.7 de lo cual obtenemos el siguiente valor.

$$t = 1.732 \times 0.355 = 0.615''$$

Para el espesor de 0.615" por ser mayor que 1/2", seleccionamos un espesor comercial de.

$$t = 5/8''$$

Por lo tanto el espesor de las Placas Porta tubos serán de 5/8" Acero al Carbono calidad ASTM 285 Grado C.

- **Calculo de refuerzo de aberturas mayores de 3"ø**

De acuerdo al código ASME en su sección VIII – UG 37, será necesario analizar la diferencia entre el área requerida en el esfuerzo y la sumatoria de áreas disponibles en el cuerpo, en la conexión en la boquilla y la soldadura.

Tabla N° 3.7: Calculo de áreas de refuerzo

Presión de Diseño	$P=$	150	Psi	PG-21
Temperatura de Diseño	$T=$	500	°F	UG-20
Diámetro Exterior de la Conexión (3"φ)	$D_{co}=$	3.5	in	Norma ASTM A53
Diámetro Interior de la Conexión	$D=$	3.068	in	Norma ASTM A53
Altura proyectada al interior	$h=$	0.75	in	
Material de la Conexión	SA-53 Grado B			
Esfuerzo permisible en la conexión	$S_{co}=$	17 100	Psi	Secc. IID, 1A
Tolerancia de corrosión en la conexión	$C_n=$	0.00	in	PG-27.4.3
Espesor requerido en el cuerpo	$t_r=$	0.298	in	$t = PR/(S_c E - 0.6P)$
Espesor nominal de la pared de la boquilla	$t_n=$	0.3	in	Norma ASTM A53
Espesor de la pared de la conexión	$t_{rn}=$	0.0135	in	$t = PR/(S_{co} E - 0.6P)$
Material del cuerpo	SA-285 Grado C			
Diámetro Interior del cuerpo	$D_c=$	62	in	1574.8mm
Esfuerzo Admisible del cuerpo	$S_c=$	15 700	Psi	Secc. IID, 1A
Tolerancia de corrosión en el cuerpo	$C_v=$	1/16	in	PG-27.4.3
Espesor del cuerpo	$t=$	0.5	in	12.7 mm
Eficiencia de la Junta	$E1=$	1		
Espesor requerido	$t_r =$	0.298	in	7.56 mm
Diámetro de la abertura	$d=$	3.068	in	$d = d_{ext} - 2t_n$
Extensión de la boquilla hacia el interior del recipiente	$h=$	0.75 1.25	in	$h = \begin{cases} 2.5t_n \\ 2.5t \end{cases}$ el menor
Área requerida en el refuerzo	$A=$	1.093	in ²	$A = (d + 2t_n)t_r F$, donde $F = 1$
Área disponible en el cuerpo	$A1=$	0.499 0.202	$(d - 2t_n)(t - Ft_r)$ $2t(t - Ft_r)$	0.499 in ²
Área en exceso en el espesor de la conexión	$A2=$	0.780 0.468	$2(t_n - t_{rn})(2\frac{1}{2} t f_{r1})$ $2(t_n - t_{rn})(2\frac{1}{2} t_n + t_e) f_{r1}$	0.468 in ²
Área disponible para el refuerzo cuando la boquilla se extiende dentro del recipiente	$A3=$	0.490	$2h f_{r1} t_n$	0.490 in ²
Área disponible de soldadura al exterior de la conexión	$A4=$	0.196	$2b^2 f_{r1}$, donde $b = 0.3in$	0.196 in ²
Área Total disponible	$A1+A2+A3+A4=$	1.653	in ²	
Como $A < A1+A2+A3+A4$		No es necesario refuerzo		

Fuente: elaboración propia.

Donde:

$$f_{r1} = \frac{S_n}{S_v} = \frac{17100}{15700} = 1.089$$

$$f_{r2} = \frac{S_n \text{ ó } S_p}{S_v} = \frac{17100}{15700} = 1.089$$

S_n = esfuerzo admisible de la conexión

S_v = esfuerzo admisible del tanque

S_p = esfuerzo admisible del elemento de refuerzo

Por lo tanto en las siguientes aberturas, no se requieren refuerzos, ya que el área requerida en el refuerzo es menor que el área total de refuerzo disponible, por lo que se deduce que se cumple con la norma UG-37.

- **Calculo de refuerzo de aberturas menores de 3"Ø**

De acuerdo al código ASME en su sección VIII – UG 36, los coples soldados, sencillos, no sujetos a fluctuaciones rápidas de presión, no requieren de refuerzo si no son mayores que:

- ✓ El tamaño de un tubo de 3 pulg en un recipiente de pared 3/8" o menos.
- ✓ El tamaño de un tubo de 2 pulg, en un recipiente de pared mayor de 3/8".

Por lo tanto en las siguientes aberturas, no se requieren refuerzos, ya que el coples de mayor dimensión 1 1/2"Ø x 3000 lb, cuya medida exterior es 2.5" y esta es menor a 3" Ø y estamos en el caso donde la pared del recipiente es de 1/2" > 3/8", por lo que se deduce que se cumple con la norma UG-36.

Tabla N° 3.8: Calculo de áreas de refuerzo

Presión de Diseño	P=	150	Psi	PG-21
Temperatura de Diseño	T=	500	°F	UG-20
Diámetro Exterior de la Conexión	D _{co} =	17.25	in	
Diámetro Interior de la Conexión	D=	16	in	
Altura proyectada al interior	h=	1.25	in	
Material de la Conexión	SA-53 Grado B			
Esfuerzo permisible en la conexión	S _{co} =	15 700	Psi	Secc. IID, 1A
Tolerancia de corrosión en la conexión	C _n =	1/16	in	PG-27.4.3
Espesor requerido en el cuerpo	t _r =	0.298	in	t = PR/(S _c E - 0.6P)
Espesor nominal de la pared de la boquilla	t _n =	0.625	in	
Espesor de la pared de la conexión	t _{rn} =	0.077	in	t = PR/(S _{co} E - 0.6P)
Material del cuerpo	SA-285 Grado C			
Diámetro Interior del cuerpo	D _c =	62	in	1524 mm
Esfuerzo Admisible del cuerpo	S _c =	15 700	Psi	Secc. IID, 1A
Tolerancia de corrosión en el cuerpo	C _v =	1/16	in	PG-27.4.3
Espesor del cuerpo	t=	0.5	in	12.7 mm
Eficiencia de la Junta	E1=	1		
Espesor requerido	t _r =	0.298	in	7.56 mm
Diámetro de la abertura	d=	16	in	d = d _{ext} - 2t _n
Extensión de la boquilla hacia el interior del recipiente	h=	1.5625 1.25	in	h = { 2.5t _n } el menor 1.25 in
Área requerida en el refuerzo	A=	5.141	in ²	A = (d + 2t _n)t _r F, donde F = 1
Área disponible en el cuerpo	A1=	2.980 0.202		$(d - 2t_n)(t - Ft_r)$ $2t(t - Ft_r)$ 2.980 in ²
Área en exceso en el espesor de la conexión	A2=	1.37 1.713		$2(t_n - t_{rn})(2^{1/2}t_{fr1})$ $2(t_n - t_{rn})(2^{1/2}t_n + t_e)f_{r1}$ 1.37 in ²
Área disponible para el refuerzo cuando la boquilla se extiende dentro del recipiente	A3=	1.563		$2hf_{r1}t_n$ 1.563 in ²
Área disponible de soldadura al exterior de la conexión	A4=	0.281		$2b^2f_{r1}$, donde b = 0.375in 0.281 in ²
Área Total disponible	A1+A2+A3+A4=	6.194		in ²
Como A < A1+A2+A3+A4		No es necesario refuerzo		

Fuente: elaboración propia.

Donde:

$$f_{r1} = \frac{S_n}{S_v} = \frac{15700}{15700} = 1$$

$$f_{r2} = \frac{S_n \text{ ó } S_p}{S_v} = \frac{15700}{15700} = 1$$

S_n = *esfuerzo admisible de la conexión*

S_v = *esfuerzo admisible del tanque*

S_p = *esfuerzo admisible del elemento de refuerzo*

Por lo tanto la abertura hombre o Manhole, no se requiere de refuerzos, ya que el área requerida en el refuerzo es menor que el áreas total de refuerzo disponible, por lo que se deduce que se cumple con la norma UG-37.

- **Cálculo de espesor de registro de hombre o Manhole**

Como se observó al hallar el refuerzo para aberturas mayores de 3"Ø, de acuerdo al código ASME en su sección VIII – UG 37, será necesario analizar la diferencia entre el área requerida en el esfuerzo y la sumatoria de áreas disponibles en el cuerpo, en la conexión en la boquilla y la soldadura.

- **Dimensionamiento de la caldera**

Según el código ASME, la superficie de calefacción de la unidad de vapor es aquella parte de la superficie de transmisión de calor del aparato, expuesto por un lado a los gases de escape y por otro en contacto con el líquido que es calentado, medida el lado que recibe calor. El valor empleado para la superficie de calefacción por cada BHP, es de **5 pies² por BHP para calderas horizontales**, El optar por considerar 5 pies² por BHP en calderas horizontales, nos permite

lograr una larga vida en proporción o la capacidad a través de esta superficie que se realiza la transferencia de calor cuyas formas son:

Potencia de la caldera	:	120 BHP
Diámetro de Placas Portatubos I y IV	:	$D_1 = 62''$
Diámetro de Placas Portatubos II y III	:	$D_2 = 44''$
Diámetro Ext. Flue o Cámara Gases de Comb.:	$D_3 = 26''$	
Diámetro Ext. Tambor o Cámara Ret. Gases:	$D_4 = 45''$	
Diámetro Registro de Hombre Posterior	:	$D_5 = 18''$
Diámetro Ext. Tubos de fuego	:	$d_1 = 2$ y $d_2 = 2 \frac{1}{2}''$
Numero de Tubos del 2 ^{do} Pase	:	$N_2 = 64$ y 2 tubos de $2 \frac{1}{2}''$
Numero de Tubos del Tercer Pase	:	$N_3 = 42$
Longitud entre Placas Portatubos I y II	:	$L_1 = 98 \frac{3}{4}''$
Longitud entre Placas Portatubos I y IV	:	$L_2 = 130 \frac{1}{4}''$
Longitud del Tambor o Cámara Retorno Gases:	$L_3 = 25''$	
Longitud del Registro	:	$L_4 = 6.5''$

- **Superficie de calefacción**

La superficie de calefacción se obtiene mediante la suma de las áreas de todas las superficies que transmiten calor desde el lado de los gases de combustión hacia el lado del agua que se encuentra dentro de la caldera, como se observa en la siguiente ecuación.

$$S_C = S_{flue} + S_T + N_{t2} \times S_{t2} + N_3 \times S_{t3} + S_{P1} + S_{P2} + S_{P3} + S_{P4} \dots\dots(12)$$

Dónde:

- S_{flue} : Sup. Calefacción de la Cámara de Gases (Primer Pase).
- S_T : Sup. Calefacción de la Cámara de Retorno de Gases.
- S_{t2} : Sup. Calefacción Tubos Segundo Pase.
- S_{t3} : Sup. Calefacción Tubos Tercer Pase.
- S_{P1} : Sup. Calefacción Placa Portatubos I.

- S_{P2} : Sup. Calefacción Placa Portatubos II.
- S_{P3} : Sup. Calefacción Placa Portatubos III.
- S_{P4} : Sup. Calefacción Placa Portatubos IV.

Para determinar el área en superficies cilíndricas, utilizaremos la ecuación.

$$S = N \cdot \pi \cdot D \cdot L \dots\dots\dots(13)$$

Dónde:

- S : Área de la superficie cilíndrica a determinar.
- N: Numero de superficies cilíndricas.
- D: Diámetro de la superficies cilíndricas.
- L : Longitud de las superficies cilíndricas.
- π : Constante pi.

✓ **Determinando la Superficie de Calefacción del Flue o Cámara de Gases - Primer Pase (S_{Flue})**

De la ecuación (13).

$$S_{flue} = \pi \cdot D_3 \cdot L_1$$

$$S_{flue} = \pi \times 26 \times 98.75 = 8066.039 in^2$$

✓ **Determinando la Superficie de Calefacción del Tambor o Cámara de Retorno de Gases (S_T)**

De la ecuación (13).

$$S_T = \pi \cdot D_4 \cdot L_3$$

$$S_T = \pi \times 44 \times 25 = 3455,75 in^2$$

✓ **Determinando la Sup. de Calefacción Tubos Segund. Pase (S_{T2})**

De la ecuación (13).

$$S_{T2} = N_2 \cdot \pi \cdot d \cdot L_1$$

$$S_{t2} = 64 \times \pi \times 2 \times 98.75 + 2 \times \pi \times 2.5 \times 98.75 = 41260,892 in^2$$

✓ **Determinando la sup. de Calefacción Tubos Tercer Pase (S_{T3})**

De la ecuación (13) y las dimensiones de la caldera.

$$S_{T3} = N_3 \pi d L_2$$

$$S_{t1} = 42 \times \pi \times 2 \times 130.25 = 34372,165 \text{ in}^2$$

✓ **Determinando la sup. de Calefacción Placa Portatubos I (S_{P1})**

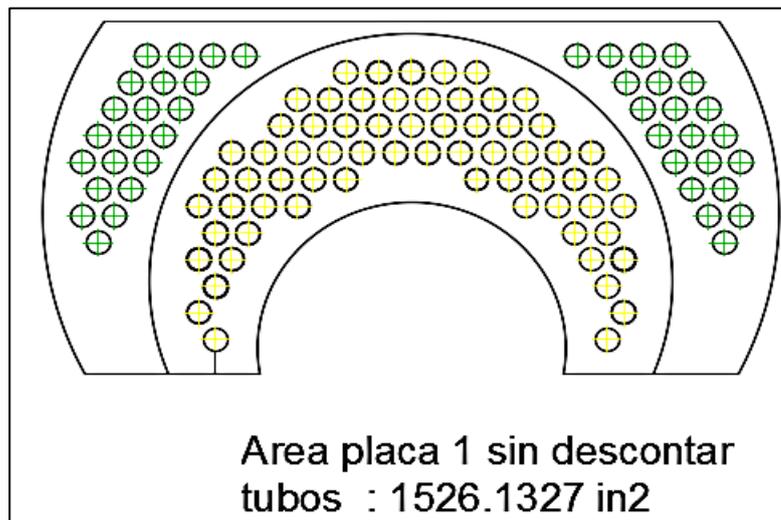
Esta superficie se determinará mediante la ecuación.

$$S_{p1} = A_1 - N_2 \frac{\pi}{4} d^2 - N_3 \frac{\pi}{4} d^2 \dots\dots\dots(14)$$

$$S_{p1} = 1526.133 - \frac{\pi}{4} \times 26^2 - 64 \times \frac{\pi}{4} \times 2^2 - 2 \times \frac{\pi}{4} \times 2.5^2 - 42 \times \frac{\pi}{4} \times 2^2$$

$$S_{p1} = 652.378 \text{ in}^2$$

Figura N° 3.14: Sup. de calefacción placa porta tubos I



Fuente: elaboración propia.

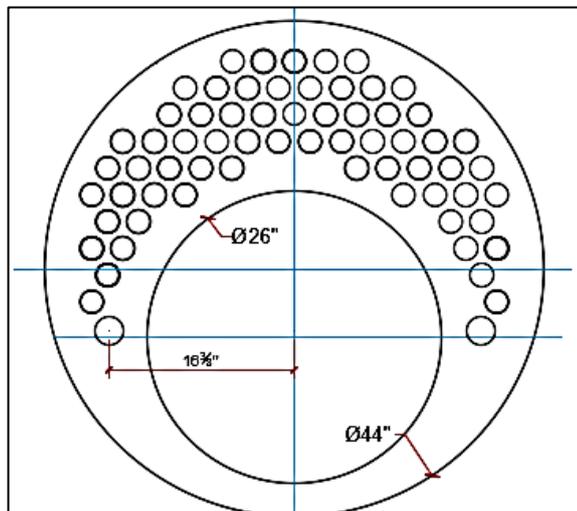
✓ **Sup. Calefacción Placa Portatubos II (S_{P2})**

Esta superficie se determinará mediante la ecuación.

$$S_{p2} = A2 - N_2 \times \frac{\pi}{4} D_1^2 \dots\dots\dots(15)$$

$$S_{p2} = \frac{\pi(44^2 - 26^2)}{4} - 64 \frac{\pi}{4} \times 2^2 - 2 \frac{\pi}{4} \times 2.5^2 = \mathbf{778.722 in^2}$$

Figura N° 3.15: Sup. de calefacción placa porta tubos II



Fuente: elaboración propia.

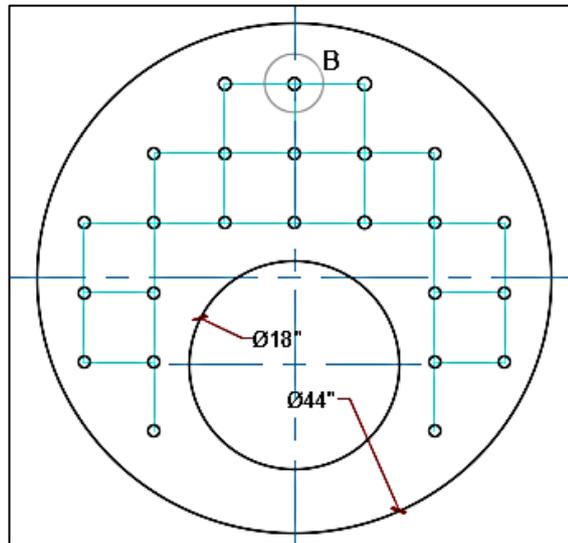
✓ **Sup. Calefacción Placa Portatubos III (S_{P3})**

Esta superficie se determinará mediante la ecuación.

$$S_{p3} = \frac{\pi}{4} D_4^2 - \frac{\pi}{4} D_5^2 \dots\dots\dots(16)$$

$$S_{p3} = \frac{\pi}{4} \times 44^2 - \frac{\pi}{4} \times 18^2 = \mathbf{1266,061 in^2}$$

Figura N° 3.16: Sup. de calefacción placa porta tubos III



Fuente: elaboración propia.

✓ **Sup. Calefacción Placa Portatubos IV (S_{p4})**

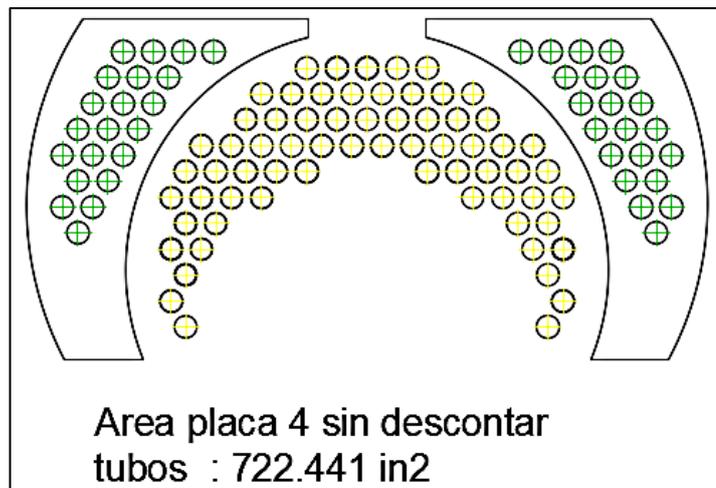
Esta superficie se determinará mediante la ecuación.

$$S_{p4} = A_2 - N_3 \times \frac{\pi}{4} d^2 \dots\dots\dots(17)$$

$$S_{p4} = 722.441 - 42 \times \frac{\pi}{4} \times 2^2$$

$$S_{p4} = 590.494 \text{ in}^2$$

Figura N° 3.17: Sup. de calefacción placa porta tubos IV



Fuente: elaboración propia.

De la ecuación (12).

$$S_C = S_f + S_T + S_{t2} + S_{t3} + S_{p1} + S_{p2} + S_{p3} + S_{p4}$$

Tabla N° 3.9: Superficie de calefacción

S _{Flue}	8066,039 in ²
S _T	3455,75 in ²
S _{T2}	41260,892 in ²
S _{T3}	34372,165 in ²
S _{P1}	652,378 in ²
S _{P2}	778,772 in ²
S _{P3}	1266,061 in ²
S _{P4}	590,494 in ²
S_C	90442,551 in²

Fuente: elaboración propia.

Por lo tanto.

$$S_C = 90442,551 \text{ pulg}^2 = 628.073 \text{ pies}^2$$

Se obtiene un valor para las superficie de calefacción de 628.073 pies² > 625 pies² (125 BHP x 5 pies²/BHP) que es la superficie teórica.

- **Calculo del volumen de vapor**

- ✓ **Volumen teórico de vapor (V_T)**

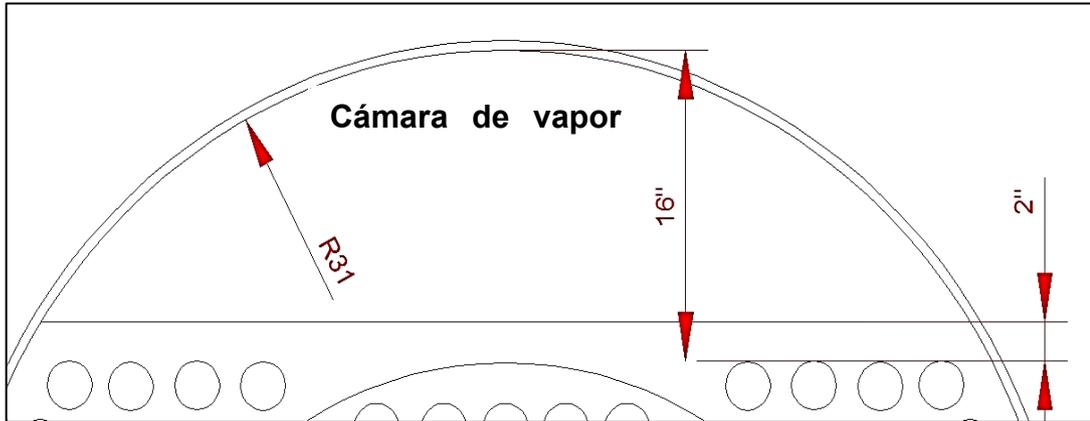
Teóricamente por cada 0.2 ft³ de volumen de vapor habrá 1 BHP, entonces el volumen teórico será.

$$V_T = 125 \text{ BHP} \times 0.2 \frac{\text{pies}^3}{\text{BHP}} = 25 \text{ pies}^3$$

- ✓ **Volumen Real de vapor (V_R)**

Estará delimitado por las dimensiones geométricas de la parte superior de la Caldera, entre las paredes del cilindro y 2 pulgadas por encima de los tubos de fuego, como se observa en la figura N° 3.18.

Figura N° 3.18: Dimensiones de la cámara de vapor



Fuente: elaboración propia.

Por geometría el área de la cámara de vapor (A_{cv}) es igual a 511.48 in^2 . El volumen real de vapor estará determinado la multiplicación del área de la cámara de vapor y la longitud entre Placas Portatubos I y IV como se observa en la siguiente ecuación.

$$V_R = A_{CV} \times L_2 \dots \dots \dots (18)$$

$$V_R = 511.48 \text{ in}^2 \times 130.25 \text{ in} = 66620.27 \text{ in}^3$$

$$V_R = 38,553 \text{ ft}^3$$

- **Calculo del volumen de agua**

- ✓ **Volumen Teórico de agua (V_{teor})**

Teóricamente por cada 5 galones de volumen de volumen de agua, será necesario 1 BHP de potencia, entonces el volumen teórico será.

$$V_{teor} = 125\text{BHP} \times \frac{5 \text{ gal}}{\text{BHP}} = 625 \text{ gal}$$

- ✓ **Volumen Real de agua ($V_{\text{Agua Real}}$)**

Es el volumen de agua que se encuentra dentro de la caldera, el cual está determinado por la siguiente ecuación.

$$V_{Agua Real} = V_{Total} - (V_{Flue} + V_{Tamb} + V_{t2} + V_{t3} + V_{Registro}) \dots \dots \dots (19)$$

Dónde:

V_{Total} : Volumen total.

V_{Flue} : Volumen del Flue o cámara de combustión.

V_{Tamb} : Volumen del tambor o retorno de los gases.

V_{t2} : Volumen de los tubos en el segundo pase.

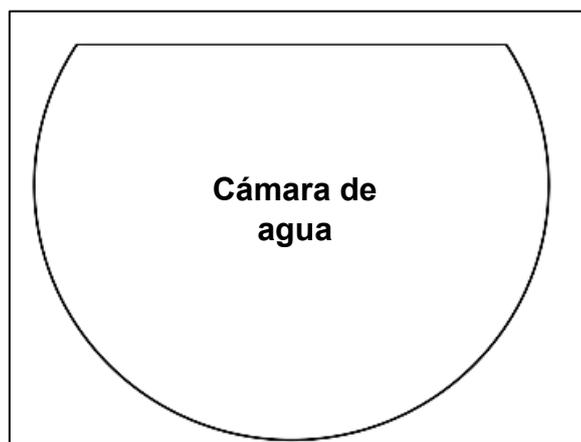
V_{t3} : Volumen de los tubos en el tercer pase.

$V_{Registro}$: Volumen del registro.

✓ **Volumen Total**

Estará delimitado por las dimensiones geométricas de la parte inferior de la Caldera, entre las paredes del cilindro y 2 pulgadas por encima de los tubos de fuego, como se observa en la figura N° 3.19.

Figura N° 3.19: Cámara de agua



Fuente: elaboración propia.

$$V_{total} = 328237.510 \text{ in}^3$$

Para determinar el volumen en cuerpos cilíndricos, utilizaremos la ecuación.

$$V = N \cdot \frac{\pi}{4} \cdot D^2 \cdot L \dots \dots \dots (20)$$

Dónde:

V : Volumen de cuerpos cilíndricos.

N : Numero de cuerpos cilíndricos.

D : Diámetro de la sección transversal.

L: Longitud del cuerpo cilíndrico.

π : Constante pi.

✓ **Volumen Flue**

De la ecuación (20) y las dimensiones de la caldera.

$$V_{Flue} = \frac{\pi}{4} \cdot D_3^2 \cdot L_1$$

$$V_{Flue} = \frac{\pi}{4} \cdot 26^2 \cdot 98.75 = \mathbf{52429.254 \text{ in}^3}$$

✓ **Volumen Tambor**

De la ecuación (20) y las dimensiones de la caldera.

$$V_{Tamb} = \frac{\pi}{4} \cdot D_4^2 \cdot L_3$$

$$V_{Tamb} = \frac{\pi}{4} \cdot 45^2 \cdot 25 = \mathbf{39760.782 \text{ in}^3}$$

✓ **Segundo Paso**

De la ecuación (20) y las dimensiones de la caldera.

$$V_{t2} = N_2 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot d_1^2 \cdot L_1 + N_1 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot d_2^2 \cdot L_1$$

$$V_{t2} = 64 \times \frac{\pi}{4} \times 2^2 \times 98.75 + 2 \times \frac{\pi}{4} \times 2.5^2 \times 98.75 = \mathbf{20824.341 \text{ in}^3}$$

✓ **Tercer Paso**

De la ecuación (20) y las dimensiones de la caldera.

$$V_{t3} = N_3 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot d_1^2 \cdot L_2$$

$$V_{t3} = 42 \times \frac{\pi}{4} \times 2^2 \times 130.25 = \mathbf{17186.082 \text{ in}^3}$$

✓ **Volumen del Registro**

De la ecuación (20) y las dimensiones de la caldera.

$$V_{\text{Registro}} = \frac{\pi}{4} \cdot d_5^2 \cdot L_4$$

$$V_{\text{Registro}} = \frac{\pi}{4} \times (18)^2 \times 6.5 = 1654.048 \text{ in}^3$$

De la ecuación (19) determinaremos el Volumen Real de Agua.

$$V_{\text{Agua Real}} = V_{\text{Total}} - (V_{\text{Flue}} + V_{\text{Tamb}} + V_{t2} + V_{t3} + V_{\text{Registro}})$$

Tabla N° 3.10: Volumen de agua real

V_{Total}	328237,51 in ³
V_{Flue}	52429,254 in ³
V_{Tamb}	39760,782 in ³
V_{t2}	20824,341 in ³
V_{t3}	17186,082 in ³
V_{Registro}	1654,325 in ³
$V_{\text{Agua Real}}$	196382,688 in ³

Fuente: elaboración propia.

$$V_{\text{Agua Real}} = 196382,688 \text{ in}^3 <> 850,14 \text{ gal}$$

• **PORCENTAJES DE TRANSMISIÓN DE CALOR**

Estos valores de los porcentajes son de datos experimentales brindados por fabricantes de calderas.

✓ **Primer Paso**

$$\frac{8066.039}{90024.673} \times 100 = 8.959\%$$

✓ **Segundo Paso**

$$\frac{40843.061 + 1100\pi + 403\pi + 778.722 + 652.378}{90024.673} \times 100 = \mathbf{52.203\%}$$

✓ **Tercer Paso**

$$\frac{10941\pi + 590.494}{90024.673} \times 100 = \mathbf{38.836\%}$$

b) Desarrollo de Ingeniería de detalle.

En esta etapa se completa el desarrollo de toda la ingeniería del proyecto al nivel de detalle constructivo y las estimaciones económicas asociadas a la ingeniería de detalle que sirven para revisar las estimaciones realizadas anteriormente.

En otras palabras en este punto se desarrolla el proyecto teniendo como fin último la etapa de construcción, por lo tanto los pormenores de planos o documentos deben permitir fabricar o hacer el montaje final en obra.

Los entregables de la ingeniería de detalle están plasmados en los planos y deben ser suficientes para:

- Definir los planos de fabricación, trazado, corte, soldadura y pintura de tal modo que su metrado y fabricación sea inequívoca.
- Definir los métodos constructivos, criterios de aceptabilidad, pruebas, ensayos, etc. de las instalaciones a construir.
- Definir todos los aspectos geométricos y dimensionales necesarios para la fabricación y montaje de los componentes del proyecto.
- Definir todos los requerimientos de ensayos y pruebas del equipo.

Tabla N° 3.11: Caldera: detalles técnicos del fabricante

FABRICANTE	INGEVAP S.A.C.
DIRECCIÓN	Av. Guillermo Dansey 1155 – Lima
N° TELÉFONO	332-1023
EQUIPO	Caldera Horizontal
TIPO	Pirotubular
DISEÑO	Espalda Húmeda
N° DE PASES	3 pases
POTENCIA	120 BHP
FABRICADA BAJO NORMA	ASME sección 1 PowerBoilers
MATERIALES	
Lado de presión	ASTM A-285 Grado C
Tubos de fuego	ASTM A192
Lado de Gases	ASTM A-36
Base Estructural	ASTM A-36
Coplas	ASTM A-105 x 3000 Lbs
Bridas	SLIP-ON ASTM A-105 x 300 Lbs
Aislamiento	Colchoneta FIBERGLASS 2"
Acabado Exterior	Plancha Acero Inoxidable Calidad 304 de 1/40" de esp.
Refractario	Castable Alta Alumina AA-50, Refractario Plástico Coralite
MODELO	D60-120-2G
N° SERIE	196-16
AÑO DE FABRICACIÓN	2016
PRESIÓN DE DISEÑO	150 Psi
PRESIÓN DE PRUEBA HIDROSTÁTICA	250 psi
SUPERFICIE DE CALEFACCIÓN	600 pie ²
PRODUCCIÓN DE VAPOR (DESDE Y HASTA 212°F)	4,140 lb/hr
TIPO DE COMBUSTIBLE	GLP – DIESEL 2
CON PETRÓLEO	
CON GAS	4,617 MBH
CALOR GENERADO	4 017 000 BTU/HR
PRESIÓN MÁXIMA DE TRABAJO	150 PSI
EFICIENCIA TÉRMICA	(con GN) 85% al 100% de carga
CONTROL	110 V
ESPESOR DE CASCO	1/2" ASTM A-285 Grado C
DIÁMETRO / N° TUBOS	
Segundo Paso	64 Und Tubo 2"Ø ASTM A-192 02 Und Tubo 2 ½"Ø ASTM A-192
Tercer pase	42 Und Tubo 2"Ø ASTM A-192
DIMENSIONES DE LA CALDERA	62"Ø x 157"
ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS	
	Inspección Visual
	Tintes Penetrantes
	Radiografía Industrial
	Prueba Hidrostática

Fuente: elaboración propia.

- **Planos de Fabricación de la caldera 120 BHP**

Contiene toda la información necesaria para la fabricación de la caldera, materiales y dimensiones, siendo estas claras y precisas, detalla cada una de las piezas que componen el equipo, mayor detalle en los planos N° 2 al 6.

- **Planos de trazo y corte de la caldera 120 BHP**

Contiene toda la información necesaria para realizar el metrado de la caldera, materiales y dimensiones, de igual manera que en los planos de fabricación, estas deben ser claras y precisas, detallando el desarrollo de cada una de las piezas que componen el equipo, mayor detalle en plano N° 1.

- **Plano de detalles de soldadura de la caldera 120 BHP**

Estos planos contienen toda la información necesaria para el desarrollo de las juntas soldadas de la caldera, siendo estas claras y precisas, detalla cada una de las piezas y elementos a soldar en la caldera, mayor detalle en las figuras N° 33 al 38.

- **Plano de Pintado de la caldera 120 BHP**

Este plano contiene toda la información necesaria para la aplicación de pintura en la caldera, siendo estas claras y precisas, detalla el tipo de pintura, el espesor de aplicación y el método de aplicación de cada una de las piezas y elementos a pintar, mayor detalle en el plano N° 7.

Fase II: Fabricación de la Caldera

a) Elaboración del Metrado de Materiales.

Una vez elaborado los planos por la oficina de diseño técnico, siendo estos revisados por las jefaturas de producción y gerencia técnica, se procede a calcular el metrado de materiales, para posteriormente ser enviado a los responsables que harán las requisiciones de los materiales necesarios.

Tabla N° 3.12: Metrado de materiales de fabricación

METRADO FABRICACIÓN CALDERA 120 BHP WET BACK			
No.	Descripción	Cantidad	Unidad
1	PLANCHA ACERO 285°C DE 196.375" X 157" X 1/2"	1984,00	KG
2	PLANCHA ACERO 285°C DE 80 1/8"X 113 3/8" X 1/2"	585,00	KG
3	PLANCHA ACERO 285°C DE 139.75" X 25 X 1/2"	225,00	KG
4	PLANCHA ACERO 285°C DE 55" X 14" X 1/2"	50,00	KG
5	PLANCHA ACERO 285°C DE Ø 62" X 5/8"	486,00	KG
6	PLANCHA ACERO 285°C DE Ø 44" X 5/8"	242,00	KG
7	PLANCHA ACERO A 36 DE 5' X 20' X 5/16"	580,00	KG
8	PLANCHA ESTRIADA DE 4 X 8 X 1/8"	150,00	KG
9	PLANCHA ACERO A-36 DE 4 X 8 X 1/16"	74,00	KG
10	PLANCHA ACERO A-36 DE 5' X 20' X 5/16"	1160,00	KG
11	PLATINA ACERO A -36 DE 2 1/2" X 3/16" X 6 m	90,00	KG
12	TUBOS DE CALDERO ASTM 192 DE 2" (3° PASE) DE 132" (11')	42,00	UNID.
13	TUBOS DE CALDERO ASTM 192 DE 2" (2° PASE) DE 100 1/2" (9')	64,00	UNID.
14	TUBOS DE CALDERO ASTM 192 DE 2 1/2"(2° PASE) DE 100 1/2" (9')	2,00	UNID.
15	PLANCHA ACERO A 285°C 51/2" X 64" X 3/4"	30,00	KG
16	PLATINAS ACERO A-36 DE 1/8" X 1" X 6 m	5,00	KG
17	PLANCHA ACERO INOX 4' X 8' X 0.6 mm C304	10,00	UNID.
18	COPLES DE 1" X 3000 LBS F.N.	6,00	UNID.
19	COPLES 1 1/2" X 3000 LBS F.N.	7,00	UNID.
20	COPLES 1/2" X 3000 LBS F.N.	1,00	UNID.
21	ANGULOS ACERO A-36 DE 2 1/2" X 5/16" X 6m	2,00	UNID
22	BRIDA SLIP ON DE 4"Ø X 300 LBS F.N.	1,00	UNID.
23	EJES LISOS FIERRO NEGRO DE 1" X 6 MTS	3,00	UNID.
24	TUBO SCH 80 DE 4" X 0.25 MT F.N.	1,00	UNID.
25	TUBO SCH 40 DE 6" X 0.5 MT F.N.	1,00	UNID.
26	TUBO 1 1/4" X 6MTS F.N. CON COSTURA	2,00	UNID.
27	TUBO 1 " X 6MTS F.N. CON COSTURA	7,00	UNID.
28	PUENTES DE FIERRO FUNDIDO	8,00	UNID.
29	VARILLAS ACERO INOX 3/16" X 3 MT	5,00	UNID
30	VARILLA DE ACERO INOX DE 1/4" X 1 MT	1,00	UNID.
31	VARILLAS FIERRO NEGRO CORRUGADO 1/4" X 6 MT	4,00	UNID.

Fuente: elaboración propia.

Tabla N° 3.13: Metrado de consumibles para la fabricación

METRADO FABRICACIÓN CALDERA 120 BHP WET BACK			
No.	Descripción	Cantidad	Unidad
1	GAS PROPANO	36,00	KG
2	OXIGENO	80,00	MT3
3	BASE ZINCROMATO	2,00	GALON
4	ESMALTE SINTETICO NEGRO	1,00	GALON
5	ESMALTE TERMICO ALUMINIO	1,00	GALON
6	TRAPO	50,00	KG
7	LIJAS	20,00	UNID.
8	BROCHAS	5,00	UNID.
9	TINNER ACRILICO	5,00	GALON
10	SOLDADURA E-7018 DE 3/32"	40,00	KG
11	SOLDADURA E-7018 DE 1/8"	60,00	KG
12	SOLDADURA E-7018 DE 5/32"	80,00	KG
13	SOLDADURA E-7018 DE 3/16"	30,00	KG
14	SOLDADURA E-6011 DE 1/8"	70,00	KG
15	OVERCORD S E-3013 DE 1/8"	50,00	KG
16	ESCOBILLA CIRCULAR TRENZADA DE 4 1/2"	15,00	UNID.
17	DISCOS DESBASTE 7" X 1/4"	50,00	UNID.
18	DISCOS DESBASTE 4 1/2" X 1/4"	50,00	UNID.
19	DISCOS CORTE 4 1/2" X 1/8"	10,00	UNID.
20	DISCOS CORTE 4 1/2" X 3/32"	50,00	UNID.
21	DISCOS CORTE 7" X 1/16"	50,00	UNID.
22	DISCOS CORTE 7" X 1/8"	70,00	UNID.
23	PERNOS 5/8" X 2 1/2" COMPLETOS	54,00	UNID.
24	PERNOS 3/4" X 5 1/2" COMPLETOS	8,00	UNID.
25	PERNOS 1/2" X 2" COMPLETOS	36,00	UNID.
26	PERNO 1/4" X 2 1/2" INOX	1,00	UNID.
27	TUERCAS EXAGONALES DE 1" F.N.	6,00	UNID.
28	CASTABLE REPSA ALTA ALUMINA 25 KG/SACO	8,00	SACOS
29	PLASTICO CORALITE 25 KG/ CAJA	8,00	CAJAS
30	MANTA CERAMICA KAOWOOL	1,00	CAJA
31	LANA DE ROCA 2" DENSIDAD 100 KG/MT3	6,00	ROLLO
32	SOGA FIBRA DE VIDRIO 5/8"	25,00	MTS
33	AUTOROSCANTE CABEZA PAN 1/8" X 1/2" INOX	1,00	CAJA
34	REMACHES DE 3/32 X 1/2" MARCA WUSTES	1,00	CAJA
35	SOGA DE FIBRA DE VIDRIO 3/8" PARA BRIDA DE CHIMENEA	12,00	MTS
36	TINTE PENETRANTE MARCA CANTESCO	2,00	UNID.
37	TINTE CLEANER MARCA CANTESCO	2,00	UNID.
38	TINTE REBELADOR MARCA CANTESCO	2,00	UNID.
39	EMPAQUETADURA TOPO-G 12" X 16" X 1 1/4"	1,00	UNID.
40	EMPAQUETADURA TOPO-G 3 1/2" X 4 1/2"	8,00	UNID.

Fuente: elaboración propia.

Tabla N° 3.14: Metrado de accesorios y controles de la caldera

METRADO FABRICACIÓN CALDERA 120 BHP WET BACK			
No.	Descripción	Cantidad	Unidad
1	CRUCETAS DE 1" X 300 LBS F.N.	3,00	Unid.
2	UNION UNIVERSAL 1" X 300 LBS F.N.	2,00	Unid.
3	TAPON MACHO DE 1" X 300 LBS F.N.	5,00	Unid.
4	TEE DE 1" X 300 LBS F.N.	1,00	Unid.
5	BUSHING 1" A 1/2" X 300 LBS F.N	1,00	Unid.
6	TEE DE 1/2" X 300 LBS F.N.	5,00	Unid.
7	CODOS DE 1/2" X90° F.N. POR 300LBS	2,00	Unid.
8	BUSHING 1/2" A 1/4" X 300 LBS F.N.	5,00	Unid.
9	TAPONES MACHOS DE 1/2" F.N. POR 300 LBS	3,00	Unid.
10	NIPLES DE 1/4" X 3" F.N.SCH 80 SIN COSTURA	6,00	Unid.
11	NIPLES DE 1/2" X 6" F.N.SCH 80 SIN COSTURA	8,00	Unid.
12	NIPLES DE 1/2" X 3" F.N.SCH 80 SIN COSTURA	2,00	Unid.
13	NIPLES DE 1" X 4" F.N.SCH 80 SIN COSTURA	4,00	Unid.
14	NIPLES DE 1" X 2" F.N.SCH 80 SIN COSTURA	3,00	Unid.
15	NIPLES DE 1" X 2 1/2" F.N.SCH 80 SIN COSTURA	3,00	Unid.
16	NIPLES DE 1" X 3" F.N.SCH 80 SIN COSTURA	3,00	Unid.
17	TEE DE 1" X 300 LBS F.N.	2,00	Unid.
18	TAPON MACHO DE 1"X 300LB F.N.	1,00	Unid.
19	BUSHING DE 1" X 1/4" X 300 LBS F.N	1,00	Unid.
20	TIRAFON DE UN 1/4" F.N.	1,00	Unid.
21	UNION SIMPLE DE 1/4"X300 LBS F.N.	1,00	Unid.
22	UNION UNIVERSAL 1" X 300 LBS F.N.	2,00	Unid.
23	NIPLE DE 1/4" X 3" F.N. SCH 80 SIN COSTURA	1,00	Unid.
24	CODOS DE 1" X45° F.N. POR 300 LBS	2,00	Unid.
25	CODOS DE 1" X90° F.N. POR 300 LBS	2,00	Unid.
26	NIPLES DE 1" X 4" F.N.SCH 80 SIN COSTURA	4,00	Unid.
27	NIPLES DE 1" X 3 1/2" FN SCH80 SIN COSTURA	4,00	Unid.
28	NIPLES DE 1" X 2"FN SCH80 SIN COSTURA	4,00	Unid.
29	UNION UNIVERSAL 1" X 300 LBS F.N.	1,00	Unid.
30	NIPLE DE 1" X 3" F.N. SCH80 SIN COSTURA	1,00	Unid.
31	NIPLES DE 1 1/2 X 4" F.N SCH 80 SIN COSTURA	2,00	Unid.
32	REDUCCION CAMPANA DE 1 1/2" X 1 1/4" X 300 LBS	2,00	Unid.
33	CODOS DE 1 1/2" x 90° F.N. POR 300 LBS	2,00	Unid.
34	NIPLES DE 1 1/2" X 3" F.N. SCH 80 SIN COSTURA	2,00	Unid.
35	UNION UNIVERSAL 1" X 300 LBS F.N.	2,00	Unid.
36	CODOS DE 1" X 90° FN POR 300 LBS	2,00	Unid.
37	CODOS DE 1" X 45° FN POR 300 LBS	2,00	Unid.
38	NIPLES DE 1" X 4" F.N.SCH 80 SIN COSTURA	2,00	Unid.
39	NIPLES DE 1" X 3" F.N.SCH 80 SIN COSTURA	2,00	Unid.
40	NIPLES DE 1" X 2 1/2" F.N.SCH 80 SIN COSTURA	2,00	Unid.
41	NIPLES DE 1" X 2" F.N.SCH 80 SIN COSTURA	2,00	Unid.
42	REDUCCION CAMPANA DE 1 1/2" X 1" X 300 LBS F.N.	1,00	Unid.
43	NIPLE DE 1/2" X 4" F.N.SCH 80 SIN COSTURA	1,00	Unid.
44	CODO DE 1" X 90° F.N. POR 300 LBS	2,00	Unid.
45	CODO DE 1" X 45° F.N. POR 300 LBS	2,00	Unid.

46	UNION UINIVERSAL DE 1" X 300LBS F.N.	2,00	Unid.
47	TAPON HEMBRA DE 1" X 300 LBS F.N.	2,00	Unid.
48	NIPLE DE 1" X 3" F.N. SCH80 POR 300 LBS	2,00	Unid.
49	NIPLE DE 1" X 2 1/2" F.N. SCH80 POR 300 LBS	2,00	Unid.
50	TAPONES MACHOS DE 1 1/2" F.N. POR 300 LBS	2,00	Unid.
51	TAPONES HEMBRA DE 1 1/2" F.N. POR 300 LBS	2,00	Unid.
52	UNION UNIVERSAL DE 1" X300 LBS F.N.	1,00	Unid.
53	CODOS DE 1 1/2" x 90° F.N. POR 300 LBS	4,00	Unid.
54	UNION UNIVERSAL DE 1 1/2" X300 LBS F.N.	3,00	Unid.
55	TEES DE 1 1/2" X 300 LBS F.N.	3,00	Unid.
56	NIPLES DE 1 1/2 X 4" F.N. SCH 80 POR 300 LBS	4,00	Unid.
57	NIPLES DE 1 1/2 X 3" F.N. SCH 80 POR 300 LBS	4,00	Unid.
58	NIPLES DE 1 1/2 X 2" F.N. SCH 80 POR 300 LBS	2,00	Unid.
59	BUSHING DE 1 1/2" X 1" X 300 LBS POR 300 LBS	2,00	Unid.
60	TEFLONES	30,00	Unid.
61	PERMATEX	1,00	Unid.
62	TUBOS DE 1" F.N. SCH 80 SIN COSTURA	2,00	Unid.
63	TUBOS DE 1 1/2" F.N. SCH 80 SIN COSTUR A	1,00	Unid.
64	VALVULA APOLLO DE 1/2" X 2000 WOG	1,00	Unid.
65	VALVULA APOLLO DE 1/4" X 2000 WOG	1,00	Unid.
66	VALVULA APOLLO DE 1" X 2000 WOG	1,00	Unid.
67	VALVULA APOLLO DE 1/4" X 2000 WOG	1,00	Unid.
68	VALVULA CHECK CON DISCO DE TEFLON Y RESORTE 50T,DE 1" MARCA UNITED BRASS	2,00	Unid.
69	MANOMETRO DE SECO 0-200 X 2 1/2" MARCA BLUE RIBBON	1,00	Unid.
70	VALVULA REX CAST STEEL A216 CLASS 300 DE 4"	1,00	Unid.
71	VARILLA DE 1/4" INOX	1,00	Unid.
72	PERNO DE 1/4" X 2" INOX	1,00	Unid.
73	VALVULA SEGURIDAD 1 1/4" X 11/4" SERIE 600 KUNKLE	2,00	Unid.
74	VALVULA APOLLO 1" X 1200WOG	1,00	Unid.
75	VALVULA APOLLO DE 1" X 1200 WOG	1,00	Unid.
76	VALVULAS EVERLASTING DE 1 1/2" X 250 PSIG	2,00	Unid.
77	VALVULA TIPO Y DE PURGA LENTA MARCA UNITED BRASS 226 UT DE 1 1/2" X 200 PSIG	1,00	Unid.
78	QUEMADOR POWERFLAME MODELO C3-GO-25B DUAL DIESEL 2 - GAS NATURAL/ GLP	1,00	Unid.
79	BOTELLA PARA ELECTRODO WARRICK	1,00	Unid.
80	COLUMNA CONTROL NIVEL DE ALTA PRESION M&M, MODELO 157S	1,00	Unid.
81	ELECTROBOMBA GRUNDFOSS MODELO CR5-13	1,00	Unid.
82	VALVULAS NIVEL MARCA COMBRACO	1,00	Unid.
83	TUBO DE NIVEL CON LINEA ROJA MARCA COMBRACO DE 5/8" X 12"	1,00	Unid.
84	PRESOSTATOS MARCA HONEYWELL - MOD. L 404 F , RANGO 10-150 PSIG	1,00	Unid.
85	PRESOSTATO MARCA HONEYWELL - MOD. L 91 B-1241,RANGO 10-150 PSIG	1,00	Unid.
86	PRESOSATO MARCA HONEYWELL MOD. L-4079B, RANGO 10-150 PSIG	1,00	Unid.
87	MANOMETRO SECO DE 0-600 BLUE RIBBON 6"ø X 1/4" CONEXIÓN	1,00	Unid.
88	RELAY WARRICK 220 V.	1,00	Unid.
89	ELECTRODO WARRICK	1,00	Unid.
90	VISOR POSTERIOR	1,00	Unid.

Fuente: elaboración propia.

Tabla N° 3.15: Metrado de accesorios eléctricos de la caldera

METRADO FABRICACIÓN CALDERA 120 BHP WET BACK			
No.	Descripción	Cantidad	Unidad
1	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICA 3X20 A SCHNEIDER	1,00	UNID.
2	CONDUIT FLEXIBLE ¾ PESADO	5,00	MT
3	LLAVE TERMOMAGNETICA 2X16 A	1,00	UNID.
4	LLAVE TERMOMAGNETICA 2X10 A	1,00	UNID.
5	TRANSFORMADOR 220-110 VAC – 1KW	1,00	UNID.
6	CONECTORES CURVO 3/8 HERMETICO	10,00	UNID.
7	RELAY WARRICK 1 NIVEL – 220 VA	1,00	UNID.
8	CONECTORES RECTO 3/8 HERMETICO	10,00	UNID.
9	CONDUIT FLEXIBLE ½ PESADO	10,00	MT
10	RELAY ENCAPSULADO 8 PINES – 110 VAC	1,00	MT
11	CONECTORES CURVO ½ HERMETICO	8,00	MT
12	PILOTO LED 220 VAC ROJO SCHNEIDER	1,00	MT
13	CONECTORES RECTO ½ HERMETICO	8,00	UNID.
14	SELECTOR 0-1(BASE METALICA 22MM) NP2-BD21 SCHNEIDER	1,00	UNID.
15	CONECTORES CURVO 3/4 HERMETICO	7,00	UNID.
16	SIRENA PLOMA 220 VAC	1,00	UNID.
17	CONECTORES CURVO 3/4 HERMETICO	7,00	UNID.
18	BORNERAS DE RIEL AVK 6 mm GRIS KLEMSAN	25,00	UNID.
19	CABLE SILICONADO # 14	25,00	ROLLO
20	BORNERA DE RIEL DE 10 mm AVK KLEMSAN	10,00	ROLLO
21	CABLE # 12 THW INDECO	50,00	MT
22	BORNERA A TIERRA AVK 6/10T MM KLEMSAN	1,00	UNID.
23	TAPAS DE BORNERA NPP/AVK 2.5 - 10MM GRIS KLEMSAN	10,00	UNID.
24	PUENTE BORNERA 6 mm	1,00	UNID.
25	PUENTE BORNERA 10 mm	1,00	UNID.
26	TABLERO METALICO 60X40X20 HERMETICO	1,00	UNID.
27	CANALETA RANURADA 25X40 MM KLEMSAN	2,00	UNID.
28	RIEL DIM 2M CNC	1,00	UNID.
29	ROLLO CABLE #14 GPT INDECO	1,00	UNID.
30	ROLLO CABLE #16 GPT INDECO	1,00	UNID.
31	TUBOS MT ¾	2,00	UNID.
32	CONECTORES MT ¾	8,00	UNID.
33	CAJA TIPO LB ¾	1,00	UNID.

Fuente: elaboración propia.

b) Adquisición de los Materiales.

En esta etapa se realizan las gestiones necesarias para la adquisición de los materiales, buscando los proveedores con mejores precios y coordinando con estos las especificaciones técnicas del material a

adquirir y la fecha de entrega, para luego proceder a la recepción e identificación de materiales.

- **Recepción de materiales**

Una vez se haya echo trato con un proveedor mediante una orden de trabajo se procederá a dar aviso al responsable del almacén, el cual planificara el espacio destinado para la materia prima o insumo, el cual será una área específica para su rápida distribución, además el almacenamiento se realizará bajo el principio PEPS (FIFO) (Primero en Entrar, Primero en Salir) y se registrará e identificará la materia prima ingresante con los formatos establecidos.

Para la manipulación en la recepción de materiales, los operadores deberán portar de forma obligatoria los siguientes implementos: Fajas; cascos, guantes y zapatos de seguridad, luego se descargará la materia prima o insumo con mucho cuidado, ubicados en parihuelas, contenedores o estantes. En simultáneo el encargado del almacén ira corroborando las cantidades de descargadas con la guía de remisión entregada por el transportista, firmando finalmente la guía como señal de conformidad de las cantidades recibidas.

Terminada la descarga, el vehículo se retirará de la empresa, llevándose las guías firmadas con el visto bueno de los responsables de almacén y dejando las facturas correspondientes, las materias primas permanecerán, en el área de almacén de Materias Primas y luego será trasladada para su posterior transformación de acuerdo a la planificación de la producción.

- **Identificación de materias primas**

Una vez culminada la recepción de las materias primas o insumos (críticos) el responsable del almacén identificará los materiales de acuerdo al lote de ingreso respectivo. La estructura de identificación de los lotes de materia prima será de acuerdo a la OT para insumos que serán derivados a los proyectos afuera y para los insumos que se quedarán en almacén serán identificados por un nombre principal que ayude a una identificación rápida.

c) Habilitado de Materiales.

En esta etapa se procederá a hacer entrega de los materiales e insumos al área de producción para sus respectivos trabajos de trazado, corte y control dimensional.

- **Trazo y corte de placa porta tubo**

En esta etapa el área de producción recibe los planos de detalle y procede a realizar los trabajos de la siguiente manera.

- ✓ El personal deberá colocarse los Equipos de Protección Personal (EPP's) antes de realizar cualquier actividad, estos dependerán del trabajo a realizar.
- ✓ Se ubicaran las planchas de acero de acuerdo a su espesor y calidad.
- ✓ El operario realizara los Trazos de la plancha de acuerdo a lo que indica el plano de detalle.
- ✓ Antes de proceder a cortar las planchas se verificar que el área esté libre de productos inflamables.
- ✓ Se revisara el correcto encendido del equipo de oxicorte.
- ✓ Se verificara el balón de oxígeno y gas.
- ✓ Concluida las actividades antes mencionadas se proceder a cortar la plancha.

- **Control dimensional**

Una vez realizados los trabajos de corte, se procederá a realizar un control para asegurar que las dimensiones sean las correctas, para ello se realizaron las siguientes pautas.

- ✓ El personal deberá colocarse los Equipos de Protección Personal (EPP's) antes de realizar cualquier actividad, estos dependerán del trabajo a realizar.
- ✓ Utilizar los instrumentos de medición adecuados y debidamente calibrados.
- ✓ Una vez el elemento se encuentra habilitado o rolado o armado se procede a corroborar las dimensiones con las dimensiones de los planos.
- ✓ Se procede con la recolección de los datos en los formatos respectivos.
- ✓ Los formatos deben estar validados por el personal responsable de la recolección de los datos y el encargado de gerencia para su aprobación.
- ✓ Se deberá adjuntar los planos de control dimensional y los certificados de calibración de los instrumentos utilizados.

d) Fabricación de las partes de la caldera.

Esta etapa comprende el ensamble y costura mediante soldadura de las distintas partes de la caldera como son el casco, las tapas porta tubos, la cámara de combustión, los tubos de fuego, los arriostres, accesorios, etc.

- **Armado antes del soldeo**

El armado de las partes de la caldera consiste en colocar las piezas en su posición final y fijarlos mediante puntos de soldadura, para esta actividad se realizó el siguiente procedimiento.

- ✓ El personal deberá colocarse los Equipos de Protección Personal (EPP's) antes de realizar cualquier actividad, estos dependerán del trabajo a realizar.
- ✓ Verificar las condiciones del equipo de oxicorte y esmeril.
- ✓ Habilitar las planchas y/o perfiles (trazar a la medida indicada, cortar cada pieza y limpiar la escoria o rebarba) para proceder al armado.
- ✓ El operario armador con apoyo de ayudantes colocó las piezas en el lugar donde se desea para proceder a apuntalar.
- ✓ En caso de conexiones (diversas) se usa escuadra de nivel.

- **Soldeo de las partes de la caldera**

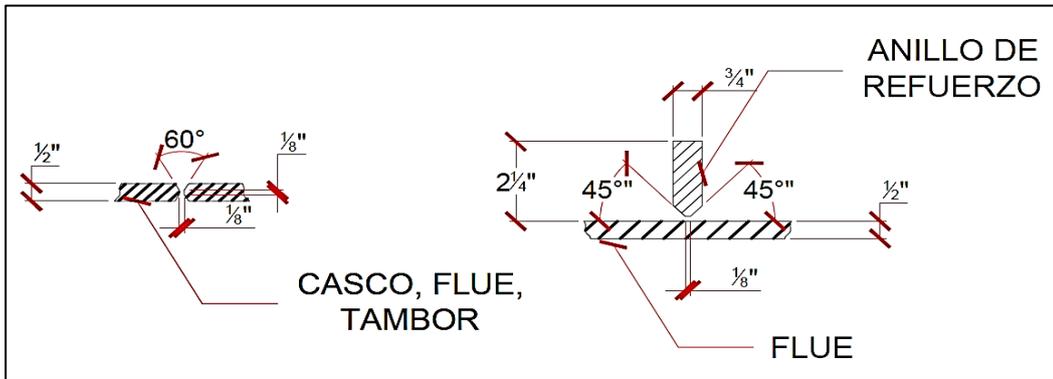
La soldadura es el tipo de unión comúnmente utilizado el día de hoy, siendo en este proyecto utilizado la soldadura por arco eléctrico con electrodo E-7018 (proceso SMAW).

Antes de iniciar cualquier trabajo de soldadura, se debe tener aprobado el procedimiento de soldadura (WPS), el cual es un documento que provee las directrices para realizar la soldadura con base en los requerimientos del código ASME sección IX, proporciona igualmente la información necesaria para orientar al soldador y asegurar el cumplimiento de los requerimientos del código. Describe las variables esenciales, no esenciales y cuando se requiera, las variables suplementarias esenciales de cada procedimiento de soldadura.

El Código ASME sección IX, es el Estándar para Calificación de Procedimientos de Soldadura, Soldadores y Operadores de Soldadura, este código da los lineamientos para desarrollar el procedimiento de soldadura.

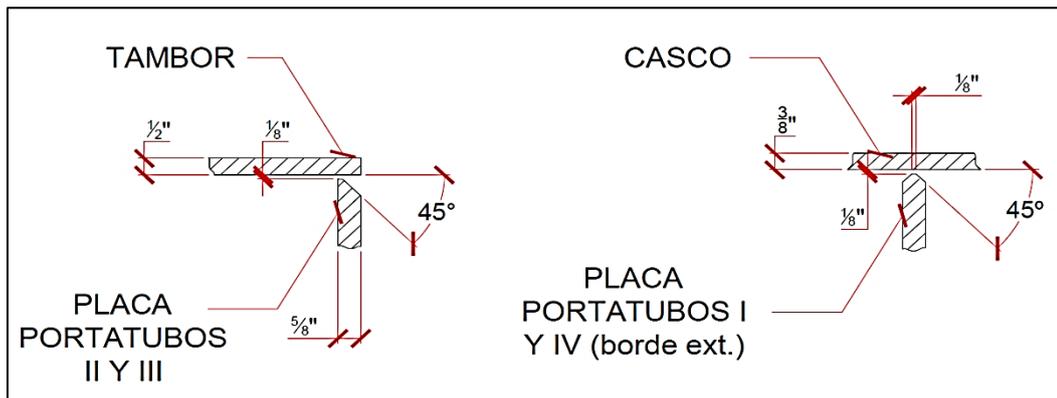
De igual manera los planos de detalle mostraran el tipo de junta de soldadura como se muestra en las siguientes figuras.

Figura N° 3.20: Detalles de soldadura del casco, tambor, flue y anillo de refuerzo



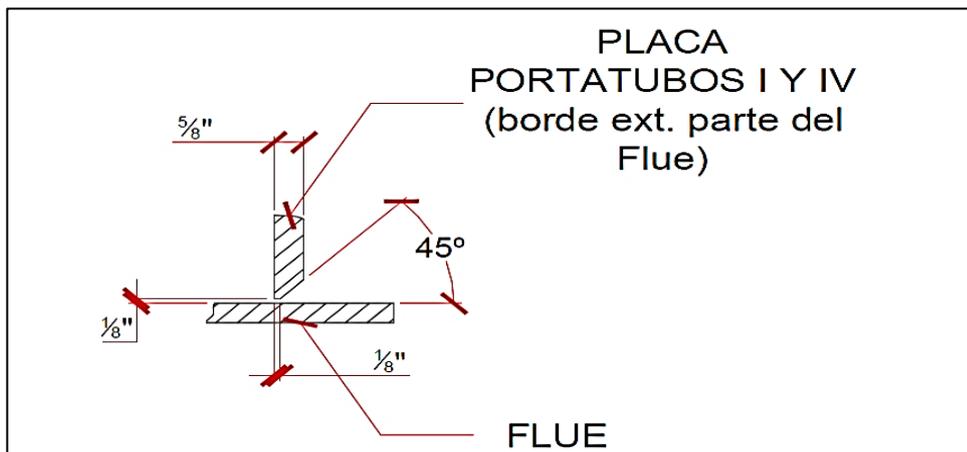
Fuente: elaboración propia.

Figura N° 3.21: Detalles de soldadura de la placa porta tubos con el tambor y el casco



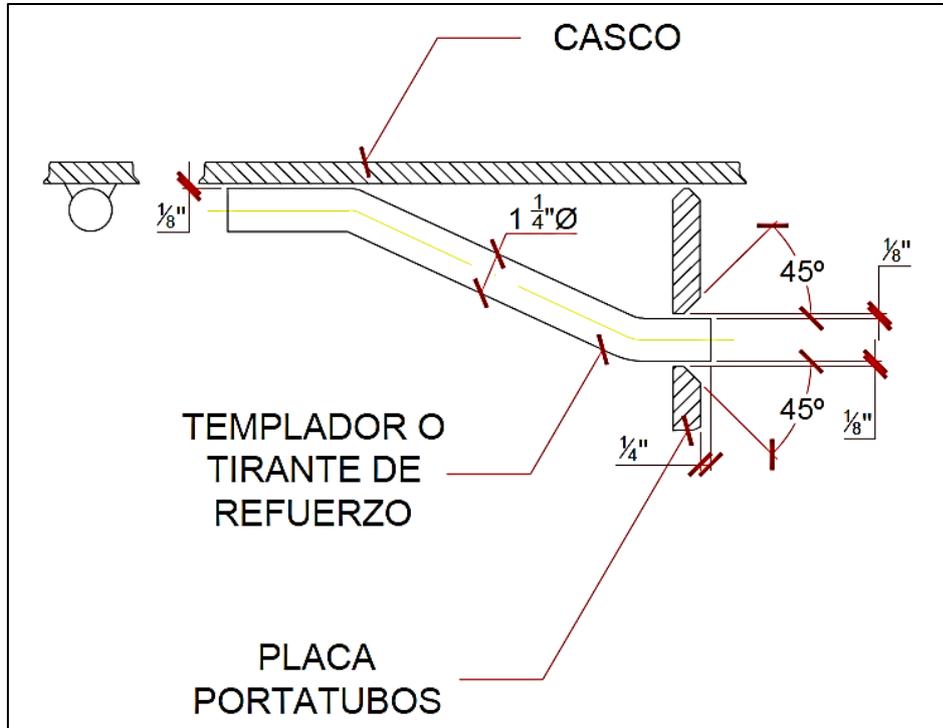
Fuente: elaboración propia.

Figura N° 3.22: Detalles de soldadura de la placa porta tubos con el flue



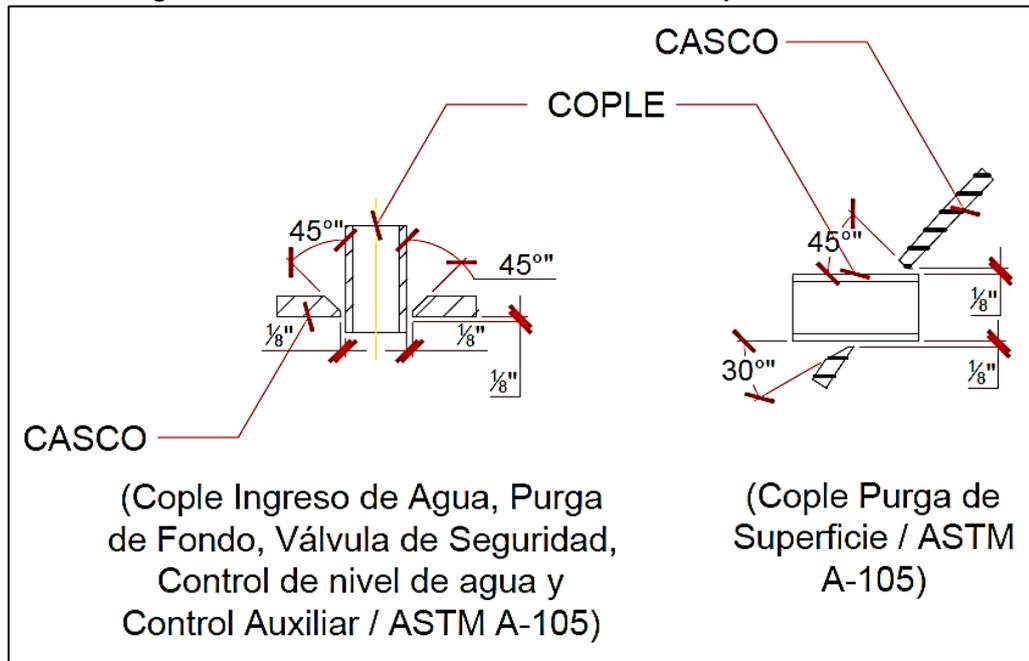
Fuente: elaboración propia

Figura N° 3.23: Detalles de soldadura de los templadores



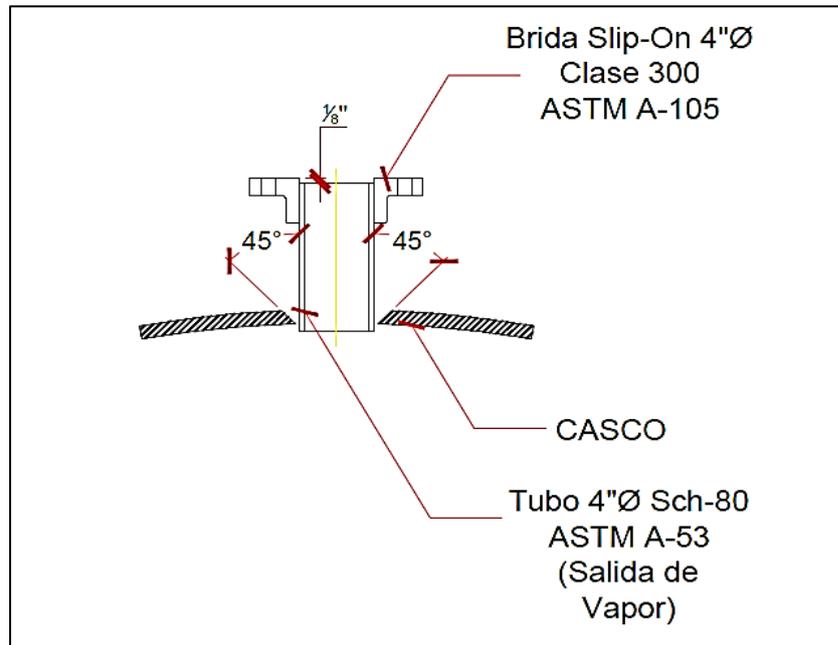
Fuente: elaboración propia.

Figura N° 3.24: Detalles de soldadura de los coples al casco



Fuente: elaboración propia.

Figura N° 3.25: Detalles de soldadura de los coples al casco



Fuente: elaboración propia.

Figura N° 3.26: Fabricación por soldadura - caldera de 120 bhp



Fuente: elaboración propia.

e) Inspección de calidad de la fabricación.

La inspección de calidad es una pieza fundamental en todo tipo de proceso de fabricación, esta estará alineada al Sistema de Gestión de la Calidad ISO 9001:2008 aplicables a la ejecución de actividades que constituyen el Proyecto “CONSTRUCCIÓN DE CALDERO HOSPITAL DE MOQUEGUA”, trabajo desarrollado para el HOSPITAL DE MOQUEGUA.

Este punto dará la confiabilidad al HOSPITAL DE MOQUEGUA. Que los trabajos ejecutados por INGEVAP SAC son acordes con los requisitos de la calidad aplicables a la ejecución del presente proyecto.

- **Inspección Visual**

Es un tipo de ensayo no destructivo que fija las condiciones de inspección y garantiza el control de calidad y el cumplimiento de los tamaños de soldadura, geometría y sanidad de las soldaduras de filete y soldaduras acanaladas o a tope mediante la aplicación del examen de inspección visual y con ayuda de elementos de medición como galgas, reglillas, etc.

Antes de la soldadura:

La inspección comienza con el examen de material previo a la fabricación, ya que esta práctica puede eliminar condiciones que tienden a causar defectos de soldadura. Costras, fisuras, incrustaciones y otras condiciones superficiales de riesgo pueden ser detectadas en el examen visual. Las laminaciones de la lámina pueden ser observadas en los filos cortados.

Después de que las partes sean ensambladas en posición para la soldadura, el inspector debe chequear las aperturas de raíz, la preparación de los filos, y otras características de la junta, ya que esta preparación de los filos, y otras características, puede afectar la calidad de la junta soldada.

El inspector debe chequear las siguientes condiciones de acuerdo a las especificaciones aplicables:

- ✓ Preparación de la junta, dimensiones y acabado.
- ✓ Dimensiones del espacio libre de láminas de respaldo, anillo o metal de aporte.
- ✓ Alineación y ensamblaje de las piezas a soldar.
- ✓ Verificación de limpieza.

Durante la soldadura:

Durante la inspección visual se chequean detalles del trabajo mientras la fabricación se encuentra en progreso, tales como:

- ✓ Proceso de soldadura y condiciones.
- ✓ Metal de aporte.
- ✓ Fundente o gas de protección.
- ✓ Pre calentamiento y temperatura entre pases.
- ✓ Control de distorsión.
- ✓ Cincelado, pulido o descarbonado entre pases.
- ✓ Intervalo de inspección.

El inspector debe estar familiarizado con todos los elementos involucrados en la especificación de procedimiento de soldadura calificada. Esto deba ser chequeado con particular cuidado, especialmente durante las primeras etapas de la producción, y debe verificarse el cumplimiento con todos los detalles del procedimiento.

La primera capa o pasa de raíz, es la más importante desde el punto de vista de la calidad final de la soldadura. Debido a la geometría de la junta, el volumen relativamente grande de metal de aporte con respecto al volumen del metal de soldadura del pase de raíz, el hecho de que la lámina esté posiblemente fría, hacen que el pase de raíz se enfríe rápidamente. Durante este proceso, existe una tendencia a que queden atrapadas escorias y gases que se resisten a su remoción durante los siguientes pases. Adicionalmente el metal

fundido durante este pase es particularmente susceptible al agrietamiento. Dichas grietas no solamente pueden permanecer, sino que pueden extenderse a capas subsiguientes. La inspección de este pase debe ser cuidadosa.

La inspección del pase de raíz ofrece otra oportunidad de inspeccionar las laminaciones de la lámina, puesto que ésta tiende a abrirse debido a los efectos del calor incidente sobre la operación de soldadura. En el caso de soldaduras de doble bisel, la escoria del pase de raíz sobre un lado de la lámina puede formar depósitos de escoria en el lado opuesto. Dichos depósitos son usualmente cincelados, pulidos y descarbonados previamente a la soldadura del lado opuesto, donde se presente una remoción de escoria incompleta, permanecerá en la raíz de la soldadura terminada.

La apertura de raíz debe ser monitoreada a medida que la soldadura de pasada está en progreso. Debe prestarse especial énfasis en la adecuación de soldaduras de tapón y en las mordazas o brazos diseñados para mantener la apertura de raíz no está limitada a soldaduras a tope, sino que también aplica a las conexiones tangenciales que son más difíciles de inspeccionar una vez que la soldadura ha sido completada.

Después de la soldadura:

La inspección visual es útil para verificar el producto terminado en aspectos tales como:

- ✓ Precisión dimensional de la soldadura (incluyendo distorsión).
- ✓ Conformidad a los requerimientos de los planos (que involucren determinación de si todas las soldaduras requeridas han sido realizadas, y si las soldaduras terminadas están conforme al tamaño y contorno requeridos).

- ✓ Aceptabilidad de las soldaduras en lo relativo a su apariencia (incluyendo características como la rugosidad, salpicadura de la soldadura, etc.
- ✓ Presencia de cráteres no llenados, socavaciones, traslajos y grietas.
- ✓ Evidencia de manipulación errónea desde el punzón central u otras marcas de inspección, o de pulido excesivo.
- ✓ Tiempo y temperatura de tratamiento térmico posterior a la soldadura.

La conformidad del tamaño y contorno de la soldadura puede ser determinada mediante el uso de una galga de soldadura. El tamaño de una soldadura de filete en juntas cuyos miembros se encuentran en ángulo recto, o aproximadamente a esto, es generalmente definido en términos de la longitud de la pierna. La galga determinará si el tamaño se encuentra dentro de los límites admisibles, y si existe excesiva concavidad o convexidad.

Para soldaduras a bisel, el ancho de las soldaduras terminadas fluctuará de acuerdo con el ángulo de bisel requerido, la cara de la raíz, la apertura y las tolerancias admisibles. La altura del refuerzo debe ser consistente con los requerimientos especificados.

- **Inspección por tintes penetrantes**

La inspección por tintes penetrantes es un ensayo no destructivo que sirve como complemento del ensayo de inspección visual, esta será aplicada en todas las juntas soldadas que no puedan ser radiografiadas por la geometría de la junta, tales como las juntas de filete y las juntas en los acoples.

La inspección por tintes penetrantes pasa por cinco etapas, las cuales son Limpieza inicial, Penetración, Remoción, Revelado e Inspección.

- ✓ **Limpieza inicial:**

En esta etapa se remueve la suciedad de la superficie de la pieza, eliminando así el polvo, grasa u óxido al menos a 1

pulgada de cada lado, con herramienta manual o motriz y aplicando finalmente un solvente removedor el cual debe secarse antes de empezar la siguiente etapa.

✓ **Penetración:**

En esta etapa se aplica el líquido penetrante, sobre la pieza a ser examinada, dejándolo penetrar dentro de los defectos, el tiempo de penetración en este caso es crítico, dejándolo al menos por 5 minutos.

✓ **Remoción del excedente de penetrante:**

Después de transcurrir el tiempo de penetración requerido, se debe remover el exceso de Penetrante tanto como sea posible empleando un material absorbente que puede ser papel Toalla o trapo limpio que no dejen pelusa y repetir la operación hasta eliminar cualquier indicio de penetrante. Es prohibido aplicar el solvente removedor directamente sobre la superficie para eliminar el exceso de penetrante de las superficies.

✓ **Revelado:**

En esta etapa se aplica un revelador blanco sobre la superficie de la pieza que extrae al penetrante de los defectos. El tiempo que el revelador debe permanecer en la pieza antes de ser inspeccionada, en nuestro caso debe ser de 10 minutos.

✓ **Inspección:**

En esta etapa se observan las indicaciones de los defectos bajo luz natural, toda indicación que sea confusa, poco definida o exista duda sobre su origen deberá ser re-inspeccionada para determinar si es una indicación falsa, no relevante o verdadera. La re-inspección debe iniciarse desde el paso referente a la limpieza antes de la aplicación del penetrante.

Los inspectores que realicen el desempeño y las interpretaciones/evaluaciones del ensayo deberán ser calificados y certificados de acuerdo al procedimiento de entrenamiento

examinación y certificación, el mismo que está basado en la práctica recomendada SNT-TC-1A 2011 de la ASNT.

- **Inspección por radiografía industrial**

La radiografía industrial, es un ensayo no destructivo que inspecciona pieza u objetos en búsqueda de discontinuidades o defectos internos, el método se basa en la menor o mayor transparencia a los rayos gamma de los materiales según su naturaleza y espesor, para esto el objetivo es irradiado, la radiación atraviesa el material siendo absorbida parcialmente por él y emerge con distintas intensidades las que son interceptadas por un film fotográfico. Al igual que la inspección por tintes, los inspectores que realicen la inspección radiográfica deberán ser calificados y certificados de acuerdo al procedimiento de entrenamiento examinación y certificación, el mismo que está basado en la práctica recomendada SNT-TC-1A 2011 de la ASNT, por lo que fue un personal técnico Nivel I el que realizo las inspecciones y un personal técnico Nivel II el que interpreto, evaluó y reporto los resultados de las inspecciones.

3.2.4 Recursos

Este Proyecto, el cual ha consistido en el diseño, fabricación, instalación y puesta en marcha de una caldera Pirotubular de tres pasos de 120 HP, para el abastecimiento de vapor del Hospital Regional de Moquegua, se hizo gracias a los recursos propios del Gobierno Regional de Moquegua – Sede Central, del Ministerio de Salud, así como del Ministerio de Economía y Finanzas, quienes asumieron todos los costos inherentes al Proyecto.

3.2.5 Indicadores de evaluación

Entre los principales indicadores de Evaluación podemos citar los que está considerando el fabricante de Calderas, INGEVAP S.A.C.

Indicadores de Evaluación

FABRICANTE	INGEVAP S.A.C.
DIRECCIÓN	Av. Guillermo Dansey 1155 – Lima
N° TELÉFONO	332-1023
EQUIPO	Caldera Horizontal
TIPO	Piro tubular
DISEÑO	Espalda Húmeda
N° DE PASES	3 pases
POTENCIA	120 BHP
FABRICADA BAJO NORMA	ASME sección 1 PowerBoilers
MATERIALES	
Lado de presión	ASTM A-285 Grado C
Tubos de fuego	ASTM A192
Lado de Gases	ASTM A-36
Base Estructural	ASTM A-36
Coplas	ASTM A-105 x 3000 Lbs
Bridas	SLIP-ON ASTM A-105 x 300 Lbs
Aislamiento	Colchoneta FIBERGLASS 2"
Acabado Exterior	Plancha Acero Inoxidable Calidad 304 de 1/40" de esp
Refractario	Castable Alta Alumina AA-50, Refractario Plástico Coralite
MODELO	D60-120-2G
N° SERIE	196-16
AÑO DE FABRICACIÓN	2016
PRESIÓN DE DISEÑO	150 Psi
PRESIÓN DE PRUEBA HIDROSTÁTICA	250 psi
SUPERFICIE DE CALEFACCIÓN	600 pie ²
PRODUCCIÓN DE VAPOR (desde y hasta 212°F)	4,140 lb/hr
TIPO DE COMBUSTIBLE	GLP – DIESEL 2
CON PETRÓLEO	
CON GAS	4,617 MBH
CALOR GENERADO	4 017 000 BTU/HR
PRESIÓN MÁXIMA DE TRABAJO	150 PSI
EFICIENCIA TÉRMICA	(con GN) 85% al 100% de carga
CONTROL	110 V
ESPESOR DE CASCO	1/2" ASTM A-285 Grado C
DIÁMETRO / N° TUBOS	
Segundo Paso	64 Und Tubo 2"Ø ASTM A-192 02 Und Tubo 2 ½"Ø ASTM A-192
Tercer pase	42 Und Tubo 2"Ø ASTM A-192
DIMENSIONES DE LA CALDERA	62"Ø x 157"
ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS	Inspección Visual
	Tintes Penetrantes
	Radiografía Industrial
	Prueba Hidrostática

3.2.6 Temporalización

El presente proyecto fue realizado en un lapso de 12 semanas como se muestra en el cronograma de actividades adjunto:

3.3. Evaluación de salida

Las evaluaciones propias de salida para el presente Proyecto se realizaron en las Fases II y IV respectivamente, las cuales se detallan a continuación, paso a paso:

Fase III: Aislamiento térmico y Pruebas del caldero.

a) Prueba Hidrostática.

Es la aplicación de una presión a la caldera de 120 BHP con el fin de verificar la hermeticidad de los accesorios bridados y la soldadura, utilizando como elemento principal el agua, se aplica como parte del control, y comprende desde: el habilitado del tanque para la prueba hidrostática, el llenado del mismo, control de nivel, purga del aire, presurización hasta la presión de prueba y el vaciado del líquido de prueba y elaboración de los registros aplicables a la prueba.

- **Liberación del recipiente para prueba hidrostática.**

Esta acción de inspección corresponde a la verificación y control de las actividades principales realizadas en relación al proceso constructivo del recipiente y de los protocolos de inspección complementados al 100%, previo a la prueba hidrostática.

- **Extensión de la prueba.**

Esta prueba se llevó a cabo siguiendo las siguientes pautas.

- ✓ No requieren pruebas de presión las líneas de descarga a la atmósfera tales como drenes de líneas y desfogue de válvulas de seguridad.
- ✓ Los equipos o dispositivos tales como bombas, turbinas, compresoras, válvulas de seguridad, discos de ruptura, juntas de expansión, etc., no deberán someterse a la presión de prueba del sistema del tanque.

- ✓ La prueba hidrostática se realizará con agua (cruda o filtrada y clorada según la disponibilidad y aprobación del cliente).
- ✓ La prueba será llevada a cabo con 01 manómetro contrastado y Certificado por una entidad autorizada por INDECOPI.
- ✓ Se usará 01 termómetro para medir la temperatura del agua.
- ✓ La temperatura del medio no deberá ser mayor de 38°C.

- **Determinación de la presión de prueba**

El sistema del tanque será probado hidrostáticamente a una presión máxima de 1.5 veces de la presión de diseño.

- **Control de prueba hidrostática**

- ✓ **Ubicación de manómetros y accesorios para la prueba:**

Esta actividad se inicia con la colocación de 01 manómetro (calibrado – vigente) y 01 válvula de purga en la parte más baja del tanque y tubería.

- ✓ **Control de llenado:**

Una vez colocado el manómetro en el tanque se procederá a verificar que las conexiones de entrada y/o salida se encuentren selladas, con excepción de una entrada que servirá para el ingreso del agua, el llenado del recipiente será llevado a cabo por parte del cliente hasta su máxima capacidad.

- ✓ **Elevación de presión:**

Llenado el recipiente se hermetizará el sistema conectando la bomba de agua al niple de salida, se deberá contar con por lo menos 02 cilindros de agua para poder terminar el llenado del tanque debido a algún desalineamiento del mismo.

Se incrementará la presión paulatinamente hasta alcanzar el valor de la presión de prueba, para luego proceder a mantenerla por un tiempo de una hora verificando que no haya baja de presión en el

sistema, de ser necesario se tomará el tiempo suficiente para inspeccionar visualmente las posibles deformaciones, lagrimeos, fugas, decrementos de presión en los manómetros o cualquier otra señal que pudiera suspender la prueba y determinar los resultados como no satisfactorios, por lo que cualquier comportamiento del sistema del recipiente que a juicio represente un riesgo (deformaciones, fugas, etc.) será motivo para suspender la prueba y determinar esta como no satisfactoria.

Si no existe un decremento de presión durante un periodo de tiempo de al menos una hora del valor de la presión de prueba, la prueba se considera satisfactoria y se registran datos en formatos determinados, así mismo después de haber terminado la prueba se drenara completamente el sistema por la válvula existente en el tanque, la descompresión del sistema será paulatino es decir primero se bajara la presión en 50 psi y así paulatinamente hasta llegar a presión a cero en la lectura del manómetro, llegado a ese valor se podrá purgar la totalidad del tanque.

Figura N° 3.27: Prueba hidrostática - caldera de 120 BHP



Fuente: elaboración propia.

Figura N° 3.28: Presión de prueba



Fuente: elaboración propia.

Figura N° 3.29: Temperatura de prueba



Fuente: elaboración propia.

- **Detección de Fallos y acciones correctivas**

Si durante el llenado se hubiera detecta cualquier humedecimiento o fuga de agua, causados por defectos de soldadura o de plancha, se detendrá la prueba, se vaciará el agua, hasta un nivel de 20cm. más bajo que el nivel del defecto y se procederá a su reparación. Para cualquier reparación, modificación o soldeo se drenara toda el agua, terminada ésta el inspector de ensayos no destructivos continuará el trabajo con el procedimiento anteriormente señalado.

b) Aislamiento Térmico

Una vez concluida y aprobada la prueba hidrostática se procedió a realizar el aislamiento térmico de la caldera de 120 BHP, esto debido a que las calderas trabajan a altas temperaturas con respecto al ambiente para producir vapor de agua, teniendo como función principal la conservación de la energía ya que actúa como una resistencia al flujo de calor, reduciendo de esta manera las pérdidas de energía.

Para realizar las actividades de aislamiento térmico fue necesario seguir las siguientes pautas.

- El personal deberá colocarse los Equipos de Protección Personal (EPP's) antes de realizar cualquier actividad, estos dependerán del trabajo a realizar.
- Se procedió a la colocación del acero inoxidable y su apuntalamiento.
- Pintado con anticorrosivo toda la parte exterior del equipo.
- Corte de la soga de fibra de vidrio en tiras o forma de cinta.
- Se forra la platina con asbesto (forma de cinta).
- Colocación de la fibra de vidrio o lana de vidrio en todo el cuerpo exterior del equipo.

c) Pruebas de funcionamiento

Esta actividad consiste en una prueba al sistema eléctrico – electrónico de la caldera de 120 BHP, para corroborar su correcto funcionamiento ya que ya que estos controlan el buen funcionamiento de la caldera, los instrumentos puestos a prueba fueron:

- 01 interruptor termomagnético 3 x 32 schneider.
- 01 interruptor termomagnético 3 x 20 schneider.
- 01 interruptor termomagnético 2 x 10 schneider.
- 02 selector 0-1(base metálica 22mm) np2-bd21 schneider.
- 01 sirena ploma ms 290 cnc.
- 01 tablero metálico _600 x 400 x 200 mm.

Fase IV: Puesta en Marcha y entrega Final

a) Traslado de la Caldera de la planta a la Obra

- **Embalaje de la caldera**

Esta actividad consiste en empacar el equipo o caldera para su posterior traslado a obra, de tal manera que se pueda proteger al equipo y que sea más fácil su traslado, para este proyecto se siguió el siguiente procedimiento.

- ✓ Después de terminado un equipo, se hace una última inspección por parte del área de control de calidad, el cual autoriza su posterior embalaje.
- ✓ Luego es trasladado a un área de fácil acceso para su embalaje, y en general todos los productos se cubren con plástico film stretch completamente incluyendo sus accesorios., solo en caso de acero inoxidable el equipo es cubierto con papel periódico y/o cartón para evitar ralladuras. En ambos casos se consignara el nombre del cliente y su número de serie sobre el equipo de forma visible.
- ✓ En caso de accesorios que pertenecen al equipo pero son trasladados de forma independiente se embalan con el plástico stretch film para ser llevado al almacén hasta el día de entrega al cliente identificando con el nombre del cliente y el número de serie del equipo principal.

- **Entrega de la caldera.**

Esta es una de las actividades más delicadas, ya que pone en riesgo integro a la caldera corriendo riesgos de golpes y caídas, para este proyecto se siguió el siguiente procedimiento.

- ✓ Todo movimiento del equipo fabricado terminado debe realizarse con extremo cuidado para evitar daño físico al equipo y cualquier tipo de accidente.
- ✓ El responsable de producción coordina el traslado del equipo fabricado terminado hacia la parte exterior de la planta.
- ✓ Con el uso del montacargas o stocka o maniobra se traslada el equipo fabricado a la parte exterior de la planta.
- ✓ Según las condiciones de entrega, con ayuda de la pluma o montacargas se carga al vehículo de transporte contratado o del cliente.

b) Puesta en marcha.

La puesta en marcha se realiza una vez que el personal de construcción ha concluido el completamiento mecánico de acuerdo a lo estipulado en los Planos y Especificaciones, estas se llevan a cabo a través de una serie de actividades y procedimientos, siendo estos ordenados sistema por sistema y tienen como objetivo traspasar formalmente la caldera de 120 BHP al personal encargado del Hospital de Moquegua, garantizando su operatividad en los términos de Seguridad, Confiabilidad y Performance requeridos para lograr la recepción del Proyecto por parte del Cliente.

Además la caldera tiene una garantía de 02 Años a partir de la entrega a conformidad por parte del cliente, se le hará entrega de un manual de operación, mantenimiento, lista de partes, catálogos de piezas y partes, diagramas eléctricos, así como una capacitación para los operarios y supervisores por 8 Hrs. Teórico-práctico.

c) Entrega de Dossier

El Dossier de calidad es un expediente, en donde se encuentran todos los elementos necesarios que demuestra que la caldera de 120 BHP fue hecho con calidad, dentro de este expediente se encuentran los siguientes documentos:

- ✓ Certificados de calidad de los materiales utilizados (planchas y tubos).
- ✓ Certificados de calidad de los equipos y controles.
- ✓ Certificados de pruebas y ensayos no destructivos.
- ✓ Protocolos de pruebas en vacío y con carga.
- ✓ Certificado de soldadores.
- ✓ Planos de detalle.
- ✓ Memorias de Calculo.

3.4. Análisis e interpretación cualitativa-cuantitativa comparativa

Tabla 3.17: Resultados técnicos de la caldera

EQUIPO	Caldera Horizontal
TIPO	Pirotubular
DISEÑO	Espalda Húmeda
N° DE PASES	3 pases
POTENCIA	120 BHP
FABRICADA BAJO NORMA	ASME sección 1 Power Boilers
MATERIALES	
Lado de presión	ASTM A-285 Grado C
Tubos de fuego	ASTM A192
Lado de Gases	ASTM A-36
Base Estructural	ASTM A-36
Coplas	ASTM A-105 x 3000 Lbs
Bridas	SLIP-ON ASTM A-105 x 300 Lbs
Aislamiento	Colchoneta FIBERGLASS 2"
Acabado Exterior	Plancha Acero Inoxidable Calidad 304 de 1/40" de esp.
Refractario	Castable Alta Alumina AA-50, Refractario Plástico Coralite
MODELO	D60-120-2G
N° SERIE	196-16
PRESIÓN DE DISEÑO	150 Psi
PRESIÓN DE PRUEBA HIDROSTÁTICA	250 psi
SUPERFICIE DE CALEFACCIÓN	600 pie ²
PRODUCCIÓN DE VAPOR (DESDE Y HASTA 212°F)	4,140 lb/hr
TIPO DE COMBUSTIBLE	GLP – DIESEL 2
CON PETRÓLEO	
CON GAS	4,617 MBH
CALOR GENERADO	4 017 000 BTU/HR
PRESIÓN MÁXIMA DE TRABAJO	150 PSI
EFICIENCIA TÉRMICA	(con GN) 85% al 100% de carga
CONTROL	110 V
ESPESOR DE CASCO	1/2" ASTM A-285 Grado C
DIÁMETRO / N° TUBOS	
Segundo Paso	64 Und Tubo 2"ø ASTM A-192 02 Und Tubo 2 1/2"ø ASTM A-192
Tercer pase	42 Und Tubo 2"ø ASTM A-192
DIMENSIONES DE LA CALDERA	
	62"ø x 157"
ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS	
	Inspección Visual
	Tintes Penetrantes
	Radiografía Industrial
	Prueba Hidrostática

Fuente: Elaboración propia

De la Tabla N° 3.17. Se aprecian los resultados de técnicos de la ingeniería básica y de detalle de acuerdo al código ASME, para la

construcción de la caldera Piro tubular de 3 Pases de 120 BHP para el Hospital Regional de Moquegua.

Tabla N° 3.18: Proceso de fabricación de la Caldera Piro Tubular

1	Elaboración del Metrado de Materiales, ver tabla N° 12, 13 y 14.
2	Adquisición de los Materiales.
3	Habilitado de Materiales.
	<ul style="list-style-type: none"> • Trazo y corte de placa porta tubo
	<ul style="list-style-type: none"> • Control dimensional
4	Fabricación de las partes de la caldera.
	<ul style="list-style-type: none"> • Armado antes del soldeo
	<ul style="list-style-type: none"> • Soldero de las partes de la caldera (Electrodo E-7018)
5	Inspección de calidad de la fabricación.
	<ul style="list-style-type: none"> • Inspección Visual de Soldadura (ASME V, articulo 9) <ul style="list-style-type: none"> ➤ Antes de la soldadura ➤ Durante la soldadura ➤ Después de la soldadura
	<ul style="list-style-type: none"> • Inspección por tintes penetrantes (ASME V, articulo 6) <ul style="list-style-type: none"> ➤ Limpieza inicial ➤ Penetración ➤ Remoción del excedente de penetrante ➤ Revelado ➤ Inspección
	<ul style="list-style-type: none"> • Inspección por radiografía industrial (ASME V, articulo 2)

De la tabla N° 3.18. Se aprecia un resumen de las actividades o secuencia del proceso de fabricación desarrollado por la empresa INGEVAP SAC. para la fabricación de la caldera Piro tubular de 3 Pases de 120 BHP para el Hospital Regional de Moquegua.

Tabla N° 3.19: pruebas del caldero

1	Prueba Hidrostática. (250 psi). Ver figura N° 41.
	<ul style="list-style-type: none">• Liberación del recipiente para prueba hidrostática.
	<ul style="list-style-type: none">• Extensión de la prueba.
	<ul style="list-style-type: none">• Determinación de la presión de prueba.
	<ul style="list-style-type: none">• Control de prueba hidrostática.
2	Pruebas de funcionamiento (Sistema eléctrico-electronico) .

De la tabla N° 3.19. Se aprecian las actividades para las pruebas en la caldera Piro-tubular, la cual se probó a una presión manométrica de 250 psi, sin que esta bajase al transcurrir en tiempo, bajo las recomendaciones del código ASME I, V, VIII y IX, por lo que se dio por aprobada la prueba, así como la corroboración del sistema de control eléctrico electrónico de la misma.

Así mismo el presente informe tuvo como objetivo de realizar el diseño y fabricación de la parte mecánica de una Caldera Piro-tubular de 3 pasos de 120 BHP, de acuerdo al Código ASME, para el Hospital Regional de Moquegua, para lo cual se realizaron cálculos mecánicos de resistencia y de transferencia de calor basados en normas internacionales, para posteriormente proceder a la fabricación mediante un conjunto de procesos, siendo estos inspeccionados continuamente con el fin de garantizar un aseguramiento de la calidad del producto, concluyendo finalmente con las pruebas respectivas que asegure su correcto funcionamiento, estos resultados armonizan con lo sostenido por Figueroa (2015), ya que su investigación se basó en un análisis de los elementos que forman parte de la caldera, lo cual se realizó en el presente proyecto mediante el metro y adquisición de los materiales que debe tener la caldera de 3 pasos de 120 BHP, así mismo concordamos en que la realización del diseño y fabricación de este tipo de equipos debe estar basado en códigos internacionales, como es el código ASME.

De igual manera se concuerda con lo establecido por Chunga (2016), ya que su investigación se basó cálculos de ingeniería y tablas para la selección de los materiales y accesorios, con la finalidad de obtener un diseño económico y con un alto rendimiento, lo mismo por lo establecido por Blas y López (2013), que de igual manera busco mejorar las condiciones de eficiencia mediante cálculos a nivel de ingeniería incidiendo en la cantidad de tubos y el diámetro del hogar.

IV. CONCLUSIONES:

- En base a las reglas para el diseño y la construcción de calderas de potencia proporcionados por el código ASME, se logró diseñar y fabricar la parte mecánica de una caldera Piro-tubular de 3 pases y de 120 BHP, para el Hospital Regional de Moquegua.
- La ingeniería básica y de detalle utilizadas en la construcción de la caldera piro-tubular para el hospital de Moquegua, se basó en el Código ASME Sección I, II y VIII y en las especificaciones técnicas proporcionadas por el cliente.
- Los procesos desarrollados para la fabricación de la caldera piro-tubular se basó en una serie de actividades programadas desde el metrado y adquisición de materiales, hasta el habilitado y fabricación por medio de soldadura, los cuales están basados en el Know how desarrollado por la empresa INGEVAP SAC.
- Las pruebas realizadas en la caldera de 3 pases de 120 BHP está basada en las recomendaciones del código ASME, en sus secciones I, V, VIII y IX, los cuales nos da las pautas para pruebas no destructivas e hidrostática.
- La entrega formal fue realizada una vez que se haya realizado el completamiento mecánico y puesta en marcha de la caldera, siendo esto aprobado por el cliente, a la vez de hacerle entrega del dossier de calidad y una garantía de funcionamiento por dos años.

V. RECOMENDACIONES:

- Asignar al personal adecuado para las capacitaciones otorgadas por la empresa INGEVAC SAC, de preferencia deberá ser el personal que estará perenne en la operación y mantenimiento de la caldera ya que esto mejoraría en gran medida el desempeño de esta.
- Seguir siempre las normas de seguridad y mantenimiento recomendadas por la empresa INGEVAC SAC, de tal manera de efectuar a su debido tiempo las revisiones establecidas.
- Leer y conservar el manual de uso y entretenimiento del aparato y, en caso de duda, preguntar a la empresa INGEVAC SAC ante cualquier cuestión acerca de las prestaciones y el manejo de la caldera.
- Bajo ningún motivo obstruya los conductos de evacuación de los productos de la combustión, de igual manera es importante mantener limpios el colector de humos y el registro de la chimenea.

VI. BIBLIOGRAFIA:

- ANGEL LUIS MIRANDA BARRERAS. Tubos de Calor. Barcelona. Editorial CEAC. Primera Edición. 2005.
- ASME SECCIÓN I: Reglas para la construcción de calderas de potencia. Nueva York, EEUU. Sociedad americana de ingenieros mecánicos. 2010.
- ASME SECCIÓN II: Materiales para la construcción de calderas y recipientes a presión. Nueva York, EEUU. Sociedad americana de ingenieros mecánicos. 2010.
- ASME SECCIÓN IX: Norma de calificación para procedimientos de soldadura, de soldadores y operadores de soldadura. Nueva York, EEUU. Sociedad americana de ingenieros mecánicos. 2007.
- ASME SECCIÓN V: Pruebas no destructivas. Nueva York, EEUU. Sociedad americana de ingenieros mecánicos. 2007.
- ASME SECCIÓN VIII: Diseño, Construcción e Inspección de Tanques y Recipientes de Presión. Nueva York, EEUU. Sociedad americana de ingenieros mecánicos. 2013.
- CHUNGA PAZMIÑO, Cesar. “Diseño de un Caldero Piro-tubular a Diésel para los pequeños productores de lácteos de la parroquia Pucayacu, del Cantón la Maná provincia de Cotopaxi”. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Mecánico. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Ecuador. 2016.
- FIGUEROA CIRES, Jorge. “Diseño y construcción de un Caldero Piro-tubular para mejorar la formación práctica en la asignatura operaciones unitarias de los estudiantes de la facultad de

Ingeniería Industrial de la Universidad Estatal Península de Santa Elena”. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Industrial. Universidad Estatal Península de Santa Elena. Ecuador. 2015.

KEENAN, KEYES, HILL Y MOORE. *Steam Tables*. Massachusetts. Editorial John Wiley and Sons. Quinta Edición. 1986.

SPIRAX SARCO. *Guía de Referencia Técnica: Calderas y Accesorios*. Argentina. Editorial Spirax-Sarco Limited. 1999.

V. GANAPATHY. *Waste Heat Boiler Deskbook*. New York. Editorial Prentice Hall de New York Inc. Primera Edición. 1991.

VII. ANEXOS:

7.1 Reportes

ANEXO N° 1: REPORTE DE LÍQUIDOS PENETRANTES

 ICOT SAC <small>INSPECCIONES Y CONTROLES TÉCNICOS Jr. Fedzovich Sotomayor N° 115 San José Telef: (511) 2246791 - LIMA - PERÚ</small>	SISTEMA DE GESTION DE LA CALIDAD		ICOT-REG-CC-013		
	REPORTE DE LIQUIDOS PENETRANTES		VERSION	02	
			F. APROB.	28/12/2015	
			PAGINA	1 DE 2	
CLIENTE: _____					
PROYECTO: _____			REPORTE N°: _____		
REQUERIDO POR: _____			FECHA: _____		
SST: _____					
Material	Espes	Diámetro	Producto: <input type="checkbox"/> Soldador <input type="checkbox"/> Plancha <input type="checkbox"/> Fundición <input type="checkbox"/> Forjado		
% / m Solicitado	Código/Norma		Condición de Superficie: <input type="checkbox"/> Esmerilada <input type="checkbox"/> Irregular <input type="checkbox"/> Rugosa <input type="checkbox"/> Pulida		
Procedimiento N°	Criterio Aceptación		Estándar de limpieza		
	REMOVEDOR	PENETRANTE	REVELADOR		
Fabricante					
Marca /Modelo					
Método de Examinación					
Tipo I Penetrantes Fluorescentes <input type="checkbox"/> A - Lavable al agua <input type="checkbox"/> B - Postemulsificable lipofílico <input type="checkbox"/> C - Removible con solvente <input type="checkbox"/> D - Postemulsificable,					
Tipo II Penetrantes Visible <input type="checkbox"/> A - Lavable al agua <input type="checkbox"/> C - Removible con solvente					
Temperatura de					
Tiempo de permanencia del penetrante					
Modo de aplicación: <input type="checkbox"/> Espolvoread <input type="checkbox"/> Sumergido <input type="checkbox"/> Inundación <input type="checkbox"/> Spray					
Limpieza	<input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Si				
N°	Discontinuidad	Dimensión	Localización	Calificació	Observación
OBSERVACIONES: <input type="checkbox"/> APROBADO <input type="checkbox"/> RECHAZADO <input type="checkbox"/> ECN					
Leyenda: Calificación A : Aprobado R : Rechazado ECN : Examen Complementario Necesario Discontinuidades Ac : Porosidad C : Falta de Fusión Fb : Socavado Ea : Fisura Longitudinal D : Falta de penetración Eb : Fisura Transversal					
Lugar y Fecha de Ejecución		Examinador		Supervisor	

INFORME TECNICO

N° 2453 -16

POR SERVICIO DE INSPECCIÓN CON TINTES
PENETRANTES A JUNTAS DE CASCO DE CALDERA
DE 120 BHP SERIE: 195-16 (OT16-150).

CLIENTE: INGEVAP S.A.C.

CLIENTE: INGEVAP S.A.C.

REPORTE N°: 2453 - 16

PROYECTO: INSPECCION DE JUNTAS DE CASCO DE CALDERA DE 120 BHP SERIE: 195-16 (OT16-150)

FECHA : 14/10/2016

RELACION DE JUNTAS/ ELEMENTOS EXAMINADAS

N°	Identificación	Soldador	Longitud	Calificación	Observaciones
1	L1	YGCM	1580 mm	A	---
2	L2	YGCM	2410 mm	A	---
3	C1	YGCM	5030 mm	A	---
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					
23					
24					
25					
26					
27					
28					
29					
30					
31					
32					
33					
34					
35					

Lugar y Fecha de Ejecución: Cercado de Lima, 30 de septiembre, 01 y 05 de octubre del 2016.	Examinador  JHONY HENRY ALBINO JACINTO Nivel II SNT - TC 1A	Supervisor
--	--	------------

INFORME TECNICO

N° 2453.1 -16

POR SERVICIO DE INSPECCIÓN CON TINTES
PENETRANTES A JUNTAS DE FLUE DE CALDERA
DE 120 BHP SERIE: 195-16 (OT16-150).

CLIENTE: INGEVAP S.A.C.



SISTEMA DE GESTION DE LA CALIDAD

ICOT-REG-CC-013

VERSION 01

REPORTE DE LIQUIDOS PENETRANTES

F. APROB. 28/12/2015

PAGINA 1 DE 2

CLIENTE: INGEVAP S.A.C.

PROYECTO: INSPECCION DE JUNTAS DE FLUE DE CALDERA DE 120 BHP SERIE: 195-16 (OT16-150) REPORTE N°: 2453.1 - 16

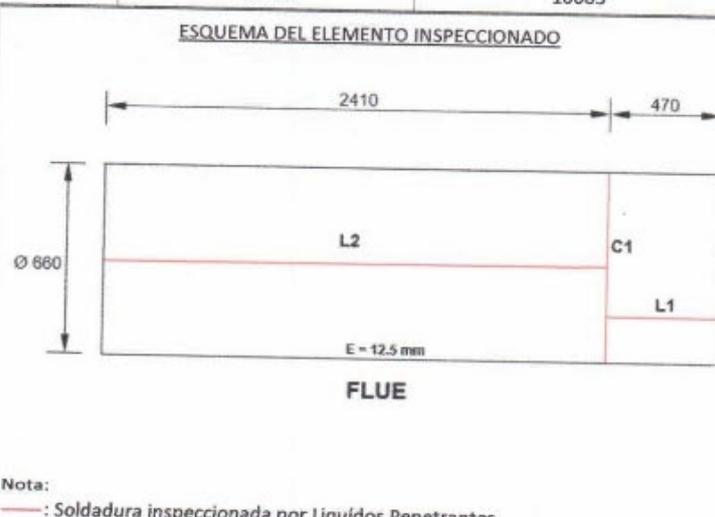
REQUERIDO POR: ING. JORGE COLCHADO

FECHA : 14/10/2016

SST: ---

Material	Espesor	Diámetro	Producto:
ASTM A-285 Grado C	12.5 mm	Ø 660 mm	<input checked="" type="checkbox"/> Soldadura <input type="checkbox"/> Plancha <input type="checkbox"/> Fundición <input type="checkbox"/> Forjado
% / m Solicitado	Código/Norma Referencia	Condición de Superficie:	
100 %	ASTM E-165-12	<input checked="" type="checkbox"/> Esmerlada <input type="checkbox"/> Irregular <input type="checkbox"/> Rugosa <input type="checkbox"/> Pulida	
Procedimiento N°	Criterio Aceptación	Estándar de limpieza	
ICOT-PRO-CC-005	ASME Secc. VIII Div. 1 / Edición 2015	ISO 8501 - 1	
	REMOVEDOR	PENETRANTE	REVELADOR
Fabricante	Kemper System Production Inc.	Kemper System Production Inc.	Kemper System Production Inc.
Marca / Modelo	CANTESCO	CANTESCO	CANTESCO
Lote	15364	16029	16083

Método de Examinación	
Tipo I Penetrantes Fluorescentes	
<input type="checkbox"/> A - Lavable al agua	
<input type="checkbox"/> B - Postemulsificable lipofílico	
<input type="checkbox"/> C - Removible con solvente	
<input type="checkbox"/> D - Postemulsificable, hidrofílico	
Tipo II Penetrantes Visible	
<input type="checkbox"/> A - Lavable al agua	
<input checked="" type="checkbox"/> C - Removible con solvente	
Temperatura de prueba	20 °C
Tiempo de permanencia del penetrante	10 min
Modo de aplicación:	
<input type="checkbox"/> Espolvoreado <input type="checkbox"/> Sumergido	
<input type="checkbox"/> Inundación <input checked="" type="checkbox"/> Spray	
Limpieza posterior:	<input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Sí



N°	Discontinuidad	Dimensión	Localización	Calificación	Observación

OBSERVACIONES: Se inspeccionó al 100% las juntas soldadas del Flue en el pase de raíz. No detectándose discontinuidades relevantes, según la Norma aplicada.

APROBADO RECHAZADO ECN

Leyenda:		
Calificación	Discontinuidades	
A : Aprobado	Ac : Porosidad	C : Falta de Fusión
R : Rechazado	Fb : Socavado	Ea : Fisura Longitudinal
ECN : Examen Complementario Necesario	D : Falta de penetración	Eb : Fisura Transversal

Lugar y Fecha de Ejecución:	Examinador	Supervisor
Cercado de Lima, 30 de septiembre, 01 y 06 de octubre del 2016.	 JHONY HENRY ALBINO JACINTO Nivel II SNT - TC IA	

E-mail: icotsac@gmail.com

CLIENTE: INGEVAP S.A.C.

REPORTE N°: 2453.1 - 16

PROYECTO: INSPECCION DE JUNTAS DE FLUE DE CALDERA DE 120 BHP SERIE: 195-16 (OT16-150)

FECHA : 14/10/2016

RELACION DE JUNTAS/ ELEMENTOS EXAMINADAS

Nº	Identificación	Soldador	Longitud	Calificación	Observaciones
1	L1	HLBC	470 mm	A	---
2	L2	HLBC	2410 mm	A	---
3	C1	HLBC	2073 mm	A	---
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					
23					
24					
25					
26					
27					
28					
29					
30					
31					
32					
33					
34					
35					

Lugar y Fecha de Ejecución:

Examinador

Supervisor

Cercado de Lima, 30 de septiembre, 01 y 06 de octubre del 2016.

ICOT SAC

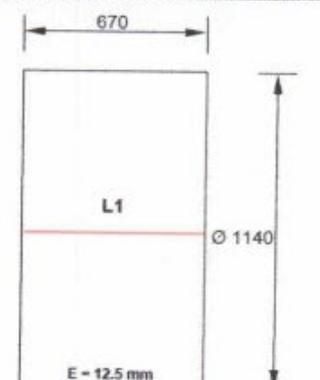
 JHONY HENRY ALBINO JACINTO
 Nivel II SNT - TC 1A

INFORME TECNICO

N° 2453.2 -16

POR SERVICIO DE INSPECCIÓN CON TINTES
PENETRANTES A JUNTAS DE TAMBOR DE CALDERA
DE 120 BHP SERIE: 195-16 (OT16-150).

CLIENTE: INGEVAP S.A.C.

 ICOT SAC INSPECCIONES Y CONTROLES TÉCNICOS Jr. Fodorovich Stravinsky N° 115 San Borja Telef./Fax (511)-2246791 - LIMA - PERÚ	SISTEMA DE GESTION DE LA CALIDAD		ICOT-REG-CC-013		
	REPORTE DE LIQUIDOS PENETRANTES		VERSION	01	
			F. APROB.	28/12/2015	
		PAGINA	1 DE 2		
CLIENTE: INGEVAP S.A.C.					
PROYECTO: INSPECCION DE JUNTA DE TAMBOR DE CALDERA DE 120 BHP SERIE: 195-16 (OT16-150) REPORTE N°: 2453.2 - 16					
REQUERIDO POR: ING. JORGE COLCHADO			FECHA : 14/10/2016		
SST: ---					
Material	Espesor	Diámetro	Producto:		
ASTM A-285 Grado C	12.5 mm	Ø 1140 mm	<input checked="" type="checkbox"/> Soldadura <input type="checkbox"/> Plancha <input type="checkbox"/> Fundición <input type="checkbox"/> Forjado		
% / m Solicitado	Código/Norma Referencia		Condición de Superficie:		
100 %	ASTM E-165-12		<input checked="" type="checkbox"/> Esmerilada <input type="checkbox"/> Irregular <input type="checkbox"/> Rugosa <input type="checkbox"/> Pulida		
Procedimiento N°	Criterio Aceptación		Estándar de limpieza		
ICOT-PRO-CC-005	ASME Secc. VIII Div. 1 / Edición 2015		ISO 8501 - 1		
	REMOVEDOR	PENETRANTE	REVELADOR		
Fabricante	Kemper System Production Inc.	Kemper System Production Inc.	Kemper System Production Inc.		
Marca / Modelo	CANTESCO	CANTESCO	CANTESCO		
Lote	15364	16029	16083		
Método de Examinación		<p align="center">ESQUEMA DEL ELEMENTO INSPECCIONADO</p>  <p align="center">TAMBOR</p> <p>Nota: — : Soldadura inspeccionada por Líquidos Penetrantes.</p>			
Tipo I Penetrantes Fluorescentes					
<input type="checkbox"/> A - Lavable al agua <input type="checkbox"/> B - Postemulsificable lipofílico <input type="checkbox"/> C - Removible con solvente <input type="checkbox"/> D - Postemulsificable, hidrofílico					
Tipo II Penetrantes Visible					
<input type="checkbox"/> A - Lavable al agua <input checked="" type="checkbox"/> C - Removible con solvente					
Temperatura de prueba	20 °C				
Tiempo de permanencia del penetrante	10 min				
Modo de aplicación:	<input type="checkbox"/> Espolvoreado <input type="checkbox"/> Sumergido <input type="checkbox"/> Inundación <input checked="" type="checkbox"/> Spray				
Limpieza posterior:	<input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Sí				
N°	Discontinuidad				Dimensión	Localización	Calificación	Observación
OBSERVACIONES: Se inspeccionó al 100% la junta soldada del Tambor en el pase de raíz. No detectándose discontinuidades relevantes, según la Norma aplicada.					
<input checked="" type="checkbox"/> APROBADO <input type="checkbox"/> RECHAZADO <input type="checkbox"/> ECN					
Leyenda:					
Calificación		Discontinuidades			
A	: Aprobado	Ac	: Porosidad	C	: Falta de Fusión
R	: Rechazado	Fb	: Socavado	Ea	: Fisura Longitudinal
ECN	: Examen Complementario Necesario	D	: Falta de penetración	Eb	: Fisura Transversal
Lugar y Fecha de Ejecución:		Examinador		Supervisor	
Cercado de Lima, 29 de septiembre del 2016.		 JHONY HENRY ALBINO JACINTO Nivel II SNT - TC 1A			

E-mail: icotsac@gmail.com

CLIENTE: INGEVAP S.A.C.

REPORTE N°: 2453.2 - 16

PROYECTO: INSPECCION DE JUNTA DE TAMBOR DE CALDERA DE 120 BHP SERIE: 195-16 (OT16-150) FECHA : 14/10/2016

RELACION DE JUNTAS/ ELEMENTOS EXAMINADAS

Nº	Identificación	Soldador	Longitud	Calificación	Observaciones
1	L1	JCAC	640 mm	A	---
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					
23					
24					
25					
26					
27					
28					
29					
30					
31					
32					
33					
34					
35					

Lugar y Fecha de Ejecución:

Examinador

Supervisor

Cercado de Lima, 29 de septiembre del 2016.

ICOT SAC

 JHONY HENRY ALBINO JACINTO
 Nivel II SNT - TC 1A

INFORME TECNICO

N° 2453.3 -16

POR SERVICIO DE INSPECCIÓN CON TINTES
PENETRANTES A JUNTAS DE REGISTRO POSTERIOR
DE CALDERA DE 120 BHP SERIE: 195-16 (OT16-150).

CLIENTE: INGEVAP S.A.C.

CLIENTE: INGEVAP S.A.C.

PROYECTO: INSPECCION DE JUNTA DE REGIST. POST. DE CALDERA DE 120 BHP SERIE: 195-16 (OT16-150) REPORTE N°: 2453.3-16

REQUERIDO POR: ING. JORGE COLCHADO

FECHA : 14/10/2016

SST: ---

Material	Esesor	Diámetro	Producto:
ASTM A-285 Grado C	12.5 mm	Ø 457 mm	<input checked="" type="checkbox"/> Soldadura <input type="checkbox"/> Plancha <input type="checkbox"/> Fundición <input type="checkbox"/> Forjado
% / m Solicitado	Código/Norma Referencia		Condición de Superficie:
100 %	ASTM E-165-12		<input checked="" type="checkbox"/> Esmerilada <input type="checkbox"/> Irregular <input type="checkbox"/> Rugosa <input type="checkbox"/> Pulida
Procedimiento N°	Criterio Aceptación		Estándar de limpieza
ICOT-PRO-CC-005	ASME Sec. VIII Div. 1 / Edición 2015		ISO 8501 - 1
	REMOVEDOR	PENETRANTE	REVELADOR
Fabricante	Kemper System Production Inc.	Kemper System Production Inc.	Kemper System Production Inc.
Marca / Modelo	CANTESCO	CANTESCO	CANTESCO
Lote	15364	16029	16083

Método de Examinación

Tipo I Penetrantes Fluorescentes

A - Lavable al agua
 B - Postemulsificable lipofílico
 C - Removible con solvente
 D - Postemulsificable, hidrofílico

Tipo II Penetrantes Visible

A - Lavable al agua
 C - Removible con solvente

Temperatura de prueba 20 °C

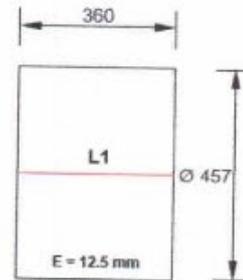
Tiempo de permanencia del penetrante 10 min

Modo de aplicación:

Espolvoreado Sumergido
 Inundación Spray

Limpieza posterior: No Sí

ESQUEMA DEL ELEMENTO INSPECCIONADO



Nota:

—: Soldadura inspeccionada por Líquidos Penetrantes.

N°	Discontinuidad	Dimensión	Localización	Calificación	Observación

OBSERVACIONES: Se inspeccionó al 100% la junta soldada del Registro Posterior en el pase de raíz. No detectándose discontinuidades relevantes, según la Norma aplicada.

APROBADO RECHAZADO ECN

Leyenda:

Calificación

A : Aprobado

R : Rechazado

ECN : Examen Complementario Necesario

Discontinuidades

Ac : Porosidad

Fb : Socavado

D : Falta de penetración

C : Falta de Fusión

Ea : Fisura Longitudinal

Eb : Fisura Transversal

Lugar y Fecha de Ejecución:

Examinador

Supervisor

Cercado de Lima, 29 de septiembre del 2016.

ICOT SAC.
JHONY HENRY ALBINO JACINTO
JHONY HENRY ALBINO JACINTO
Nivel II SNT - TC 1A

E-mail: icotsac@gmail.com



SISTEMA DE GESTION DE LA CALIDAD

ICOT-REG-CC-013

VERSION 01

REPORTE DE LIQUIDOS PENETRANTES

F. APROB. 28/12/2015

PAGINA 2 DE 2

CLIENTE: INGEVAP S.A.C.

REPORTE N°: 2453.3-16

PROYECTO: INSPECCION DE JUNTA DE REGISTRO POST. DE CALDERA DE 120 BHP SERIE: 195-16 (OT16-150) FECHA : 14/10/2016

RELACION DE JUNTAS/ ELEMENTOS EXAMINADAS

Nº	Identificación	Soldador	Longitud	Calificación	Observaciones
1	L1	HLBC	360 mm	A	---
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					
23					
24					
25					
26					
27					
28					
29					
30					
31					
32					
33					
34					
35					

Lugar y Fecha de Ejecución:

Examinador

Supervisor

Cercado de Lima, 29 de septiembre del 2016.

ICOT SAC

 JHONY HENRY ALBINO JACINTO
 Nivel II SNT - TC 1A

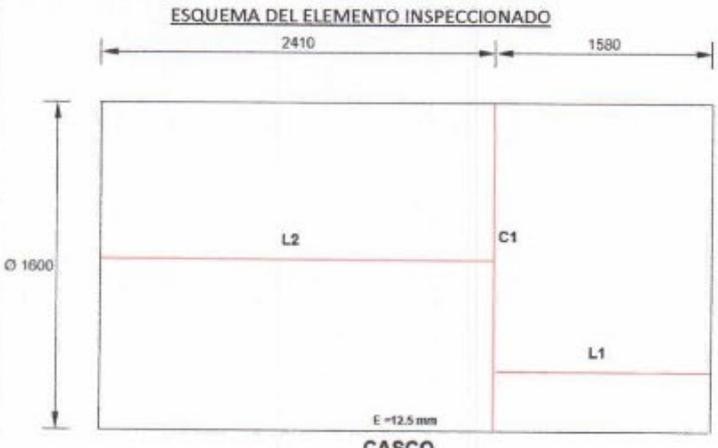
E-mail: icotsac@gmail.com

INFORME TECNICO

N° 2454 -16

POR SERVICIO DE INSPECCIÓN CON TINTES
PENETRANTES A JUNTAS DE CASCO DE CALDERA
DE 120 BHP SERIE: 196-16 (OT16-150).

CLIENTE: INGEVAP S.A.C.

 ICOT SAC. INSPECCIONES Y CONTROLES TÉCNICOS Jr. Fedorovich Stravinsky N° 115 San Borja Telf./Fax (511) 2246791 - LIMA - PERU	SISTEMA DE GESTION DE LA CALIDAD		ICOT-REG-CC-013		
			VERSION	01	
	REPORTE DE LIQUIDOS PENETRANTES		F. APROB.	28/12/2015	
		PAGINA	1 DE 2		
CLIENTE: INGEVAP S.A.C.					
PROYECTO: INSPECCION DE JUNTAS DE CASCO DE CALDERA DE 120 BHP SERIE: 196-16 (OT16-150) REPORTE N°: 2454 - 16					
REQUERIDO POR: ING. JORGE COLCHADO			FECHA : 14/10/2016		
SST: ---					
Material	Espesor	Diámetro	Producto:		
ASTM A-285 Grado C	12.5 mm	Ø 1600 mm	<input checked="" type="checkbox"/> Soldadura <input type="checkbox"/> Plancha <input type="checkbox"/> Fundición <input type="checkbox"/> Forjado		
% / m Solicitado	Código/Norma Referencia		Condición de Superficie:		
100 %	ASTM E-165-12		<input checked="" type="checkbox"/> Esmerilada <input type="checkbox"/> Irregular <input type="checkbox"/> Rugosa <input type="checkbox"/> Pulida		
Procedimiento N°	Criterio Aceptación		Estándar de limpieza		
ICOT-PRO-CC-005	ASME Secc. VIII Div. 1 / Edición 2015		ISO 8501 - 1		
	REMOVEDOR	PENETRANTE	REVELADOR		
Fabricante	Kemper System Production Inc.	Kemper System Production Inc.	Kemper System Production Inc.		
Marca / Modelo	CANTESCO	CANTESCO	CANTESCO		
Lote	15364	16029	16083		
Método de Examinación		ESQUEMA DEL ELEMENTO INSPECCIONADO			
Tipo I Penetrantes Fluorescentes					
<input type="checkbox"/> A - Lavable al agua <input type="checkbox"/> B - Postemulsificable lipofílico <input type="checkbox"/> C - Removible con solvente <input type="checkbox"/> D - Postemulsificable, hidrofílico					
Tipo II Penetrantes Visible					
<input type="checkbox"/> A - Lavable al agua <input checked="" type="checkbox"/> C - Removible con solvente					
Temperatura de prueba	20 °C				
Tiempo de permanencia del penetrante	10 min				
Modo de aplicación:		Nota:			
<input type="checkbox"/> Espolvoreado <input type="checkbox"/> Sumergido <input type="checkbox"/> Inundación <input checked="" type="checkbox"/> Spray		— : Soldadura Inspeccionada por Líquidos Penetrantes.			
Limpieza posterior: <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Si					
N°	Discontinuidad	Dimensión	Localización	Calificación	Observación
OBSERVACIONES: Se inspeccionó al 100% las juntas soldadas del casco en el pase de raíz. No detectándose discontinuidades relevantes, según la Norma aplicada.					
<input checked="" type="checkbox"/> APROBADO <input type="checkbox"/> RECHAZADO <input type="checkbox"/> ECN					
Leyenda:					
Calificación		Discontinuidades			
A	: Aprobado	Ac	: Porosidad	C	: Falta de Fusión
R	: Rechazado	Fb	: Socavado	Ea	: Fisura Longitudinal
ECN	: Examen Complementario Necesario	D	: Falta de penetración	Eb	: Fisura Transversal
Lugar y Fecha de Ejecución:		Examinador	Supervisor		
Cercado de Lima, 30 de septiembre, 01 y 05 de octubre del 2016.		 JHONY HENRY ALBINO JACINTO Nivel II SNT - TC 1A			
E-mail: icotsac@gmail.com					

CLIENTE: INGEVAP S.A.C.

REPORTE N°: 2454 - 16

PROYECTO: INSPECCION DE JUNTAS DE CASCO DE CALDERA DE 120 BHP SERIE: 196-16 (OT16-150)

FECHA : 14/10/2016

RELACION DE JUNTAS/ ELEMENTOS EXAMINADAS

Nº	Identificación	Soldador	Longitud	Calificación	Observaciones
1	L1	HLBC	1580 mm	A	---
2	L2	HLBC	2410 mm	A	---
3	C1	HLBC	5030 mm	A	---
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					
23					
24					
25					
26					
27					
28					
29					
30					
31					
32					
33					
34					
35					

Lugar y Fecha de Ejecución:

Examinador

Supervisor

Cercado de Lima, 30 de septiembre, 01 y 05 de octubre del 2016.

ICOT SAC

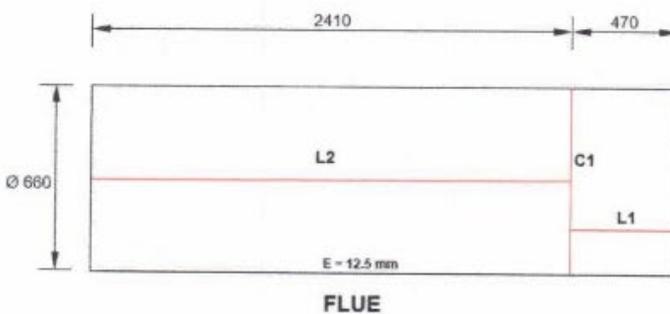
 JHONY HENRY ALBINO JACINTO
 Nivel II SNT - TC 1A

INFORME TECNICO

N° 2454.1 -16

POR SERVICIO DE INSPECCIÓN CON TINTES
PENETRANTES A JUNTAS DE FLUE DE CALDERA
DE 120 BHP SERIE: 196-16 (OT16-150).

CLIENTE: INGEVAP S.A.C.

 ICOT SAC INSPECCIONES Y CONTROLES TÉCNICOS Jr. Fedorovich Stravinsky N° 115 San Boja Telef./Fax (511)-2246791 - LIMA - PERU	SISTEMA DE GESTION DE LA CALIDAD		ICOT-REG-CC-013				
			VERSION	01			
	REPORTE DE LIQUIDOS PENETRANTES		F. APROB.	28/12/2015			
		PAGINA	1 DE 2				
CLIENTE: INGEVAP S.A.C.							
PROYECTO: INSPECCION DE JUNTAS DE FLUE DE CALDERA DE 120 BHP SERIE: 196-16 (OT16-150) REPORTE N°: 2454.1 - 16							
REQUERIDO POR: ING. JORGE COLCHADO FECHA : 14/10/2016							
SST: ---							
Material	Espesor	Diámetro	Producto:				
ASTM A-285 Grado C	12.5 mm	∅ 660 mm	<input checked="" type="checkbox"/> Soldadura <input type="checkbox"/> Plancha <input type="checkbox"/> Fundición <input type="checkbox"/> Forjado				
% / m Solicitado	Código/Norma Referencia		Condición de Superficie:				
100 %	ASTM E-165-12		<input checked="" type="checkbox"/> Esmerilada <input type="checkbox"/> Irregular <input type="checkbox"/> Rugosa <input type="checkbox"/> Pulida				
Procedimiento N°	Criterio Aceptación		Estándar de limpieza				
ICOT-PRO-CC-005	ASME Secc. VIII Div. 1 / Edición 2015		ISO 8501 - 1				
	REMOVEDOR	PENETRANTE	REVELADOR				
Fabricante	Kemper System Production Inc.	Kemper System Production Inc.	Kemper System Production Inc.				
Marca / Modelo	CANTESCO		CANTESCO				
Lote	15364	16029	16083				
Método de Examinación		ESQUEMA DEL ELEMENTO INSPECCIONADO					
Tipo I Penetrantes Fluorescentes							
<input type="checkbox"/> A - Lavable al agua <input type="checkbox"/> B - Postemulsificable lipofílico <input type="checkbox"/> C - Removible con solvente <input type="checkbox"/> D - Postemulsificable, hidrofílico							
Tipo II Penetrantes Visible							
<input type="checkbox"/> A - Lavable al agua <input checked="" type="checkbox"/> C - Removible con solvente							
Temperatura de prueba	20 °C						
Tiempo de permanencia del penetrante	10 min						
Modo de aplicación:	<input type="checkbox"/> Espolvoreado <input type="checkbox"/> Sumergido <input type="checkbox"/> Inundación <input checked="" type="checkbox"/> Spray						
Limpieza posterior:	<input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Si						
Nota:					— : Soldadura inspeccionada por Líquidos Penetrantes.		
N°	Discontinuidad				Dimensión	Localización	Calificación	Observación
OBSERVACIONES: Se inspeccionó al 100% las juntas soldadas del Flue en el pase de raíz. No detectándose discontinuidades relevantes, según la Norma aplicada.							
<input checked="" type="checkbox"/> APROBADO <input type="checkbox"/> RECHAZADO <input type="checkbox"/> ECN							
Leyenda:							
Calificación		Discontinuidades					
A	: Aprobado	Ac	: Porosidad	C	: Falta de Fusión		
R	: Rechazado	Fb	: Socavado	Ea	: Fisura Longitudinal		
ECN	: Examen Complementario Necesario	D	: Falta de penetración	Eb	: Fisura Transversal		
Lugar y Fecha de Ejecución:		Examinador	Supervisor				
Cercado de Lima, 30 de septiembre, 01 y 06 de octubre del 2016.		 JHONY HENRY ALBINO JACINTO Nivel II SNT - TC IA					

E-mail: icotsac@gmail.com



SISTEMA DE GESTION DE LA CALIDAD

ICOT-REG-CC-013

VERSION 01

REPORTE DE LIQUIDOS PENETRANTES

F. APROB. 28/12/2015

PAGINA 2 DE 2

CLIENTE: INGEVAP S.A.C.

REPORTE Nº: 2454 - 16

PROYECTO: INSPECCION DE JUNTAS DE FLUE DE CALDERA DE 120 BHP SERIE: 196-16 (OT16-150)

FECHA : 14/10/2016

RELACION DE JUNTAS/ ELEMENTOS EXAMINADAS

Nº	Identificación	Soldador	Longitud	Calificación	Observaciones
1	L1	YGCM	470 mm	A	---
2	L2	YGCM	2410 mm	A	---
3	C1	YGCM	2073 mm	A	---
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					
23					
24					
25					
26					
27					
28					
29					
30					
31					
32					
33					
34					
35					

Lugar y Fecha de Ejecución:

Examinador

Supervisor

Cercado de Lima, 30 de septiembre, 01 y 06 de octubre del 2016.


ICOT SAC
 JHONY HENRY ALBINO JACINTO
 Nivel II SNT - TC 1A

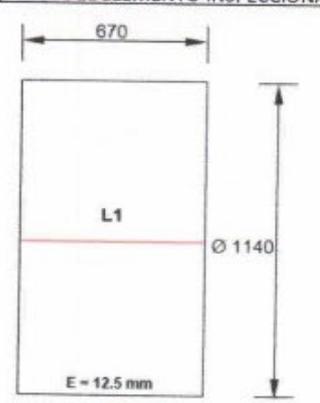
E-mail: icotsac@gmail.com

INFORME TECNICO

N° 2454.2 -16

POR SERVICIO DE INSPECCIÓN CON TINTES
PENETRANTES A JUNTAS DE TAMBOR DE CALDERA
DE 120 BHP SERIE: 196-16 (OT16-150).

CLIENTE: INGEVAP S.A.C.

 ICOT SAC INSPECCIONES Y CONTROLES TÉCNICOS Jr. Fedorovich Stravinsky N° 115 San Borja Telf./Fax (511)-2248791 - LIMA - PERÚ	SISTEMA DE GESTION DE LA CALIDAD		ICOT-REG-CC-013		
	REPORTE DE LIQUIDOS PENETRANTES		VERSION	01	
CLIENTE: INGEVAP S.A.C.		F. APROB.	28/12/2015		
PROYECTO: INSPECCION DE JUNTA DE TAMBOR DE CALDERA DE 120 BHP SERIE: 196-16 (OT16-150) REPORTE N°: 2454.2 - 16		PAGINA	1 DE 2		
REQUERIDO POR: ING. JORGE COLCHADO		FECHA : 14/10/2016			
SST: ---					
Material	Espesor	Diámetro	Producto:		
ASTM A-285 Grado C	12.5 mm	Ø 1140 mm	<input checked="" type="checkbox"/> Soldadura <input type="checkbox"/> Plancha <input type="checkbox"/> Fundición <input type="checkbox"/> Forjado		
% / m Solicitado	Código/Norma Referencia		Condición de Superficie:		
100 %	ASTM E-165-12		<input checked="" type="checkbox"/> Esmerilada <input type="checkbox"/> Irregular <input type="checkbox"/> Rugosa <input type="checkbox"/> Pulida		
Procedimiento N°	Criterio Aceptación		Estándar de limpieza		
ICOT-PRO-CC-005	ASME Secc. VIII Div. 1 / Edición 2015		ISO 8501 - 1		
	REMOVEDOR	PENETRANTE	REVELADOR		
Fabricante	Kemper System Production Inc.	Kemper System Production Inc.	Kemper System Production Inc.		
Marca / Modelo	CANTESCO	CANTESCO	CANTESCO		
Lote	15364	16029	16083		
Método de Examinación		ESQUEMA DEL ELEMENTO INSPECCIONADO			
Tipo I Penetrantes Fluorescentes		 <p style="text-align: center;">TAMBOR</p>			
<input type="checkbox"/> A - Lavable al agua <input type="checkbox"/> B - Postemulsificable lipofílico <input type="checkbox"/> C - Removible con solvente <input type="checkbox"/> D - Postemulsificable, hidrofílico					
Tipo II Penetrantes Visible					
<input type="checkbox"/> A - Lavable al agua <input checked="" type="checkbox"/> C - Removible con solvente					
Temperatura de prueba: 20 °C					
Tiempo de permanencia del penetrante: 10 min		Nota: — : Soldadura inspeccionada por Líquidos Penetrantes.			
Modo de aplicación:					
<input type="checkbox"/> Espolvoreado <input type="checkbox"/> Sumergido <input type="checkbox"/> Inundación <input checked="" type="checkbox"/> Spray					
Limpieza posterior: <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Si					
N°	Discontinuidad	Dimensión	Localización	Calificación	Observación
OBSERVACIONES: Se inspeccionó al 100% la junta soldada del Tambor en el pase de raíz. No detectándose discontinuidades relevantes, según la Norma aplicada.					
<input checked="" type="checkbox"/> APROBADO <input type="checkbox"/> RECHAZADO <input type="checkbox"/> ECN					
Leyenda:					
Calificación		Discontinuidades			
A	: Aprobado	Ac	: Porosidad	C	: Falta de Fusión
R	: Rechazado	Fb	: Socavado	Ea	: Fisura Longitudinal
ECN	: Examen Complementario Necesario	D	: Falta de penetración	Eb	: Fisura Transversal
Lugar y Fecha de Ejecución:		Examinador	Supervisor		
Cercado de Lima, 29 de septiembre del 2016.		 JHONY HENRY ACBINO JACINTO Nivel II SNT - TC 1A			

E-mail: icotsac@gmail.com

CLIENTE: INGEVAP S.A.C.

REPORTE N°: 2454.2 - 16

PROYECTO: INSPECCION DE JUNTA DE TAMBOR DE CALDERA DE 120 BHP SERIE: 196-16 (OT16-150) FECHA : 14/10/2016

RELACION DE JUNTAS/ ELEMENTOS EXAMINADAS

Nº	Identificación	Soldador	Longitud	Calificación	Observaciones
1	L1	JMAP	640 mm	A	---
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					
23					
24					
25					
26					
27					
28					
29					
30					
31					
32					
33					
34					
35					

Lugar y Fecha de Ejecución:

Examinador

Supervisor

Cercado de Lima, 29 de septiembre del 2016.

ICOT SAC.

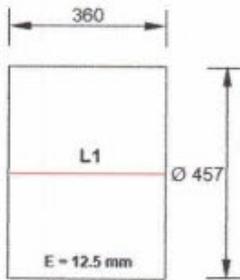
 JHONY HENRY ALBINO JACINTO
 Nivel II SMT - TC IA

INFORME TECNICO

N° 2454.3 -16

POR SERVICIO DE INSPECCIÓN CON TINTES
PENETRANTES A JUNTAS DE REGISTRO POSTERIOR
DE CALDERA DE 120 BHP SERIE: 196-16 (OT16-150).

CLIENTE: INGEVAP S.A.C.

 ICOT SAC. INSPECCIONES Y CONTROLES TÉCNICOS Jr. Fedorovich Stravinsky N° 115 San Borja Telf./Fax (511)-2246791 - LIMA - PERÚ	SISTEMA DE GESTION DE LA CALIDAD		ICOT-REG-CC-013														
	REPORTE DE LIQUIDOS PENETRANTES		VERSION	01													
			F. APROB.	28/12/2015													
		PAGINA	1 DE 2														
CLIENTE: INGEVAP S.A.C. PROYECTO: INSPECCION DE JUNTA DE REGIST. POST. DE CALDERA DE 120 BHP SERIE: 196-16 (OT16-150) REPORTE N°: 2454.3-16 REQUERIDO POR: ING. JORGE COLCHADO FECHA : 14/10/2016 SST: ---																	
Material	Espesor	Diámetro	Producto:														
ASTM A-285 Grado C	12.5 mm	Ø 457 mm	<input checked="" type="checkbox"/> Soldadura <input type="checkbox"/> Plancha <input type="checkbox"/> Fundición <input type="checkbox"/> Forjado														
% / m Solicitado	Código/Norma Referencia		Condición de Superficie:														
100 %	ASTM E-165-12		<input checked="" type="checkbox"/> Esmerilada <input type="checkbox"/> Irregular <input type="checkbox"/> Rugosa <input type="checkbox"/> Pulida														
Procedimiento N°	Criterio Aceptación		Estándar de limpieza														
ICOT-PRO-CC-005	ASME Secc. VIII Div. 1 / Edición 2015		ISO 8501 - 1														
	REMOVEDOR	PENETRANTE	REVELADOR														
Fabricante	Kemper System Production Inc.	Kemper System Production Inc.	Kemper System Production Inc.														
Marca / Modelo	CANTESCO	CANTESCO	CANTESCO														
Lote	15364	16029	16083														
Método de Examinación		<u>ESQUEMA DEL ELEMENTO INSPECCIONADO</u>															
Tipo I Penetrantes Fluorescentes <input type="checkbox"/> A - Lavable al agua <input type="checkbox"/> B - Postemulsificable lipofílico <input type="checkbox"/> C - Removible con solvente <input type="checkbox"/> D - Postemulsificable, hidrofílico Tipo II Penetrantes Visible <input type="checkbox"/> A - Lavable al agua <input checked="" type="checkbox"/> C - Removible con solvente																	
Temperatura de prueba	20 °C																
Tiempo de permanencia del penetrante	10 min																
Modo de aplicación:	<input type="checkbox"/> Espolvoreado <input type="checkbox"/> Sumergido <input type="checkbox"/> Inundación <input checked="" type="checkbox"/> Spray																
Limpieza posterior:	<input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Sí																
		Nota: — : Soldadura inspeccionada por Líquidos Penetrantes.															
N°	Discontinuidad	Dimensión	Localización	Calificación	Observación												
OBSERVACIONES: Se inspeccionó al 100% la junta soldada del Registro Posterior en el pase de raíz. No detectándose discontinuidades relevantes, según la Norma aplicada.																	
<input checked="" type="checkbox"/> APROBADO <input type="checkbox"/> RECHAZADO <input type="checkbox"/> ECN																	
Leyenda: <table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td>Calificación</td> <td>Discontinuidades</td> <td></td> </tr> <tr> <td>A : Aprobado</td> <td>Ac : Porosidad</td> <td>C : Falta de Fusión</td> </tr> <tr> <td>R : Rechazado</td> <td>Fb : Socavado</td> <td>Ea : Fisura Longitudinal</td> </tr> <tr> <td>ECN : Examen Complementario Necesario</td> <td>D : Falta de penetración</td> <td>Eb : Fisura Transversal</td> </tr> </table>						Calificación	Discontinuidades		A : Aprobado	Ac : Porosidad	C : Falta de Fusión	R : Rechazado	Fb : Socavado	Ea : Fisura Longitudinal	ECN : Examen Complementario Necesario	D : Falta de penetración	Eb : Fisura Transversal
Calificación	Discontinuidades																
A : Aprobado	Ac : Porosidad	C : Falta de Fusión															
R : Rechazado	Fb : Socavado	Ea : Fisura Longitudinal															
ECN : Examen Complementario Necesario	D : Falta de penetración	Eb : Fisura Transversal															
Lugar y Fecha de Ejecución:		Examinador	Supervisor														
Cercado de Lima, 29 de septiembre del 2016.		 JHONY HENRY ALBINO JACINTO Nivel II SMT-TC IA															

E-mail: icotsac@gmail.com

CLIENTE: INGEVAP S.A.C.

REPORTE N°: 2454.3-16

PROYECTO: INSPECCION DE JUNTA DE REGISTRO POST. DE CALDERA DE 120 BHP SERIE: 196-16 (OT16-150) FECHA :

RELACION DE JUNTAS/ ELEMENTOS EXAMINADAS

N°	Identificación	Soldador	Longitud	Calificación	Observaciones
1	L1	HLBC	360 mm	A	---
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					
23					
24					
25					
26					
27					
28					
29					
30					
31					
32					
33					
34					
35					

Lugar y Fecha de Ejecución:	Examinador	Supervisor
Cercado de Lima, 29 de septiembre del 2016.	 JHONY HENRY ALBINO JACINTO Nivel II SNT - TC 1A	

INFORME RADIOGRÁFICO
N° 2422 -16

INSPECCIÓN CON GAMMAGRAFÍA INDUSTRIAL
A CASCO, FLUE Y TAMBOR DE CALDERA DE 120 BHP -
SERIE: 195-16 (OT 16-150).
CLIENTE: INGEVAP S.A.C.

FABRICANTE: INGEVAP S.A.C.

SOLICITANTE: ING. JORGE COLCHADO

SST: ---

TRABAJO / OBRA: CASCO, FLUE Y TAMBOR DE CALDERA DE 120 BHP - SERIE: 195-16 (OT16-150)

REPORTE N°: 2422 - 16

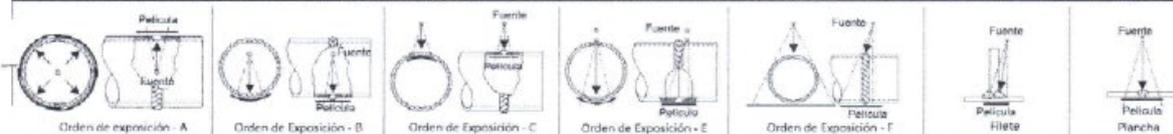
FECHA : 14 / 10 / 2016

PÁGINA : 01 de 04

INFORMACION TÉCNICA

CRITERIO DE ACEPTACIÓN - NORMA	ASME SEC.VIII - DIV.1 - Edition 2015	SELECCIÓN DE ICI	ASTM 1B
MUESTREO	100 %	POSICIÓN DE ICI	Lado de Fuente
MATERIAL BASE	ASTM A-285 Grado C	HILO ESENCIAL	Ø 0.41 (mm)
ESPESOR DE MATERIAL BASE	12.5 (mm)	PELÍCULA UTILIZADA	Agfa D7
TIPO ISÓTOPO - TAMAÑO DE FOCO	Indio 192 - 3.1 mm	PANTALLA DE Pb (ambos lados)	0.13 mm
ACTIVIDAD DE LA FUENTE	4 Ci	DIMENSION DE PELÍCULA	70 x 350 mm
DISTANCIA FUENTE - PELÍCULA	788 / 420 mm	PROCESO DE REVELADO	Manual
TIEMPO DE EXPOSICIÓN	50.06 / 14-14 (min:seg)	TEMPERATURA DE REVELADO	22°C
TÉCNICA RADIOGRÁFICA	Pared Simple	TIEMPO DE REVELADO	5 Minutos
CALIDAD RADIOGRÁFICA	2 - 2T	DENSIDAD DE PELÍCULA	2 - 4
PROCEDIMIENTO N°	ICOT-PRO-CC-006	PROYECTOR / MARCA / SERIE:	SPEC 150 / 0396

TÉCNICA DE EXPOSICIÓN UTILIZADA: A y B



ISOMÉTRICO - IDENTIFICACIÓN	SOLDADOR	DISCONTINUIDAD	CALIFICACIÓN	OBSERVACIONES
1 CASCO: 195-16 / C1- P1	YGCM	Ac	ACEPTADO	---
2 P2	YGCM	Sd	ACEPTADO	---
3 P3	YGCM	Sd	ACEPTADO	---
4 P4	YGCM	Sd	ACEPTADO	---
5 P5	YGCM	Sd	ACEPTADO	---
6 P6	YGCM	Sd	ACEPTADO	---
7 P7	YGCM	Sd	ACEPTADO	---
8 P8	YGCM	Sd	ACEPTADO	---
9 P9	YGCM	Sd	ACEPTADO	---
10 P10	YGCM	Sd	ACEPTADO	---
11 P11	YGCM	Aa	ACEPTADO	---
12 P12	YGCM	Ba	ACEPTADO	---
13 P13	YGCM	Sd	ACEPTADO	---
14 P14	YGCM	Sd	ACEPTADO	---
15 P15	YGCM	Sd	ACEPTADO	---
16 P16	YGCM	Eb	NO ACEPTADO	Reparar: (445 a 447) cm
17 P17	YGCM	Sd	ACEPTADO	---
18 CASCO: 195-16 / L1- P1	YGCM	Sd	ACEPTADO	---
19 P2	YGCM	Sd	ACEPTADO	---
20 P3	YGCM	Sd	ACEPTADO	---
21 P4	YGCM	Sd	ACEPTADO	---
22 P5	YGCM	Sd	ACEPTADO	---
23 CASCO: 195-16 / L2- P1	YGCM	Ba	NO ACEPTADO	Reparar: (Cruce)
24 P2	YGCM	Sd	ACEPTADO	---
25 P3	YGCM	Ac	ACEPTADO	---

NOMENCLATURA DISCONTINUIDADES

Aa Porosidad Agrupada	C Falta de Fusión	Da Concavidad interior de raíz	Eb Fisura Transversal	I Cordon Irregular
Ac Porosidad Dispersa	D Penetración Incompleta	Db Concavidad exterior	Fa Socavado Interno	Sd Sin discontinuidad
Ae Porosidad alineada en raíz	De Penetración excesiva	Dh Descentramiento High-Low	Fb Socavado externo	
3a Escoria entre cordones	K Rechupe de raíz	Ea Fisura Longitudinal	T Inclusión de Tungsteno	

LUGAR Y FECHA DE EJECUCION

INSPECCIONADO POR

EVALUADO POR

Cercado de lima, 10 y 11 de Octubre del 2016.

ICOT SAC

 JHONY HENRY ALBINO JACINTO
 Nivel II SNT - TC 1A

FABRICANTE: INGEVAP S.A.C.
 SOLICITANTE: ING. JORGE COLCHADO
 SST: ---

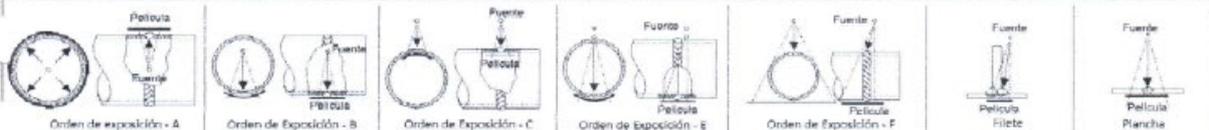
REPORTE N°: 2422 - 16
 FECHA: 14 / 10 / 2016
 PÁGINA: 02 de 04

TRABAJO / OBRA: CASCO, FLUE Y TAMBOR DE CALDERA DE 120 BHP - SERIE: 195-16 (OT16-150)

INFORMACION TÉCNICA

CRITERIO DE ACEPTACIÓN - NORMA	ASME SEC VIII - DIV 1 - Edition 2015	SELECCIÓN DE ICI	ASTM 1B
MUESTREO	100 %	POSICIÓN DE ICI	Lado de Fuente
MATERIAL BASE	ASTM A-285 Grado C	HILO ESENCIAL	Ø 0.41 (mm)
ESPESOR DE MATERIAL BASE	12.5 (mm)	PELICULA UTILIZADA	Agfa D7
TIPO ISÓTOPO - TAMAÑO DE FOCO	Iridio 192 - 3.1 mm	PANTALLA DE Pb (ambos lados)	0.13 mm
ACTIVIDAD DE LA FUENTE	4 Ci	DIMENSION DE PELÍCULA	70 x 350 mm
DISTANCIA FUENTE - PELÍCULA	420 mm	PROCESO DE REVELADO	Manual
TIEMPO DE EXPOSICIÓN	14.14 (min.seg)	TEMPERATURA DE REVELADO	22°C
TÉCNICA RADIOGRÁFICA	Pared Simple	TIEMPO DE REVELADO	5 Minutos
CALIDAD RADIOGRÁFICA	2 - 2T	DENSIDAD DE PELÍCULA	2 - 4
PROCEDIMIENTO N°	ICOT-PRO-CC-006	PROYECTOR / MARCA / SERIE:	SPEC 150 / 0396

TÉCNICA DE EXPOSICIÓN UTILIZADA: B



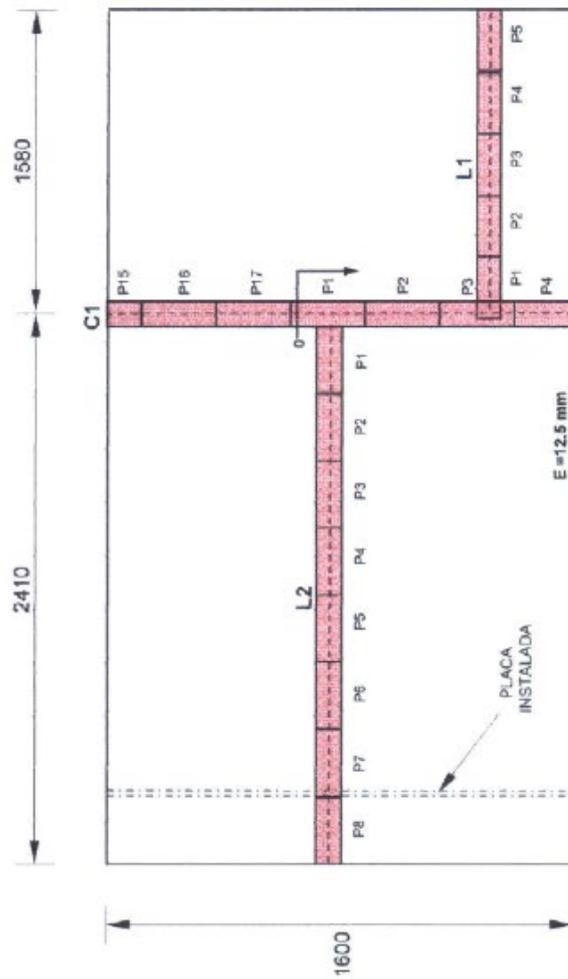
ISOMÉTRICO - IDENTIFICACIÓN	SOLDADOR	DISCONTINUIDAD	CALIFICACIÓN	OBSERVACIONES
1 CASCO: 195-16 / L2 P4	YGCM	Sd	ACEPTADO	---
2	P5	YGCM	Ac	---
3	P6	YGCM	Sd	---
4	P7	YGCM	Sd	---
5	P8	YGCM	Sd	---
6 FLUE: 195-16 / C1- P1	HLBC	Ac	ACEPTADO	---
7	P2	HLBC	Ac	---
8	P3	HLBC	Ac	---
9	P4	HLBC	Sd	---
10	P5	HLBC	Sd	---
11	P6	HLBC	Sd	---
12	P7	HLBC	Sd	---
13 FLUE: 195-16 / L1- P1	HLBC	Sd	ACEPTADO	---
14	P2	HLBC	Sd	---
15 FLUE: 195-16 / L2 P1	HLBC	Sd	ACEPTADO	---
16	P2	HLBC	Sd	---
17	P3	HLBC	Sd	---
18	P4	HLBC	Sd	---
19	P5	HLBC	Sd	---
20	P6	HLBC	Ac	---
21	P7	HLBC	Sd	---
22	P8	HLBC	Sd	---
23 TAMBOR: 195-16 / L1 P1	JCAC	Sd	ACEPTADO	---
24	P2	JCAC	Ac	---
25				

NOMENCLATURA DISCONTINUIDADES

Aa Porosidad Agrupada	C Falta de Fusión	Da Concavidad interior de raíz	Eb Fisura Transversal	I Cordon Irregular
Ac Porosidad Dispersa	D Penetración Incompleta	Db Concavidad exterior	Fa Socavado interno	Sd Sin discontinuidad
Ad Porosidad alineada en raíz	De Penetración excesiva	Dh Descentramiento High-Low	Fb Socavado externo	
3a Escoria entre cordones	K Rechufe de raíz	Ea Fisura Longitudinal	T Inclusión de Tungsteno	

LUGAR Y FECHA DE EJECUCION	INSPECCIONADO POR	EVALUADO POR
Cercado de lima, 10 y 11 de Octubre del 2016.	 JHONY HENRY ALBINO JACINTO Nivel II SNT-TC 1A	

**CASCO DE CALDERA DE 120 BHP SERIE: 195-16 (OT16-150)
UBICACIÓN DE PLACAS RADIOGRAFICAS**



CASCO

Legendas:

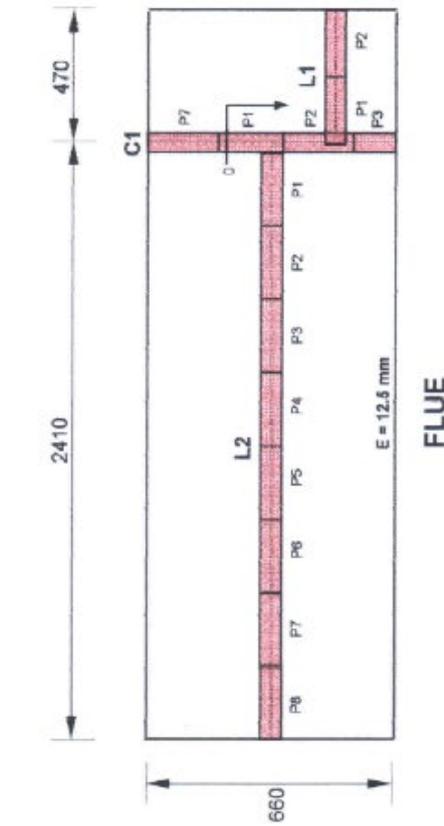
- C# : Junta circunferencial
- L# : Junta longitudinal
- P# : Placa radiográfica número
- : Cordones de Soldadura examinado por Radiografía Industrial



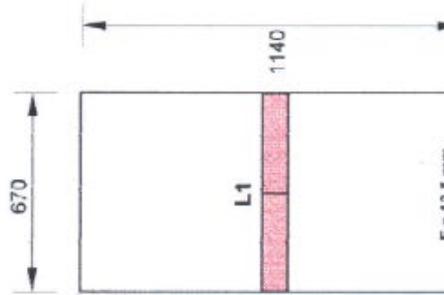
Medidas en milímetros

INFORME N°	CLIENTE	FECHA	N° PLACAS	PAGINA	EXAMINACION CON RADIOGRAFIA INDUSTRIAL
2422 -16	INGEVAP S.A.C	10 y 11/10/2016	30	03 DE 04	

FLUE Y TAMBOR DE CALDERA DE 120 BHP SERIE 195-16 (OT16-150)
UBICACIÓN DE PLACAS RADIOGRAFICAS



FLUE



TAMBOR

Legendas:

- C# : Junta circunferencial
- L# : Junta longitudinal
- P# : Placa radiográfica numero
- : Cordones de Soldadura examinados por Radiografía Industrial



Medidas en milímetros

INFORME N°	CLIENTE	FECHA	N° PLACAS	PAGINA	EXAMINACION CON RADIOGRAFIA INDUSTRIAL
2422 -16	INGEVAP S.A.C	10 y 11/10/2016	19	04 DE 04	

INFORME RADIOGRÁFICO

N° 2422.1 -16

INSPECCIÓN CON GAMMAGRAFÍA INDUSTRIAL

A CASCO DE CALDERA DE 120 BHP

SERIE: 195-16 (OT 16-150)/ **REPARACIONES.**

CLIENTE: INGEVAP S.A.C.

FABRICANTE: INGEVAP S.A.C.

REPORTE N°: 2422.1 - 16

SOLICITANTE: ING. JORGE COLCHADO

FECHA : 24 / 10 / 2016

SST: ---

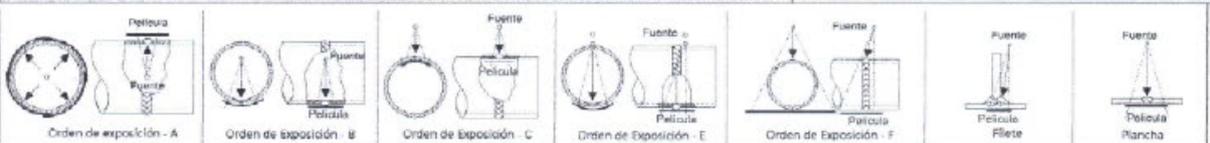
PÁGINA : 01 de 01

TRABAJO / OBRA: CASCO DE CALDERA DE 120 BHP - SERIE: 195-16 (OT16-150) / REPARACIONES

INFORMACION TÉCNICA

CRITERIO DE ACEPTACIÓN - NORMA	ASME SEC. VIII - DIV. 1 - Edición 2015	SELECCIÓN DE ICI	ASTM 1B
MUESTREO	100 %	POSICIÓN DE ICI	Lado de Fuente
MATERIAL BASE	ASTM A-285 Grado C	HILO ESENCIAL	Ø 0.41 (mm)
ESPESOR DE MATERIAL BASE	12.5 (mm)	PELÍCULA UTILIZADA	Agfa D7
TIPO ISÓTOPO - TAMAÑO DE FOCO	Iridio 192 - 3.1 mm	PANTALLA DE Pb (ambos lados)	0.13 mm
ACTIVIDAD DE LA FUENTE	10 Ci	DIMENSIÓN DE PELÍCULA	70 x 350 mm
DISTANCIA FUENTE - PELÍCULA	400 mm	PROCESO DE REVELADO	Manual
TIEMPO DE EXPOSICIÓN	05.14 (min.seg)	TEMPERATURA DE REVELADO	22°C
TÉCNICA RADIOGRÁFICA	Pared Simple	TIEMPO DE REVELADO	5 Minutos
CALIDAD RADIOGRÁFICA	2 - 2T	DENSIDAD DE PELÍCULA	2 - 4
PROCEDIMIENTO N°	ICOT-PRO-CC-006	PROYECTOR / MARCA / SERIE:	SPEC 150 / 0396

TÉCNICA DE EXPOSICIÓN UTILIZADA: B



ISOMÉTRICO - IDENTIFICACIÓN	SOLDADOR	DISCONTINUIDAD	CALIFICACIÓN	OBSERVACIONES
1 CASCO: 195-16 / C1- P16R	YGCM	Sd	ACEPTADO	---
2 L2 - P1R	YGCM	I	ACEPTADO	---
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				

NOMENCLATURA DISCONTINUIDADES

Aa Porosidad Agrupada	C Falta de Fusión	Da Concavidad interior de raíz	Eb Fisura Transversal	I Cordon irregular
Ac Porosidad Dispersa	D Penetración Incompleta	Db Concavidad exterior	Fa Socavado interno	Sd Sin discontinuidad
Ae Porosidad alineada en raíz	De Penetración excesiva	Dh Descentramiento High-Low	Fb Socavado externo	
Ba Escoria entre cordones	K Rechufe de raíz	Ea Fisura Longitudinal	T Inclusión de Tungsteno	

LUGAR Y FECHA DE EJECUCION

INSPECCIONADO POR

EVALUADO POR

Cercado de lima, 17 de Octubre del 2016.

OSCAR COPINOS MENACHO
 NOT LEVEL RT-UT-SNT-TC-1A

INFORME RADIOGRÁFICO
N° 2423 -16

INSPECCIÓN CON GAMMAGRAFÍA INDUSTRIAL
A CASCO, FLUE Y TAMBOR DE CALDERA DE 120 BHP -
SERIE: 196-16 (OT 16-150).
CLIENTE: INGEVAP S.A.C.

FABRICANTE: INGEVAP S.A.C.

REPORTE N°: 2423 - 16

SOLICITANTE: ING. JORGE COLCHADO

FECHA : 14 / 10 / 2016

SST: ---

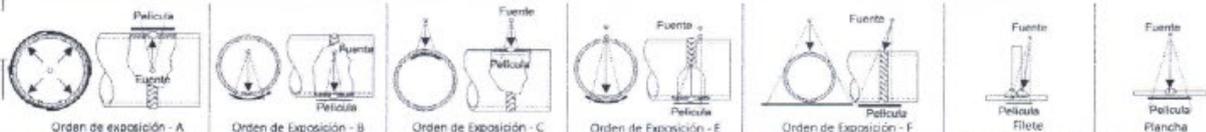
PÁGINA : 01 de 04

TRABAJO / OBRA: CASCO, FLUE Y TAMBOR DE CALDERA DE 120 BHP - SERIE: 196-16 (OT16-150)

INFORMACION TÉCNICA

CRITERIO DE ACEPTACIÓN - NORMA	ASME SEC VIII - DIV 1 - Edition 2015	SELECCIÓN DE ICI	ASTM 1B
MUESTREO	100 %	POSICIÓN DE ICI	Lado de Fuente
MATERIAL BASE	ASTM A-285 Grado C	HILO ESENCIAL	Ø 0.41 (mm)
ESPEGOR DE MATERIAL BASE	12.5 (mm)	PELÍCULA UTILIZADA	Agfa D7
TIPO ISÓTOPO - TAMAÑO DE FOCO	Iridio 192 - 3.1 mm	PANTALLA DE Pb (ambos lados)	0.13 mm
ACTIVIDAD DE LA FUENTE	4 Ci	DIMENSION DE PELÍCULA	70 x 350 mm
DISTANCIA FUENTE - PELÍCULA	788 / 420 mm	PROCESO DE REVELADO	Manual
TIEMPO DE EXPOSICIÓN	50.06 / 14.14 (min.seg)	TEMPERATURA DE REVELADO	22°C
TÉCNICA RADIOGRÁFICA	Pared Simple	TIEMPO DE REVELADO	5 Minutos
CALIDAD RADIOGRÁFICA	2 - 2T	DENSIDAD DE PELÍCULA	2 - 4
PROCEDIMIENTO N°	ICOT-PRO-CC-005	PROYECTOR / MARCA / SERIE:	SPEC 150 / 0396

TÉCNICA DE EXPOSICIÓN UTILIZADA: A y B



ISOMÉTRICO - IDENTIFICACIÓN	SOLDADOR	DISCONTINUIDAD	CALIFICACIÓN	OBSERVACIONES
1 CASCO: 195-16 / C1- P1	HLBC	Ac	ACEPTADO	---
2 P2	HLBC	Sd	ACEPTADO	---
3 P3	HLBC	Sd	ACEPTADO	---
4 P4	HLBC	Sd	ACEPTADO	---
5 P5	HLBC	Sd	ACEPTADO	---
6 P6	HLBC	Sd	ACEPTADO	---
7 P7	HLBC	Ac	ACEPTADO	---
8 P8	HLBC	Sd	ACEPTADO	---
9 P9	HLBC	Sd	ACEPTADO	---
10 P10	HLBC	Sd	ACEPTADO	---
11 P11	HLBC	Ac	ACEPTADO	---
12 P12	HLBC	Sd	ACEPTADO	---
13 P13	HLBC	Sd	ACEPTADO	---
14 P14	HLBC	Sd	ACEPTADO	---
15 P15	HLBC	Sd	ACEPTADO	---
16 P16	HLBC	Sd	ACEPTADO	---
17 P17	HLBC	Sd	ACEPTADO	---
18 CASCO: 195-16 / L1- P1	HLBC	Sd	ACEPTADO	---
19 P2	HLBC	Ac	ACEPTADO	---
20 P3	HLBC	Ac	ACEPTADO	---
21 P4	HLBC	Sd	ACEPTADO	---
22 P5	HLBC	Ba	NO ACEPTADO	Reparar: (210a 220) cm
23 CASCO: 195-16 / L2- P1	HLBC	Ac	ACEPTADO	---
24 P2	HLBC	Ac	ACEPTADO	---
25 P3	HLBC	Sd	ACEPTADO	---

NOMENCLATURA DISCONTINUIDADES

Aa Porosidad Agrupada	C Falta de Fusión	Da Concavidad interior de raíz	Eb Fisura Transversal	I Cordon irregular
Ac Porosidad Dispersa	D Penetración Incompleta	Db Concavidad exterior	Fa Socavado interno	Sd Sin discontinuidad
Ae Porosidad alineada en raíz	De Penetración excesiva	Dh Descentramiento High-Low	Fb Socavado externo	
Ba Escoria entre cordones	K Rechupe de raíz	Ea Fisura Longitudinal	T Inclusión de Tungsteno	

LUGAR Y FECHA DE EJECUCION

INSPECCIONADO POR

EVALUADO POR

Cercado de lima, 10 y 11 de Octubre del 2016.

ICOT SAC
JHONY HENRY ALBINO JACINTO
Nivel II SNT - TC IA

FABRICANTE: INGEVAP S.A.C.

REPORTE N°: 2423 - 16

SOLICITANTE: ING. JORGE COLCHADO

FECHA : 14 / 10 / 2016

SST: ---

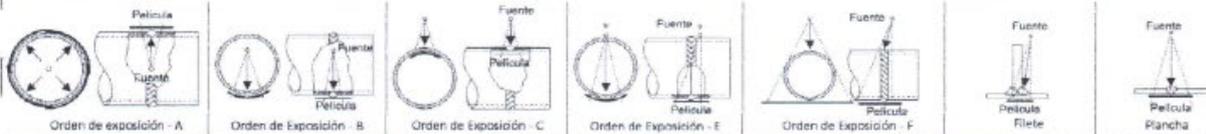
PÁGINA : 02 de 04

TRABAJO / OBRA: CASCO, FLUE Y TAMBOR DE CALDERA DE 120 BHP - SERIE: 196-16 (OT16-150)

INFORMACION TÉCNICA

CRITERIO DE ACEPTACIÓN - NORMA	ASME SEC VIII - DIV.1 - Edition 2015	SELECCIÓN DE ICI	ASTM 1B
MUESTREO	100 %	POSICIÓN DE ICI	Lado de Fuente
MATERIAL BASE	ASTM A-285 Grado C	HILO ESENCIAL	Ø 0.41 (mm)
ESPESOR DE MATERIAL BASE	12.5 (mm)	PELÍCULA UTILIZADA	Agfa D7
TIPO ISÓTOPO - TAMAÑO DE FOCO	Iridio 192 - 3.1 mm	PANTALLA DE Pb (ambos lados)	0.13 mm
ACTIVIDAD DE LA FUENTE	4 Ci	DIMENSIÓN DE PELÍCULA	70 x 360 mm
DISTANCIA FUENTE - PELÍCULA	420 mm	PROCESO DE REVELADO	Manual
TIEMPO DE EXPOSICIÓN	14.14 (min.seg)	TEMPERATURA DE REVELADO	22°C
TÉCNICA RADIOGRÁFICA	Pared Simple	TIEMPO DE REVELADO	5 Minutos
CALIDAD RADIOGRÁFICA	2 - 2T	DENSIDAD DE PELÍCULA	2 - 4
PROCEDIMIENTO N°	ICOT-PRO-CC-006	PROYECTOR / MARCA / SERIE:	SPEC 150 / 0396

TÉCNICA DE EXPOSICIÓN UTILIZADA: B



ISOMÉTRICO - IDENTIFICACIÓN	SOLDADOR	DISCONTINUIDAD	CALIFICACIÓN	OBSERVACIONES
1 CASCO: 195-16 / L2- P4	HLBC	D	NO ACEPTADO	Reparar: (0a 2b) cm
2	P5	HLBC	NO ACEPTADO	Reparar: (Todo)
3	P6	HLBC	ACEPTADO	---
4	P7	HLBC	ACEPTADO	---
5	P8	HLBC	ACEPTADO	---
6 FLUE: 195-16 / C1- P1	YGCM	Sd	ACEPTADO	---
7	P2	YGCM	ACEPTADO	---
8	P3	YGCM	ACEPTADO	---
9	P4	YGCM	ACEPTADO	---
10	P5	YGCM	ACEPTADO	---
11	P6	YGCM	ACEPTADO	---
12	P7	YGCM	ACEPTADO	---
13 FLUE: 195-16 / L1- P1	YGCM	Sd	ACEPTADO	---
14	P2	YGCM	ACEPTADO	---
15 FLUE: 195-16 / L2 P1	YGCM	Sd	ACEPTADO	---
16	P2	YGCM	ACEPTADO	---
17	P3	YGCM	ACEPTADO	---
18	P4	YGCM	ACEPTADO	---
19	P5	YGCM	ACEPTADO	---
20	P6	YGCM	ACEPTADO	---
21	P7	YGCM	ACEPTADO	---
22	P8	YGCM	ACEPTADO	---
23 TAMBOR: 195-16 / L1 P1	JMAP	Ac	ACEPTADO	---
24	P2	JMAP	ACEPTADO	---
25				

NOMENCLATURA DISCONTINUIDADES

Aa Porosidad Agrupada	C Falta de Fusión	Da Concavidad interior de raiz	Eb Fisura Transversal	I Cordón irregular
Ac Porosidad Dispersa	D Penetración Incompleta	Db Concavidad exterior	Fa Socavado interno	Sd Sin discontinuidad
Ae Porosidad alineada en raiz	De Penetración excesiva	Dh Descantamiento High-Low	Fb Socavado externo	
Ba Escoria entre cordones	K Rechupe de raiz	Ea Fisura Longitudinal	T Inclusión de Tungsteno	

LUGAR Y FECHA DE EJECUCION

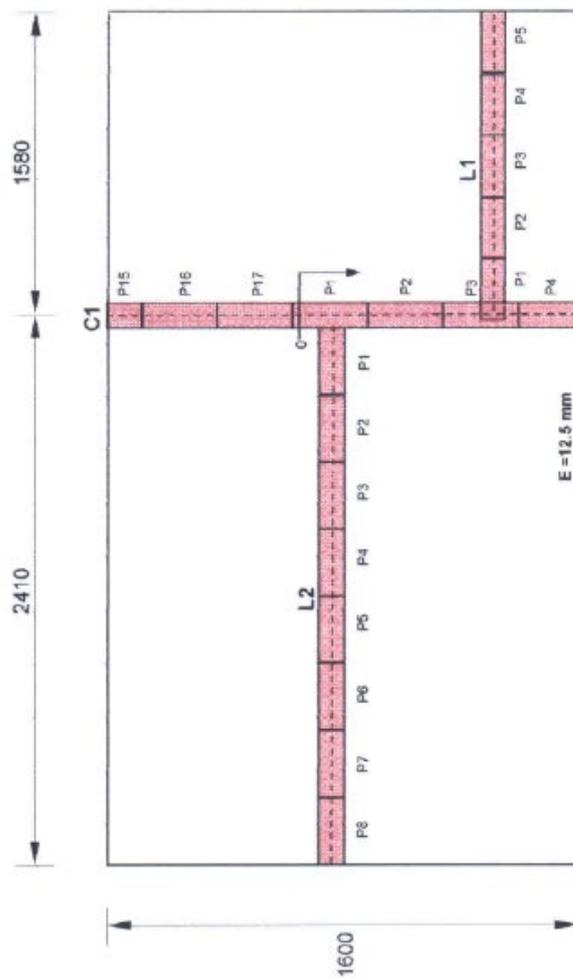
INSPECCIONADO POR

EVALUADO POR

Cercado de lima, 10 y 11 de Octubre del 2016.

ICOT SAC.
JHONY HENRY ALBINO JACINTO
Nivel II SNT - TC 1A

CASCO DE CALDERA DE 120 BHP SERIE: 196-16 (OT16-150)
UBICACIÓN DE PLACAS RADIOGRAFICAS



CASCO

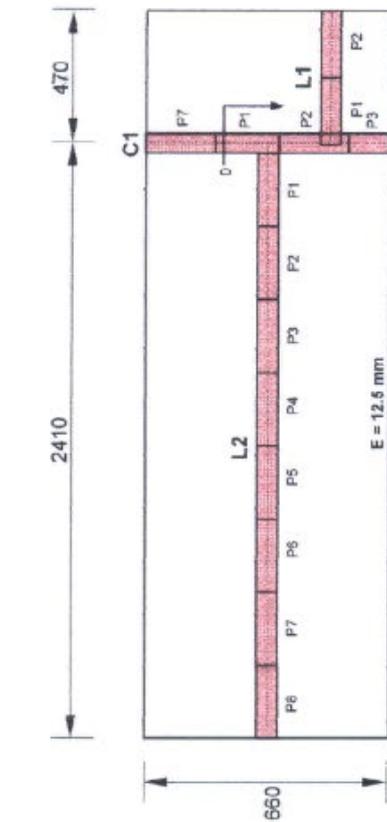
Legendas:

- C# : Junta circunferencial
- L# : Junta longitudinal
- P# : Placa radiográfica numero
- : Cordones de Soldadura examinado por Radiografía Industrial

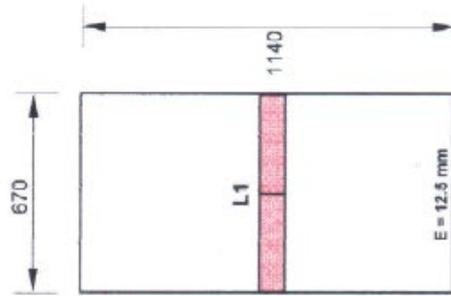
Medidas en milímetros

	INFORME N°	CLIENTE	FECHA	N° PLACAS	PAGINA	EXAMINACION CON RADIOGRAFIA INDUSTRIAL
	2423 -16	INGEVAP S.A.C	10 y 11/10/2016	30	03 DE 04	

FLUE Y TAMBOR DE CALDERA DE 120 BHP SERIE 196-16 (OT16-150)
UBICACIÓN DE PLACAS RADIOGRAFICAS



FLUE



TAMBOR

Legendas:

- C# : Junta circunferencial
- L# : Junta longitudinal
- P# : Placa radiográfica numero
- : Cordones de Soldadura examinado por Radiografía Industrial



Medidas en milímetros

INFORME N°	CLIENTE	FECHA	N° PLACAS	PAGINA	EXAMINACION CON RADIOGRAFIA INDUSTRIAL
2423 -16	INGEVAP S.A.C	10 y 11/10/2016	19	04 DE 04	

INFORME RADIOGRÁFICO

N° 2423.1.2 -16

INSPECCIÓN CON GAMMAGRAFÍA INDUSTRIAL

A CASCO DE CALDERA DE 120 BHP

SERIE: 196-16 (OT 16-150)/ REPARACIONES.

CLIENTE: INGEVAP S.A.C.

FABRICANTE: INGEVAP S.A.C.

REPORTE N°: 2423.1 - 16

SOLICITANTE: ING. JORGE COLCHADO

FECHA : 24 / 10 / 2016

SST: ---

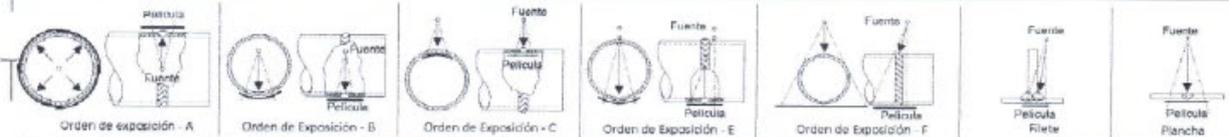
PÁGINA : 01 de 01

TRABAJO / OBRA: CASCO DE CALDERA DE 120 BHP - SERIE: 196-16 (OT16-150) / REPARACIONES

INFORMACION TÉCNICA

CRITERIO DE ACEPTACIÓN - NORMA	ASME SEC.VIII - DIV.1 - Edition 2015	SELECCIÓN DE ICI	ASTM 1B
MUESTREO	100 %	POSICIÓN DE ICI	Lado de Fuente
MATERIAL BASE	ASTM A-285 Grado C	HILO ESENCIAL	Ø 0.41 (mm)
ESESOR DE MATERIAL BASE	12.5 (mm)	PELICULA UTILIZADA	Agfa D7
TIPO ISÓTOPO - TAMAÑO DE FOCO	Iridio 192 - 3.1 mm	PANTALLA DE Pb (ambos lados)	0.13 mm
ACTIVIDAD DE LA FUENTE	10 Ci	DIMENSION DE PELÍCULA	70 x 350 mm
DISTANCIA FUENTE - PELÍCULA	400 mm	PROCESO DE REVELADO	Manual
TIEMPO DE EXPOSICIÓN	05.14 (min.seg)	TEMPERATURA DE REVELADO	22°C
TÉCNICA RADIOGRÁFICA	Pared Simple	TIEMPO DE REVELADO	5 Minutos
CALIDAD RADIOGRÁFICA	2 - 2T	DENSIDAD DE PELÍCULA	2 - 4
PROCEDIMIENTO N°	ICOT-PRO-CC-006	PROYECTOR / MARCA / SERIE:	SPEC 150 / 0390

TÉCNICA DE EXPOSICIÓN UTILIZADA: B



ISOMÉTRICO - IDENTIFICACIÓN	SOLDADOR	DISCONTINUIDAD	CALIFICACIÓN	OBSERVACIONES
1 CASCO: 196-16 / L1- P5R	HLBC	Aa	ACEPTADO	---
2 L2- P4R	HLBC	D	NO ACEPTADO	---
3 P5R	HLBC	D	NO ACEPTADO	---
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				

NOMENCLATURA DISCONTINUIDADES

Aa Porosidad Agrupada	C Falta de Fusión	De Concavidad interior de raíz	Eb Fisura Transversal	I Cordón irregular
Ac Porosidad Dispersa	D Penetración Incompleta	Db Concavidad exterior	Fa Socavado interno	Sd Sin discontinuidad
ae Porosidad alineada en raíz	De Penetración excesiva	Dh Descentramiento High-Low	Fb Socavado externo	
ea Escoria entre cordones	K Rechupe de raíz	Ea Fisura Longitudinal	T Inclusión de Tungsteno	

LUGAR Y FECHA DE EJECUCION	INSPECCIONADO POR	EVALUADO POR
Cercado de lima, 17 de Octubre del 2016.		

FABRICANTE: INGEVAP S.A.C.

SOLICITANTE: ING. JORGE COLCHADO

SST: ---

REPORTE N°: 2423.2 - 16

FECHA : 24 / 10 / 2016

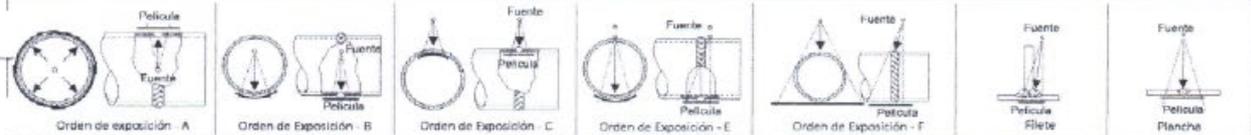
PÁGINA : 01 de 01

TRABAJO / OBRA: CASCO DE CALDERA DE 120 BHP - SERIE: 196-16 (OT16-150) / REPARACIONES

INFORMACION TÉCNICA

CRITERIO DE ACEPTACIÓN - NORMA	ASME SEC.VIII - DIV.1 - Edition 2015	SELECCIÓN DE ICI	ASTM 1B
MUESTREO	100 %	POSICIÓN DE ICI	Lado de Fuente
MATERIAL BASE	ASTM A-285 Grado C	HILO ESENCIAL	Ø 0.41 (mm)
ESPESOR DE MATERIAL BASE	12.5 (mm)	PELÍCULA UTILIZADA	Agfa D7
TIPO ISÓTOPO - TAMAÑO DE FOCO	Iridio 192 - 3.1 mm	PANTALLA DE Pb (ambos lados)	0.13 mm
ACTIVIDAD DE LA FUENTE	10 Ci	DIMENSION DE PELÍCULA	70 x 350 mm
DISTANCIA FUENTE - PELÍCULA	400 mm	PROCESO DE REVELADO	Manual
TIEMPO DE EXPOSICIÓN	05.14 (min.seg)	TEMPERATURA DE REVELADO	22°C
TÉCNICA RADIOGRÁFICA	Paralela Simple	TIEMPO DE REVELADO	5 Minutos
CALIDAD RADIOGRÁFICA	2 - 2T	DENSIDAD DE PELÍCULA	2 - 4
PROCEDIMIENTO N°	ICOT-PRO-CC-006	PROYECTOR / MARCA / SERIE:	SPEC 150 / 0396

TÉCNICA DE EXPOSICIÓN UTILIZADA: B



ISOMÉTRICO - IDENTIFICACIÓN	SOLDADOR	DISCONTINUIDAD	CALIFICACIÓN	OBSERVACIONES
1 CASCO: 196-16 / L2- P4RR	HLBC	Aa	ACEPTADO	---
2 P5RR	HLBC	Aa,j	ACEPTADO	---
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				

NOMENCLATURA DISCONTINUIDADES

Aa Porosidad Agrupada	C Falta de Fusión	Da Concavidad interior de raíz	Eb Fisura Transversal	I Cordón irregular
Ac Porosidad Dispersa	D Penetración Incompleta	Db Concavidad exterior	Fa Socavado Interno	Sd Sin discontinuidad
Ae Porosidad alineada en raíz	De Penetración excesiva	Dh Descentramiento High-Low	Fb Socavado externo	
3a Escoria entre cordones	K Rechufe de raíz	Ea Fisura Longitudinal	T Inclusión de Tungsteno	

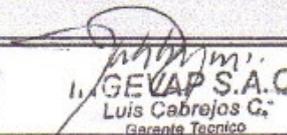
LUGAR Y FECHA DE EJECUCION	INSPECCIONADO POR	EVALUADO POR
Cercado de lima, 21 de Octubre del 2016.	 O. J. CAR... NDT LEVEL II RT-UT-CW-TC-1A	

ANEXO N° 3: REPORTE DE PRUEBA

 <small>Ingeniería para: Generación, Transporte, Control y Utilización del vapor</small>	PRODUCCIÓN		Código: O-PR-51
	REPORTE DE PRUEBA HIDROSTÁTICA		Versión : 02 Fecha : 23.11.2016 Página : 1 de 2
Cliente			
Fecha de Prueba Hidrostática			
Equipo			
Modelo			
Número de Serie			
Orden de trabajo			
Elemento (s) Probados (s)	CASCO, FLUE, TAMBOR, PLACAS PORTATUBOS, TEMPLADORES, EMPAQUETADURAS DE MANO Y DE ENTRADA DE HOMBRE, EXPANDIDO DE TUBOS, UNIONES SOLDADAS Y COPLES		
Lugar de Prueba		Tipo de Prueba	HIDROSTÁTICA
Presión Máx. Trabajo		Presión de Prueba	
Manómetros: Escala		Fecha de calibración	
Manómetros: Escala		Fecha de calibración	
Tiempo de Prueba		Resultado	
Prueba Ejecutada S/código	ASME Secc. I, División 1, PG-99-2010	Edición	2010
Observaciones:			
Responsables			
<i>NOMBRE:</i>	<i>NOMBRE:</i>		
Responsable de la Prueba Hidrostática	Jefe de Producción		
Aprobación Final			
<i>NOMBRE:</i>	<i>NOMBRE:</i>	<i>NOMBRE:</i>	
Representante de la Alta Dirección	Supervisión del Cliente	Empresa Certificadora	
Prohibida la Reproducción Total o Parcial de este documento sin la autorización del Representante de la Dirección. Llenado obligatorio de todos los campos.			

FUENTE: Elaboración propia.

	PRODUCCIÓN		Código: Q-PR-51	
	REPORTE DE PRUEBA HIDROSTÁTICA		Versión : 02	Fecha : 23.11.2016
		Página : 1 de 2		
Cliente	HOSPITAL REGIONAL DE MOQUEGUA			
Fecha de Prueba Hidrostática	23/11/2016			
Equipo	CALDERA HORIZONTAL WET BACK DE 120 BHP			
Modelo	D60-120-2G			
Número de Serie	195-16			
Orden de trabajo	OT16-150			
Elemento (s) Probados (s)	CASCO, FLUE, TAMBOR, PLACAS PORTATUBOS, TEMPLADORES, EMPAQUETADURAS DE MANO Y DE ENTRADA DE HOMBRE, EXPANDIDO DE TUBOS, UNIONES SOLDADAS Y COPLES			
Lugar de Prueba	PLANTA INGEVAP	Tipo de Prueba	HIDROSTÁTICA	
Presión Máx. Trabajo	150 P.S.I.	Presión de Prueba	250 P.S.I.	
Manómetros: Escala	TRERICE 0-600 PSI	Fecha de calibración	10/03/2016	
Termometro: Escala	BLUE RIBBON 0-150 °C	Fecha de calibración	09/02/2017	
Tiempo de Prueba	2 HORAS	Resultado	OK	
Prueba Ejecutada S/código	ASME Sec. I, División 1, PG-99-2010	Edición	2010	
Observaciones:				
Durante la ejecución de la prueba hidrostática, no presento fuga de agua en los elementos probados de la caldera y se constató que el dial del manómetro se mantuvo estable. Por consiguiente la caldera mantiene hermeticidad y el resultado de la prueba es satisfactoria.				
Prueba efectuada con manómetro TRERICE con certificado de calibración SGFP-181-2016 del 10/03/16 y certificado de trazabilidad INDECOPI/SNM- LFP-006-2015.				
Prueba efectuada con termómetro BLUE RIBBON con certificado de calibración SGTH-036-17 del 09/02/17 y certificado de trazabilidad INACAL/DM LT-343-2016 Y INACAL/DM LT-788-2016.				
Responsables				
 NOMBRE: ERICK YESSEM BURGA RODRIGUEZ Responsable de la Prueba Hidrostática		 INGEVAP S.A.C. William Valverde C. JEFE DE PRODUCCIÓN NOMBRE: WILLIAM VALVERDE CALLISAYA Jefe de Producción		
Aprobación Final				
 INGEVAP S.A.C. Luis Cabrejos C. Gerente Técnico CIP. N° 192580 NOMBRE: LUIS CABREJOS COLCHADO.. Representante de la Alta Dirección		NOMBRE: Supervisor del Cliente		NOMBRE: Empresa Certificadora

 INGEVAP S.A.C. <small>Ingeniería para Seguridad en Transmisiones de Energía y Múltiples del sector</small>		PRODUCCIÓN		Código: O-PR-51
		REPORTE DE PRUEBA HIDROSTÁTICA		Versión : 02
				Fecha : 23.11.2016
				Página : 1 de 1
Cliente	HOSPITAL REGIONAL DE MOQUEGUA			
Fecha de Prueba Hidrostática	28/11/2016			
Equipo	CALDERA HORIZONTAL WET BACK DE 120 BHP			
Modelo	D60-120-2G			
Número de Serie	198-16			
Orden de trabajo	OT16-150			
Elemento (s) Probados (s)	CASCO, FLUE, TAMBOR, PLACAS PORTATUBOS, TEMPLADORES, EMPAQUETADURAS DE MANO Y DE ENTRADA DE HOMBRE, EXPANDIDO DE TUBOS, UNIONES SOLDADAS Y COPLES			
Lugar de Prueba	PLANTA INGEVAP	Tipo de Prueba	HIDROSTÁTICA	
Presión Máx. Trabajo	150 P.S.I.	Presión de Prueba	250 P.S.I.	
Manómetros: Escala	TRERICE 0-600 PSI	Fecha de calibración	10/03/2016	
Manómetros: Escala	BLUE RIBBON 0-150 °C	Fecha de calibración	09/02/2017	
Tiempo de Prueba	2 HORAS	Resultado	OK	
Prueba Ejecutada S/código	ASME Secc. I, División 1, PG-99-2010	Edición	2010	
Observaciones:				
Durante la ejecución de la prueba hidrostática, no presento fuga de agua en los elementos probados de la caldera y se constató que el dial del manómetro se mantuvo estable. Por consiguiente la caldera mantiene hermeticidad y el resultado de la prueba es satisfactoria.				
Prueba efectuada con manómetro TRERICE con certificado de calibración SGFP-181-2016 del 10/03/16 y certificado de trazabilidad INDECOPI/SNM- LFP-006-2015.				
Prueba efectuada con termómetro BLUE RIBBON con certificado de calibración SGTH-036-17 del 09/02/17 y certificado de trazabilidad INACAL/DM LT-343-2016 Y INACAL/DM LT-788-2016.				
Responsables				
 NOMBRE: WALTER LUIS ROMERO RODRIGUEZ Responsable de la Prueba Hidrostática		 INGEVAP S.A.C. William Valverde C. JEFE DE PRODUCCION NOMBRE: WILLIAM VALVERDE C. Jefe de Producción		
Aprobación Final				
 INGEVAP S.A.C. Luis Cabrejos C. Garante Técnico CIP. N° 172506 NOMBRE: LUIS CABREJOS COLCHADO		NOMBRE:	NOMBRE:	
Representante de la Alta Dirección	Supervisor del Cliente	Empresa Certificadora		

ANEXO N° 4: REPORTE DE PROTOCOLO INTEGRAL DE PRUEBA

 INGEVAP S.A.C.	SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD PROYECTO: "INSTALACION DE SISTEMA DE GENERACION Y DISTRIBUCION DE VAPOR - HOSPITAL DE MOQUEGUA" REPORTE DE PROTOCOLO INTEGRAL DE PRUEBA	O-PR-62	
		FECHA: 15/07/16	
		PAGINA: 1 de 2	
		VERSIÓN: 02	

INFORMACIÓN GENERAL:			
CLIENTE:			
EQUIPO:			
MODELO:			
NÚMERO DE SERIE:			
LUGAR DE PRUEBA			
DATOS GENERALES:			
TENSION ELECTRICA			
• <i>Tensión de Acometida:</i>			
• <i>Tensión Sistema de Control:</i>			
QUEMADOR:			
FUNCIONAMIENTO DEL QUEMADOR:			
COMBUSTIBLE DE PRUEBA			
DIESEL:		RESIDUAL O BUNKER:	
GAS LICUADO DE PETROLEO:		GAS NATURAL:	
PRESION DE COMBUSTIBLE:			
TIPO DE PILOTO:			
GAS:	IGNICION DIRECTA:	DIESEL:	
TIPO DETECCION DE FLAMA:			
PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO			
PRUEBA DE ENCENDIDO PILOTO:			
PRUEBA FUNCIONAMIENTO LLAMA PRINCIPAL:			
<i>Manual:</i>			<i>Automático:</i>

	SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD	O-PR-62
	<small>PROYECTO: "INSTALACION DE SISTEMA DE GENERACION Y DISTRIBUCION DE VAPOR – HOSPITAL DE MOQUEGUA"</small>	FECHA: 15/07/16
	REPORTE DE PROTOCOLO INTEGRAL DE PRUEBA	PAGINA: 2 de 2
		VERSIÓN: 02

FUNCIONAMIENTO DEL CONTROL DE NIVEL PARA BOMBA DE AGUA	
<i>Manual:</i>	<i>Automático:</i>
VISOR DE NIVEL DE AGUA:	
PRESION DE PRUEBA:	
PRESION DE REPOSICION DEL SISTEMA:	
VALOR DE SOBREPRESION:	
PRUEBAS DE SEGURIDAD BASICAS	
PRUEBA DE CORTE POR BAJO NIVEL DE AGUA:	
<i>Alarma Sonora:</i>	<i>Alarma Visual:</i>
PRUEBA DE CORTE POR PRESION DE GAS:	
PRUEBA DE CORTE POR LLAMA DE FLAMA:	
APERTURA DE VALVULA DE SEGURIDAD:	
OBSERVACIONES:	
APROBACIÓN FINAL:	
RESPONSABLE	SUPERV. DEL CLIENTE

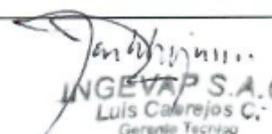
FUENTE: Elaboración propia.

	PROYECTOS	Código: O-PR-62
	REPORTE DE PROTOCOLO INTEGRAL DE PRUEBA	Versión :03
		Fecha :15.05.2017
		Página :1 de 2

INFORMACIÓN GENERAL:			
PROYECTO:			
CLIENTE:		HOSPITAL REGIONAL MOQUEGUA	
EQUIPO:		CALDERA DE VAPOR	
FECHA:		10 - 03 - 2018	
MODELO:		D60 - 120 - 2G	
NÚMERO DE SERIE:		195 - 16	
LUGAR DE PRUEBA:		HOSPITAL REGIONAL MOQUEGUA	
DATOS GENERALES:			
TENSION ELÉCTRICA			
• <i>Tensión de Acometida:</i>		380 VAC 3 TRIFÁSICO + 1 NEUTRO	
• <i>Tensión Sistema de Control:</i>		110 VAC	
QUEMADOR:		POWER FLAME MODELO C3-GO-25B	
FUNCIONAMIENTO DEL QUEMADOR:		MODULANTE	
COMBUSTIBLE DE PRUEBA			
DIESEL:		<input checked="" type="checkbox"/>	RESIDUAL O BUNKER:
GAS LICUADO DE PETROLEO:		<input type="checkbox"/>	GAS NATURAL:
PRESIÓN DE COMBUSTIBLE:		220 PSI	
TIPO DE PILOTO:		ASISTIDO	
GAS: <input checked="" type="checkbox"/> PROPANO		IGNICION DIRECTA:	DIESEL:
TIPO DETECCIÓN DE FLAMA:		ULTRA VIOLETA (UV)	
PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO			
PRUEBA DE ENCENDIDO PILOTO:		VERIFICADO CON PERSONAL DEL HOSPITAL	
PRUEBA FUNCIONAMIENTO LLAMA PRINCIPAL:		VERIFICADO CON PERSONAL DEL HOSPITAL	
<i>Manual: VERIFICADO</i>		<i>Automático: VERIFICADO</i>	

Prohibida la Reproducción Total o Parcial de este documento sin la autorización del Representante de la Dirección. Llenado obligatorio de todos los campos.

	PROYECTOS	Código: O-PR-62
	REPORTE DE PROTOCOLO INTEGRAL DE PRUEBA	Versión :03
		Fecha :15.05.2017
		Página :2 de 2

FUNCIONAMIENTO DEL CONTROL DE NIVEL PARA BOMBA DE AGUA	
<i>Manual:</i> VERIFICADO	<i>Automático:</i> VERIFICADO
VISOR DE NIVEL DE AGUA:	VERIFICADO
PRESION DE PRUEBA:	100 PSI
PRESION DE REPOSICION DEL SISTEMA:	90 PSI
VALOR DE SOBREPRESION:	105 PSI
PRUEBAS DE SEGURIDAD BASICAS:	APAGADO POR SOBREPRESIÓN, FALLA DE FLAMA
PRUEBA DE CORTE POR BAJO NIVEL DE AGUA:	VERIFICADO
<i>Alarma Sonora: VERIFICADO</i>	<i>Alarma Visual: NO APLICA</i>
PRUEBA DE CORTE POR PRESION DE GAS:	-----
PRUEBA DE CORTE POR FALLA DE FLAMA:	VERIFICADO
APERTURA DE VALVULA DE SEGURIDAD:	NO APLICA
OBSERVACIONES:	
<ul style="list-style-type: none"> - Se capacita al personal del hospital y posteriormente se toma una evaluación. - Se regula el Ratio de combustión (mezcla de aire / combustible). - Se realizan las pruebas de seguridad básicas (bajo nivel de agua, falla de flama, corte por sobrepresión). - Se mide la concentración de los gases de combustión emitidos a la atmósfera. - El caldero queda operativo. 	
APROBACIÓN FINAL:	
 CHM <small>INGENIERIA EN ELECTRICIDAD Y ELECTROMECANICAS</small> Ing. Julio Estrada Rodriguez <small>INSTALACION ELECTRICAS / ELECTROMECANICAS</small> <small>CIP. 85357</small>	 INGEVAP S.A.C. <small>Gerente Técnico</small> <small>CIP. Nº 17298</small>
RESPONSABLE	SUPERV. DEL CLIENTE

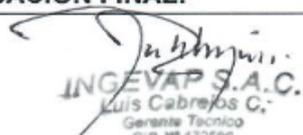
Prohibida la Reproducción Total o Parcial de este documento sin la autorización del Representante de la Dirección. Llenado obligatorio de todos los campos.

	PROYECTOS	Código: O-PR-62
	REPORTE DE PROTOCOLO INTEGRAL DE PRUEBA	Versión :03
		Fecha :15.05.2017
		Página :1 de 2

INFORMACIÓN GENERAL:			
PROYECTO:			
CLIENTE:	HOSPITAL REGIONAL MOQUEGUA		
EQUIPO:	CALDERA DE VAPOR		
FECHA:	10-03-2018		
MODELO:	D60-120-2G		
NÚMERO DE SERIE:	196-16		
LUGAR DE PRUEBA:	HOSPITAL REGIONAL MOQUEGUA		
DATOS GENERALES:			
TENSION ELÉCTRICA			
• Tensión de Acometida:	380 VAC 3 TRIFÁSICO + 1 NEUTRO		
• Tensión Sistema de Control:	110 VAC		
QUEMADOR:	POWER FLAME MODELO C3-GO-25B		
FUNCIONAMIENTO DEL QUEMADOR:	MODULANTE		
COMBUSTIBLE DE PRUEBA			
DIESEL:	<input checked="" type="checkbox"/>	RESIDUAL O BUNKER:	
GAS LICUADO DE PETROLEO:	<input type="checkbox"/>	GAS NATURAL:	
PRESIÓN DE COMBUSTIBLE:	220 PSI		
TIPO DE PILOTO:	ASISTIDO		
GAS: <input checked="" type="checkbox"/> PROPANO	IGNICION DIRECTA:	DIESEL:	
TIPO DETECCIÓN DE FLAMA:	ULTRA VIOLETA (UV)		
PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO			
PRUEBA DE ENCENDIDO PILOTO:	VERIFICADO CON PERSONAL DEL HOSPITAL		
PRUEBA FUNCIONAMIENTO LLAMA PRINCIPAL:	VERIFICADO CON PERSONAL DEL HOSPITAL		
Manual: VERIFICADO	Automático: VERIFICADO		

Prohibida la Reproducción Total o Parcial de este documento sin la autorización del Representante de la Dirección. Llenado obligatorio de todos los campos.

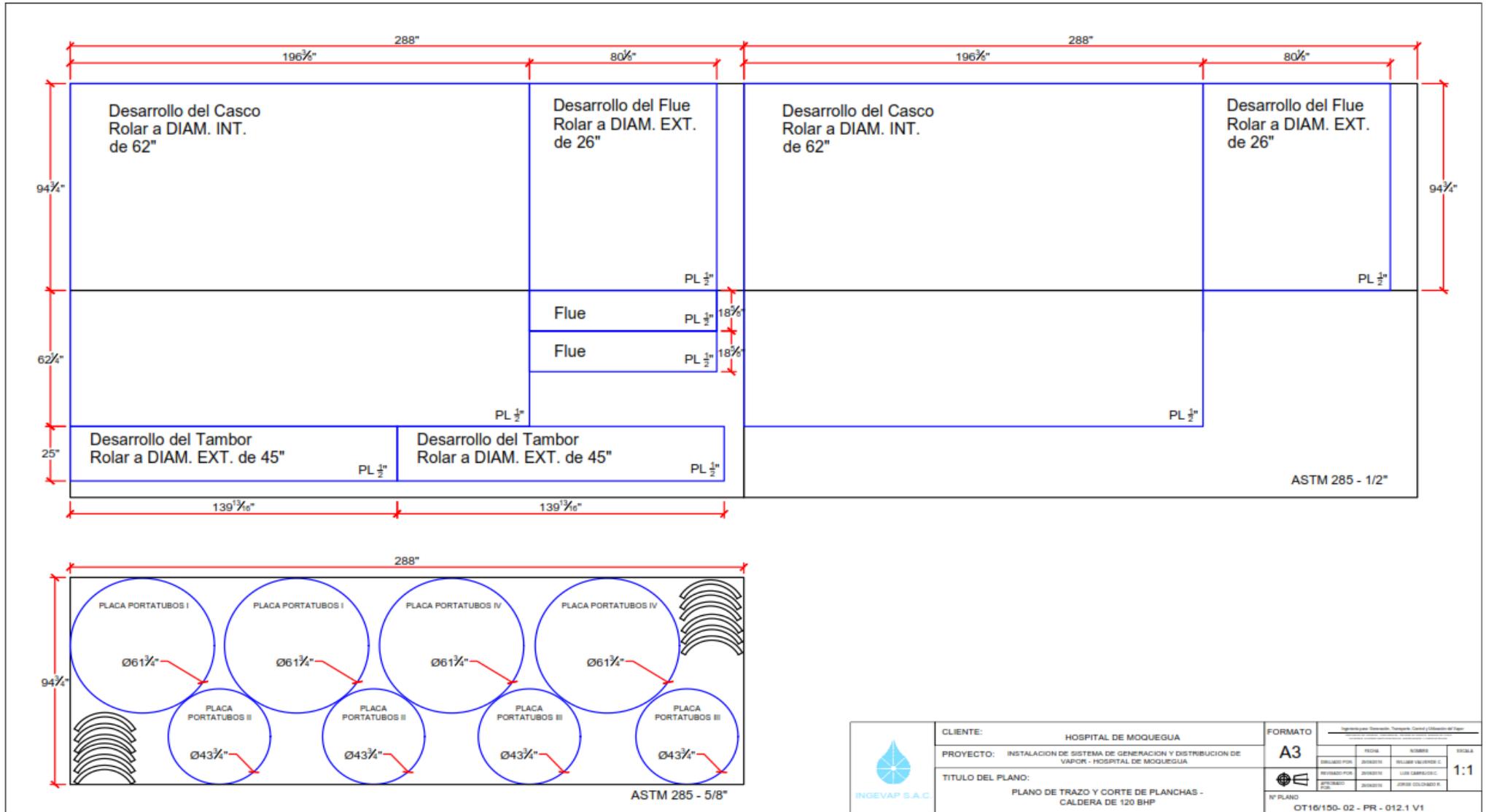
	PROYECTOS	Código: O-PR-62
	REPORTE DE PROTOCOLO INTEGRAL DE PRUEBA	Versión :03
		Fecha :15.05.2017
		Página :2 de 2

FUNCIONAMIENTO DEL CONTROL DE NIVEL PARA BOMBA DE AGUA	
<i>Manual:</i> VERIFICADO	<i>Automático:</i> VERIFICADO
VISOR DE NIVEL DE AGUA:	VERIFICADO
PRESSION DE PRUEBA:	100 PSI
PRESSION DE REPOSICION DEL SISTEMA:	90 PSI
VALOR DE SOBREPRESION:	105 PSI
PRUEBAS DE SEGURIDAD BASICAS:	APAGADO POR SOBREPRESIÓN, FALLA DE FLAMA
PRUEBA DE CORTE POR BAJO NIVEL DE AGUA:	VERIFICADO
<i>Alarma Sonora: VERIFICADO</i>	<i>Alarma Visual: NO APLICA</i>
PRUEBA DE CORTE POR PRESSION DE GAS:	-----
PRUEBA DE CORTE POR FALLA DE FLAMA:	VERIFICADO
APERTURA DE VALVULA DE SEGURIDAD:	NO APLICA
OBSERVACIONES:	
<ul style="list-style-type: none"> - Se capacita al personal del hospital y posteriormente se toma una evaluación. - Se regula el Ratio de combustión (mezcla de aire / combustible). - Se realizan las pruebas de seguridad básicas (bajo nivel de agua, falla de flama, corte por sobrepresión). - Se mide la concentración de los gases de combustión emitidos a la atmósfera. - El caldero queda operativo. 	
APROBACIÓN FINAL:	
 INGEVAP S.A.C. Luis Cabrejos C. Gerente Técnico C.I.P. N° 172508	 CEM Ing. Julio Estrada Rodriguez INSTALACION ELECTRICAS Y ELECTROMECAICAS C.I.P. 88357
RESPONSABLE	SUPERV. DEL CLIENTE

Prohibida la Reproducción Total o Parcial de este documento sin la autorización del Representante de la Dirección. Llenado obligatorio de todos los campos.

7.2 Planos

PLANO N° 1: PLANO DE TRAZO Y CORTE DE PLANCHAS



FUENTE: Elaboración propia.

PLANO N° 2: PLANO DE FABRICACIÓN
BRIDA DE LA PUERTA DELANTERA

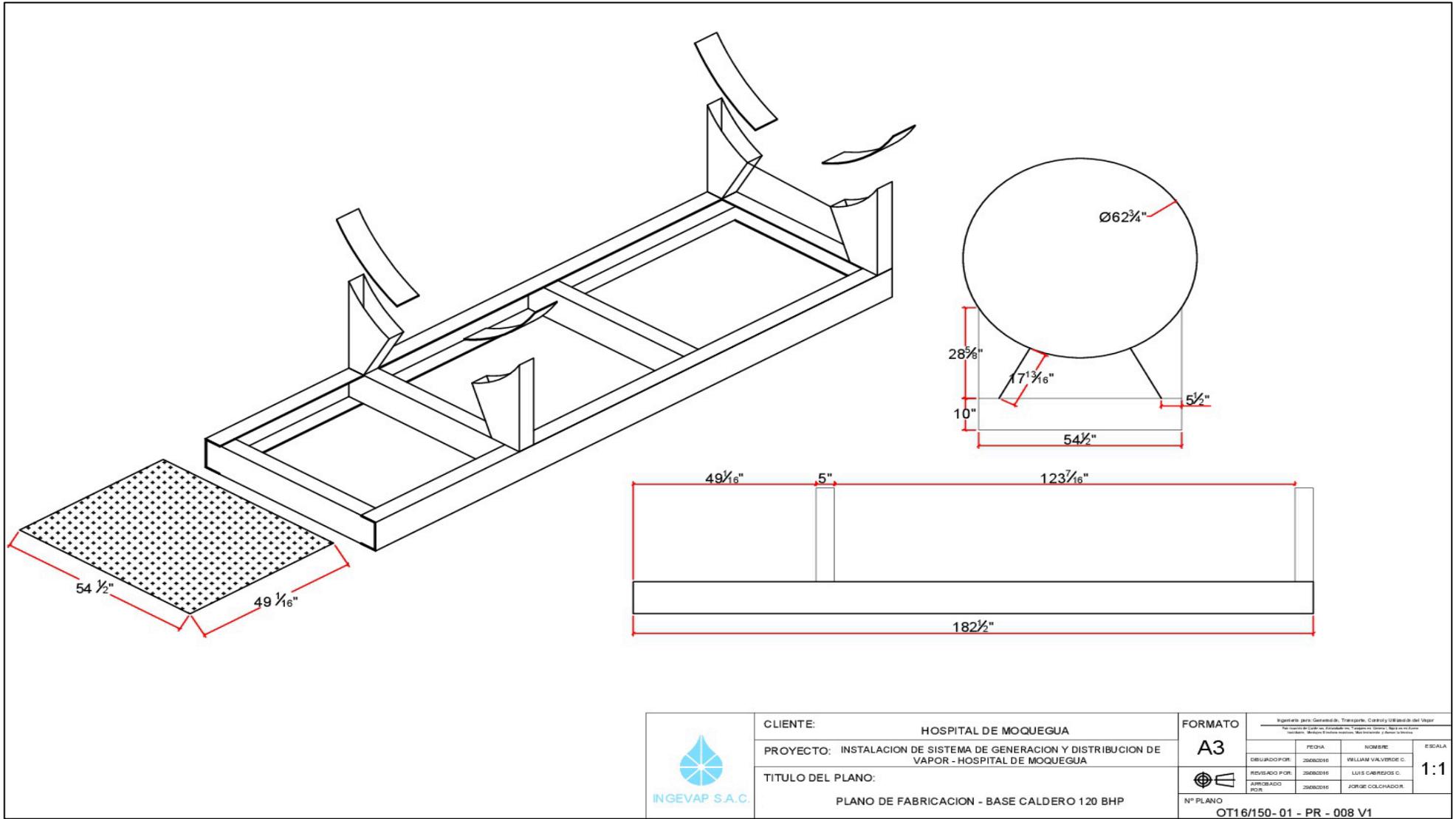
PLANO N° 3: PLANO DE FABRICACIÓN
BRIDA DE LA PUERTA POSTERIOR

PLANO N° 4: PLANO DE FABRICAICÓN
PLACA PORTA TUBOS I Y II

PLANO N° 5: PLANO DE FABRICACIÓN

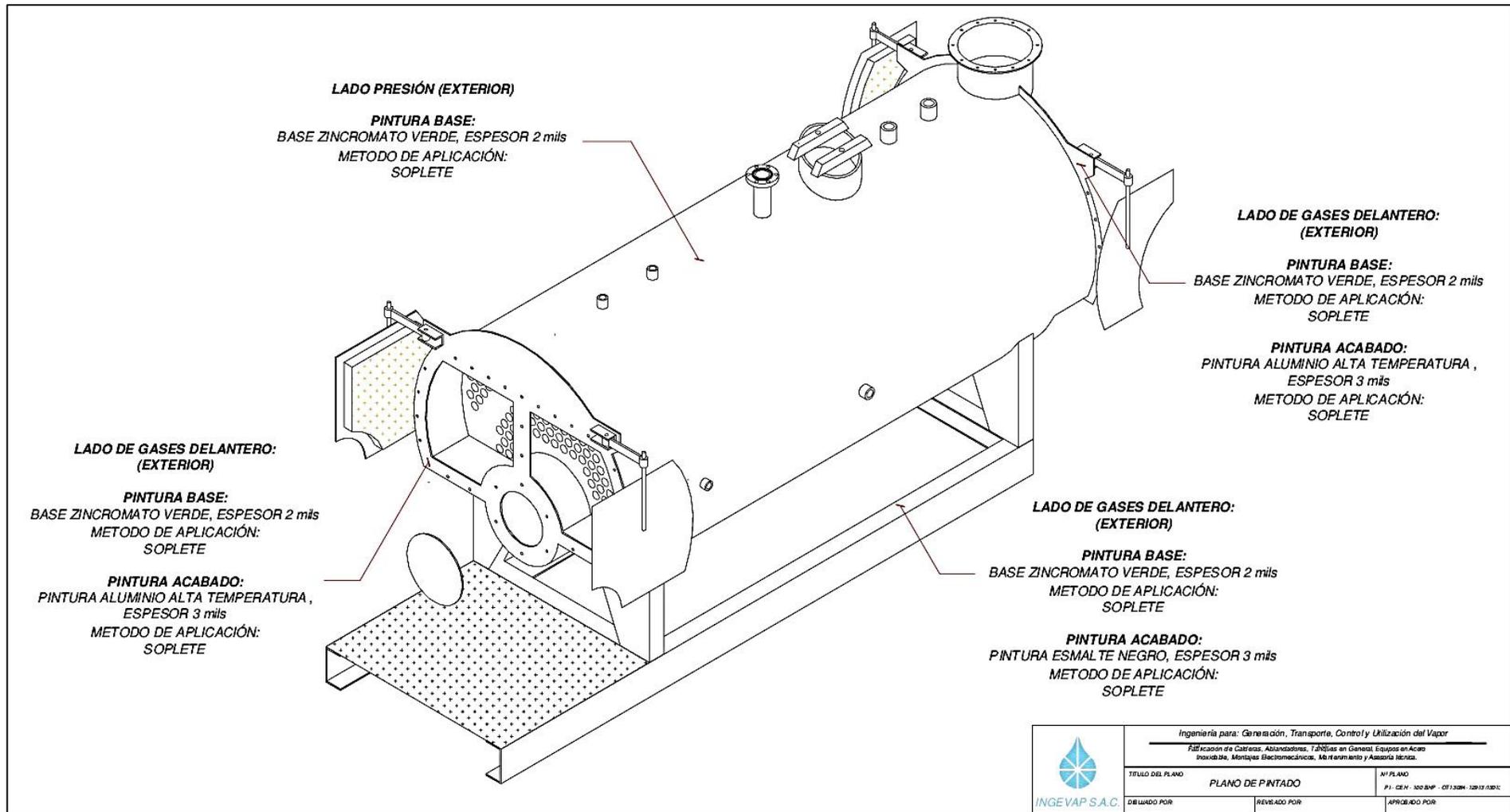
PLACA PORTA TUBOS III Y IV

PLANO N° 6: PLANO DE FABRICACIÓN – BASE DEL CALDERO



FUENTE: Elaboración propia.

PLANO Nº 7: PLANO DE PINTADO



FUENTE: Elaboración propia.

7.3 Imágenes

IMAGEN N° 1: VISTA FRONTAL DE CALDERA



IMAGEN N° 2: VISTA LATERAL DE CALDERA



LA EMPRESA

La empresa INGEVAP SAC con R.U.C. N° 20506832498 es una empresa 100% peruana constituida desde el 1ro de junio del 2003, la cual ofrece servicios a nivel nacional, como fabricante, como empresa de servicios de mantenimiento de calderas y equipos auxiliares, instalación de tuberías de vapor y montaje de maquinaria. Contando con un staff de profesionales altamente calificado y orientado bajo la filosofía de calidad, además cuenta con certificaciones en la ISO 9001 la cual convierte a INGEVAPS.A.C. En una empresa altamente competitiva fortaleciendo el desarrollo en la administración y operación de los procesos industriales involucrados en la generación y el control de la producción de calor y su intercambio térmico eficiente.

Declaraciones Estratégicas

Somos una empresa donde nos esforzamos día a día para dar a nuestros clientes lo mejor de nosotros a fin de brindarle una buena y cordial atención y así copar todas sus necesidades dentro del rubro en el cual nos hemos desarrollado, con personal de buena calidad profesional y así mismo con valores, dedicada a sus labores cotidianas.

Estamos dispuestos a emplear todo nuestro potencial, conocimiento y calidad humana para cumplir nuestros objetivos.

MISIÓN

Nuestra misión es proveer al mercado nacional con productos y servicios de calidad cumpliendo con las especificaciones técnicas y tiempos requeridos por nuestros clientes buscando constantemente mejorar nuestros procesos, y alianzas estratégicas como base para el crecimiento de ambas partes.

VISIÓN

Ser una empresa líder en el mercado nacional en la fabricación de equipos térmicos, recipientes a presión y servicios de ingeniería con un sólido crecimiento que se mantenga en el tiempo.

VALORES

Nosotros trabajamos por el deseo de servicio al cliente, bajo los principios de honestidad, trato cálido, sinceridad y lealtad, con el afán de dar a nuestros clientes una atención profesional, ágil y eficiente.

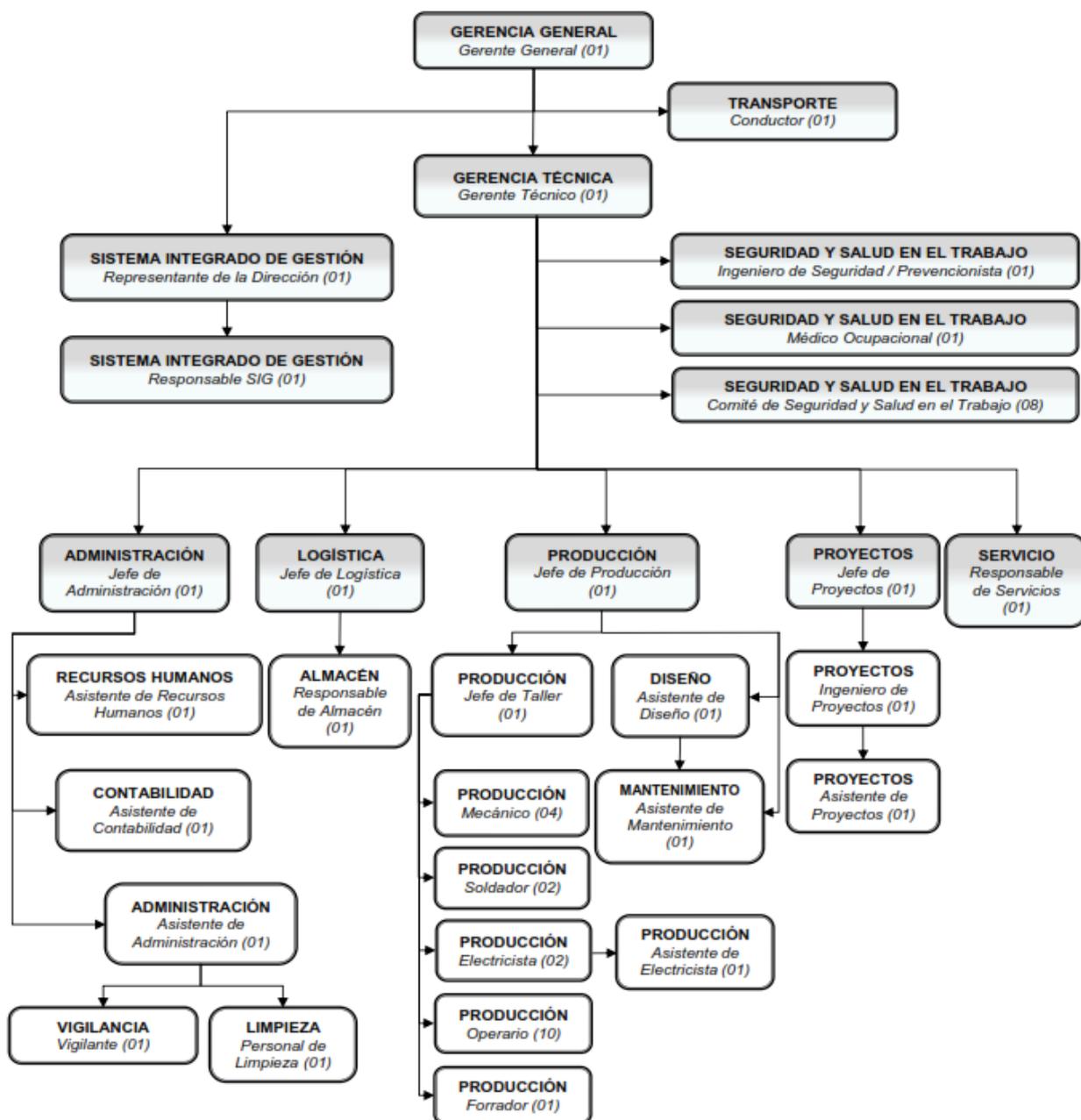
Organigrama

La Empresa INGEVAPS.A.C. Cuenta con una moderna organización, orientada a la horizontalidad y sistematización de sus funciones, permitiendo mayor eficiencia, rapidez, calidad, responsabilidad y garantía de sus servicios, cuya estructura orgánica está dada por:

- ◆ Gerente General.
- ◆ Gerente Técnico.
- ◆ Comité de calidad.
- ◆ Jefe de Administración.
- ◆ Jefes de áreas.
- ◆ Supervisor.
- ◆ Técnicos operarios.

El representante legal de la empresa INGEVAPS.A.C. Es el Sr Jorge Luis Colchado Rodríguez el cual tiene a cargo la gerencia general, teniendo como responsabilidad la de velar por el cumplimiento de todos los requisitos legales que afecten a la empresa y operaciones de ésta.

Organigrama de la empresa INGEVAP s.a.c.



Fuente: Elaboración Propia.

Funciones:

- ✓ Definir y velar el cumplimiento de las Políticas de la empresa.
- ✓ Planteamiento de los objetivos de la empresa.
- ✓ Planificación y coordinación de actividades con las gerencias de área para el logro de objetivos.
- ✓ Dirigir la organización.
- ✓ Monitorear el cumplimiento de los objetivos a través de indicadores de gestión.
- ✓ Representar a la organización ante las entidades empresariales, comerciales y legales.
- ✓ Revisión y aprobación del presupuesto de la empresa.
- ✓ Evaluación de proyectos.

ACTIVIDADES DESARROLLADOS POR LA EMPRESA O INSTITUCIÓN**Servicios**

Las actividades desarrolladas por INGEVAPS.A.C. Están orientadas a la prestación de servicios Fabricación y montaje, asesoramiento técnico en ingeniería y mantenimiento industrial, siendo sus principales actividades las siguientes:

Fabricación y montaje de:

- Calderas de Vapor y Agua Caliente Piro-tubulares, hasta 700 BHP, para petróleo DIESEL, BUNKER N6, R500, gas natural, GLP o combinaciones.
- Calderas Eléctricas.

- Intercambiadores de Calor: De Coraza y Tubos, Radiadores, Haz de Tubos Calefactores y Tanque de Almacenamiento, de Doble Chaqueta. Diferentes Fluidos: Vapor—Agua, Vapor—Petróleo, Agua Caliente—Petróleo, Vapor— Aire, Aceite Térmico—Aire y Otras Mezclas. Enfriadores De Aceite.
- Estructuras, Tanques y Tuberías: En Acero Negro, Acero Inoxidable.
- Proyectos de sustitución de quemadores de petróleo a gas para calderas.
- Tratamiento de Aguas: Ablandadores de Agua, Filtros.
- Equipos en Acero Inoxidable: Marmitas, Autoclaves, Reactores, Digestores, Esterilizadores, Tanques, Mezcladoras, Filtros.

Asesoramiento técnico en ingeniería

- Proyectos de ahorro de energía, auditorías energéticas.
- Proyectos y servicios de desarrollo y capacitación: Cursos de capacitación técnica en vapor, ahorro de energía, calderas. Auditorías energéticas. Medición y ajuste de eficiencia en calderas.
- Servicios de medición de eficiencia, regulación de combustión y disminución de emisiones en calderas.

Mantenimiento y reparación de calderas

- Cambio de placas.
- Retubado.
- Reparaciones en general.

PRINCIPALES CLIENTES

a) Fabricación y montaje

AAIDECOR: (Tingo María)

- Fabricación e instalación de caldera de 20 BHP a diésel y equipos auxiliares, para planta procesadora de lácteos.

AGROINDUSTRIAS EMIC SAC

- Fabricación e instalación de caldera de 50 BHP a gas y equipos auxiliares, para planta procesadora de mayonesa, ketchup, mostaza, etc.

AGROPECUARIA LA PROVIDENCIA (Huaral)

- Suministro e instalación de caldera a gas de 20 BHP y equipos auxiliares, para planta procesadora de pellets.

AJINOMOTO DEL PERU SA

- Tanque de acero inoxidable 304L de 35 tn con serpentín de calentamiento para manteca.
- Instalación de redes de vapor.

ASTECH:

- Suministro de Tanque de diario de petróleo Bunker 6 de 300 Galones con sistema de calentamiento a vapor-eléctrico.

AQUAMATQUIM SA

- Suministro de ablandador de agua.

AQA QUIMICA SA

- Suministro Tanque de Purga, Manifold y Economizador para caldera de 600 BHP.

ASOCIACION CRISTIANA DE JOVENES

- Suministro e instalación de Calentador CV36-15-G y un Tanque Pulmón.

ASTILLEROS MAESTRANSA ANDESA S.A.C.

- Suministro de ablandador de agua.

ARTECOLA PERU SA.

- Fabricación e instalación de Ablandador de Agua, Tanque de Condensado y Purgas.
- Instalación de calderas de 20 y 40 BHP, redimensionamiento integral del sistema de vapor y condensado.

AVICOLA RIO AZUL SA (Huaral)

- Fabricación e instalación de caldera de vapor de 150 BHP, y equipos auxiliares, redes de vapor y condensado, para planta procesadora de pellets para aves.

B.BRAUN MEDICAL PERU SA

- Fabricación de STERIPALLET 100 ml acero inoxidable base y cuerpo.

CLUB NACIONAL

- Suministro de caldera de 60 BHP, dual Diesel – gas.

COCLA LTDA 281 (Quillabamba-Cuzco)

- Fabricación e instalación de caldera de 50 BHP dual Dese/Gas Natural, equipos auxiliares, redes de vapor y condensado, para planta procesadora de pellets para aves.

COINREFRI SRL (Paíta)

- Suministro e instalación de caldera de 250 BHP, Bunker y equipos auxiliares, redes de vapor y condensado, para planta procesadora de harina de papa.

CROSLAND TECNICA SA

- Suministro de tanques de petróleo de diferentes medidas para alimentación de grupos electrógenos.

CYNARA PERU SA (Cañete)

- Fabricación y montaje de caldera de 400 BHP a gas y equipos auxiliares, redes de vapor y condensado, para planta procesadora de alcachofas.

CHR. HANSEN S.A

- Fabricación y montaje de caldera a gas natural de 200 BHP.
- Fabricación y montaje de caldera a gas natural de 250 BHP.
- Fabricación y montaje de caldera dual Diesel / gas de 200 BHP.
- Para planta procesadora de colorantes naturales.

DELIFRUT S.A.

- Fabricación y montaje de casco de caldera de 60 BHP y Tanque de condensado de 200 galones.

DEXIM SRL. (Paíta)

- Fabricación de caldera de 400 BHP dual bunker / gas, para planta procesadora de harina de pescado.

ESSALUD - RED ASISTENCIAL (Huancavelica)

- Suministro e instalación de tanque hidroneumático de 3,000 galones para Huancavelica

ECOPRO S.A (Sociedad Mercantil (Exportación) S.A)

- Suministro de caldera de 80 BHP dual gas natural / Diesel 2, para planta procesadora de colorantes naturales.

FABRICA DE FIDEOS EL TRIUNFO

- Suministro e instalación de caldera de 200BHP a gas, para planta procesadora de fideos.

FABRICA DE REDES Y CORDELES EL PESCADOR SRL

- Suministro de caldera repotenciada de 50 BHP a gas.
- Suministro de caldera de 150 BHP a gas

FABRICA DE GOLOSINAS JACONT'S SCRL:

- Suministro de caldera repotenciada de 60 BHP.

FERYMAR SAC

- Suministro e Instalación de caldera de 60 BHP, y demás equipos auxiliares.
- Suministro de autoclave a vapor de 1500 litros.

FUERZA AEREA DEL PERU

- SEING-GRUSA 51, Suministro e instalación de 02 calderas de 50 BHP a gas, ablandador de agua, tanque de condensado, manifold de vapor, redes de vapor y condensado.
- SEING (Licitación): mantenimiento y cambio a gas de la caldera Cleaver Brooks N° 1” de la EOFAP

GRANJA RINCONADA DEL SUR

- Suministro e instalación de caldera de 150BHP y equipos auxiliares.
- electrobomba centrífuga, ablandador automático, sistema tuberías.
- Instalación aire comprimido, línea de vapor y retorno condensado, cisterna.

HOTEL DOBLE TREE EL PARDO (INVERSIONES BRADE)

- Suministro de Calentador de agua de 7 BHP, ablandador de agua, calentador de agua de 100GLN.
- Suministro de Caldera de agua caliente a Gas de 10 BHP.
- Calentador de Acero A36 con fibra de vidrio 2500 litros.
- Servicios de instalaciones Generales.

CONSORCIO SAN MIGUEL

- Suministro de una caldera de 30 BHP, equipos auxiliares e instalaciones de vapor - proyecto: ampliación y mejoramiento de la escuela técnico superior de mujeres PNP San Bartolo.

b) Hospitales Nacionales por Licitación

HOSPITAL NACIONAL DOS DE MAYO

- Servicio de mantenimiento de planta de tratamiento de agua.
- Servicio de mantenimiento correctivo de redes de vapor en túnel de ductos.
- Mantenimiento correctivo redes de vapor y agua caliente casa de fuerza.
- Mantenimiento Preventivo Correctivo de Sistema Electromecánico de Combustible.

HOSPITAL DE ABANCAY - GUILLERMO PAIRAZAMAN

- Suministro de 02 calderas de 60 BHP duales (gas/Diesel 2).

HOSPITAL DE APOYO II-2 SULLANA - LICITACIONES

- Mantenimiento Correctivo de líneas de vapor / Suministro de accesorios.
- Mantenimiento de caldera de 50 BHP.
- Suministro e instalación de caldera de vapor de 60bhp dual (gas/Diesel 2), Incluye instalación y puesta en marcha.

HOSPITAL MILITAR CENTRAL – Licitación

- Servicio de Acondicionamiento, mantenimiento y reparación de equipos componentes de la Red de vapor del HMC, que incluye reemplazo de válvulas de: expansión, telescópicas, esféricas, de compuerta, balde invertido, reguladoras; Mantenimiento y reparación de (09) Calentadores de agua, (6) de 800 glns, (02) de 1,500glns y (01) de 2,000 glns.
- Suministro e instalación de una Caldera de 300 BHP dual (gas/Diesel 2), 04 pasos, espalda húmeda, flue corrugado, para la planta de Vapor”.

HOSPITAL SANTA ROSA – Licitación

- Suministro e instalación de caldera de vapor de 100bhp dual (gas/Diesel 2), Incluye instalación y puesta en marcha.
- Suministro e instalación de calentador de agua a vapor.

HOSPITAL REGIONAL DEL CUZCO Licitación

- Servicio de instalación del sistema de nuevas líneas de vapor y condesado para los servicios de central de esterilización, lavandería, nutrición y tanques intercambiadores de calor.

**MINISTERIO DE SALUD – HOSPITAL NACIONAL CAYETANO
HEREDIA**

- Servicio De Mantenimiento De Las Tuberías De Línea 110 De Vapor Del Pasaje De Ingreso A La Lavandería Hasta La Casa De Fuerza.

c) Hospitales Nacionales por Subcontratos

CONSORCIO HOSPITALARIO MOQUEGUA

- Suministro e instalación sistema de vapor – incluye dos caldera de 120 BHP - proyecto hospital Moquegua.
- Suministro e instalación de equipos de cocina.

**CONSORCIO HOSPITALARIO TRUJILLO (PROYECTO
HOSPITAL DE TRUJILLO)**

- Suministro e instalación de 02 calentadores de agua a vapor modelo CAV-650 en acero inoxidable.
- Consorcio Hospitalario (Proyecto Hospital Villa El Salvador).
- Suministro e instalación de sistema de generación de vapor: 02 Caldera de 100 BHP, equipos auxiliares, redes de vapor y condensado.

**CONSORCIO LA MERCED II (PROYECTO HOSPITAL LA
MERCED)**

- Hospital La Merced: Suministro e instalación de sistema de generación de vapor: 02 Caldera de 60BHP, equipos auxiliares, redes de vapor y condensado.
- Hospital La Merced: Suministro de marmitas de 100, 80 y 50 litros y sartén Volcable en inoxidable.

CONSORCIO EJECUTOR ATE

- Nuevo Hospital de Ate: Suministro e instalación de sistema de generación de vapor: 02 Caldera de 60 BHP, equipos auxiliares, redes de vapor y condensado.

HV. CONTRATISTAS

- Suministro e instalación de dos calentadores de agua horizontales de 60 BHP a petróleo. (Nuevo Hospital de Cajamarca).

IMAGINATIVA COMERCIAL SA:

- Hospital de Pisco - Fabricación y montaje de 02 calderas de 80BHP duales (gas/Diesel 2) y equipos auxiliares. Proyecto Hospital de Pisco.
- Hospital de Pisco e Ica - Fabricación de Autoclaves a vapor para servicio de esterilización de residuos sólidos.
- Hospital de Ica. Fabricación y montaje de marmitas a vapor de 50 y 100 Litros.

SALFA S.A. -HOSPITAL DE CAJAMARCA.

- Suministro del sistema de vapor y petróleo: dos caldera de vapor de 40 BHP dual (gas/Diesel 2), tanques de alimentación de agua y de combustible, instalación total de redes de vapor, condensado y petróleo.

INPAS SA.

- Suministro de Caldera de vapor a gas de 60 BHP para Hospital La Merced de Chiclayo.

d) Otros Clientes

INKACROPS:

- Suministro e instalación de Caldera de vapor a gas de 40 BHP y equipos auxiliares, redes de vapor y condensado.
- Instalación de redes de tuberías para Sistema de aceite térmico para planta procesadora de snacks.

IMAGE S.A. (Tacna):

- Fabricación y montaje de caldera de 20 BHP y equipos auxiliares, redes de vapor y condensado, para saunas y sistemas de agua caliente.

INCA FRUT S.A. (Chancay)

- Fabricación e instalación de caldera de 100 BHP Dual (Diesel – Gas) y equipos auxiliares, redes de vapor y condensado, para planta procesadora de espárragos.

INDACO S.A: (Quillabamba-Cuzco)

- Fabricación y montaje de caldera de 50 BHP a petróleo Diesel 2 y equipos auxiliares, redes de vapor y condensado, montaje general de la planta procesadora de cacao.

INDUSTRIAS TEXTILES SAC (INTEX SAC)

- Fabricación y montaje de Caldera vertical de 40 BHP a gas, equipos auxiliares, instalación de líneas de vapor y sala de calderas, para planta textil.

INTI AGRO S.A.

- Fabricación y montaje de caldera de 100 BHP a gas GLP y equipos auxiliares, redes de vapor y condensado, montaje de

equipos complementarios a caldera, para planta procesadora de alcachofas.

INTRADEVCO S.A.

- Planta Lurín: Suministro y montaje de 02 calderas de 100 BHP. Dual.
- Planta Ventanilla: Calentador de agua de 20 BHP y equipos auxiliares.
- Planta Ventanilla: Suministro y montaje de 01 caldera de 10BHP a gas, equipos auxiliares, instalaciones de vapor y sala de calderas para sistema de calentamiento de petróleo bunker en planta.
- Nueva Planta de detergentes en Lurín
 - Suministro y montaje de 01 caldera de 40BHP a gas, ablandador y tanque de condensado, redes de vapor y condensado.
 - Suministro e instalación de quemador a gas de 25,000 MBH marca POWERFLAME modelo Cmax.
- Planta Hipoclorito Lurín: Fabricación y montaje de caldera de 50 BHP a gas natural, redes de vapor y condensado.
Planta Ventanilla, (Leasing BCP): Suministro y montaje de caldera de 20 BHP y equipos auxiliares.

KORIEN S.A.

- Fabricación y montaje de caldera de 40 BHP a gas.

LABORATORIOS SMA SAC:

- Suministro de caldera de 30 BHP A GAS
- Suministro de caldera de 50 BHP A GAS, espalda húmeda, ablandador y tanque de alimentación de agua.

LAVANDERIA ALBUS S.A

- Fabricación de ablandador de agua 2010
- Fabricación y montaje de caldera dual 100BHP Gas Natural / Bunker 6. (American Leasing) 2008
- Fabricación y montaje de caldera de 100BHP Gas Natural (Leasing Bco. Continental) 2004

LAVANDERIA YURAX SA.

- Suministro e caldera de 5BHP a gas y equipos auxiliares, para lavandería.

MACHU PICCHU FOODS SA.

- Suministro e instalación de quemadores a gas para calderas de 50, 150 y 200 BHP.

MANUFACTURAS LA REAL SA. (Banco Continental) 2013

- Suministro de caldera de 350 BHP Dual Bunker / gas.

MINSUR (MINA SAN RAFAEL-JULIACA) 2010

- Suministro e instalación de calentador de agua de 50BHP, para hotel del campamento.

MOVA INDUSTRIAL S.A.:

- Suministro de caldera de 10BHP, equipos auxiliares, e instalación de planta. 2005
- Suministro de caldera de 20BHP 2008
- Fabricación de reactor de 1,500lts en acero inoxidable para temperas y plastilina. Fabricación de reactor de 400 lts, marmitas de 200 lts en acero inox.
- Suministro de ablandador de agua R1660

MUNICIPALIDAD DISTRICTAL DE SANTO TOMAS: 2006

- Suministro de caldera de 15 BHP a petróleo diésel 2 y equipos auxiliares.

M Y M BIENES Y SERVICIOS SAC. (HOSPT. DE POLICIA) 2014

- Suministro de equipos complementarios para caldera de vapor de 200BHP: calentadores, filtros, manifold, tanque de condensado y tanque de purgas.

NEOGAS PERU SA. 2013

- Suministro e instalación de quemador dual (gas/diésel 2) de 17,000 MBH marca POWERFLAME modelo Cmax, para planta de detergentes de Intradevco- Ventanilla.

ORKLEMAN ENTERPRISES (Leasing Bco. Continental) 2008

- Suministro de caldera de 100BHP diésel/gas y equipos auxiliares, para planta procesadora de conservas.

PEGSA INDUSTRIAL S.A.

- Suministro e instalación de caldera de 20BHP y equipos auxiliares, reactor de 2000lt, para planta procesadora de pegamentos.

PERUANA DE MOLDEADOS SA. (PAMOLSA)

- Suministro e instalación de caldera de 300BHP a gas. (América Financiera) 2010.

PEVISA:

- Suministro de Reactor de acero inoxidable de 50Gal.
- Suministro de Reactor de acero inoxidable de 100Gal.
- Suministro de autoclave eléctrica de 60litros.

PROAGRO SUR SAC (LA JOYA-AREQUIPA) 2010 – 2011

- Suministro de caldera de 200BHP a gas y equipos auxiliares.
- Suministro de reactores y tanques de proceso en acero inox., para planta procesadora de colorantes.

PROCESADORA Y DERIVADOS LACTEOS DEL SUR EIRL (LA JOYA-AREQUIPA) 2013

- Suministro e instalación de caldera de 30 BHP a gas y equipos auxiliares, redes de vapor y condensado, para planta procesadora de lácteos.

PROTEINAS PERUANAS SA 2013

- Suministro de caldera de 20BHP y equipos auxiliares.

P & D ANDINA ALIMENTOS SA– 2013

- Suministro y montaje de caldera de 50BHP y equipos auxiliares, redes de vapor y condensado, para planta procesadora de alimentos.

REDONDOS SA. (HUACHO, SUPE)

- Suministro e instalación de calderas de 2do uso marca CLEAVER BROOKS REPOTENCIADAS de 200, 250 Y 400BHP.
- Reacondicionamiento total de líneas de vapor y condensado, automatización del sistema de calentamiento de tina de agua caliente para aves, para camal de aves de HUACHO.
- Suministro de equipamiento mecánico para nueva planta de incubadoras y nacedoras en SUPE: Fabricación de los siguientes equipos: sistema de tratamiento de agua (ablandador y filtro), calentador de agua de 50 BHP dual (gas/diésel 2), tanque pulmón de aire, cisterna de petróleo de 4,00 galones, cisterna de

almacenamiento de agua blanda en acero inox. de 4,000 gal., 02 calentadores de agua indirectos agua-agua. Suministro completo de electrobombas de agua dura, blanda y caliente, montaje total de líneas para agua dura, agua blanda, agua caliente, aire comprimido, agua de refrigeración, petróleo, suministro e instalación de compresoras de aire.

SERVICIOS GENERALES WALU S.A2009

- Suministro de caldera a gas de 20BHP y tanque de condensado.

SUMESA (PRODU-EXPORT SAC) 2008

- Suministro de calentador de agua a gas de 80BHP y tanque de expansión.

SURITEX SA (Huancayo) 2011

- Suministro de caldera de 20BHP a gas y equipos auxiliares.

TALLER GASTRONOMICO

- Suministro de caldera de 20BHP y equipos auxiliares 2008.
- Suministro de marmita de 400Litros 2009.

TERMODINAMICA S.A. 2007

- Suministro de caldera de 30BHP a diésel 2.

TERMOREP SA 2010

- Suministro e instalación de 02 calderas de agua caliente a gas de 60BHP, bombas de agua, 04 tanques de 2,000 galones para agua caliente, intercambiadores de calor de placas. (Hotel Atton).

UNION DE CERVECERIAS PERUANAS BACKUS Y JOHNSTON S.A.A.

- Suministro de caldera de 160BHP, para planta de (PLANTA AREQUIPA) 2016.
- Caldera biogás de 160BHP (Planta Motupe) 2016.
- Economizador (Planta Motupe) 2016.

UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS (Lambayeque) 2009

- Suministro e instalación de caldera de 15BHP a gas y equipos auxiliares, redes de vapor y condensado, para planta de proceso.

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA 2012

- Sistema de ablandamiento de agua, contiene: Filtro de presión de grava y arena de cuarzo de tipo vertical, Material filtrante: arena y grava de cuarzo de 07 tipos de granulometría 17.0 pies³; ablandador: capacidad 1.08 lps 93,500 litros por caída Ciclo de producción; tanque de salmuera: para los dos ablandadores con fondo plano.
- Suministro e Instalación de Caldero 30 BHP (ablandador de agua, chimenea) para la Facultad de Industrias Alimentarias 2016.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO 2009

- Suministro e instalación de caldera acoutubular de 30BHP a petróleo y equipos auxiliares. (Licitación).

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO PUNO

- Suministro de peladora de papas, carro porta-bandejas, campana extractora, para el comedor Universitario.

**UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
REPARACION DE 02 CALDERAS METAL EMPRESA DE 50BHP
A PETROLEO DEL COMEDOR UNIVERSITARIO 2013
UNIVERSIDAD SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA:**

- Suministro de caldera a vapor de 60 BHP diésel 2, para comedor Universitario.
- Suministro e instalación de caldera de 7 BHP a gas y equipos auxiliares, redes de vapor y condensado, para laboratorio de Biología.

YOBEL SUPPLY CHAIN MANAGEMENT S.A:

- Fabricación de sistema de blanqueado de cera.
- Fabricación de reactor de 4 TN, en acero Inox. (Banco Interamericano - 2006).
- Fabricación de unidades de automatización de estación reductora.
- Fabricación de agitador UNIMIX.
- Fabricación de reactor de 4TN (AMERICA LEASING).
- Suministro e instalación de caldera a gas de 200 BHP.

ZOILA ROSSANA VILLANUEVA COLLANTES (Huacho) (2009)

- Suministro e instalación de calentador de agua de 20BHP, calentador de agua indirecto e intercambiador de calor.
- Suministro e instalación de calentador de agua de 10 BHP y equipos auxiliares.
- Para instalaciones de agua caliente y lavandería del Hotel KAJAKA.